

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

Д.А. ДРАПАЛЮК

**МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЖИЛОГО ФОНДА
И ЕГО ФИЗИЧЕСКИЙ ИЗНОС,
ПРОВЕДЕНИЕ ОБСЛЕДОВАНИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
И КОНСТРУКЦИЙ**

Учебно-методическое пособие

Воронеж 2013

УДК 658.58:624.01:728.1

ББК 38.113я7

Д726

Рецензенты:

*С.О. Потапова, к.т.н., доцент кафедры "Пожарная безопасность технологических процессов" ФГБОУ ВПО Воронежского института ГПС МЧС России
А.В. Погорелов, гендиректор ООО "Группа компаний "Инженерные системы"*

Драпалюк, Д.А.

Д726 **Мониторинг состояния жилого фонда и его физический износ, проведение обследований строительных материалов и конструкций:**
учеб.-метод. пособие / Воронежский ГАСУ - г. Воронеж, 2013. 82 с.

ISBN 978-5-89040-476-3

Учебно-методическое пособие "Мониторинг состояния жилого фонда и его физический износ, проведение обследований строительных материалов и конструкций" определяет комплексное использование современных методов мониторинга и прогнозирования дефектов зданий, позволяющих определить факторы количественной оценки эксплуатационного износа элементов зданий и сооружений; разработать методику планирования ремонтно-строительных работ с использованием интегральных показателей состояния несущих строительных конструкций, инженерных систем; устанавливает объем, последовательность выполнения работы по проведению теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений, описывает методику расчета, дает необходимые указания и сведения.

Предназначено для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению "Строительство".

Ил. 9. Табл. 6. Библиогр.:14 назв.

*Печатается по решению научно-методического совета
Воронежского ГАСУ*

УДК 658.58:624.01:728.1
ББК 38.113я7

ISBN 978-5-89040-476-3

© Драпалюк Д.А., 2013

© Воронежский ГАСУ, 2013

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАННОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ.....	5
2. МОНИТОРИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ИЗНОСА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ СРОКОВ СЛУЖБЫ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ.....	17
2.1 Система мониторинга эксплуатационного износа и методы оценки остаточных сроков службы элементов жилых зданий.....	17
2.2 Общая оценка и классификация ресурса работы конструкций и элементов жилых зданий.....	21
2.3 Основы проведения обследования зданий и сооружений.....	28
3. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ....	37
ЗАДАНИЕ.....	38
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48
БИБЛОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	48
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	49

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы и курсового проекта написано в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 2700800 «Строительство».

Целью курсовой работы и проекта является углубление и обобщение теоретических знаний, полученных при изучении тепловой защиты ограждающих конструкций, освоение методики и приобретение практических навыков при выполнении теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций отапливаемых зданий, разработка мониторинга эксплуатационного износа зданий и сооружений для повышения эффективности проведения обследования и экспертизы зданий и сооружений, позволяющей достигнуть высокого уровня предоставляемых услуг.

Учебное пособие устанавливает объем, последовательность и методику выполнения курсовой работы, дает необходимые указания и сведения для расчета и проектирования наружных ограждений зданий, а также для анализа несущих и ограждающих конструкций с точки зрения пригодности их для дальнейшей эксплуатации и оценки эксплуатационного износа.

Пособие состоит из трех разделов, в которых описываются методики определения физического износа строительных конструкций зданий и сооружений, климатологической характеристики района строительства и определения теплофизических свойств материалов; описываются принципы расчета теплозащитных характеристик наружных ограждений; дается алгоритм анализа теплового режима ограждений, описываются способы их проверки на теплоустойчивость. Все необходимые для выполнения работ справочные и нормативные сведения представлены в приложениях.

Пособие предназначено для студентов по направлению "Строительство" обучающихся в магистратуре.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАННОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

С момента введения здания в эксплуатацию все элементы и конструкции постепенно снижают свои качества. Эти изменения являются следствием воздействия многих физико-механических и химических факторов. К наиболее важным факторам относятся: неоднородность материалов; напряжения, вызывающие микротрещины в материале, попеременное увлажнение и высушивание; периодические замораживания и оттаивания, высокий температурный градиент, приводящий к неоднородным деформациям и разрушениям структуры материала; химическое воздействие кислот и солей; коррозия металла; загнивание древесины и т.п. При этом интенсивность протекания процессов колеблется в достаточно широких пределах и является следствием экологического состояния окружающей среды, уровня технической эксплуатации, капитальности зданий и качества выполнения строительно-монтажных работ, что определяет общую долговечность здания.

Долговечность - под этим термином понимают такой расчетный срок службы, в течение которого материал или конструкция сохраняют свои свойства и заданные характеристики.

Физический износ — это количественная оценка технического состояния здания, показывающая долю ущерба по сравнению с первоначальным состоянием технических и эксплуатационных свойств конструкций и здания в целом.

Прогнозирование износа — сложная многофакторная задача. В связи с наличием в здании огромного количества разнопрочных и разнодолговечных конструкций и материалов достаточно сложно спрогнозировать весь срок его службы как сочетание сроков службы каждого элемента в отдельности.

Большая часть строительных конструкций и элементов жилых зданий является многофункциональными конструкциями, сочетающими несущие, ограждающие и декоративные функции. Поэтому часто применительно к конструкциям зданий эксплуатационный износ понимают только в смысле прочности. В этом смысле наружные ограждающие конструкции как выполняющие ограждающие функции чаще оказываются менее надежными, чем силовые (несущие).

Эксплуатационная надежность закладывается на всех этапах создания и функционирования здания. В процессе проектирования и конструирования здания закладывается его теоретическая надежность. При этом учитываются следующие факторы, влияющие на эксплуатационный износ элементов и конструкций:

- качество и количество применяемых элементов;
- режим работы элементов и деталей;
- стандартизация и унификация;
- доступность деталей - узлов и блоков для осмотра и ремонта.

В процессе изготовления деталей и монтажа здания обеспечивается фактиче-

ская начальная надежность каждого конкретного элемента и здания в целом, что зависит от качества применяемых при изготовлении отдельных деталей, качества сборки и монтажа конструкций. При этом на эксплуатационный износ конструкций и здания отрицательно влияют следующие факторы:

- отсутствие соответствующего контроля материалов и комплектующих изделий;
- нарушение сортности и недоброкачественная замена материалов;
- установка элементов, подвергшихся длительному хранению в неблагоприятных условиях;
- недостаточный операционный контроль;
- нарушение технологии монтажа.

Поэтому мониторинг эксплуатационного износа жилых зданий становится особенно важным.

В процессе эксплуатации на эксплуатационный износ влияют в основном следующие условия:

- внутренние напряжения в конструкциях, не соответствующие их проектным значениям;
- внешние воздействия (в заданных или иных режимах);
- система технического обслуживания и ремонтов;
- техническая квалификация обслуживающего и ремонтного персонала.

Эксплуатационный износ зданий и отдельных конструкций обуславливается изменчивостью во времени внутренних свойств (материалов) и внешних условий (нагрузки и воздействия). Характеристики и показатели этих факторов к моменту окончания монтажа здания определяют начальную его надежность, которая с первого дня эксплуатации постепенно снижается.

Если задать минимально допустимый уровень надежности на период расчетного срока службы (N), то можно за счет удорожания здания достичь высокого уровня начальной надежности (N) с учетом снижения во времени за период времени T до уровня N_{\min} . Это обстоятельство несколько условно можно назвать начальным резервированием. Определение начального резервирования в большей части является задачей экономической. Практически целесообразнее предположить систему без начального резервирования, но с такой последовательностью ремонтов (кривая 2 см. рис. 1.1), которые бы поддерживали эксплуатационный износ на уровне не ниже N_{\min} на всех этапах эксплуатации.

Согласно ГОСТ [82] событие, заключающееся в нарушении работоспособности, вызывающее эксплуатационный износ, называется отказом, т.е. под отказом понимают прекращение выполнения конструкциями заданных функций или увеличение степени эксплуатационного износа, которые устанавливаются с соответствующими допусками и нормативами.

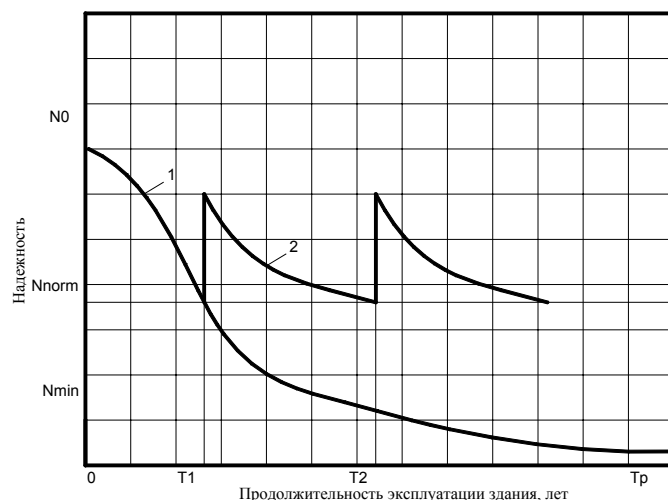


Рис. 1.1. Изменение эксплуатационного износа зданий во времени:
 1 - график надежности здания без проведения восстановительных работ;
 2 - график надежности здания с восстановительными мероприятиями

На рис.1. 2 изображена кривая интенсивности отказов элемента как функция эксплуатационного износа во времени, где выделены три характерных периода: приработки, нормальной эксплуатации и интенсивного износа. В период приработки интенсивность отказов велика, так как совокупность элементов может содержать большое количество дефектных образцов, которые отказывают один за другим в короткий срок. После периода приработки уровень интенсивности отказов становится постоянным - наступает период нормальной эксплуатации, отказы этого периода относятся к внезапным. Когда время использования элементов достигает значения T_n , начинает сказываться износ и интенсивность отказов возрастает до момента T_r , который является средним значением долговечности элемента и степени эксплуатационного износа. Эти три периода характерны как для жилого здания в целом, так и для отдельных его элементов.

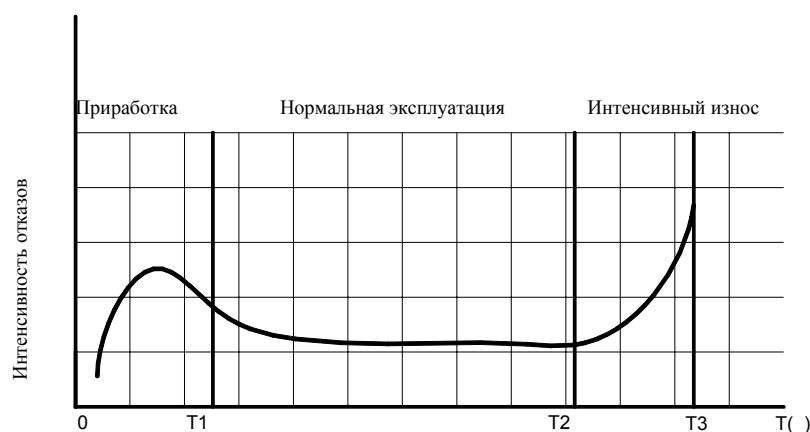


Рис. 1.2 Интенсивность отказов конструкций в течение жизненного цикла объекта недвижимости

В приработочный период в здании возникают отказы, связанные с естественными процессами (например, осадкой), и выявляются дефекты технологического характера (в процессе изготовления, транспортирования, производства работ).

Период нормальной эксплуатации характеризуется появлением внезапных отказов. Причиной их могут быть внезапные концентрации нагрузок, которые представляют собой случайные явления.

Понятие эксплуатационного износа жилого здания в целом как сложной технической системы шире, чем его элементов и простых систем, способных находиться лишь в двух состояниях: работоспособном либо неработоспособном. Отказы отдельных ограждающих конструкций и технических систем (кровля, межпанельные швы, полы и др.) обычно являются частичными отказами. Они не приводят к прекращению функционирования объекта в целом, но снижают качество (уровень) функционирования и выходной эффект объекта. При этом адаптация жилого здания к комплексу внешних условий возможна благодаря определенной избыточности, некоторому запасу технических характеристик сверх минимально необходимых для выполнения заданных функций.

Метод установления эксплуатационного износа элемента или конструкции (по прочности) сводится к тому, чтобы приложенные нагрузки не превосходили несущую способность. Сложившаяся в практике технология расчетов конструкции, включающая определение действующих усилий и расчетных сопротивлений в отдельных элементах зданий, приводит к созданию в конструкциях больших запасов прочности. Фактически достижению предельного состояния в том или ином элементе предшествует перераспределение усилий во всей системе. Для более достоверного определения предельного состояния по прочности каждый элемент должен рассматриваться в системе целого здания с учетом распределения сил при нелинейных процессах деформирования. Высокая степень надежности конструкций и зданий в целом может быть обеспечена только при статистическом методе расчета с комплексным рассмотрением всех случайных параметров. При этом степень надежности конструкций определяется как функция комплекса случайных величин.

Ориентация на эти положения приводит к экономичному проектированию новых зданий и выявлению резервов прочности в эксплуатируемых зданиях, рассчитанных по традиционным схемам.

Метод предельных состояний, заложенный в основу расчета конструкций и учитывающий статистический характер показателей, вводимых в расчет, предполагает учет воздействия различных эксплуатационных факторов за счет использования соответствующих коэффициентов запаса.

Расчет конструкций по предельным состояниям является наиболее прогрес-

сивным, но имеет существенный недостаток - не учитывает фактора времени.

Ухудшение технического состояния зданий за период эксплуатации в первую очередь происходит в результате изменения характеристик материалов, из которых изготовлены конструктивные элементы. Этот процесс носит, как правило, закономерный и случайный характер.

Другой важной причиной изменения технического состояния зданий является разрушение и другие виды утрат работоспособности конструктивными элементами. Возникновение таких состояний во времени также является случайным, однако, характер его протекания значительно отличается. Если первый процесс утраты работоспособности конструктивными элементами и их сопряжениями в целом протекает, как правило, с малой интенсивностью, постепенно, то второй процесс характеризуется скачкообразным, внезапным изменением технического состояния. Очевидно, помимо этих двух, резко отличающихся друг от друга процессов утраты работоспособности, в зданиях могут иметь место и процессы, занимающие промежуточное положение между двумя указанными. Процессы утраты работоспособности конструктивными элементами и их сопряжениями протекают не автономно, а определенным образом взаимно влияют друг на друга.

Техническое состояние и эксплуатационный износ зданий в целом является функцией работоспособности отдельных конструктивных элементов и связей между ними. Математическое описание процесса изменения технического состояния объектов, состоящих из большого числа конструктивных элементов, представляет большие трудности. Это положение, в первую очередь, обусловлено тем, что изменение работоспособности технических устройств характеризуется неопределенностью и случайностью их поведения при воздействии на них некоторой совокупности переменных (случайных и неслучайных) факторов. Последнее обстоятельство обуславливает применение для описания их состояния различных статистических моделей с той или иной степенью приближения к рассматриваемому процессу. Следовательно, выбор модели, описывающей процесс изменения состояния здания, не является однозначным и для одного и того же объекта может быть использовано большое число моделей. При этом каждая из них может быть адекватной реальному изменению состояния здания. Подобные допущения имеют как положительные, так и отрицательные стороны.

Сложность организации обеспечения степени эксплуатационного износа всех конструкций, элементов и систем эксплуатируемых зданий состоит в многочисленности определяющих их факторов (рис. 1.3).

ФАКТОРЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ИЗНОСА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

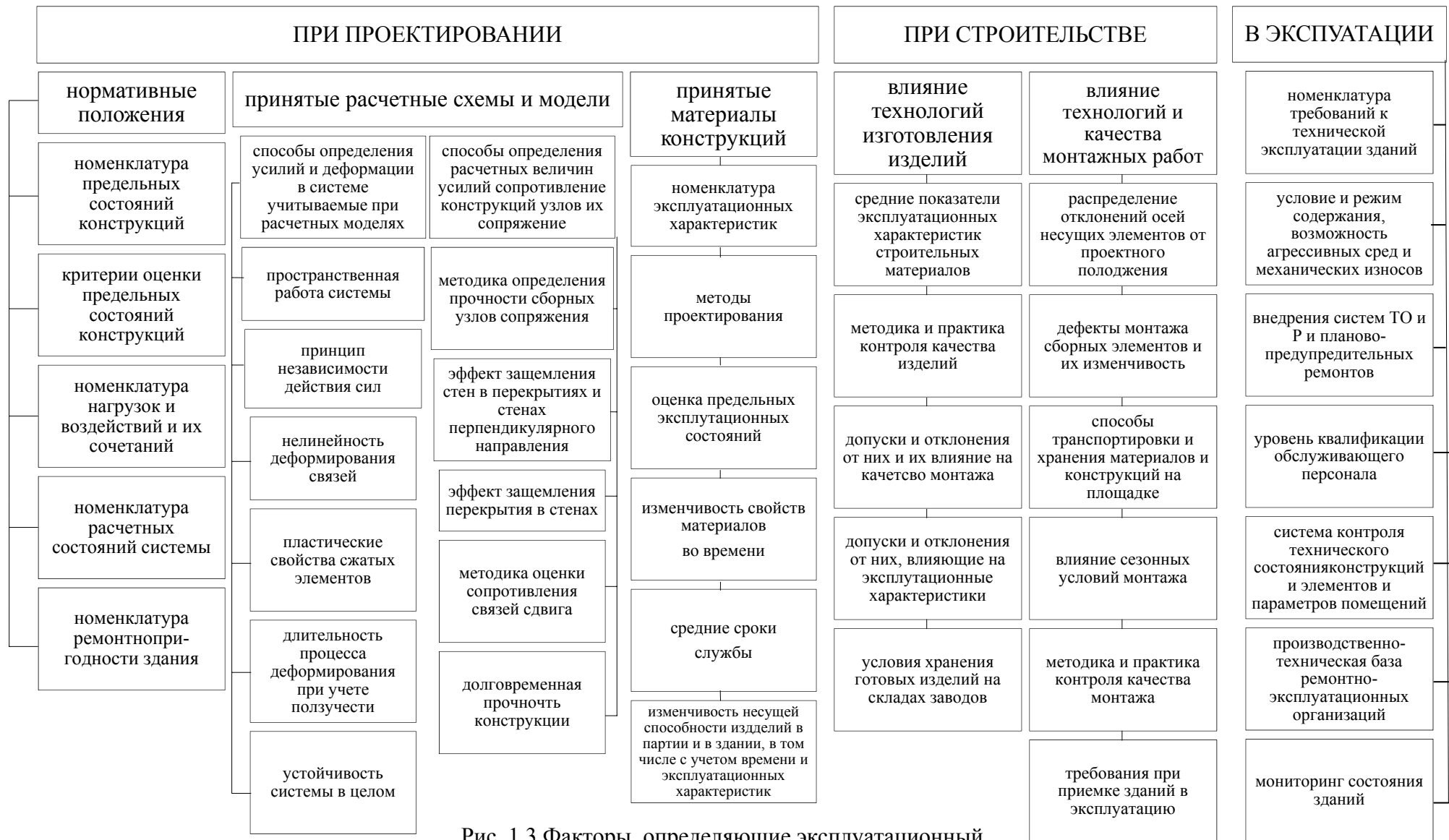


Рис. 1.3 Факторы, определяющие эксплуатационный износ зданий

С точки зрения механизма воздействия всей совокупности факторов, вызывающих нарушение работоспособности здания, их можно разделить на две группы: факторы внутреннего характера и внешнего. К первой группе факторов относятся физико-химические процессы, протекающие в материалах, из которых изготовлены конструктивные элементы; нагрузки и процессы, возникающие при эксплуатации; конструктивные факторы; качество изготовления (дефекты производства).

Ко второй группе относятся климатические факторы (температура, влажность, солнечная радиация); факторы окружающей среды (ветер, пыль, наличие в атмосфере агрессивных соединений, биологические факторы). К группе внешних факторов, очевидно, следует отнести и воздействия, предусмотренные системой технического обслуживания и ремонта.

Вышеперечисленные факторы с течением времени способны вызвать отказ отдельных конструктивных элементов и инженерных систем.

При назначении нормативной надежности как несущих, так и ограждающих конструкций под отказом понимают техническое состояние элемента, предшествующее исчерпанию нормативной способности выполнять несущие функции или полной потери ограждающих функций, что предопределяет в дальнейшем нормативную надежность конструкций.

Важное влияние на обеспечение надежности всего здания в целом как сложной системы имеют конструктивные связи отдельных элементов. Принято рассматривать конструкцию как систему, если она восстанавливается, и как элемент, если она не восстанавливается. Качественно восстановленная конструкция отличается малым объемом обслуживания, а надежность оценивается средней наработкой между отказами. Качественно восстановленная конструкция и удачные условия эксплуатации невосстанавливаемого изделия характеризуются долговечностью работы до отказа. Неремонтируемые изделия подлежат замене после первого отказа. Ограждающие и несущие конструкции здания в большинстве относятся к ремонтируемым изделиям.

Таким образом, можно сделать общий вывод, что под надежностью жилого здания в целом как сложной системы нужно понимать стабильность показателей качества и эффективность его функционирования, которая зависит от надежности конструкций, систем, устройств. При этом задача обеспечения надежности жилого здания сводится к установлению влияния частичных и полных отказов на качество и выходной эффект функционирования объекта. Эффективность функционирования жилого здания определяется в той мере, в какой оно удовлетворяет не только техническим, но и изменяющимся социальным и экономическим требованиям. Поэтому в плане системного подхода к анализу эксплуатационного износа определяющим показателем надежности жилого здания в целом как конечной продукции является его оптимальный срок службы с учетом мероприятий технического обслуживания и ремонта (ТоиР).

Такой подход к анализу износа элементов жилых зданий связан с рациональным ремонтом и содержанием, требует создания специальной системы, в ко-

торую входят два уровня: один уровень обеспечивает наблюдение (мониторинг) за степенью эксплуатационного износа элементов жилых зданий и другой - определяет время устранения износа исходя из минимальных затрат по ресурсам.

Ремонту должны подвергаться только сменяемые конструкции, срок службы которых меньше нормативного срока службы несменяемых конструкций. В свою очередь, несменяемые конструкции при наличии физического износа должны подвергаться восстановительным работам или усилению. В результате использования новых материалов и технологий восстановительные работы могут существенно повысить уровень надежности и долговечности конструкций и здания в целом.

Результаты обследований показывают, что износ зданий и отдельных его элементов происходит более интенсивно в первые 20...30 лет эксплуатации и после 90...100 лет. Анализ развития физического износа зданий свидетельствует, что срок службы зданий существенно превышает усредненные и нормативные значения. На рис. 1.4 приведены кривые усредненных сроков службы жилых домов и статистические данные о службе таких зданий при обычных условиях эксплуатации.

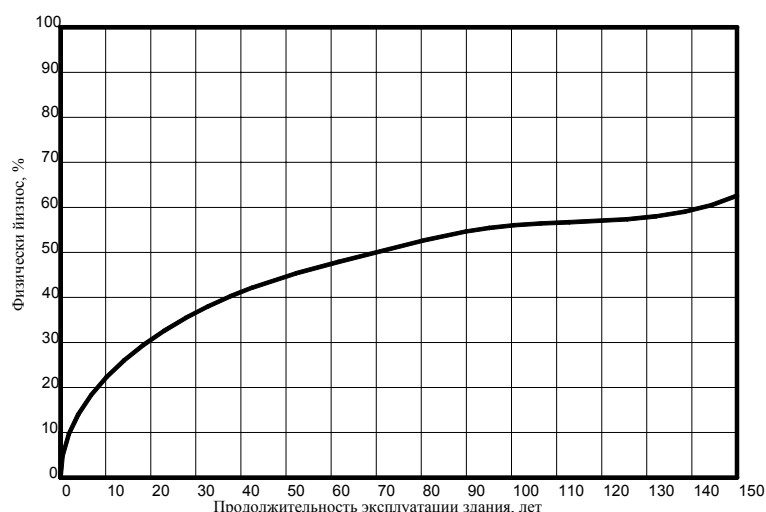


Рис. 1.4 - Усредненные нормативные сроки службы зданий II группы капитальности по статистическим нормам

Данные позволяют сделать вывод, что здания II группы капитальности, уцелевшие и просуществовавшие 70 лет при износе 40%, имеют стабильное состояние своих конструкций в условиях нормальной эксплуатации. В зависимости от капитальности нормами определены усредненные сроки службы конструкций в годах:

	I группа	II группа	III группа
Фундаменты	150	125	100
Стены	150	125	100
Перекрытия	150	125	100

Опыт эксплуатации зданий показывает, что технический срок службы превышает нормативные значения, которые являются в некотором смысле условными. Об этом свидетельствуют различные нормативные сроки для одинаковых конструкций различных стран. Так, расчетный срок службы фундаментов в Венгрии и Бельгии составляет 150 лет, Франции — 100, Швеции — 80.

Физический износ конструкций связан прежде всего со старением материалов и изменением условий эксплуатации. Снижение физико-механических характеристик материала в результате старения соответствует плавному изменению степени износа, в то время как изменение условий эксплуатации и внешних воздействий способствует более резкой и скачкообразной интенсивности износа.

В ряде случаев снижение или потеря несущей способности стен вызвана не столько старением материала, сколько нарушениями и дефектами фундаментов, приводящими к неравномерной осадке и перераспределению напряжений в кладке.

На величину физического износа зданий оказывают влияние не только эксплуатационные и внешние воздействия, но и ряд воздействий, вызванных эффектом не использования жилых зданий, периодом эксплуатации, качеством ремонта, а также этажностью и планировкой.

Оценка степени физического износа по общей характеристике технического состояния приведена в табл. 1. Рассматриваются четыре степени физического износа и примерная стоимость восстановительных работ. Анализ показывает, что несвоевременное восстановление несущей способности конструктивных элементов, как правило, приводит к росту стоимости восстановительных работ, превышающей стоимость самих конструкций.

Экономическая целесообразность реконструкции жилых зданий может быть установлена путем сравнения расходов на реконструкцию с затратами на строительство нового здания такой же площади с учетом сроков их дальнейшей эксплуатации.

Таблица 1

Оценка степени физического износа по материалам визуального и инструментального обследования

Физический износ, %	Общая характеристика технического состояния	Категории технического состояния	Примерная стоимость работ, % от стоимости конструктивных элементов
0-20	Повреждений и превышающих деформаций нет	хорошее	До 10
21-40	Конструктивные элементы пригодны для эксплуатации, но требуют ремонта	удовлетворительное	15-30
41-60	Эксплуатации конструкций возможны при условии восстановительных работ	неудовлетворительное	40-80

Физический износ, %	Общая характеристика технического состояния	Категории технического состояния	Примерная стоимость работ, % от стоимости конструктивных элементов
61-80	Аварийное состояние необходимы меры безопасности и замена элементов	плохое	90-120

Анализ причин дефектов и повреждений конструкций был проведен на основе изучения работ известных ученых Добромыслова А. Н., Абрашитова В.С., Шмелева Г.Д., Гроздова В.Т., Вознесенского В.А., Ройтмана А.Г., Абрамова Л.И., Афанасьева В.А.

Дефектами называют отклонения формы, качества, размеров от установленных техническими правилами, условиями и нормами, полученные в процессе изготовления, перевозки и монтажа.

Повреждениями называют отклонения состояния конструкций от первоначального, полученные в процессе эксплуатации: искажение формы, изменение характеристик материала, соединений; прогибы, перемещения, уменьшение сечения из-за коррозии, биохимических воздействий.

Рост количества дефектов и повреждений в процессе эксплуатации оказывает существенное влияние на несущую способность конструкций, что может привести в дальнейшем к авариям и катастрофам.

Авария – полное или частичное обрушение конструкции.

Далее приведем основные виды дефектов возникающих при эксплуатации зданий.

Наиболее серьезными дефектами фундаментов являются их деформации. Они могут быть местными, распространенными на отдельных участках, и общими по всему периметру здания или его части. В основе деформаций лежат не только неравномерные осадки, но и просчеты, допущенные при строительстве и эксплуатации. Возможно некоторое перераспределение нагрузки в связи с включением в работу перегородок, трансформацией конструктивной схемы перекрытий и т.п.

Существующее разнообразие дефектов и повреждений в зданиях обусловлено ограниченным количеством причин, которые необходимо выявлять и устранять.

Кроме технических дефектов в зданиях важное значение имеют социальные факторы оценки жилого фонда - моральный износ. Категория морального износа зданий включает, прежде всего, изменившиеся со временем нормы и представления об условиях проживания различных слоев населения. Это обстоятельство привело к разработке нормативов, являющихся обязательными при типовом проектировании жилых зданий.

Моральный износ зданий — это устаревание со временем типов, пара-

метров и объемно-планировочных решений зданий, их оборудования и отделки, художественно-стилевых особенностей архитектуры и внешнего облика зданий в связи с изменением представлений общества.

Причины, обуславливающие сам процесс морального износа жилых зданий, имеют ярко выраженный социальный характер. На всех этапах развития человеческого общества жилища отражали и отражают социальный и экономический уровень развития производительных сил, духовного и технического потенциала, эстетических принципов общества. Жилище является местом отдыха и бытовой деятельности людей. Именно с этих позиций и рассматривается уровень комфортабельности жилых зданий, а отклонение от некоторого уровня комфортабельности, как раз и соответствует моральному износу.

Критериями уровня комфортабельности являются, гигиенические факторы (температурно-влажностный режим, качество воздушной среды, зрительный световой и шумовой режимы) и функциональные факторы (объемно планировочный и конструктивные решения уровень инженерного благоустройства). Как показывает отечественный и зарубежный опыт, требования людей к планировке внутренних помещений жилых зданий в течении пятидесяти лет меняются от пяти до восьми раз, так моральное старение (износ) жилых зданий наступает обычно значительно раньше, чем физический износ [128].

Различают две формы морального износа. Моральным износом первой формы называют снижение стоимости зданий во времени по сравнению с их первоначальной стоимостью, связанное с уменьшением овеществлённого труда необходимого для возведения таких же зданий в момент оценки. Стоимостное выражение морального износа первой формы M_1 , % определяется по формуле

$$M_1 = (\alpha - B) \cdot 100 / \alpha, \quad (1.1)$$

где α - первоначальная стоимость здания, руб.; B – восстановительная стоимость здания, руб.

Моральным износом второй формы называют старение здание ввиду его не соответствия на момент оценки нормативным требованиям, действительным в данный период времени. Стоимостное выражение морального износа второй формы M_2 , %, определяют по формуле

$$M_2 = C / B, \quad (1.2)$$

где C – стоимость ремонтно-реконструктивных мероприятий, направленных на устранения морального износа второй формы, руб.

По мере роста технических возможностей происходит трансформация самого понятия комфортабельности, и в настоящее время её рассматривают уже не как простой набор частных удобств проживания, а стремятся к оптимизации системы «человек-среда обитания».

Множество показателей, характеризующих комфортабельность среды, замкнут ой стенами зданий, подразделяются на три группы:

- показатели оценки объемно планировочных решений;
- показатели санитарно гигиенической оценки;

- показатели оценки уровня инженерного благоустройства.

На практике для определения размера морального износа жилых зданий используют данные приведенные в табл.2.

Таблица 2

Укрупненная шкала для определения морального износа жилых зданий

Краткая характеристика здания	Моральный износ, %
Планировка квартир во всем доме пригодна для посемейного заселения. Средняя площадь квартир до 45 м ² . Дом оснащен всеми видами современного благоустройства. Перекрытия и перегородки несгораемые.	0...15
То же, но не хватает отдельных видов благоустройства. Перекрытия и перегородки деревянные.	16...25
Планировка квартирная, но неудобная для посемейного заселения. Средняя площадь квартир до 65 м ² . Отсутствуют некоторые виды благоустройства. Перекрытия и перегородки деревянные.	26...35
Планировка различная в разных частях здания, не всегда совпадает по вертикали, не пригодна для посемейного населения. Средняя площадь квартир до 85 м ² . Местами тёмные и проходные кухни. Отсутствуют ванные комнаты. Перекрытия и перегородки полностью деревянные.	36...45
Многокомнатные коммунальные квартиры. Санузлы местами расположены над жилыми помещениями и кухнями. Отсутствуют специальные помещения для кухонь. Перекрытия и перегородки полностью деревянные	Более 45

Анализ данных периода индустриального строительства показывает, что большая часть построенного жилищного фонда за период с конца 50-х до начала 90-х годов жилые здания рассматриваемого периода являются морально устаревшими, не отвечающими современным требованиям. Характерной чертой возведенных зданий первого периода индустриализации являются исключительно малые площади кухонь (4...6 м²), наличие совмещенных санитарно-технических узлов, практически отсутствуют прихожие и холлы, а высота этажа составляет 2,5...2,6 м.

Второй период индустриализации связан с широким использованием крупнопанельного строительства зданий высотой 9... 14 этажей. Для жилищного фонда этой категории характерно некоторое улучшение архитектурно-планировочных решений. Использование строительных систем с узким и широким шагом внутренних стен позволило несколько улучшить показатели. Так, жилые квартиры имеют кухни размером 8... 11 м², отдельные санузлы, прихожие площадью до 10 м², лоджии.

В рассматриваемом жилом фонде проживает большая часть населения страны, поэтому его содержание и продление его срока эксплуатации является первостепенной задачей. Решение ее возможно при использовании системного комплексного подхода и учета всех факторов влияющих на процесс эксплуатации и воспроизводство объектов жилой недвижимости.

2. МОНИТОРИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ИЗНОСА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ СРОКОВ СЛУЖБЫ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ

2.1 Система мониторинга эксплуатационного износа и методы оценки остаточных сроков службы элементов жилых зданий

Старение зданий и сооружений, приводящее в конечном итоге к разрушению, как отдельных конструктивных элементов, так и объекта в целом, диктует необходимость развитие системы мониторинга технического состояния. В то же время применяемые методики оценки состояния элементов основанные на применение экспоненциального закона старения требуют уточнения.

Общую структура мониторинга технического состояния зданий и сооружений предлагаем в виде схемы, представленной на рис.2.1.



Рис. 2.1 Система мониторинга эксплуатационного износа зданий и сооружений

Условно мониторинг может быть разделен на информационную систему и управление. В основу информационной системы закладываются наблюдения и прогноз состояния. Прогноз технического состояния строительных конструк-

ций зданий и инженерных сооружений может быть выполнен с использованием методов теории надёжности и теории прогноза.

Для сложных систем, к числу которых относятся практически все здания и инженерные сооружения, могут быть применены методы оценки и прогнозирования сроков службы, представленные на рис.2.2. Для создания информационной системы мониторинга технического состояния зданий и инженерных сооружений предлагается совместно использовать:

- статистическую методика с учетом восстановления конструкций, основанную на показателях физического износа, усиленную методом экспертных оценок;
- параметрические методы, основанные на изменении одного из характерных параметров конструкции (прочность бетона, коррозионный износ арматуры, совместность работы арматуры и бетона);
- метод "нагрузка - несущая способность", учитывающий одновременное изменение нагрузок и несущей способности конструкции;
- метод "нагрузка - деформация", учитывающий возможность появления в конструкции сверхнормативных деформаций при старении материалов и вероятном изменении нагрузок.

Совместное использование нескольких методик, построенных на разных подходах и учитывающих различные параметры работы конструкций, позволяет избежать погрешностей каждого метода в отдельности и увеличить достоверность результатов.

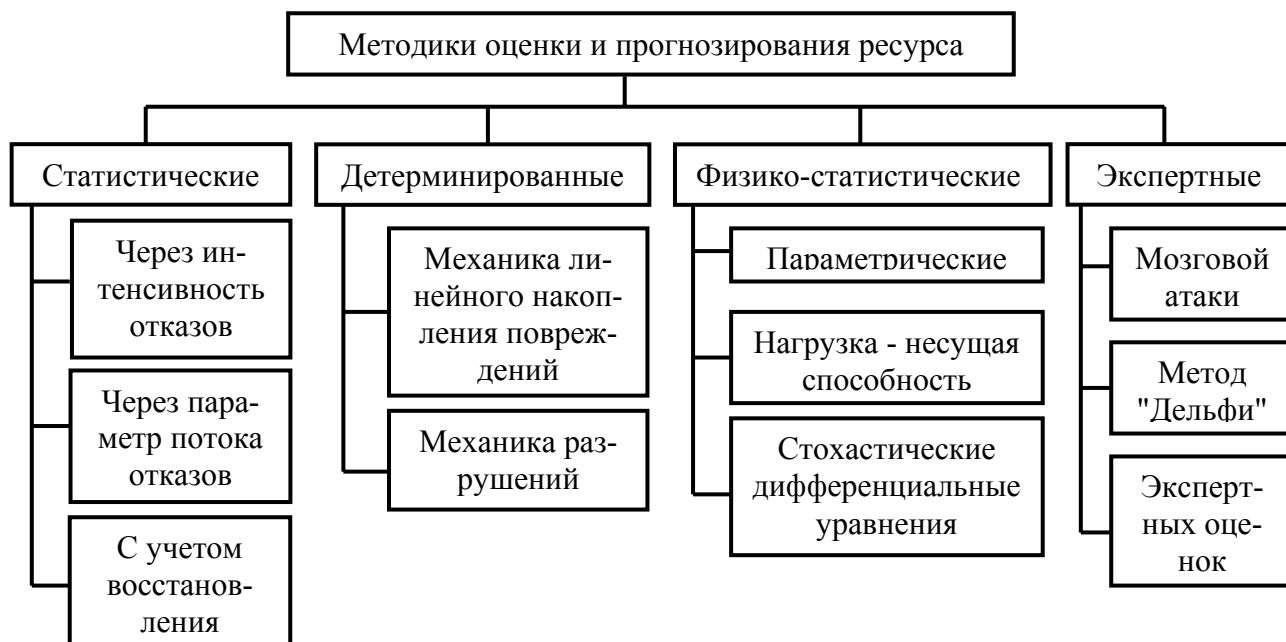


Рис.2.2 Методы оценки и прогнозирования ресурса сложных систем

В основу статистической методика с учетом восстановления конструкций положен основной закон старения или накопления повреждений классической теории надежности [88]. Математическое выражение, описывающее закон на-

копления повреждений, может быть представлено в следующем виде:

$$F = \ln \left(\frac{1 + \frac{Bt}{T}}{1 - \frac{t}{T}} \right) \cdot \frac{1}{m}, \quad (2.1)$$

где F - величина повреждений (физического износа), полученная на прогнозируемый момент времени t ; B - предельно допустимая поврежденность данного вида конструкций; T - предельный срок службы конструкции; m - коэффициент формы кривой.

На рис. 2.3. показаны графики уточненной модели физического износа и экспоненциальной модели, точки А, В, С показывают границы состояния конструкций: исправное в течение первых 24 лет эксплуатации объекта, запроектированного на срок службы до 100 лет; состояние нормальной эксплуатации до 67 лет жизненного цикла объекта; далее идет период в течение которого требуется проведение восстановительных мероприятий; в последствии наступает недопустимое и аварийное состояние строительных конструкций отселение жильцов с последующей утилизацией объекта.

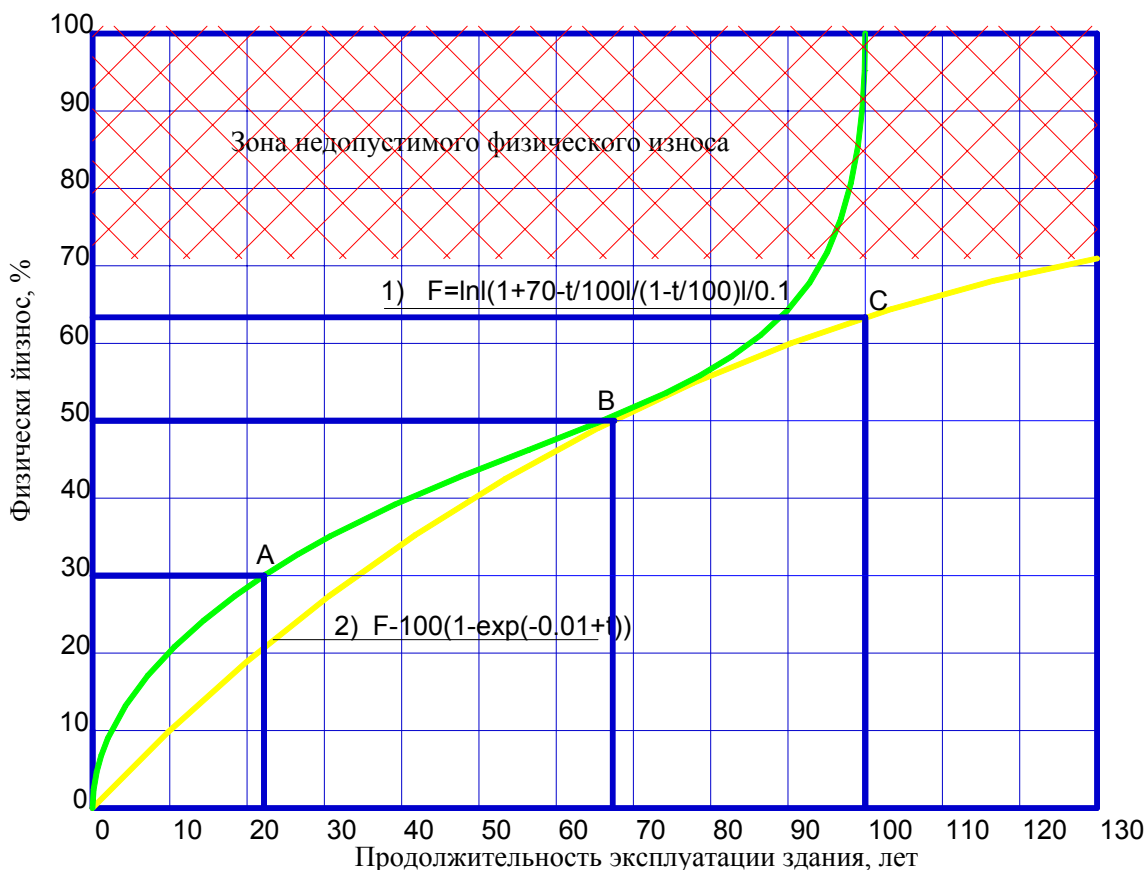


Рис.2.3 Уточненная модель физического износа 1 и экспоненциальная модель 2

При выполнении работ по оценке фактического технического состояния строительных конструкций здания определяется величина повреждений на мо-

мент обследования. С использованием зависимости (2.1) производится вычисление предельного срока службы конструкции и дальнейшее прогнозирование процесса старения конструкции до любой степени повреждения (физического износа).

Использование методики несколькими независимыми экспертами одновременно, позволяет снизить неточность определения как средней, так и предельной величины повреждений конструкций каждого типа на момент проведения обследования, и как следствие повысить достоверность результатов прогнозирования.

Параметрическая методика оценки остаточных сроков службы железобетонных несущих конструкций основана на построении прогноза состояния по одному из известных параметров. Разработаны и используются следующие параметрические модели:

- изменение прочностных характеристик бетона во времени до достижения предельно допустимого по нормам класса бетона;
- изменение несущей способности конструкции по изменению физико-механических характеристик бетона;
- развитие деформаций конструкции (ширина раскрытия трещин, прогибы) в результате изменения физико-механических характеристик бетона;
- по прекращению сцепления бетона и арматуры в результате развития коррозионных процессов на поверхности последней;
- изменение несущей способности конструкции в результате коррозионных повреждений рабочей арматуры;
- развитие деформаций конструкции (ширина раскрытия трещин, прогибы) в результате коррозионных повреждений рабочей арматуры.

В качестве модели изменения прочностных параметров бетона использована зависимость следующего вида [96]:

$$R(t) = R_o \cdot (1 + \alpha \cdot \lg t) - k_R \cdot (t - t_o), \quad (2.2)$$

где R_o - прочность бетона в момент времени t_o ; t_o и t - возраст бетона в годах; α - коэффициент, характеризующий интенсивность прироста прочности бетона со временем и зависящий от состава бетонной смеси, условий хранения образцов и других факторов; k_R - коэффициент интенсивности снижения прочности бетона вследствие деструктивных процессов.

Полученные расчетные точки по каждой из моделей, используются как исходные для последующих расчетов по методикам "нагрузка - несущая способность" и "нагрузка - деформация". Методики "нагрузка - несущая способность" и "нагрузка - деформация", основанные на расчетах по двум группам предельных состояний [116, 112], позволяют одновременно учесть реальное изменение нагрузок на конструкции в процессе эксплуатации, изменения физико-механических и защитных свойств бетона во времени, начало и скорость развития коррозии на поверхности стальной арматуры.

За остаточные значения сроков службы по несущей способности, как в параметрических методах, так и в методе "нагрузка - несущая способность" принимаются моменты времени, в которые расчетные значения нагрузок оказываются равными несущей способности конструкций. При этом рекомендуется расчет несущей способности выполнять с использованием нормативных сопротивлений материалов. Таким образом, на момент окончания срока эксплуатации конструкции оказываются работающими без учета запаса надежности по материалам.

По окончании выполнения всех расчетов результаты сравниваются, анализируются и на их основании выносится решение об окончательном сроке продленной эксплуатации конструкции. С использованием полученного остаточного срока выполняется последующее регулирование эксплуатационного износа и принимается решение о проведении ремонта.

2.2 Общая оценка и классификация ресурса работы конструкций и элементов жилых зданий

Для проведения мониторинга здания требуется систематизировать оценку остаточных сроков службы конструкций зданий. Очевидно, что для систематизации дефектов зданий требуется учитывать особенности зданий по периодам строительства, согласно проведенному анализу в первой главе здания, подразделяют на следующие периоды застройки, каждый из периодов характеризуется определенным качеством и составом строительных материалов используемых при строительстве: 1 - дореволюционный (до 1917г); 2 - довоенный (1917-1940); 3 - послевоенный (1945-1955); 4 - современный (после 1955).

Особое значение при оценке остаточных сроков службы будет иметь объемно планировочное и конструктивное решение зданий. Каждый тип зданий домов первых массовых серий имеет свои особенности, например, первый этап развития индустриально жилищного строительства, осуществляемого по типовым проектам первого поколения позволил реализовать жилищную программу и сыграл свою положительную роль. Однако негативными сторонами домов этих серий сегодня являются градостроительные, морально-эстетические и физические недостатки 5-ти этажной жилой застройки. Начиная с 60 годов полно-сборные здания становятся основным видом строительства. Каркасно-панельная схема предусматривает передачу нагрузок на каркас, а в панельной схеме на внутренние несущие панели.

Анализ архитектурно планировочных решений домов первых массовых серий и оценка их соответствия современным требованиям позволяют сделать вывод о том, что моральный износ этих зданий заключается в недостаточности размеров помещений, малой высоте этажей, невысоких эксплуатационных характеристиках (звукоизоляции, теплоизоляционных характеристиках наружных стен), невыразительность и однообразие фасадов.

При определении нормативного срока эксплуатации будем учитывать капитальность зданий заложенные проектные сроки эксплуатации: I – 130 и более лет; II – 80-130 лет; III – 50-80 лет; IV – до 50 лет; V – менее 30 лет.

Эксплуатационный износ зданий и их отдельных конструктивных элементов обуславливается изменчивостью во времени внутренних и внешних свойств (материалов) и внешних условий (нагрузки и воздействия). Физический износ отдельных конструкций, элементов и систем или участков оценивается путем сравнения признаков физического износа, выявленных в результате визуального и инженерно-инструментального обследования.

Закон разграничивает понятия «оценка технического состояния», «диагностика» и «обследование» зданий и сооружений.

Диагностика – это установление и изучение признаков, характеризующих состояние строительных конструкций, зданий и сооружений для определения возможных отклонений и предотвращения нарушений нормального режима их эксплуатации.

Обследование - это комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих эксплуатационное состояние, пригодность и работоспособность объектов обследования и определяющих возможность их дальнейшей эксплуатации или необходимость восстановления и усиления.

Дефиниция категории «мониторинг зданий и сооружений» закреплена в ГОСТе Р 22.1.02-95, под которым понимается процесс непрерывного или периодического наблюдения, оценки и прогнозирования технического состояния зданий и сооружений в связи с изменением природно-техногенных условий, хозяйственной деятельностью человека и другими.

Мониторинг осуществляется по всем компонентам технических состояний объекта. Для проектных обследований важны все составляющие технического состояния объекта, для обеспечения безопасной эксплуатации объекта от обрушения необходим мониторинг его деформационного состояния.

При оценке технического состояния строительных конструкций, зданий и сооружений используют критерии оценки – установленные проектом или нормативным документом количественные или качественные значения параметров характеризующие прочность, деформативность и другие нормированные характеристики строительных конструкций. Оценка технического состояния зданий и сооружений выявляет нормативный уровень технического состояния зданий и сооружений, при котором количественное и качественное значение параметров всех критериев оценки соответствует требованиям нормативных документов.

В настоящее время обследование зданий регламентируется согласно ГОСТ Р 53778-2010 «ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ. ПРАВИЛА ОБСЛЕДОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ», где под обследованием технического состояния здания (сооружения), понимается комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объекта обследования и оп-

ределяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимость восстановления, усиления, ремонта, и включающий в себя обследование грунтов основания и строительных конструкций на предмет выявления изменения свойств грунтов, деформационных повреждений, дефектов несущих конструкций и определения их фактической несущей способности.

Общий мониторинг технического состояния зданий и сооружений: Система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе, утверждаемой заказчиком, для выявления объектов, на которых произошли значительные изменения напряженно-деформированного состояния несущих конструкций или крена, и для которых необходимо обследование их технического состояния (изменения напряженно-деформированного состояния характеризуются изменением имеющихся и возникновением новых деформаций или определяются путем инструментальных измерений).

Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строек и природно-техногенных воздействий: Система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе на объектах, попадающих в зону влияния строек и природно-техногенных воздействий, для контроля их технического состояния и своевременного принятия мер по устранению возникающих негативных факторов, ведущих к ухудшению этого состояния.

Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, находящихся в ограниченно работоспособном или аварийном состоянии: Система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе для отслеживания степени и скорости изменения технического состояния объекта и принятия, в случае необходимости, экстренных мер по предотвращению его обрушения или опрокидывания, действующая до момента приведения объекта в работоспособное техническое состояние.

Мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений: Система наблюдения и контроля по определенной программе для обеспечения безопасного функционирования зданий и сооружений за счет своевременного обнаружения на ранней стадии негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкций и грунтов оснований или крена, которые могут повлечь за собой переход объектов в ограниченно работоспособное или аварийное состояние.

Моральный износ здания: Постепенное (во времени) отклонение основных эксплуатационных показателей от современного уровня технических требований эксплуатации зданий и сооружений.

Система мониторинга технического состояния несущих конструкций: Совокупность технических и программных средств, позволяющая осуществлять сбор и обработку информации о различных параметрах строительных конструкций (геодезические, динамические, деформационные и др.) с целью оценки технического состояния зданий и сооружений.

Физический износ здания: Ухудшение технических и связанных с ними эксплуатационных показателей здания, вызванное объективными причинами.

Нормативным документом по оценке физического износа зданий является ВСН 53-86 (р). По которому под физическим износом конструкции, элемента, системы инженерного оборудования и здания в целом следует понимать утрату ими первоначальных технико-эксплуатационных качеств (прочности, устойчивости, надежности и др.) в результате воздействия природно-климатических факторов и жизнедеятельности человека.

Физический износ на момент его оценки выражается соотношением стоимости объективно необходимых ремонтных мероприятий, устраняющих повреждения конструкции, элемента, системы или здания в целом, и их восстановительной стоимости.

Физический износ отдельных конструкций, элементов, систем или их участков следует оценивать путем сравнения признаков физического износа, выявленных в результате визуального и инструментального обследования, с их значениями, приведенными в таблицах физического износа конструкций и элементов жилых зданий.

При этом следует учесть, что если конструкция, элемент, система или их участок имеет все признаки износа, соответствующие определенному интервалу его значений, то физический износ следует принимать равным верхней границе интервала.

Если в конструкции, элементе, системе или их участке выявлен только один из нескольких признаков износа, то физический износ следует принимать равным нижней границе интервала.

Если в таблице интервалу значений физического износа соответствует только один признак, физический износ конструкции, элемента, системы или их участков, следует принимать по интерполяции в зависимости от размеров или характера имеющихся повреждений.

Для определения физического состояния конструктивных элементов применяют оценку категорий технического состояния на основании результатов обследования и проверочных расчетов. Предлагается использовать классификацию повреждений элементов зданий по уровню остаточного ресурса b , значения которого представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Классификация состояний элементов зданий

Степень повреждения	Снижение несущей способности	Категории технического состояния	Уровень остаточного ресурса b
Незначительное	0-5%	Нормативное состояние	1-0,95
Слабое	6-15%	работоспособное состояние	0,94-0,85
Среднее	16-25%	ограниченно работоспособное состояние	0,84-0,75
Сильное Полное разрушение	До 50% Свыше 50%	аварийное состояние	0,74-0,50 От 0,50-ниже

По результатам визуального и детально-инструментального обследования составляются дефектные ведомости. Результаты обследований вносятся в дефектную ведомость в соответствии с формой таблицы 2.2.

В первом столбце таблицы указываются адреса обследованных объектов паспортные данные, в остальных столбцах таблицы указываются конструктивные элементы, инженерные системы. Определяется их состояние на момент обследования, в виде остаточного ресурса b .

В первую очередь рассматриваются повреждения, которые представляют опасность с точки зрения разрушения объекта и требуют немедленного его выведения из эксплуатации до выполнения необходимого ремонта. В данном случае это элементы, которыми являются основные несущие конструкции:

1. фундаменты, ростверки и фундаментальные балки;
2. стены, колонны, столбы;
3. перекрытия и покрытия (в том числе: балки, арки, фермы стропильные, плиты, прогоны);
4. подкрановые балки и фермы;
5. связевые конструкции, элементы жесткости;
6. стыки, узлы, соединения и размеры площадок опирания.

Для определения физического состояния конструктивных элементов применяют оценку категорий технического состояния на основании результатов обследования и проверочных расчетов. На основании этой оценки конструкции подразделяются на следующие группы согласно ГОСТ Р 53778-2010 .

1. нормативное техническое состояние;
2. работоспособное состояние;
3. ограниченно работоспособное состояние;
4. аварийное состояние.

нормативное техническое состояние: Категория технического состояния, при котором количественные и качественные значения параметров всех критериев оценки технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений, включая состояние грунтов основания, соответствуют установленным в проектной документации значениям с учетом пределов их изменения.

работоспособное техническое состояние: Категория технического состояния, при которой некоторые из числа оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта или норм, но имеющиеся нарушения требований в конкретных условиях эксплуатации не приводят к нарушению работоспособности, и необходимая несущая способность конструкций и грунтов основания с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений обеспечивается.

ограниченно-работоспособное техническое состояние: Категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, при которой имеются крены, дефекты и повреждения, приведшие к снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения, потери устойчивости или опрокидывания, и функционирование конструкций и эксплуатация здания или сооруже-

ния возможны либо при контроле (мониторинге) технического состояния, либо при проведении необходимых мероприятий по восстановлению или усилению конструкций и (или) грунтов основания и последующем мониторинге технического состояния (при необходимости).

аварийное состояние: Категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об исчерпании несущей способности и опасности обрушения и (или) характеризующаяся кренами, которые могут вызвать потерю устойчивости объекта.

Характерный срок эксплуатации для каждого элемента здания определяется согласно его типу и проектным срокам службы. На рис.2.4. приведен график износа слоистых конструкций построенный по результатам статистических данных.

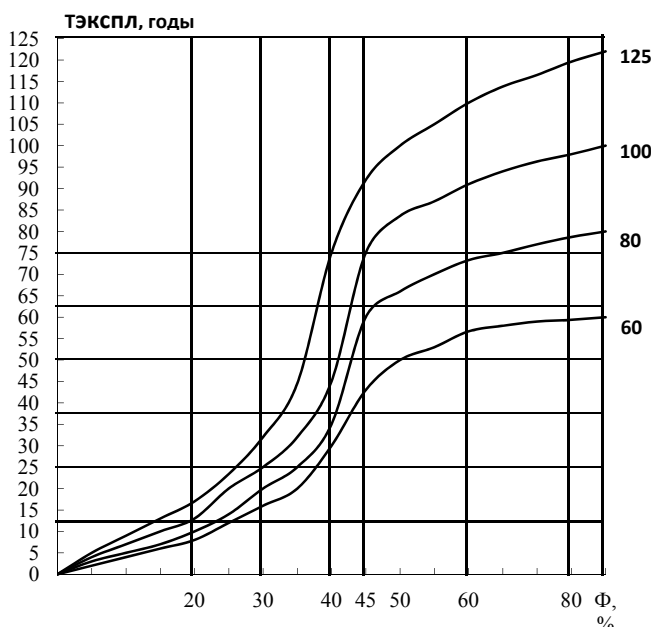


Рис.2.4 Физический износ слоистых конструкций (срок службы 60–125 лет)

Для слоистых конструкций – стен и покрытий следует применять системы двойной оценки физического износа: по техническому состоянию и сроку службы конструкции. За окончательную оценку физического износа следует принимать большее значение. Физический износ слоистой конструкции по сроку службы следует определять по формуле

$$\Phi_c = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i K_i \quad (2.3)$$

где Φ_c – физический износ слоистой конструкции, %;

Φ_i – физический износ материала слоя, определяемое по рис. 2.3 в зависимости от срока эксплуатации данной слоистой конструкции, %;

K_i – коэффициент, определяемый как отношение стоимости материала слоя к стоимости всей конструкции;

n – число слоев.

Физический износ внутренних систем инженерного оборудования здания в целом должен определяться по таблицам физического износа согласно на основании оценки технического состояния элементов, составляющих эти системы. Если в процессе эксплуатации некоторые элементы системы были заменены новыми, физический износ системы следует уточнить расчетным путем на основании сроков эксплуатации отдельных элементов по графику, приведенному на рис. 2.5. За окончательную оценку следует принимать большее из значений.

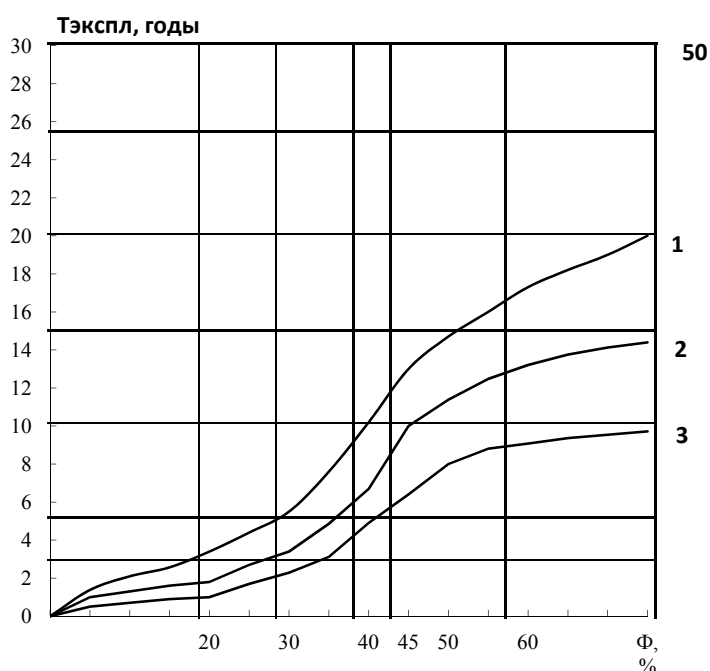


Рис. 2.5 Физический износ системы внутреннего горячего водоснабжения
1 – стояки из оцинкованных труб; 2 – полотенцесушители всех видов, магистрали из оцинкованных труб; запорная арматура латунная; смесители всех видов; 3 – стояки и магистрали из черных труб; запорная арматура чугунная

Выделяем основные конструктивные элементы зданий согласно таблицам определения физического износа.

1. Таблицы физического износа элементов основных несущих конструкций

1.1. Фундаменты

1.2. Стены

1.3. Колонны (стойки, столбы)

1.4. Перегородки

1.5. Перекрытия

2. Таблицы физического износа элементов жилых зданий

2.1. Лестницы

- 2.2. Крыши
- 2.3. Лоджии, балконы, козырьки
- 2.4. Кровли
- 2.5. Полы
- 2.6. Окна, двери
- 2.7. Отделочные покрытия

3. Таблицы физического износа внутренних систем инженерного оборудования

- 3.1. Система горячего водоснабжения
- 3.2. Система центрального отопления
- 3.3. Система холодного водоснабжения
- 3.4. Система канализации и водостоков
- 3.5. Система электрооборудования
- 3.6. Печи
- 3.7. Мусоропроводы

Коэффициент восстановления исчисляется в доле объема средств, необходимых для восстановления конструкций, от стоимости полной замены конструкции. При коэффициенте износа от 0 до 0,5 коэффициент восстановления формируются пропорционально износу. В случае, когда коэффициент износа превышает 0,5, то есть конструктивный элемент здания становится аварийным, восстановительная стоимость уже будет составлять полную стоимость элемента, включая расходы связанные с его демонтажем или заменой.

Сравнение зависимостей, представленных на рис.2.3, 2.4, 2.5 , показывает, что физический износ конструкций, элементов и систем определяется общей функциональной зависимостью, описываемой формулой 2.1, которой мы и будем пользоваться в дальнейшем при прогнозировании износа.

2.3. Основы проведения обследований строительных материалов и конструкций.

Исследование производственной среды и технического состояния строительных конструкций является самостоятельным направлением строительной деятельности, охватывающим комплекс вопросов, связанных с созданием в зданиях нормальных условий труда и жизнедеятельности людей и обеспечением эксплуатационной надежности зданий, с проведением ремонтно-восстановительных работ, а также с разработкой проектной документации по реконструкции зданий и сооружений.

Дальнейшее развитие нормативной базы проектирования, технической эксплуатации и особенно противопожарных мероприятий, а также совершенствование проектных решений зданий и сооружений требуют систематического накопления, обобщения и анализа данных о долговечности и эксплуатационной надежности зданий и сооружений и их строительных конструкций. Наиболее

достоверным методом получения таких сведений являются натурные обследования.

Объем проводимых обследований зданий и сооружений увеличивается с каждым годом, что является следствием ряда факторов: физического и морального их износа, перевооружения и реконструкции производственных зданий промышленных предприятий, реконструкции малоэтажной старой застройки, изменения форм собственности и резкого повышения цен на недвижимость, земельные участки и др. Особенно важно проведение обследований после различного рода техногенных и природных воздействий (пожары, землетрясения и т.п.), при реконструкции старых зданий и сооружений, что часто связано с изменением действующих нагрузок, изменением конструктивных схем и необходимостью учета современных норм проектирования зданий.

Первое обследование технического состояния зданий и сооружений проводится не позднее чем через два года после их ввода в эксплуатацию. В дальнейшем обследование технического состояния зданий и сооружений проводится не реже одного раза в 10 лет и не реже одного раза в пять лет для зданий и сооружений или их отдельных элементов, работающих в неблагоприятных условиях (агрессивные среды, вибрации, повышенная влажность, сейсмичность района 7 баллов и более и др.). Для уникальных зданий и сооружений устанавливается постоянный режим мониторинга.

Обследование и мониторинг технического состояния зданий и сооружений проводят также:

- по истечении нормативных сроков эксплуатации зданий и сооружений;
- при обнаружении значительных дефектов, повреждений и деформаций в процессе технического обслуживания, осуществляемого собственником здания (сооружения);
- по результатам последствий пожаров, стихийных бедствий, аварий, связанных с разрушением здания (сооружения);
- по инициативе собственника объекта;
- при изменении технологического назначения здания (сооружения);
- по предписанию органов, уполномоченных на ведение государственного строительного надзора.

Результаты обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений в виде соответствующих заключений должны содержать необходимые данные для принятия обоснованного решения по реализации целей проведения обследования или мониторинга.

Отсутствие унифицированных методик и приемов обследований в значительной степени объясняется отсутствием единого методического подхода к проведению обследований, разнообразием задач обследований и применяемых измерительных средств и методов обработки и обобщения результатов, что во многих случаях делает несопоставимыми данные, полученные разными исполнителями.

Выполненные разными организациями и специалистами отчеты и заключения по обследованиям зданий имеют разнородный характер как по содержанию, так и по форме, что объясняется многообразием объемно-планировочных и конструктивных решений, видов материалов конструкций и условий эксплуатации зданий различного назначения (жилые, общественные, производственные, сельскохозяйственные и др.), а также опытом специалистов, занимающихся обследованием зданий и сооружений.

Очевидно, что обследования зданий и сооружений различных отраслей промышленности должны выполняться специализированными организациями и специалистами, обладающими знаниями в самых различных областях строительной науки, а также знающими особенности технологических процессов в производственных зданиях. Учитывая, что в высших учебных заведениях не производилось подготовки специалистов по обследованию зданий с учетом специфики соответствующих отраслей промышленности, а также недостаточно освещение в литературе вопросов обследований, проблема создания соответствующей учебной литературы, практических пособий и руководств остается актуальной и неотложной задачей.

Обследование технического состояния зданий и сооружений должно проводиться в три этапа:

- 1) подготовка к проведению обследования;
- 2) предварительное (визуальное) обследование;
- 3) детальное (инструментальное) обследование.

При сокращении заказчиком объемов обследования, снижающем достоверность заключения о техническом состоянии объекта, заказчик сам несет ответственность за низкую достоверность результата обследования.

Подготовительные работы проводят с целью: ознакомления с объектом обследования, его объемно-планировочным и конструктивным решением, материалами инженерно-геологических изысканий; сбора и анализа проектно-технической документации; составления программы работ с учетом согласованного с заказчиком технического задания.

Результатом проведения подготовительных работ является получение следующих материалов (полнота определяется видом обследования):

- согласованное заказчиком техническое задание на обследование;
- инвентаризационные поэтажные планы и технический паспорт на здание или сооружение;
- акты осмотров здания или сооружения, выполненные персоналом эксплуатирующей организации, в том числе ведомости дефектов;
- акты и отчеты ранее проводившихся обследований здания или сооружения;
- проектная документация на здание или сооружение;
- информация, в том числе проектная, о перестройках, реконструкциях, капитальном ремонте и т.п.;
- геоподоснова, выполненная специализированной организацией;
- материалы инженерно-геологических изысканий за последние пять лет;

- информация о местах расположения вблизи здания или сооружения насыпанных оврагов, карстовых провалов, зон оползней и других опасных геологических явлений;

- согласованный с заказчиком протокол о порядке доступа к обследуемым конструкциям, инженерному оборудованию и т.п. (при необходимости);

- документация, полученная от компетентных городских органов о месте и мощности подводки электроэнергии, воды, тепловой энергии, газа и отвода канализации.

На основе полученных материалов проводят следующие действия:

а) устанавливают:

- автора проекта, год разработки проекта,

- конструктивную схему здания или сооружения,

- сведения о примененных в проекте конструкциях,

- монтажные схемы сборных элементов, время их изготовления,

- время возведения здания,

- геометрические размеры здания или сооружения, элементов и конструкций,

- расчетную схему, проектные нагрузки,

- характеристики материалов (бетона, металла, камня и т.п.), из которых выполнены конструкции,

- сертификаты и паспорта на применение в строительстве зданий изделий и материалов,

- характеристики грунтового основания,

- имевшие место замены и отклонения от проекта,

- характер внешних воздействий на конструкции,

- данные об окружающей среде,

- места и мощность подвода электроэнергии, воды, тепловой энергии, газа и отвода канализации,

- проявившиеся при эксплуатации дефекты, повреждения и т.п.,

- моральный износ объекта, связанный с дефектами планировки и несоответствием конструкций современным нормативным требованиям (см. приложение Б);

составляют программу, в которой указывают:

- перечень подлежащих обследованию строительных конструкций и их элементов,

- перечень подлежащего обследованию инженерного оборудования, электрических сетей и средств связи,

- места и методы инструментальных измерений и испытаний,

- места вскрытия и отбора проб материалов для исследования образцов в лабораторных условиях,

- необходимость проведения инженерно-геологических изысканий,

- перечень необходимых поверочных расчетов и т.п.

Предварительное (визуальное) обследование проводят с целью предварительной оценки технического состояния строительных конструкций и инже-

нерного оборудования, электрических сетей и средств связи (при необходимости) по внешним признакам, определения необходимости в проведении детального (инструментального) обследования и уточнения программы работ. При этом проводят сплошное визуальное обследование конструкций здания, инженерного оборудования, электрических сетей и средств связи (в зависимости от типа обследования технического состояния) и выявление дефектов и повреждений по внешним признакам с необходимыми измерениями и их фиксацией.

Результатом проведения предварительного (визуального) обследования являются:

- схемы и ведомости дефектов и повреждений с фиксацией их мест и характера;
- описания, фотографии дефектных участков;
- результаты проверки наличия характерных деформаций здания или сооружения и их отдельных строительных конструкций (прогибы, крены, выгибы, перекосы, разломы и т.п.);
- установление аварийных участков (при наличии);
- уточненная конструктивная схема здания или сооружения;
- выявленные несущие конструкции по этажам и их расположение;
- уточненная схема мест выработок, вскрытий, зондирования конструкций;
- особенности близлежащих участков территории, вертикальной планировки, организации отвода поверхностных вод;
- оценка расположения здания или сооружения в застройке сточки зрения подпора в дымовых, газовых, вентиляционных каналах;
- предварительная оценка технического состояния строительных конструкций, инженерного оборудования, электрических сетей и средств связи (при необходимости), определяемая по степени повреждений и характерным признакам дефектов.

Зафиксированная картина дефектов и повреждений для различных типов строительных конструкций позволяет выявить причины их происхождения и может быть достаточной для оценки технического состояния конструкций. Если результатов визуального обследования для решения поставленных задач недостаточно, проводят детальное (инструментальное) обследование.

Если при визуальном обследовании обнаружены дефекты и повреждения, снижающие прочность, устойчивость и жесткость несущих конструкций здания или сооружения (колонн, балок, ферм, арок, плит покрытий и перекрытий и др.), переходят к детальному (инструментальному) обследованию.

Основные дефекты, характерные для каменных и железобетонных конструкций, стальных конструкций по внешним признакам зданий жилого фонда представлены в таблицах 2.2, 2.3 и 2.4.

Таблица 2.2

Дефекты железобетонных конструкций по внешним признакам

Категория состояния конструкций	Признаки состояния конструкций
1	2
I - нормативное	<p>На поверхности бетона незащищенных конструкций видимых дефектов и повреждения нет или имеются небольшие отдельные выбоины, сколы, волосяные трещины (не более 0,1 мм). Антикоррозионная защита конструкций и закладных деталей не имеет нарушений. Поверхность арматуры при вскрытии чистая, коррозии арматуры нет, глубина нейтрализации бетона не превышает половины толщины защитного слоя. Ориентировочная прочность бетона не ниже проектной. Цвет бетона не изменен. Величина прогибов и ширина раскрытия трещин не превышают допустимую по нормам</p>
II - работоспособное	<p>Антикоррозионная защита железобетонных элементов имеет частичные повреждения. На отдельных участках в местах малой величины защитного слоя проступают следы коррозии распределительной арматуры или хомутов, коррозия рабочей арматуры отдельными точками и пятнами; потери сечения рабочей арматуры не более 5 %; глубоких язв и пластинок ржавчины нет. Антикоррозионная защита закладных деталей не обнаружена. Глубина нейтрализации бетона не превышает толщины защитного слоя. Изменен цвет бетона вследствие пересушивания, местами отслоение защитного слоя бетона при простукивании. Шелушение граней и ребер конструкций, подвергшихся замораживанию. Ориентировочная прочность бетона в пределах защитного слоя ниже проектной не более 10 %. Удовлетворяются требования действующих норм, относящихся к предельным состояниям I группы; требование норм по предельным состояниям II группы могут быть частично нарушены, но обеспечиваются нормальные условия эксплуатации</p>
III – ограниченно работоспособное	<p>Трещины в растянутой зоне бетона, превышающие их допустимое раскрытие. Трещины в сжатой зоне и в зоне главных растягивающих напряжений, прогибы элементов, вызванные эксплуатационными воздействиями, превышают допустимые более чем на 30 %. Бетон в растянутой зоне на глубине защитного слоя между стержнями арматуры легко крошится. Пластинчатая ржавчина или язвы на стержнях оголенной рабочей арматуры в зоне продольных трещин или на закладных деталях, вызывающие уменьшение площади сечения стержней от 5 до 15 %. Провисание отдельных стержней распределительной арматуры, выпучивание хомутов, разрыв отдельных из них, за исключением хомутов сжатых элементов ферм вследствие коррозии стали (при отсутствии в этой зоне трещин). Уменьшенная против требований норм и проекта площадь опирания сборных элементов при коэффициенте заноса $K=1,6$ (см. примечание). Высокая водо- и воздухопроницаемость стыков стеновых панелей</p>

Категория состояния конструкций	Признаки состояния конструкций
1	2
IV - аварийное	Трещины в конструкциях, испытывающих знакопеременные воздействия, трещины, в том числе пересекающие опорную зону анкеровки растянутой арматуры; разрыв хомутов в зоне наклонной трещины в средних пролетах многопролетных балок и плит, а также слоистая ржавчина или язвы, вызывающие уменьшение площади сечения арматуры более 15 %; выпучивание арматуры сжатой зоны конструкций; деформация закладных и соединительных элементов; отходы анкеров от пластин закладных деталей из-за коррозии стали в сварных швах, расстройство стыков сборных элементов с взаимным смещением последних; смещение опор; значительные (более 1/50 пролета) прогибы изгибаемых элементов при наличии трещин в растянутой зоне с раскрытием более 0,5 мм; разрыв хомутов сжатых элементов ферм; разрыв хомутов в зоне наклонной трещины; разрыв отдельных стержней рабочей арматуры в растянутой зоне; раздробление бетона и выкрошивание заполнителя в сжатой зоне. Уменьшенная против требований норм и проекта площадь опирания сборных элементов. Существующие трещины, прогибы и другие повреждения свидетельствуют об опасности разрушения конструкций и возможности их обрушения

Таблица 2.3

Дефекты каменных конструкций по внешним признакам

Признаки состояния конструкций	Категория состояния конструкций
1	2
I - нормативное	Конструкция не имеет видимых деформаций, повреждений и дефектов. Наиболее напряженные элементы кладки не имеют вертикальных трещин и выгибов, свидетельствующих о перенапряжении и потере устойчивости конструкций. Снижение прочности камня и раствора не наблюдается. Кладка не увлажнена. Горизонтальная гидроизоляция не имеет повреждений. Конструкция отвечает предъявляемым эксплуатационным требованиям.
II - работоспособное	Имеются слабые повреждения. Волосные трещины, пересекающие не более двух рядов кладки (длиной не более 15 см). Размораживание и выветривание кладки, отделение облицовки на глубину до 15 % толщины. Несущая способность достаточна
III – ограниченно работоспособное	Средние повреждения. Размораживание и выветривание кладки, отслоение от облицовки на глубину до 25 % толщины. Вертикальные и косые трещины (независимо от величины раскрытия) в нескольких стенах и столбах, пересекающие не более двух рядов кладки. Волосные трещины при пересечении не более четырех рядов кладки при числе трещин не более четырех на 1 м ширины (толщины) стены, столба или простенка. Образование вертикальных трещин между продольными и поперечными стенами: разрывы или выдергивание отдельных стальных связей и анкеров крепления стен к колоннам и

Признаки состояния конструкций	Категория состояния конструкций
1	2
	<p>перекрытиям. Местное (краевое) повреждение кладки на глубину до 2 см под опорами ферм, балок, прогонов и перемычек в виде трещин и лещадок, вертикальные трещины по концам опор, пересекающие не более двух рядов. В отдельных местах наблюдается увлажнение каменной кладки вследствие нарушения горизонтальной гидроизоляции, карнизных свесов, водосточных труб. Требуется временное усиление несущих конструкций, установка дополнительных стоек, упоров, стяжек.</p>
IV - аварийное	<p>Сильные повреждения. В конструкциях наблюдаются деформации, повреждения и дефекты, свидетельствующие о снижении их несущей способности до 50 %, но не влекущие за собой обрушения. Большие обвалы в стенах. Вертикальные и косые трещины (исключая температурные и осадочные) в несущих стенах и столбах на высоте 4 рядов кладки. Наклоны и выпучивание стен в пределах этажа на 1/3 и более их толщины. Ширина раскрытия трещин в кладке от неравномерной осадки здания достигает 50 мм и более, отклонение от вертикали на величину более 1/50 высоты конструкции. Смещение (сдвиг) стен, столбов, фундаментов по горизонтальным швам или косой штрабе. Отрыв продольных стен от поперечных в местах их пересечения, разрывы или выдергивание стальных связей и анкеров, крепящих стены к колоннам и перекрытиям. В кирпичных сводах и арках образуются хорошо видимые характерные трещины, свидетельствующие об их перенапряжении и аварийном состоянии. В кладке наблюдаются зоны длительного замачивания, промораживания и выветривания кладки и ее разрушение на глубину 1/5 толщины стены и более. Происходит расслоение кладки по вертикали на отдельные самостоятельно работающие столбики. Наклоны и выпучивание стен в пределах этажа на 1/3 их толщины и более. Смещение (сдвиг) стен, столбов и фундаментов по горизонтальным швам. Наблюдается полное коррелированно металлических затяжек и нарушение их анкеровки.</p> <p>Горизонтальная гидроизоляция полностью разрушена. Кладка в этой зоне легко разбирается с помощью ломика. Камень крошится, расслаивается. При ударе молотком по камню звук глухой. Наблюдается разрушение кладки от смятия в опорных зонах ферм, балок, перемычек. Происходит разрушение отдельных конструкций и частей здания. В конструкциях наблюдаются деформации и дефекты, свидетельствующие о потере ими несущей способности свыше 50 %. Возникает угроза обрушения.</p>

**Оценка технического состояния стальных конструкций
по внешним признакам**

Признаки состояния конструкций	Категория состояния конструкций
1	2
I - нормативное	Отсутствуют признаки, характеризующие износ конструкций и повреждения защитных покрытий
II - работоспособное	Местами разрушено антикоррозионное покрытие. На отдельных участках коррозия отдельными пятнами с поражением до 5 % сечения, местные погнутости от ударов транспортных средств и другие повреждения, приводящие к ослаблению сечения до 5 %
III - ограниченно работоспособное	Прогибы изгибаемых элементов превышают 1/150 пролета. Пластинчатая ржавчина с уменьшением площади сечения несущих элементов до 15 %. Местные погнутости от ударов транспортных средств и Другие механические повреждения, приводящие к ослаблению сечения до 15 %. Погнутость узловых фасонок ферм
IV - аварийное	Прогибы изгибаемых элементов более 1/75 пролета. Потеря местной устойчивости конструкций (выпучивание стенок и поясов балок и колонн). Срез отдельных болтов или заклепок в многоболтовых соединениях. Коррозия с уменьшением расчетного сечения несущих элементов до 25 % и более Трещины в сварных швах или в околошовной зоне. Механические повреждения, приводящие к ослаблению сечения до 25 %. Отклонения ферм от вертикальной плоскости более 15 мм. Расстройство узловых соединений от проворачивания болтов или заклепок; разрывы отдельных растянутых элементов; наличие трещин в основном материале элементов; расстройство стыков и взаимных смещений опор. Требуется срочные мероприятия по исключению аварии и обрушения конструкций

Примечания:

1. Для отнесения конструкции к перечисленным в таблице категориям состояния достаточно наличие одного признака, характеризующего эту категорию.

2. Отнесение обследуемой конструкции к той или иной категории состояния, при наличии признаков, не отмеченных в таблице, в сложных и ответственных случаях должно производиться на основе анализа напряженно-деформированного состояния конструкций, выполняемых специализированными организациями.

3. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Одним из важнейших факторов в современных условиях является обеспечения режимов энергосбережения при эксплуатации зданий и сооружений. В связи с этим при проведении обследований, оценка соответствия нормативным требованиям теплосбережения ограждающих конструкций становится одной из важнейших задач.

Проводят изучение и анализ имеющейся проектной документации наружных ограждающих конструкций и их узлов сопряжения с другими конструкциями (междуэтажными и чердачными перекрытиями, цокольными и фризowymi стенами, колоннами и внутренними стенами) сточки зрения теплозащиты здания.

В состав работ по определению теплозащитных качеств наружных стен включают:

- инструментально-визуальные обследования ограждающих конструкций с указанием мест выпадения конденсата, образования плесени и т.п.; измерения температуры, относительной влажности и температуры точки росы воздуха помещений; измерения температуры внутренней поверхности в местах дефектов и на «глади» наружной стены;

- выборочные определения термического сопротивления (сопротивление теплопередаче) на «глади» стен с дефектами при низких температурах (минус 10 °С и ниже) наружного воздуха (см. ГОСТ 26254, ГОСТ 31166, ГОСТ 25380);

- измерения объема вытяжки из кухни и сантехблока;

- измерения температуры и скорости наружного воздуха;

- опрос эксплуатационных служб о времени и повторяемости появления дефектов и т.п.;

- отбор проб и образцов материалов из дефектных и недефектных мест (для сопоставления и анализа) наружных стен и других ограждающих конструкций;

- лабораторные испытания отобранных проб и образцов на плотность, влажность и теплопроводность (см. ГОСТ 17177, ГОСТ 21718, ГОСТ 24816, ГОСТ 25898, ГОСТ 7076, ГОСТ 30290, ГОСТ 30256);

- расчеты влажностного режима ограждающих конструкций;

- расчеты температурных полей дефектных узлов сопряжения ограждающих конструкций с проектными и натурными показателями плотности, влажности и теплопроводности материалов конструкций;

- тепловизорное обследование, съемка наружных стен для выявления мест с низкими теплозащитными показателями;

- расчеты приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен типового этажа здания с учетом выявленных фрагментов наружных стен с низкими теплозащитными показателями.

Определение теплотехнических показателей наружных ограждающих конструкций проводить по следующему алгоритму с учетом варианта задания.

ЗАДАНИЕ

1. Исходные данные

Район строительства, вариант ограждающих конструкций, назначение здания, ориентация здания по сторонам света, расчетные параметры внутреннего воздуха, режим эксплуатации здания и тема для спецзадания принимаются по прил. 1, выданной преподавателем.

1.1. Климатологическая характеристика района строительства

Название города определяем по варианту в прил.2. Климатологическую характеристику района строительства определяем по СНиП 23-01-99 [1] или по прил. 2 и данные вносим в табл. 1.

Таблица 1

Климатологическая характеристика района строительства

Наименование величин	Обозначение	Размерность	Численное значение	Примечание
1. Средняя температура наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92)	t_{x5}	$^{\circ}\text{C}$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
2. Средняя температура наиболее холодного месяца	t_{xm}	$^{\circ}\text{C}$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
3. Средняя относительная влажность наружного воздуха при t_{xm}	φ_{xm}	%		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
4. Средняя температура за отопительный период	t_{om}	$^{\circ}\text{C}$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
5. Продолжительность отопительного периода	z_{om}	сут/год		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
6. Средняя температура периода с отрицательными среднесуточными температурами	t_o	$^{\circ}\text{C}$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
7. Продолжительность периода с отрицательными среднесуточными температурами	z_o	сут/год		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]

Наименование величин	Обозначение	Размерность	Численное значение	Примечание
8. Средняя температура самого жаркого месяца	t_{mm}	$^{\circ}C$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 2]
9. Максимальная амплитуда температурных колебаний в июле	A_{mm}	$^{\circ}C$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 2]
10. Максимальная скорость из средних скоростей ветра по румбам в январе	v_{xm}	$м/с$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 1]
11. Минимальная скорость из средних скоростей ветра по румбам в июле	V_{tm}	$м/с$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 2]
12. Суммарная солнечная радиация: -на горизонтальную поверхность -на вертикальную поверхность	I_z^{max}, I_z^{cp} I_v^{max}, I_v^{cp}	$Вт/м^2$ $Вт/м^2$		СП 23-101-2004 [3, прил.Г]; СП 23-101-2004 [3, прил.Г]
13. Средняя температура наружного воздуха по месяцам	t_1 t_2 t_3 t_4 t_5 t_6 t_7 t_8 t_9 t_{10} t_{11} t_{12}	$^{\circ}C$		СНиП 23-01-99 [1, табл. 3]

1.2. Теплофизические свойства материалов

По [2, прил. 3] определяем зону влажности района строительства, затем по [2, табл. 2] определяем условия эксплуатации ограждающих конструкций.

По прил. 4, 5, 6 определяем конструкции ограждений по заданному варианту (см. п. 1.1.). Характеристики строительных материалов выбранных наружных ограждений определяем по [3, прил. 5] и сводим в табл. 2.

Таблица 2

Теплофизические свойства материалов

Номер слоя	Наименование материала	№ материала по [3, прил. Д]	Толщина слоя, δ_i , м	Плотность материала, ρ_i , кг/м ³	Расчетные характеристики в условиях эксплуатации			
					Расчетное массовое содержание влаги, W_i , %	коэффициент теплопроводности λ_i , Вт/(м ⁰ С)	коэффициент теплоусвоения S_i , Вт/(м ² °С)	коэффициент паропроницаемости μ_i , кг/(м ч Па)
Наружная стена (вариант № <u> </u>)								
1								
2								
3								
4								
Чердачное перекрытие (вариант № <u> </u>)								
1								
2								
3								
4								
Пол первого этажа (вариант № <u> </u>)								
1								
2								
3								
4								

2. Расчет теплозащитных характеристик наружных ограждений

Целью расчета является определение толщины теплоизоляционного слоя в заданной типовой конструкции наружного ограждения для конкретного района строительства.

Расчет теплозащитных характеристик производим для наружной стены, чердачного перекрытия и перекрытия над подвалом (пол первого этажа) по следующему алгоритму:

1. Определяем сопротивление теплопередачи наружного ограждения, требуемое из условий энергосбережения по [2, табл. 4] или табл.3

Таблица 3

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче
ограждающих конструкций

Здания и помещения, коэффициенты а и в	Градусо-сутки отопительного периода $D_d, ^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$	Нормируемые значения сопротивления теплопередачи R_0^{mp} , $\text{м}^2\text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	окон и балконных дверей, витрин и витражей	фонарей с вертикальным остеклением
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000		3.2	2.8	0.3	0.3
	4000		4.2	3.7	0.45	0.35
	6000		5.2	4.6	0.6	0.4
	8000		6.2	5.5	0.7	0.45
	10000		7.2	6.4	0.75	0.5
	12000		8.2	7.3	0.8	0.55
	а	-	0.00035	0.0005	0.00045	-
в	-	1.4	2.2	1.9	-	0.25
2. Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом	2000	1.8	2.4	2.0	0.3	0.23
	4000	2.4	3.2	2.7	0.4	0.28
	6000	3.0	4.0	3.4	0.5	0.33
	8000	3.6	4.8	4.1	0.6	0.38
	10000	4.2	5.6	4.8	0.7	0.43
	12000	4.8	6.4	5.5	0.8	0.48
	а	-	0.0003	0.0004	0.00035	0.00005
в	-	1.2	1.6	1.3	0.2	0.25
3. Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1.4	2.0	1.4	0.25	0.2
	4000	1.8	2.5	1.8	0.3	0.25
	6000	2.2	3.0	2.2	0.35	0.3
	8000	2.6	3.5	2.6	0.4	0.35
	10000	3.0	4.0	3.0	0.45	0.4
	12000	3.4	4.5	3.4	0.5	0.45
а	-	0.0002	0.00025	0.0002	0.000025	0.000025
в	-	1.0	1.5	1.0	0.2	0.15

Примечания:

1. Значения R_0^{mp} для величин D_d , отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_0^{mp} = aD_d + e, \quad (1)$$

где D_d – градусо-сутки отопительного периода для конкретного пункта, $^{\circ}\text{C}$ сут; a, e – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы 6 для группы зданий в поз.1. где для интервала до 6000°C сут: $a=0.000075, e=0.15$; для интервала $6000-8000^{\circ}\text{C}$ сут: $a=0.00005, e=0.3$; для интервала 8000°C сут и более: $a=0.000025, e=0.5$.

2. Нормируемое приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.

Градусо-сутки отопительного периода следует определять

$$D_d = (t_b - t_{on}) z_{on}, \quad (2)$$

где t_b – расчетная температура внутреннего воздуха, $^{\circ}\text{C}$; t_{on} – средняя температура за отопительный период, $^{\circ}\text{C}$; z_{on} – продолжительность отопительного периода, сут/год.

2. Определяем расчетный температурный перепад

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_g - t_n)}{R_0^{mp} \alpha_g}, \quad (3)$$

где n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, определяем по [3, табл. 6]; t_n – расчетная температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$; α_g – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C})$, принимаем по [2, табл. 7].

Сравниваем полученное значение с нормируемым температурным перепадом между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции по [2, табл. 5].

3. Определяем термическое сопротивление материальных слоев конструкции многослойного ограждения без теплоизоляционного слоя:

$$R_0 = R_g + \sum_{i=1}^n R_{mi} + R_n, \quad (4)$$

где R_g – сопротивление конвективному теплообмену между воздухом помещения и внутренней поверхностью ограждения, $\text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, определяемое по формуле

$$R_g = \frac{1}{\alpha_g}, \quad (5)$$

где R_{mi} – термическое сопротивление i – го материального слоя в конструкции многослойного ограждения, $\text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, определяемое по формуле

$$R_{mi} = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (6)$$

R_n - сопротивление конвективному теплообмену между поверхностью наружного ограждения и наружным воздухом, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$, определяемое как

$$R_n = \frac{1}{\alpha_n}, \quad (7)$$

где α_n - коэффициент теплоотдачи для зимних условий наружной поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$, определяем по [3, табл. 8].

4. Определяем требуемое термическое сопротивление утеплителя в наружном ограждении

$$R_{ym}^{mp} = R_0^{mp} - R_0. \quad (8)$$

5. Определяем требуемую толщину теплоизоляционного слоя:

$$\delta_{ym}^{mp} = R_{ym}^{mp} \cdot \lambda_{ym}, \quad (9)$$

где λ_{ym} - коэффициент теплопроводности теплоизоляционного материала, $\text{Вт}/(\text{м}^0\text{C})$.

Округляем требуемую толщину теплоизоляционного слоя до строительной величины, кратной 5, так чтобы выполнялось следующее условие:

$$\delta_{ym} \geq \delta_{ym}^{mp}.$$

6. Определяем фактическое термическое сопротивление теплоизоляционного слоя:

$$R_{ym}^{\phi} = \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}}. \quad (10)$$

8. Определяем фактическое сопротивление теплопередачи наружного ограждения:

$$R_0^{\phi} = R_0 + R_{ym}^{\phi}, \quad (11)$$

при этом должно выполняться следующее условие: $R_0^{\phi} \geq R_0^{mp}$.

9. Определяем толщину ограждения:

$$\delta = \sum_{i=1}^n \delta_i. \quad (12)$$

Если толщина наружной стены превышает 1 м, а толщины чердачного покрытия и перекрытия над подвалом 1.5 м, то необходимо для заданного района строительства принять другой утеплитель с меньшим коэффициентом теплопроводности.

3. Анализ теплового режима наружного ограждения

Целью расчета является определение температур на внутренней поверхности наружных ограждений, в толще ограждающих конструкций на стыке материальных слоев, а также построение графиков распределения температур по сечению ограждающих конструкций в координатах $(t_{x_i}, x_i), (t_{x_i}, R_{mx_i})$ для определения плоскости (ПВК) и зоны возможного промерзания (ЗВП), т.е. области, где температура ниже или равна нулю (рис. 1,2).

Анализ теплового режима производим для наружной стены, чердачного покрытия и перекрытия первого этажа по следующему алгоритму.

1. Определяем сопротивление теплопередачи, $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, для части ограждения от внутреннего воздуха до сечения наружного ограждения с координатой x_i , м: $x_1 = \delta_1, x_2 = x_1 + \delta_2, x_i = x_{i-1} + \delta_i$.

$$R_{mx_i} = R_e + R_{m1} + \dots + R_{m_i}. \quad (13)$$

2. Определяем плотность теплового потока через ограждение при расчетной температуре наружного воздуха, $\text{Вт}/\text{м}^2$:

$$q = \frac{(t_e - t_n)n}{R_0^\phi}. \quad (14)$$

3. Определяем расчетную температуру на внутренней поверхности наружного ограждения, $^\circ\text{C}$:

$$t_{en} = t_e - q \cdot R_e. \quad (15)$$

4. Определяем расчетные температуры на наружной поверхности i -го слоя сечения наружного ограждения с координатой x_i , $^\circ\text{C}$:

$$t_{x_i} = t_e - q \cdot R_{mx_i}. \quad (16)$$

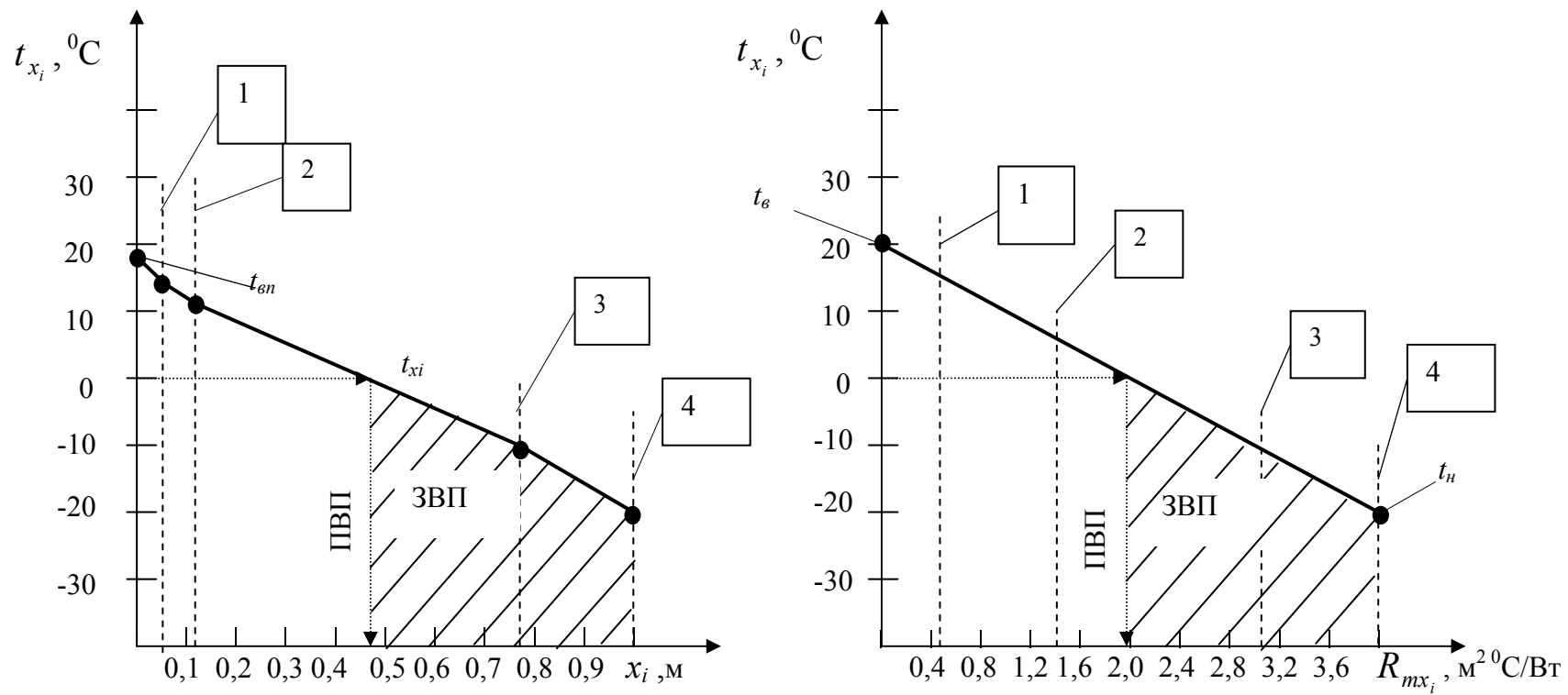


Рис.1. Графики распределения температуры по сечению перекрытия над подвалом

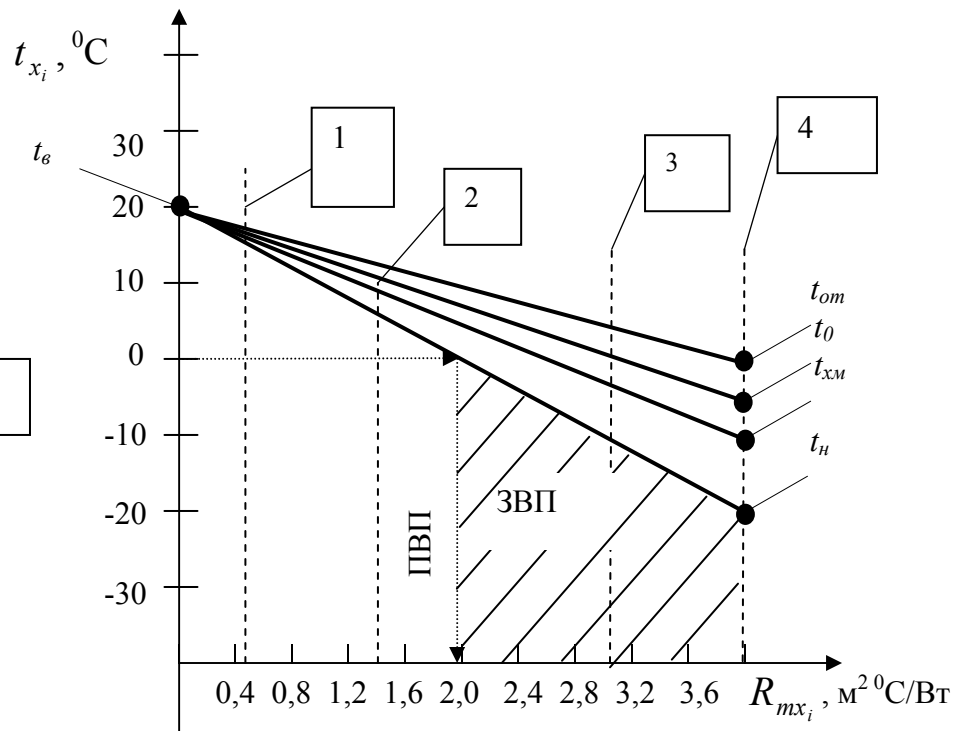
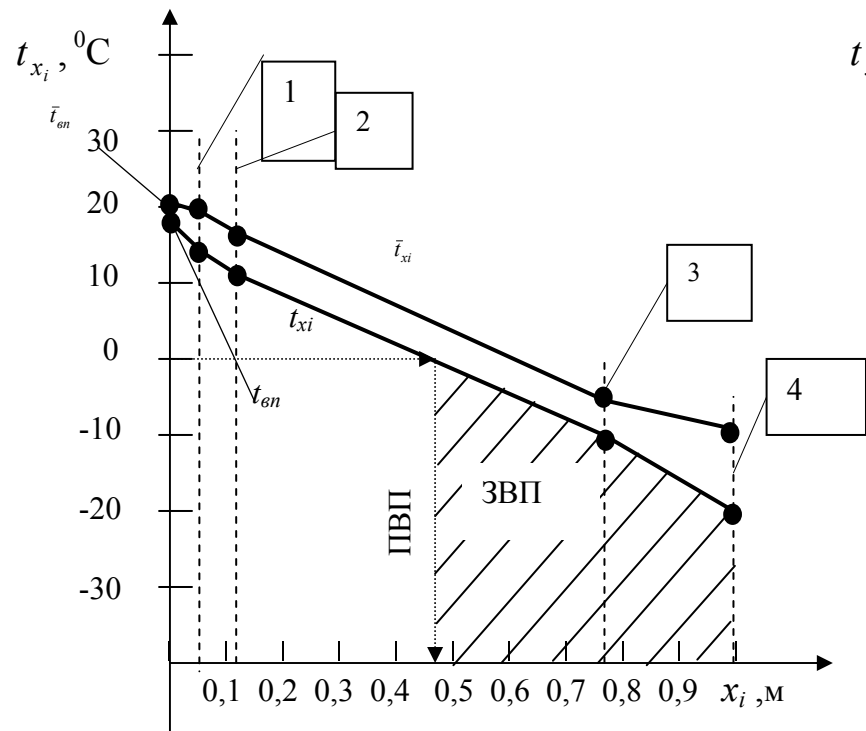


Рис.2. Графики распределения температур по сечению наружной стены (чердачного покрытия)

5. Определяем температуру в наружном углу помещения, $^{\circ}\text{C}$:

$$t_y = t_{en} - (0,18 - 0,042 \cdot R_0^{\phi}) \cdot (t_e - t_n). \quad (17)$$

6. Определяем температуру точки росы внутреннего воздуха с параметрами (t_e, φ_e) , $^{\circ}\text{C}$:

$$t_p = \frac{236 \cdot \ln(e_e) - 1513,89}{23,59 - \ln(e_e)}, \quad (18)$$

где e_e - фактическая уругость водяного пара, содержащегося во внутреннем воздухе с параметрами (t_e, φ_e) , Па, определяется как

$$e_e = \frac{E_e \cdot \varphi_e}{100\%}, \quad (19)$$

где E_e - уругость насыщенного водяного пара при температуре воздуха внутри помещения, Па, определяется как

$$E_e = \exp\left\{\frac{1513,89 + 23,59 \cdot t_e}{236 + t_e}\right\}. \quad (20)$$

Для всех наружных ограждений должно выполняться следующее условие:

$$\begin{cases} t_{en} \geq t_p \\ t_y \geq t_p \end{cases}. \quad (21)$$

После расчета строим графики (рис. 1,2) распределения температур по сечению ограждающих конструкций в координатах $(t_{x_i}, x_i), (t_{x_i}, R_{mx_i})$. По оси абсцисс откладываем координаты x , м, по оси ординат температуру, $^{\circ}\text{C}$. Цифрами обозначаем стыки материальных слоев (1,2,3,4) с координатой x_i . На пересечении материальных слоев и значений температур ставим точки, соединяем их между собой. Определяем плоскость, где температура равна нулю (ПВП) и ЗВП, делаем вывод о расположении этой зоны по отношению к расположению стыков материальных слоев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебно-методическое пособие поможет вам успешно выполнить и правильно оформить курсовую работу, и в дальнейшем полученные знания по теории тепломассообмена и теплопередачи, по термодинамике воздуха, климатологии и другим наукам, которые лежат в основе современных методик расчета, будут способствовать принятию обоснованного решения по теплотехнической оценке наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений с учетом оценки их текущего состояния.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 23-01-99. Строительная климатология.– М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000 г.
2. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. - М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003 г.
3. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004 г.
4. Рекомендации по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции. - М.: ГУП "НИАЦ". 1998. - 46 с.
5. СНиП 12-01-2004 «Организация строительства» Москва 2004г.
6. СП 48.13330.2011.
7. СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия
8. СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции. - М.: ЦИТП, 1985. - 78 с.
9. СНиП 3.03.01-85 Несущие и ограждающие конструкции
10. СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. - М.: ГУП "НИИЖБ". ФГУП ЦПП. 2004. - 54 с.
11. СНиП 2.02.01-83* Основание зданий и сооружений.\Москва\1995
12. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений. – М.: ФГУП «КТБ ЖБ». 2004-п. 4.
13. МДС-13-1.99. Индустрия о составе, порядке разработки согласования и утверждения проектно-сметной документации на капитальный ремонт жилых зданий. - М., 2000.
14. ВСН-58-88 (р). Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта объектов коммунального и социально-культурного назначения. - М., 1989.

Задание на выполнение курсовой работы
**“Теплотехнический расчет наружных
 ограждающих конструкций зданий”**

студенту _____ группы _____

1. Цель курсовой работы

В курсовой работе необходимо выполнить комплексный теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций отапливаемого здания. Целью расчета является определение теплозащитных и конструктивных характеристик наружных ограждений с обоснованием проектного решения и последующей проверкой его на соответствие установленным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям.

2. Исходные данные для выполнения курсовой работы

2.1 Район строительства город _____ вариант № _____

Параметры наружного климата следует принимать по [1].

2.2 Варианты ограждающих конструкций:

– наружная стена – вариант № _____

– покрытие – вариант № _____

– пол первого этажа – вариант № _____

2.3 Назначение - жилое, общественное, производственное.

2.4 Ориентация здания по сторонам света – см. план здания;

2.5 Расчетные параметры внутреннего воздуха:

– температура $t_v = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C}$;

– относительная влажность $\varphi_v = \text{_____} \text{ } \%$.

2.6 Режим эксплуатации здания: сухой, нормальный, влажный.

2.7 Тема для спецзадания: _____

2.8 Курсовая работа должна содержать следующие разделы:

Введение.

2.8.1 Проектное задание и исходную справочно-нормативную информацию (климатологическую характеристику района строительства, теплофизические характеристики строительных материалов для предложенных вариантов конструкций наружных ограждений и пр.).

2.8.2 Расчет теплозащитных и конструктивных характеристик основных наружных ограждений отапливаемого здания (наружных стен, полов первого этажа, чердачных перекрытий или покрытий верхнего этажа, а также окон и балконных дверей) для заданных условий.

2.8.3 Расчет теплового и влажностного режима ограждений в расчетных условиях.

2.8.4 Проверка наружных стен и покрытий на паропроницаемость.

2.8.5 Проверка наружных стен и покрытий на теплоустойчивость.

2.8.6 Проверка наружных стен и окон на воздухопроницаемость.

2.8.7 Проверка на теплоусвоение.

2.8.8 Заключение о целесообразности применения рассчитанных конструкций наружных ограждений для строительства жилых зданий в условиях заданного района строительства.

После выполнения курсовой работы в таблицу необходимо записать основные результаты теплотехнического расчета ограждающих конструкций, которые будут необходимы для выполнения курсовой работы «Расчет тепловой мощности отопления и воздухообмена жилого дома».

Таблица

Наименование и размерность	Результаты расчета				
1. Фактическое термическое сопротивление наружной стены, $R_{ст.} (m^2 \cdot ^\circ C) / Вт$					
2. То же, пола первого этажа, $R_{пол.} (m^2 \cdot ^\circ C) / Вт$					
3. То же, перекрытия верхнего этажа, $R_{пт.} (m^2 \cdot ^\circ C) / Вт$					
4. То же, окна и балконной двери, $R_{ок.} (m^2 \cdot ^\circ C) / Вт$					
5. То же, наружной двери, $R_{н.д.} (m^2 \cdot ^\circ C) / Вт$					
6. Сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей, $R_{и.} (m^2 \cdot ч) / кг$					
7. Толщина наружной стены, $\delta_{н.с.}, м$					
8. То же, пола первого этажа, $\delta_{пол.}, м$					
9. То же, перекрытия потолка верхнего этажа, $\delta_{пт.}, м$					

Варианты районов строительства

Номер варианта	Город	Номер варианта	Город
1	Архангельск	31	Москва
2	Астрахань	32	Минск
3	Барнаул	33	Мурманск
4	Белгород	34	Нижний Новгород
5	Благовещенск	35	Новгород
6	Брянск	36	Новосибирск
7	Вологда	37	Николаев-на-Амуре
8	Волгоград	38	Омск
9	Воронеж	39	Орел
10	Владивосток	40	Рязань
11	Владимир	41	Оренбург
12	Екатеринбург	42	Пермь
13	Иваново	43	Петрозаводск
14	Йошкар-Ола	44	Ротов-на-Дону
15	Иркутск	45	Самара
16	Калуга	46	Саратов
17	Казань	47	Смоленск
18	Кемерово	48	Ставрополь
19	Калининград	49	Сыктывкар
20	Киров	50	Тамбов
21	Кострома	51	Тверь
22	Комсомольск	52	Томск
23	Краснодар	53	Тобольск
24	Красноярск	54	Тюмень
25	Курск	55	Ульяновск
26	Курган	56	Уфа
27	Санкт-Петербург	57	Улан-Уде
28	Липецк	58	Хабаровск
29	Магадан	59	Челябинск
30	Махачкала	60	Элиста

Климатологическая характеристика городов по данным СНиП [1]

Наименование города	$t_{х5},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{0\text{хм}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\Phi_{\text{хм}},\%$	$t_{0\text{оп}},$ $^{\circ}\text{C}$	$z_{\text{оп}},$ сут/ год	$t_0,$ $^{\circ}\text{C}$	$z_0,$ сут/ год	$t_{0\text{тм}},$ $^{\circ}\text{C}$	$A_{\text{тм}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\frac{V_{\text{хм}}, \text{ м}}{V_{\text{тм}}, \text{ с}}$	$\frac{I_2^{\text{max}}}{I_2^{\text{сп}}}, \frac{\text{Вм}}{\text{М}^2}$	$\frac{I_6^{\text{max}}}{I_6^{\text{сп}}}, \frac{\text{Вм}}{\text{М}^2}$	$t_1,$ $^{\circ}\text{C}$	$t_2,$ $^{\circ}\text{C}$	$t_3,$ $^{\circ}\text{C}$	$t_4,$ $^{\circ}\text{C}$	$t_5,$ $^{\circ}\text{C}$	$t_6,$ $^{\circ}\text{C}$	$t_7,$ $^{\circ}\text{C}$	$t_8,$ $^{\circ}\text{C}$	$t_9,$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{10},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{11},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{12},$ $^{\circ}\text{C}$
Архангельск	-31	-12.9	86	-4.4	253	-8.0	177	15.6	10.9	5.9 4.0	628 319	614 200	-12.9	-12.5	-8.0	-0.9	6.0	12.4	15.6	13.6	7.9	1.5	-4.1	-9.5
Астрахань	-23	-6.7	84	-1.2	167	-4.2	106	25.3	11.1	4.8 3.6	733 328	590 184	-6.7	-5.6	0.4	9.9	18.0	22.8	25.3	23.6	17.3	9.6	2.4	-3.2
Барнаул	-39	-17.5	79	-7.7	221	-11.4	168	19.8	12.3	5.9 0	719 329	607 194	-17.5	-16.1	-9.1	2.1	11.4	17.7	19.8	16.9	10.8	2.5	-7.9	-15.0
Белгород	-23	-8.5	84	-1.9	191	-5.0	126	19.9	11.4	5.9 4.1	719 329	607 194	-8.5	-6.4	-2.5	7.5	14.6	17.9	19.9	18.7	12.9	6.4	0.3	-4.5
Благовещенск	-34	-24.1	72	-10.6	218	-14.8	170	21.4	10.6	3.4 0	726 328	601 187	-24.1	-18.7	-9.1	2.7	11.1	17.9	21.4	19.1	12.2	2.2	-11.5	-21.8
Брянск	-26	-9.1	85	-2.3	205	-5.6	134	18.1	9.7	6.3 0	719 329	607 194	-9.1	-8.4	-3.2	5.9	12.8	16.7	18.1	16.9	11.5	5.0	-0.4	-5.2
Вологда	-32	-12.6	85	-4.1	231	-7.7	160	16.8	11.0	6.0 0	663 319	632 206	-12.6	-11.6	-5.9	2.3	9.6	14.9	16.8	15.0	9.1	2.5	-3.5	-8.9
Волго-град	-32	-9.1	85	-2.2	178	-5.4	117	23.4	11.6	8.1 5.2	733 328	590 184	-9.1	-7.6	-1.4	10.0	17.0	21.0	23.4	22.0	16.2	7.5	1.4	-4.2
Воронеж	-26	-9.8	83	-3.1	196	-6.3	134	19.9	11.5	5.1 3.3	719 329	607 194	-9.8	-9.6	-3.7	6.6	14.6	17.9	19.9	18.6	13.0	5.9	-0.6	-6.2

Наименование города	$t_{x5,0}^{\circ}\text{C}$	$t_{xм,0}^{\circ}\text{C}$	$\varphi_{xм}, \%$	$t_{оп,0}^{\circ}\text{C}$	$Z_{оп}, \text{сут/год}$	$t_0,0^{\circ}\text{C}$	$Z_0, \text{сут/год}$	$t_{тм,0}^{\circ}\text{C}$	$A_{тм},0^{\circ}\text{C}$	$\frac{V_{xм}, \text{M}}{V_{лм}, \text{C}}$	$\frac{I_2^{max}}{I_2}, \frac{Bм}{M^2}$	$\frac{I_6^{max}}{I_6^{cp}}, \frac{Bм}{M^2}$	$t_1,0^{\circ}\text{C}$	$t_2,0^{\circ}\text{C}$	$t_3,0^{\circ}\text{C}$	$t_4,0^{\circ}\text{C}$	$t_5,0^{\circ}\text{C}$	$t_6,0^{\circ}\text{C}$	$t_7,0^{\circ}\text{C}$	$t_8,0^{\circ}\text{C}$	$t_9,0^{\circ}\text{C}$	$t_{10},0^{\circ}\text{C}$	$t_{11},0^{\circ}\text{C}$	$t_{12},0^{\circ}\text{C}$
Владивосток	-24	-13.1	61	-3.9	196	-7.7	132	21.0	6.5	9.0 4.7	761 331	579 180	-13.1	-9.8	-2.4	4.8	9.9	13.8	18.5	21.0	16.8	9.7	-0.3	-9.2
Владимир	-28	-11.1	84	-3.5	213	-6.9	148	17.9	9.8	4.5 3.3	691 327	621 201	-11.1	-10.0	-4.3	4.9	12.2	16.6	17.9	16.4	10.7	3.7	-2.7	-7.5
Екатеринбург	-35	-15.5	79	-6.0	230	-9.7	168	17.2	10.6	5.0 4.0	691 327	621 201	-15.5	-13.6	-6.9	2.7	10.0	15.1	17.2	14.9	9.2	1.2	-6.8	-13.1
Иваново	-30	-11.9	85	-3.9	219	-7.4	152	17.6	11.1	4.9 2.8	691 327	621 201	-11.9	-10.9	-5.1	4.1	11.4	15.8	17.6	15.8	10.1	3.5	-3.1	-8.1
Йошкар-Ола	-34	-14.0	83	-5.1	220	-8.6	159	18.0	11.6	6.2 0	719 329	607 194	-14.0	-12.9	-6.4	-3.6	11.6	16.2	18.0	16.2	10.2	2.7	-4.3	-9.8
Иркутск	-36	-20.6	80	-8.5	240	-13.0	177	17.6	13.4	2.9 2.2	719 329	607 194	-20.6	-18.1	-9.4	1.0	8.5	14.8	17.6	15.0	8.2	0.5	-10.4	-18.4
Калуга	-27	-10.1	83	-2.9	210	-6.2	142	18.0	10.7	4.9 0	691 327	621 201	-10.1	-8.9	-3.9	4.8	12.3	16.2	18.0	16.5	11.0	4.7	-1.5	-6.5
Казань	-32	-13.5	83	-5.2	215	-8.7	156	19.1	10.8	5.7 3.8	691 327	621 201	-13.5	-13.1	-6.5	3.7	12.4	17.0	19.1	17.5	11.2	3.4	-3.8	-10.4
Кемерово	-39	-18.8	82	-8.3	231	-12.2	175	18.8	12.9	6.8 0	691 327	621 201	-18.8	-16.9	-9.8	1.0	9.7	16.3	18.8	15.4	9.5	1.3	-9.6	-16.9
Калининград	-19	-3.1	85	1.1	193	-1.9	92	17.3	9.3	5.9 4.3	691 327	621 201	-3.1	-2.5	0.6	6.2	11.6	15.2	17.3	16.7	13.0	7.8	2.9	-0.9

Наименование города	$t_{x5}, ^\circ\text{C}$	$t_{xM}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{xM}, \%$	$t_{on}, ^\circ\text{C}$	$Z_{оп}, \text{сут/год}$	$t_0, ^\circ\text{C}$	$Z_0, \text{сут/год}$	$t_{TM}, ^\circ\text{C}$	$A_{TM}, ^\circ\text{C}$	$\frac{V_{xM}, \text{м}}{V_{TM}, \text{с}}$	$\frac{I_2^{max} Bm}{I_2^{cp}, \text{М}^2}$	$\frac{I_6^{max} Bm}{I_6^{cp}, \text{М}^2}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_4, ^\circ\text{C}$	$t_5, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$t_7, ^\circ\text{C}$	$t_8, ^\circ\text{C}$	$t_9, ^\circ\text{C}$	$t_{10}, ^\circ\text{C}$	$t_{11}, ^\circ\text{C}$	$t_{12}, ^\circ\text{C}$
Киров	-33	-14.4	86	-5.4	231	-9.0	168	17.9	10.1	5.3 4.0	663 319	632 206	-14.4	-12.9	-6.7	2.2	10.0	15.4	17.9	15.3	9.0	1.5	-5.7	-11.8
Кострома	-31	-11.8	85	-3.9	222	-7.4	154	17.8	9.9	5.8 4.2	691 327	621 201	-11.8	-11.1	-5.3	3.2	10.9	15.5	17.8	16.1	10.0	3.2	-2.9	-8.7
Комсомольск-на -Амуре	-35	-25.6	79	-10.8	223	-15.4	171	19.9	9.9	5.7 0	719 329	607 194	-25.6	-20.3	-10.1	1.3	8.7	15.6	19.9	18.7	12.6	3.0	-10.7	-22.0
Краснодар	-19	-1.6	83	2.0	149	-1.2	49	23.3	13.2	3.2 0	761 331	579 180	-1.6	-0.6	4.3	11.3	17.0	20.7	23.3	22.7	17.6	11.4	5.6	1.1
Красноярск	-40	-18.2	71	-7.1	234	-11.1	172	19.1	11.1	6.2 0	691 319	632 206	-18.2	-16.8	-7.8	2.6	9.4	16.6	19.1	15.7	9.4	1.5	-8.8	-16.3
Курск	-26	-9.3	86	-2.4	198	-5.6	132	18.7	10	5.3 3.5	719 329	607 194	-9.3	-7.8	-3.0	6.6	13.9	17.2	18.7	17.6	12.2	5.6	-0.4	-5.2
Курган	-37	-17.7	79	-7.7	216	-11.4	164	19.1	11.9	4.4 0	691 327	621 201	-17.7	-16.6	-8.6	4.1	12.6	17.2	19.1	16.3	10.9	2.4	-7.2	-14.3
Санкт-Петербург	-26	-7.8	86	-1.8	220	-5.1	139	17.8	8.2	4.2 0	663 319	632 206	-7.8	-7.8	-3.9	3.1	9.8	15.0	17.8	16.0	10.9	4.9	-0.3	-5.0
Липецк	-27	-10.3	85	-3.4	202	-6.6	141	20.2	11.6	5.9 4.1	719 329	607 194	-10.3	-9.5	-4.4	5.5	13.8	18.0	20.2	18.5	12.5	5.5	-1.5	-7.1
Магадан	-29	-17.0	63	-7.1	288	-11.1	214	11.5	6.0	7.3 4.3	663 319	632 206	-17.0	-16.0	-12.6	-5.7	1.3	6.6	11.2	11.5	7.1	-2.4	-11.4	-15.0

Наименование города	$t_{x5,0}^{\circ}\text{C}$	$t_{xм,0}^{\circ}\text{C}$	$\varphi_{xм}, \%$	$t_{оп,0}^{\circ}\text{C}$	$Z_{оп}, \text{сут/год}$	$t_0^{\circ}\text{C}$	$Z_0, \text{сут/год}$	$t_{тм,0}^{\circ}\text{C}$	$A_{тм,0}^{\circ}\text{C}$	$\frac{V_{xм}}{V_{мм}}, \frac{м}{с}$	$\frac{I_2^{max}}{I_2^{cp}}, \frac{Bм}{M^2}$	$\frac{I_6^{max}}{I_6^{cp}}, \frac{Bм}{M^2}$	$t_1^{\circ}\text{C}$	$t_2^{\circ}\text{C}$	$t_3^{\circ}\text{C}$	$t_4^{\circ}\text{C}$	$t_5^{\circ}\text{C}$	$t_6^{\circ}\text{C}$	$t_7^{\circ}\text{C}$	$t_8^{\circ}\text{C}$	$t_9^{\circ}\text{C}$	$t_{10}^{\circ}\text{C}$	$t_{11}^{\circ}\text{C}$	$t_{12}^{\circ}\text{C}$
Махачкала	-14	-0.5	83	2.7	148	-0.4	37	24.6	7.8	8.5 4.9	761 331	579 180	-0.5	0.2	3.5	9.4	16.3	21.5	24.6	24.1	19.4	13.4	7.2	2.6
Москва	-28	-10.2	84	-3.1	214	-6.5	145	18.1	10.5	4.9 0	691 327	621 201	-10.2	-9.2	-4.3	4.4	11.9	16.0	18.1	16.3	10.7	4.3	-1.9	-7.3
Минск	-24	-6.9	86	-1.6	202	-4.6	131	17.7	10.3	3.7 2.0	719 329	607 194	-6.9	-6.2	-2.0	5.5	12.7	16.0	17.7	16.3	11.6	5.8	0.2	-4.3
Мурманск	-27	-10.8	84	-3.2	275	-6.6	187	12.6	8.8	7.5 3.8	607 332	669 239	-10.5	-10.8	-6.9	-1.6	3.4	9.3	12.6	11.3	6.6	0.7	-4.2	-7.8
Ниж. Новгород	-31	-11.8	84	-4.1	215	-7.5	151	18.4	9.3	5.1 0	691 327	621 201	-11.8	-11.1	-5.0	4.2	12.0	16.4	18.4	16.9	11.0	3.6	-2.8	-8.9
Новгород	-27	-8.7	85	-2.3	221	-5.7	143	17.3	11.0	6.6 4.0	663 319	632 206	-8.7	-8.7	-4.3	3.3	10.4	15.2	17.3	15.4	10.3	4.2	-0.9	-5.9
Новосибирск	-39	-18.8	80	-8.7	230	-12.4	178	19.0	11.4	5.7 0	691 327	621 201	-18.8	-17.3	-10.1	1.5	10.3	16.7	19.0	15.8	10.1	1.9	-9.2	-16.5
Николаевск-на-Амуре	-35	-23.9	78	-9.6	249	-13.9	189	16.5	9.5	4.5 3.4	719 329	607 194	-23.9	-20.0	-12.7	-2.9	3.7	11.5	16.5	16.2	11.1	2.0	-9.9	-19.8
Омск	-37	-19.0	80	-8.4	221	-12.3	169	18.9	8.0	5.1 3.7	691 327	621 201	-19.0	-17.6	-10.1	2.8	11.4	17.1	18.9	15.8	10.6	1.9	-8.5	-16.0
Орел	-26	-9.7	86	-2.7	205	-6.0	138	18.5	11.1	6.5 3.9	719 329	607 194	-9.7	-8.8	-4.0	5.6	13.0	16.9	18.5	17.1	11.7	5.1	-0.9	-5.6

Наименование города	$t_{x5}, ^\circ\text{C}$	$t_{xM}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{xM}, \%$	$t_{оп}, ^\circ\text{C}$	$Z_{оп}, \text{сут/год}$	$t_0, ^\circ\text{C}$	$Z_0, \text{сут/год}$	$t_{TM}, ^\circ\text{C}$	$A_{TM}, ^\circ\text{C}$	$\frac{V_{xM}, \text{м}}{V_{TM}, \text{с}}$	$\frac{I_2^{max} Bm}{I_2^{cp}}, \frac{\text{М}}{\text{М}^2}$	$\frac{I_6^{max} Bm}{I_6^{cp}}, \frac{\text{М}}{\text{М}^2}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_4, ^\circ\text{C}$	$t_5, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$t_7, ^\circ\text{C}$	$t_8, ^\circ\text{C}$	$t_9, ^\circ\text{C}$	$t_{10}, ^\circ\text{C}$	$t_{11}, ^\circ\text{C}$	$t_{12}, ^\circ\text{C}$
Рязань	-27	-11.0	83	-3.5	208	-6.8	145	18.5	10.5	7.3 4.1	691 327	621 201	-11.0	-10.0	-4.7	5.2	12.9	17.3	18.5	17.2	11.6	4.4	-2.2	-7.0
Оренбург	-31	-14.8	80	-6.3	202	-9.6	153	21.9	13.1	5.5 3.9	719 329	607 194	-14.8	-14.2	-7.3	5.2	15.0	19.7	21.9	20.0	13.4	4.5	-4.0	-11.2
Пермь	-35	-15.3	81	-5.9	229	-9.5	168	18.0	10.9	5.2 0	691 327	621 201	-15.3	-13.4	-6.9	2.6	10.2	15.7	18.0	15.4	9.3	1.4	-6.3	-12.7
Петрозаводск	-29	-11.1	86	-3.1	240	-6.7	160	15.7	9.0	5.9 3.2	663 319	632 206	-11.1	-10.4	-5.4	1.3	7.6	13.6	15.7	14.1	8.9	2.9	-2.6	-7.2
Ростов- на - Дону	-22	-5.7	85	-0.6	171	-3.6	102	23.0	12.2	6.5 3.6	733 328	590 184	-5.7	-4.8	0.6	9.4	16.2	20.2	23.0	22.1	16.3	9.2	2.5	-2.6
Самара	-30	-13.5	84	-5.2	203	-8.5	149	20.4	12.8	5.4 3.2	719 329	607 194	-13.5	-12.6	-5.8	5.8	14.3	18.6	20.4	19.0	12.8	4.2	-3.4	-9.6
Саратов	-27	-11.4	82	-4.3	196	-7.5	142	21.4	11.5	5.6 4.3	719 329	607 194	-11.0	-11.4	-4.8	6.6	15.0	19.4	21.4	19.9	14.0	5.4	-2.0	-8.3
Смоленск	-26	-9.4	86	-2.4	215	-6.1	145	17.1	10.2	6.8 3.2	691 327	621 201	-9.4	-8.4	-4.0	4.4	11.6	15.7	17.1	15.9	10.4	4.5	-1.0	-5.8
Ставрополь	-19	-3.2	82	0.9	168	-2	83	21.9	9.8	7.4 0	761 331	579 180	-3.2	-2.3	1.3	9.3	15.3	19.3	21.9	21.2	16.1	9.6	4.1	-0.5
Сыктывкар	-36	-15.6	83	-5.8	245	-9.6	177	16.7	10.9	5.5 3.8	663 319	632 206	-15.6	-14.1	-7.7	1.0	7.6	14.0	16.7	14.0	7.8	0.3	-6.7	-12.9

Наименование города	$t_{x5}, ^\circ\text{C}$	$t_{xM}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{xM}, \%$	$t_{on}, ^\circ\text{C}$	$Z_{оп}, \text{сут/год}$	$t_0, ^\circ\text{C}$	$Z_0, \text{сут/год}$	$t_{TM}, ^\circ\text{C}$	$A_{TM}, ^\circ\text{C}$	$\frac{V_{xM}, \text{м}}{V_{TM}, \text{с}}$	$\frac{I_z^{max} Bm}{I_z^{cp}, \text{М}^2}$	$\frac{I_6^{max} Bm}{I_6^{cp}, \text{М}^2}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_4, ^\circ\text{C}$	$t_5, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$t_7, ^\circ\text{C}$	$t_8, ^\circ\text{C}$	$t_9, ^\circ\text{C}$	$t_{10}, ^\circ\text{C}$	$t_{11}, ^\circ\text{C}$	$t_{12}, ^\circ\text{C}$
Тамбов	-28	-10.9	84	-3.7	201	-7.0	140	19.8	11.2	4.7 2.8	719 329	607 194	-10.9	-10.3	-4.6	6.0	14.1	18.1	19.8	18.6	12.5	5.2	-1.4	-7.3
Тверь	-29	-10.5	85	-3	218	-6.4	146	17.3	11.1	6.2 0	691 327	621 201	-10.5	-9.4	-4.6	4.1	11.2	15.7	17.3	15.8	10.2	4.0	-1.8	-6.6
Томск	-40	-19.1	80	-8.4	236	-12.4	179	18.3	11.0	5.6 0	691 327	621 201	-19.1	-16.9	-9.9	0.0	8.7	15.4	18.3	15.1	9.3	0.8	-10.1	-17.3
Тобольск	-39	-19.7	82	-8.1	232	-11.8	177	18.3	10.3	6.3 4.1	663 319	632 206	-19.7	-17.5	-9.1	1.6	9.6	15.2	18.3	14.6	9.3	0.0	-8.4	-15.6
Тюмень	-38	-17.4	81	-7.2	225	-10.9	169	18.2	11.3	3.9 0	691 327	621 201	-17.4	-16.1	-7.7	3.2	11.0	15.7	18.2	14.8	9.7	1.0	-7.9	-13.7
Ульяновск	-31	-13.8	82	-5.4	212	-8.9	155	19.6	11.8	0 0	691 327	621 201	-13.8	-13.2	-6.8	4.1	12.6	17.6	19.6	17.6	11.4	3.8	-4.1	-10.4
Уфа	-35	-14.9	81	-5.9	213	-9.4	159	18.9	10.7	5.5 0	691 327	621 201	-14.9	-13.7	-6.7	4.4	13.3	17.3	18.9	16.8	11.1	2.8	-5.1	-11.2
Улан-Удэ	-37	-24.8	74	-10.4	237	-15.0	179	19.3	13.2	2.8 0	719 329	607 194	-24.8	-21.0	-10.2	1.1	8.7	16.0	19.3	16.4	8.7	-0.2	-12.4	-21.4
Хабаровск	-31	-22.3	75	-9.3	211	-13.4	162	21.1	8.6	5.9 4.6	733 328	590 184	-22.3	-17.2	-8.5	3.1	11.1	17.4	21.1	20.0	13.9	4.7	-8.1	-18.5
Челябинск	-34	-15.8	78	-6.5	218	-10.1	162	18.4	10.7	4.5 3.2	691 327	621 201	-15.8	-14.3	-7.4	3.9	11.9	16.8	18.4	16.2	10.7	2.4	-6.2	-12.9
Ярославль	-31	-11.9	83	-4	221	-7.8	152	17.6	10.8	5.5 3.9	691 327	621 201	-11.9	-10.7	-5.1	3.7	10.9	15.7	17.6	16.0	10.0	3.4	-2.7	-8.1

Варианты конструкции наружных стен

Номер варианта	Номер слоя	Наименование материала	Номер материала по [3, прил. Д]	Толщина слоя δ , мм
1	1	Цементно-шлаковый раствор	125	10
	2	Кирпичная кладка глиняная	206	510/640
	3	Пенополистирол	1	х
	4	Кирпичная кладка глиняная	206	250/120
2	1	Плиты из гипса	89	15
	2	Вермикулитобетон	188	х
	3	Кирпичная кладка глиняная	206	510/640
	4	Цементно-шлаковый раствор	125	15
3	1	Цементно-шлаковый раствор	126	10
	2	Кирпичная кладка глиняная	206	510/640
	3	Плиты полужесткие минераловатные	43	х
	4	Кирпичная кладка глиняная	206	250/120
4	1	Листы гипсовые обшивочные	91	15
	2	Газо-и пенобетон (газопеносиликат)	198	х
	3	Кирпичная кладка глиняная	207	510/640
	4	Цементно-шлаковый раствор	74	20
5	1	Цементно-шлаковый раствор	126	20
	2	Кирпичная кладка глиняная	207	510/640
	3	Пенополиуретан	22	х
	4	Кирпичная кладка глиняная	207	250/120
6	1	Цементно-шлаковый раствор	126	10
	2	Перлитобетон	162	х
	3	Кирпичная кладка глиняная	207	510/640
	4	Цементно-шлаковый раствор	125	15
7	1	Цементно-шлаковый раствор	126	10
	2	Кирпичная кладка глиняная	208	510/640
	3	Плиты полужесткие минераловатные	43	х
	4	Кирпичная кладка глиняная	208	250/120
8	1	Поризованный гипсоперлитовый раствор	130	10
	2	Керамзитопенобетон	146	х
	3	Кирпичная кладка глиняная	208	510/640
	4	Цементно-шлаковый раствор	126	20
9	1	Цементно-шлаковый раствор	126	15
	2	Кирпичная кладка глиняная	208	510/640
	3	Пенополистирол	2	х
	4	Кирпичная кладка глиняная	208	250/120
10	1	Плиты из гипса	90	10
	2	Пенополиуретан	22	х
	3	Кирпичная кладка глиняная	208	510/640
	4	Цементно-перлитовый раствор	127	20

Номер варианта	Номер слоя	Наименование материала	Номер материала по [4, прил. 3]	Толщина слоя δ , мм
11	1	Цементно-перлитовый раствор	127	20
	2	Кирпичная кладка силикатная	209	510/640
	3	Плиты полужесткие минераловатные	43	х
	4	Кирпичная кладка силикатная	209	250/120
12	1	Плиты из гипса	89	10
	2	Пенополистирол	3	х
	3	Кирпичная кладка силикатная	209	510/640
	4	Цементно-перлитовый раствор	127	20
13	1	Плиты из гипса	90	10
	2	Кирпичная кладка силикатная	209	510/640
	3	Перлитопластобетон	28	х
	4	Кирпичная кладка силикатная	209	250/120
14	1	Цементно-перлитовый раствор	128	10
	2	Туфобетон	132	40
	3	Плиты полужесткие минераловатные	43	х
	4	Кирпичная кладка из трепельного кирпича	210	510/640
15	1	Цементно-перлитовый раствор	128	10
	2	Кирпичная кладка из трепельного кирпича	210	510/640
	3	Вермикулитобетон	188	х
	4	Кирпичная кладка из трепельного кирпича	210	250/120
16	1	Цементно-перлитовый раствор	128	10
	2	Бетон на доменных гранулированных шлаках	176	100
	3	Газо-и пенобетон (газопеносиликат)	198	х
	4	Кирпичная кладка из трепельного кирпича	210	510/640
17	1	Плиты из гипса	89	10
	2	Кирпичная кладка из трепельного кирпича	211	510/640
	3	Пенополистирол	4	х
	4	Кирпичная кладка из трепельного кирпича	210	250/120
18	1	Плиты из гипса	90	10
	2	Пемзобетон	136	100
	3	Вермикулитобетон	188	Х
		Керамзитопенобетон	146	300
19	1	Плиты из гипса	89	10
	2	Кирпичная кладка шлаковая	212	510/640
	3	Пенополистирол	5	х
	4	Кирпичная кладка шлаковая	212	250/120

Варианты конструкции чердачных покрытий

Номер варианта	Номер слоя	Наименование материала	Номер материала по [3, прил. Д]	Толщина слоя δ , мм
1	1	Железобетон	225	220
	2	Перлитобетон	162	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
2	1	Железобетон	225	220
	2	Известково-песчаный раствор	229	20
	3	Гравий керамзитовый	97	х
	4	Цементно-песчаный раствор	227	40
3	1	Железобетон	225	220
	2	Шлакопемзобетон	166	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
4	1	Железобетон	225	220
	2	Сложный раствор	228	30
	3	Гравий шунгизитовый	104	х
	4	Цементно-песчаный раствор	227	40
5	1	Железобетон	225	220
	2	Керамзитобетон на керамзитовом песке	146	х
	3	Цементно-песчаный раствор	227	30
	4	Рубероид	248	10
6	1	Железобетон	225	220
	2	Цементно-песчаный раствор	227	20
	3	Щебень из доменного шлака	109	х
	4	Цементно-песчаный раствор	227	40
7	1	Железобетон	225	220
	2	Бетон на вулканическом шлаке	141	х
	3	Цементно-песчаный раствор	227	30
	4	Рубероид	248	10
8	1	Железобетон	225	220
	2	Известково-песчаный раствор	229	30
	3	Щебень и песок из перлита вспученного	117	х
9	1	Железобетон	225	220
	2	Аглопоритобетон	180	х
	3	Вспученный перлит на битуме	28	40
	4	Рубероид	248	10
10	1	Железобетон	225	220
	2	Сложный раствор	228	30
	3	Вермикулит вспученный	121	х
	4	Цементно-песчаный раствор	227	30
11	1	Железобетон	225	220
	2	Аглопоритобетон	180	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10

Номер варианта	Номер слоя	Наименование материала	Номер материала по [З, прил. Д]	Толщина слоя δ , мм
12	1	Железобетон	225	220
	2	Газобетон	198	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
13	1	Железобетон	225	220
	2	Шлакопемзобетон	166	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
14	1	Железобетон	225	220
	2	Керамзитобетон на перлитовом песке	157	х
	3	Асфальтобетон	247	30
	4	Рубероид	248	10
15	1	Железобетон	225	220
	2	Керамзитобетон на кв.песке с поризацией	154	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	12
16	1	Железобетон	225	220
	2	Шунгизитобетон	159	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
17	1	Железобетон	225	220
	2	Бетон на зольном гравии	185	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
18	1	Железобетон	225	220
	2	Керамзитобетон на кв.песке с поризацией	154	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10
19	1	Железобетон	225	220
	2	Вермикулит вспученный	121	х
	3	Битум нефтяной строительный	244	10
	4	Рубероид	248	10

Варианты конструкции перекрытий над подвалами (полов первого этажа)

Номер варианта	Номер слоя	Наименование материала	Номер материала по [4, прил. 3]	Толщина слоя δ , мм
1	1	Доски еловые	218	30
	2	Воздушная прослойка	-	70
	3	Щебень и песок из перлита вспученного	117	х
	4	Железобетон	225	220
2	1	Плиты древесностружечные	76	20
	2	Цементно-шлаковый раствор	125	40
	3	Гравий керамзитовый	98	х
	4	Железобетон	225	220
3	1	Паркет щитовой из дуба	221	25
	2	Цементно-шлаковый раствор	125	30
	3	Шунгизитобетон	159	х
	4	Железобетон	225	220
4	1	Линолеум	249	8
	2	Известково-песчаный раствор	229	30
	3	Пенобетон	136	х
	4	Железобетон	225	220
5	1	Доски сосновые	218	30
	2	Воздушная прослойка	-	80
	3	Гравий керамзитовый	98	х
	4	Железобетон	225	220
6	1	Плиты древесностружечные	76	20
	2	Цементно-шлаковый раствор	125	30
	3	Щебень из доменного шлака	109	х
	4	Железобетон	225	220
7	1	Паркет обыкновенный	221	20
	2	Битум строительный нефтяной	244	8
	3	Перлитобетон	163	х
	4	Железобетон	225	220
8	1	Линолеум поливинилхлоридный на ткани	251	8
	2	Линолеум	249	30
	3	Бетон на вулканическом шлаке	142	х
	4	Железобетон	225	220
9	1	Доски еловые	218	40
	2	Воздушная прослойка	-	90
	3	Гравий шунгизитовый	105	х
	4	Железобетон	225	220
10	1	Плиты древесностружечные	76	20
	2	Цементно-перлитовый раствор	128	40
	3	Гравий керамзитовый	98	х
	4	Железобетон	225	220
11	1	Доски сосновые	218	50
	2	Битум строительный нефтяной	244	8

Номер варианта	Номер слоя	Наименование материала	Номер материала по [4, прил. 3]	Толщина слоя δ , мм
	3	Вермикулитобетон	189	х
	4	Железобетон	225	220
12	1	Линолеум поливинилхлоридный на ткани	251	8
	2	Известково-песчаный раствор	229	30
	3	Керамзитобетон	148	х
	4	Железобетон	225	220
13	1	Доски сосновые	218	40
	2	Воздушная прослойка	-	80
	3	Щебень из доменного шлака	109	х
	4	Железобетон	225	220
14	1	Плиты древесностружечные	76	20
	2	Цементно-перлитовый раствор	128	50
	3	Вермикулит вспученный	189	х
	4	Железобетон	225	220
15	1	Доски дубовые	220	50
	2	Битум строительный нефтяной	244	8
	3	Аглопоритобетон на топливных шлаках	183	х
	4	Железобетон	225	220
16	1	Линолеум на тканевой основе	251	6
	2	Известково-песчаный раствор	229	40
	3	Шунгизитобетон	159	х
	4	Железобетон	225	220
17	1	Доски еловые	218	40
	2	Воздушная прослойка	-	80
	3	Щебень и песок из перлита вспученного	117	х
	4	Железобетон	225	220
18	1	Паркет обыкновенный	221	20
	2	Шлакопемзобетон	172	х
	3	Щебень из доменного шлака	109	100
	4	Железобетон	225	220
19	1	Линолеум поливинилхлоридный на ткани	251	8
	2	Известково-песчаный раствор	229	40
	3	Бетон на вулканическом шлаке	142	х
	4	Железобетон	225	220

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I	Теплоизоляционные материалы (ГОСТ 16381)											
A	Полимерные											
1	пенополистирол	150	1.34	0.05	1	5	0.052	0.06	0.89	0.99	0.05	
2	пенополистирол	100	1.34	0.041	2	10	0.041	0.052	0.65	0.82	0.05	
3	пенополистирол (ГОСТ 15588)	40	1.34	0.037	2	10	0.041	0.05	0.41	0.49	0.05	
4	пенополистирол (ОАО «СП Радослав»)	18	1.34	0.042	2	10	0.042	0.043	0.28	0.32	0.02	
5	пенополистирол (ОАО «СП Радослав»)	24	1.34	0.04	2	10	0.04	0.041	0.32	0.36	0.02	
6	экструдированный пенополистирол Стиродур 2500С	25	1.34	0.029	2	10	0.031	0.031	0.28	0.31	0.013	
7	экструдированный пенополистирол Стиродур 2800С	28	1.34	0.029	2	10	0.031	0.031	0.30	0.33	0.013	
8	экструдированный пенополистирол Стиродур 3035С	33	1.34	0.029	2	10	0.031	0.031	0.32	0.36	0.013	
9	экструдированный пенополистирол Стиродур 4000С	35	1.34	0.030	2	10	0.031	0.031	0.34	0.37	0.005	
10	экструдированный пенополистирол Стиродур 5000С	45	1.34	0.030	2	10	0.031	0.031	0.38	0.42	0.005	
11	пенополистирол Стиропол PS15	15	1.34	0.039	2	10	0.040	0.044	0.25	0.29	0.035	
12	пенополистирол Стиропол PS20	20	1.34	0.0037	2	10	0.038	0.042	0.28	0.33	0.030	
13	пенополистирол Стиропол PS30	30	1.34	0.035	2	10	0.036	0.040	0.33	0.39	0.030	
14	экструдированный пенополистирол «Стайрофоам»	28	1.45	0.029	2	10	0.030	0.031	0.31	0.34	0.006	
15	экструдированный пенополистирол «Руфмат»	32	1.45	0.028	2	10	0.029	0.029	0.32	0.36	0.006	
16	экструдированный пенополистирол «Руфмат А»	32	1.45	0.030	2	10	0.032	0.032	0.34	0.37	0.006	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ⁰ С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
16 а	экструдированный пенополистирол «Флурмат 500»	38	1.45	0.027	2	10	0.028	0.028	0.34	0.38	0.006	
17	экструдированный пенополистирол «Флурмат 500 А»	38	1.45	0.030	2	10	0.032	0.032	0.37	0.41	0.006	
18	экструдированный пенополистирол «Флурмат 200»	25	1.45	0.028	2	10	0.029	0.029	0.28	0.31	0.006	
19	экструдированный пенополистирол «Флурмат 200А»	25	1.45	0.029	2	10	0.031	0.031	0.29	0.32	0.006	
20	Пенопласт ПВХ-1 и ПВ 1	125	1.26	0.052	2	10	0.06	0.064	0.86	0.99	0.23	
21	Пенопласт ПВХ-1 и ПВ 1	100 и ме- нее	1.26	0.041	2	10	0.05	0.052	0.68	0.8	0.23	
22	пенополиуретан	80	1.47	0.041	2	5	0.05	0.05	0.67	0.7	0.05	
23	пенополиуретан	60	1.47	0.035	2	5	0.041	0.041	0.53	0.55	0.05	
24	пенополиуретан	40	1.47	0.029	2	5	0.04	0.04	0.4	0.42	0.05	
25	плиты из резольно- фенолформальде- гидного пенопласта (ГОСТ 20916)	90	1.68	0.045	5	20	0.053	0.073	0.81	1.10	0.15	
26	плиты из резольно- фенолформальде- гидного пенопласта (ГОСТ 20916)	80	1.68	0.044	5	20	0.051	0.071	0.75	1.02	0.23	
27	плиты из резольно- фенолформальде- гидного пенопласта (ГОСТ 20916)	50	1.68	0.041	5	20	0.045	0.064	0.56	0.77	0.23	
28	перлитопластобе- тон	200	1.05	0.041	2	3	0.052	0.06	0.93	1.01	0.008	
29	перлитопластобе- тон	100	1.05	0.035	2	3	0.041	0.05	0.58	0.66	0.008	
30	перлитофосфогеле- вые изделия	300	1.05	0.076	3	12	0.08	0.12	1.43	2.02	0.2	
31	перлитофосфогеле- вые изделия	200	1.05	0.064	3	12	0.07	0.09	1.1	1.43	0.23	
32	теплоизоляционные изделия из вспе- ненного синтетиче- ского каучука «Аэ- рофлекс»	80	1.806	0.034	5	15	0.04	0.054	0.65	0.71	0.003	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ⁰ С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
33	теплоизоляционные изделия из вспененного синтетического каучука «К флекс»: ЕС ST ЕСО	60-80 60-80 60-95	1.806 1.806 1.806	0.039 0.039 0.041	0 0 0	0 0 0	0.039 0.039 0.041	0.039 0.039 0.041	0.6 0.6 0.65	0.6 0.6 0.65	0.010 0.009 0.010	
34	экструзионный пенополистирол «Пеноплекс», тип 35	35	1.65	0.028	2	3	0.029	0.030	0.36	0.37	0.018	
35	экструзионный пенополистирол «Пеноплекс», тип 45	45	1.53	0.030	2	3	0.031	0.032	0.40	0.42	0.015	
Б	Минераловатные (ГОСТ 4640), стекловолокнистые, пеностекло, газостекло											
36	маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880)	125	0.84	0.044	2	5	0.064	0.07	0.73	0.82	0.3	
37	маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880)	100	0.84	0.044	2	5	0.061	0.067	0.64	0.72	0.49	
38	маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880)	75	0.84	0.046	2	5	0.058	0.064	0.54	0.61	0.49	
39	маты минераловатные на синтетическом связывающем (ГОСТ 9573)	225	0.84	0.054	2	5	0.072	0.082	1.04	1.19	0.49	
40	маты минераловатные на синтетическом связывающем (ГОСТ 9573)	175	0.84	0.052	2	5	0.066	0.076	0.88	1.01	0.49	
41	маты минераловатные на синтетическом связывающем (ГОСТ 9573)	125	0.84	0.049	2	5	0.064	0.07	0.73	0.82	0.49	
42	маты минераловатные на синтетическом связывающем (ГОСТ 9573)	75	0.84	0.047	2	5	0.058	0.064	0.54	0.61	0.53	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² °С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
43	плиты мягкие, полу- жесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	250	0.84	0.058	2	5	0.082	0.085	1.17	1.28	0.41	
43	плиты мягкие, полу- жесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	225	0.84	0.058	2	5	0.079	0.084	1.09	1.20	0.41	
45	плиты мягкие, полу- жесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	200	0.84	0.056	2	5	0.076	0.08	1.01	1.11	0.49	
46	плиты мягкие, полу- жесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	150	0.84	0.050	2	5	0.068	0.073	0.83	0.92	0.49	
47	плиты мягкие, полу- жесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	125	0.84	0.049	2	5	0.064	0.069	0.73	0.81	0.49	
48	плиты мягкие, полу- жесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	100	0.84	0.044	2	5	0.06	0.065	0.64	0.71	0.56	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ⁰ С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
49	плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	75	0.84	0.046	2	5	0.056	0.063	0.53	0.6	0.6	
50	плиты минераловатные ЗАО «Минеральная вата»	180	0.84	0.038	2	5	0.045	0.048	0.74	0.81	0.3	
51	плиты минераловатные ЗАО «Минеральная вата»	140-175	0.84	0.037	2	5	0.043	0.046	0.68	0.75	0.31	
52	плиты минераловатные ЗАО «Минеральная вата»	80-125	0.84	0.036	2	5	0.042	0.045	0.53	0.59	0.32	
53	плиты минераловатные ЗАО «Минеральная вата»	40-60	0.84	0.035	2	5	0.041	0.044	0.37	0.41	0.35	
54	плиты минераловатные ЗАО «Минеральная вата»	25-50	0.84	0.036	2	5	0.042	0.045	0.31	0.35	0.37	
55	плиты минераловатные повышенной жесткости на органофосфатном связующем	200	0.84	0.064	1	2	0.07	0.076	0.94	1.01	0.45	
56	плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем	200	0.84	0.07	2	5	0.076	0.08	1.01	1.11	0.38	
57	плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем	125	0.84	0.056	2	5	0.06	0.064	0.70	0.78	0.38	
58	плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499)	45	0.84	0.047	2	5	0.06	0.064	0.44	0.5	0.6	
59	маты и полосы из стеклянного волокна прошивные	150	0.84	0.061	2	5	0.064	0.07	0.8	0.9	0.53	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ⁰ С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
60	маты из стеклян- ного штапельного волокна «URSA»	25	0/84	0/04	2	5	0.043	0.05	0.27	0.31	0.61	
61	маты из стеклян- ного штапельного волокна «URSA»	17	0/84	0/044	2	5	0.046	0.053	0.23	0.26	0.66	
62	маты из стеклян- ного штапельного волокна «URSA»	15	0.84	0.046	2	5	0.048	0.053	0.22	0.25	0.68	
63	маты из стеклян- ного штапельного волокна «URSA»	11	0.84	0.048	2	5	0.05	0.055	0.19	0.22	0.7	
64	плиты из стеклян- ного штапельного волокна «URSA»	85	0.84	0.044	2	5	0.046	0.05	0.51	0.57	0.5	
65	плиты из стеклян- ного штапельного волокна «URSA»	75	0.84	0.04	2	5	0.042	0.047	0.46	0.52	0.5	
66	плиты из стеклян- ного штапельного волокна «URSA»	60	0.84	0.038	2	5	0.04	0.045	0.4	0.45	0.51	
67	плиты из стеклян- ного штапельного волокна «URSA»	45	0.84	0.039	2	5	0.041	0.045	0.35	0.39	0.51	
68	плиты из стеклян- ного штапельного волокна «URSA»	35	0.84	0.039	2	5	0.041	0.046	0.31	0.35	0.52	
69	плиты из стеклян- ного штапельного волокна «URSA»	30	0.84	0.04	2	5	0.042	0.046	0.29	0.32	0.52	
70	плиты из стеклян- ного штапельного волокна «URSA»	20	0.84	0.04	2	5	0.043	0.048	0.24	0.27	0.53	
71	плиты из стеклян- ного штапельного волокна «URSA»	17	0.84	0.044	2	5	0.047	0.053	0.23	0.26	0.54	
72	плиты из стеклян- ного штапельного волокна «URSA»	15	0.84	0.046	2	5	0.049	0.055	0.22	0.25	0.55	
73	пеностекло или га- зостекло	400	0.84	0.11	1	2	0.12	0.14	1.76	1.94	0.02	
74	пеностекло или га- зостекло	300	0.84	0.09	1	2	0.11	0.12	1.46	1.56	0.02	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ⁰ С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
75	пеностекло или га- зостекло	200	0.84	0.07	1	2	0.08	0.09	1.01	1.1	0.03	
В	Плиты из природных органических и неорганических матрриалов											
76	плиты древесно- волокнистые и дре- весно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	1000	2.3	0.15	10	12	0.23	0.29	6.75	7.7	0.12	
77	плиты древесно- волокнистые и дре- весно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	800	2.3	0.13	10	12	0.19	0.23	5.49	6.13	0.12	
78	плиты древесно- волокнистые и дре- весно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	600	2.3	0.11	10	12	0.13	0.16	3.93	4.43	0.13	
79	плиты древесно- волокнистые и дре- весно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	400	2.3	0.08	10	12	0.11	0.13	2.95	3.26	0.19	
80	плиты древесно- волокнистые и дре- весно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632)	200	2.3	0.06	10	12	0.07	0.08	1.67	1.81	0.24	
81	плиты фибролито- вые и арболит (ГОСТ 19222) на портландцементе	500	2.3	0.095	10	15	0.15	0.19	3.86	4.50	0.11	
82	плиты фибролито- вые и арболит (ГОСТ 19222) на портландцементе	450	2.3	0.09	10	15	0.135	0.17	3.47	4.04	0.11	
83	плиты фибролито- вые и арболит (ГОСТ 19222) на портландцементе	400	2.3	0.08	10	15	0.13	0.16	3.21	3.70	0.26	
84	плиты камышито- вые	300	2.3	0.07	10	15	0.09	0.14	2.31	2.99	0.45	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ⁰ С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
85	плиты камышитовые	200	2.3	0.06	10	15	0.07	0.09	1.67	1.96	0.49	
86	плиты торфяные теплоизоляционные	300	2.3	0.064	15	20	0.07	0.08	2.12	2.34	0.19	
87	плиты торфяные теплоизоляционные	200	2.3	0.052	15	20	0.06	0.064	1.6	1.71	0.49	
88	пакля	150	2.3	0.05	7	12	0.06	0.07	1.3	1.47	0.49	
89	плиты из гипса (ГОСТ 6428)	1350	0.84	0.35	4	6	0.50	0.56	7.04	7.76	0.098	
90	плиты из гипса (ГОСТ 6428)	1100	0.84	0.23	4	6	0.35	0.41	5.32	5.99	0.11	
91	листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка) (ГОСТ 6266)	1050	0.84	0.15	4	6	0.34	0.36	5.12	5.48	0.075	
93	изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	300	1.68	0.087	1	2	0.09	0.099	1.84	1.95	0.04	
94	изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	250	1.68	0.082	1	2	0.085	0.099	1.53	1.64	0.04	
95	изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	225	1.68	0.079	1	2	0.082	0.094	1.39	1.47	0.04	
96	изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	200	1.68	0.076	1	2	0.078	0.09	1.23	1.32	0.04	
Г	Засыпки											
97	гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	600	0.84	0.14	2	3	0.17	0.19	2.62	2.83	0.23	
98	гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	500	0.84	0.14	2	3	0.15	0.165	2.25	2.41	0.23	
99	гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	450	0.84	0.13	2	3	0.14	0.155	2.06	2.22	0.235	
100	гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	400	0.84	0.12	2	3	0.13	0.145	1.87	2.02	0.24	
101	гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	350	0.84	0.115	2	3	0.125	0.14	1.72	1.86	0.245	
102	гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	300	0.84	0.108	2	3	0.12	0.13	1.56	1.66	0.25	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² °С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
103	гравий керамзито- вый (ГОСТ 9757)	250	0.84	0.099	2	3	0.11	0.12	1.22	1.3	0.26	
104	гравий шунгузито- вый (ГОСТ 9757)	700	0.84	0.16	2	4	0.18	0.21	2.91	3.29	0.21	
105	гравий шунгузито- вый (ГОСТ 9757)	600	0.84	0.13	2	4	0.16	0.19	2.54	2.89	0.22	
106	гравий шунгузито- вый (ГОСТ 9757)	500	0.84	0.12	2	4	0.15	0.175	2.25	2.54	0.22	
107	гравий шунгузито- вый (ГОСТ 9757)	450	0.84	0.11	2	4	0.14	0.16	2.06	2.30	0.22	
108	гравий шунгузито- вый (ГОСТ 9757)	400	0.84	0.11	2	4	0.13	0.15	1.87	2.10	0.23	
109	щебень из доменно- го шлака (ГОСТ 5578)	1000	0.84	0.21	2	3	0.24	0.31	4.02	4.67	0.21	
110	щебень шлакопем- зовый и аглопори- товый (ГОСТ 9757)	900	0.84	0.19	2	3	0.23	0.3	3.73	4.36	0.21	
111	щебень шлакопем- зовый и аглопори- товый (ГОСТ 9757)	800	0.84	0.18	2	3	0.21	0.26	3.36	3.83	0.21	
112	щебень шлакопем- зовый и аглопори- товый (ГОСТ 9757)	700	0.84	0.16	2	3	0.19	0.23	2.99	3.37	0.22	
113	щебень шлакопем- зовый и аглопори- товый (ГОСТ 9757)	600	0.84	0.15	2	3	0.18	0.21	2.7	2.98	0.23	
114	щебень шлакопем- зовый и аглопори- товый (ГОСТ 9757)	500	0.84	0.14	2	3	0.16	0.19	2.32	2.59	0.23	
115	щебень шлакопем- зовый и аглопори- товый (ГОСТ 9757)	450	0.84	0.13	2	3	0.15	0.17	2.13	2.32	0.24	
116	щебень шлакопем- зовый и аглопори- товый (ГОСТ 9757)	400	0.84	0.122	2	3	0.14	0.16	1.94	2.12	0.24	
117	щебень и песок из перлита вспученно- го (ГОСТ 10832)	500	0.84	0.09	1	2	0.1	0.11	1.79	1.92	0.26	
118	щебень и песок из перлита вспученно- го (ГОСТ 10832)	400	0.84	0.076	1	2	0.087	0.095	1.5	1.6	0.3	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоемкость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент теплопроводности, Вт/(м ⁰ С)	массового отношения влаги в материале, %		теплопроводности, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² °С)		паропроницаемости, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
119	щебень и песок из перлита вспученного (ГОСТ 10832)	350	0.84	0.07	1	2	0.081	0.085	1.35	1.45	0.3	
120	щебень и песок из перлита вспученного (ГОСТ 10832)	300	0.84	0.064	1	2	0.076	0.08	0.99	1.04	0.34	
121	вермикулит вспученный (ГОСТ 12865)	200	0.84	0.065	1	3	0.08	0.095	1.01	1.16	0.23	
122	вермикулит вспученный (ГОСТ 12865)	150	0.84	0.060	1	3	0.074	0.098	0.84	1.02	0.26	
123	вермикулит вспученный (ГОСТ 12865)	100	0.84	0.055	1	3	0.076	0.08	0.66	0.75	0.3	
124	песок для строительных работ (ГОСТ 8736)	1600	0.84	0.35	1	2	0.47	0.58	6.95	7.91	0.17	
Д	Строительные растворы (ГОСТ 28013)											
125	цементно-шлаковый	1400	0.84	0.41	2	4	0.52	0.64	7.0	8.11	0.11	
126	цементно-шлаковый	1200	0.84	0.35	2	4	0.47	0.58	6.16	7.15	0.14	
127	цементно-перлитовый	1000	0.84	0.21	7	12	0.26	0.3	4.64	5.42	0.15	
128	цементно-перлитовый	800	0.84	0.16	7	12	0.21	0.26	3.73	4.51	0.16	
129	гипсоперлитовый	600	0.84	0.14	10	15	0.19	0.23	3.24	3.84	0.17	
130	поризованный гипсоперлитовый	500	0.84	0.12	6	10	0.15	0.19	2.44	2.95	0.43	
131	поризованный гипсоперлитовый	400	0.84	0.09	6	10	0.13	0.15	2.03	2.35	0.53	
II	Конструкционно-теплоизоляционные материалы											
А	Бетоны на природных пористых заполнителях (ГОСТ 25820, ГОСТ 22263)											
132	туфобетон	1800	0.84	0.64	7	10	0.87	0.99	11.38	12.79	0.09	
133	туфобетон	1600	0.84	0.52	7	10	0.7	0.81	9.62	1.91	0.11	
134	туфобетон	1400	0.84	0.41	7	10	0.52	0.58	7.76	8.63	0.11	
135	туфобетон	1200	0.84	0.29	7	10	0.41	0.47	6.38	7.2	0.12	
136	пемзобетон	1600	0.84	0.52	4	6	0.62	0.68	8.54	9.3	0.075	
137	пемзобетон	1400	0.84	0.42	4	6	0.49	0.54	7.1	7.76	0.083	
138	пемзобетон	1200	0.84	0.34	4	6	0.4	0.43	5.94	6.41	0.098	
139	пемзобетон	1000	0.84	0.26	4	6	0.3	0.34	4.69	5.2	0.11	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ⁰ С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
140	пемзобетон	800	0.84	0.19	4	6	0.22	0.26	3.6	4.07	0.12	
141	бетон на вулкани- ческом шлаке	1600	0.84	0.52	7	10	0.64	0.7	9.2	10.1 4	0.075	
142	бетон на вулкани- ческом шлаке	1400	0.84	0.41	7	10	0.52	0.58	7.76	8.63	0.083	
143	бетон на вулкани- ческом шлаке	1200	0.84	0.33	7	10	0.41	0.47	6.38	7.2	0.09	
144	бетон на вулкани- ческом шлаке	1000	0.84	0.24	7	10	0.29	0.35	4.9	5.67	0.098	
145	бетон на вулкани- ческом шлаке	800	0.84	0.20	7	10	0.23	0.29	3.9	4.61	0.11	
Б	Бетоны на искусственных пористых заполнителях (ГОСТ 25820, ГОСТ 9757)											
146	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобе- тон	1800	0.84	0.66	5	10	0.8	0.92	10.5	12.33	0.09	
147	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобе- тон	1600	0.84	0.58	5	10	0.67	0.79	9.06	10.77	0.09	
148	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобе- тон	1400	0.84	0.47	5	10	0.56	0.65	7.75	9.14	0.098	
149	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобе- тон	1200	0.84	0.36	5	10	0.44	0.52	6.36	7.57	0.11	
150	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобе- тон	1000	0.84	0.27	5	10	0.33	0.41	5.03	6.13	0.14	
151	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобе- тон	800	0.84	0.21	5	10	0.24	0.31	33.8 3	4.77	0.19	
152	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобе- тон	600	0.84	0.16	5	10	0.2	0.26	3.03	3.78	0.26	
153	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобе- тон	500	0.84	0.14	5	10	0.17	0.23	2.55	3.25	0.3	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² °С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
154	керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0.84	0.41	4	8	0.52	0.58	6.77	7.72	0.075	
155	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1000	0.84	0.33	4	8	0.41	0.47	5.49	6.35	0.075	
156	керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	800	0.84	0.23	4	8	0.29	0.35	4.13	4.9	0.075	
157	керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0.84	0.28	9	13	0.35	0.41	5.57	6.43	0.15	
158	керамзитобетон на перлитовом песке	800	0.84	0.22	9	13	0.29	0.35	4.54	5.32	0.17	
159	шунгизитобетон	1400	0.84	0.49	4	7	0.56	0.64	7.59	8.6	0.098	
160	шунгизитобетон	1200	0.84	0.36	4	7	0.44	0.5	6.23	7.04	0.11	
161	шунгизитобетон	1000	0.84	0.27	4	7	0.33	0.38	4.92	5.6	0.14	
162	перлитобетон	1200	0.84	0.29	10	15	0.44	0.5	6.96	8.01	0.15	
163	перлитобетон	1000	0.84	0.22	10	15	0.33	0.38	5.5	6.38	0.19	
164	перлитобетон	800	0.84	0.16	10	15	0.27	0.33	4.45	5.32	0.26	
165	перлитобетон	600	0.84	0.12	10	15	0.19	0.23	3.24	3.84	0.3	
166	шлакопемзобетон (термозитобетон)	1800	0.84	0.52	5	8	0.63	0.76	9.32	10.83	0.075	
167	шлакопемзобетон (термозитобетон)	1600	0.84	0.41	5	8	0.52	0.63	7.98	9.29	0.09	
168	шлакопемзобетон (термозитобетон)	1400	0.84	0.35	5	8	0.44	0.52	6.87	7.9	0.098	
169	шлакопемзобетон (термозитобетон)	1200	0.84	0.29	5	8	0.37	0.44	5.83	6.73	0.11	
170	шлакопемзобетон (термозитобетон)	1000	0.84	0.23	5	8	0.31	0.37	4.87	5.63	0.11	
171	шлакопемзопено и шлакопемзогазобетон	1600	0.84	0.47	8	11	0.63	0.7	9.29	10.31	0.09	
172	шлакопемзопено - и шлакопемзогазобетон	1400	0.84	0.35	8	11	0.52	0.58	7.9	8.78	0.098	
173	шлакопемзопено - и шлакопемзогазобетон	1200	0.84	0.29	8	11	0.41	0.47	6.49	7.31	0.11	
174	шлакопемзопено - и шлакопемзогазобетон	1000	0.84	0.23	8	11	0.35	0.41	5.48	6.24	0.11	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² °С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
175	шлакопемзопено и шлакопемзогазобетон	800	0.84	0.17	8	11	0.29	0.35	4.46	5.15	0.13	
176	бетон на доменных гранулированных шлаках	1800	0.84	0.58	5	8	0.7	0.81	9.82	11.18	0.083	
177	бетон на доменных гранулированных шлаках	1600	0.84	0.47	5	8	0.58	0.64	8.43	9.37	0.09	
178	бетон на доменных гранулированных шлаках	1400	0.84	0.41	5	8	0.52	0.58	7.46	8.34	0.098	
179	бетон на доменных гранулированных шлаках	1200	0.84	0.35	5	8	0.47	0.52	6.57	7.31	0.11	
180	аглоперлитобетон и бетоны на топ- ливных (котельных) шлаках	1800	0.84	0.7	5	8	0.85	0.93	10.82	11.98	0.075	
181	аглоперлитобетон и бетоны на топ- ливных (котельных) шлаках	1600	0.84	0.58	5	8	0.72	0.78	9.39	10.34	0.083	
182	аглоперлитобетон и бетоны на топ- ливных (котельных) шлаках	1400	0.84	0.47	5	8	0.59	0.65	7.92	8.83	0.09	
183	аглоперлитобетон и бетоны на топ- ливных (котельных) шлаках	1200	0.84	0.35	5	8	0.48	0.54	6.64	7.45	0.11	
184	аглоперлитобетон и бетоны на топ- ливных (котельных) шлаках	1000	0.84	0.29	5	8	0.38	0.44	5.39	6.14	0.14	
185	бетон на зольном гравии	1400	0.84	0.47	5	8	0.52	0.58	7.46	8.34	0.09	
186	бетон на зольном гравии	1200	0.84	0.35	5	8	0.41	0.47	6.14	6.95	0.11	
187	бетон на зольном гравии	1000	0.84	0.24	5	8	0.3	0.35	43.79	5.48	0.12	
188	вермикулитобетон	800	0.84	0.21	8	13	0.23	0.26	3.97	4.58	-	
189	вермикулитобетон	600	0.84	0.14	8	13	0.16	0.17	2.87	3.21	0.15	
190	вермикулитобетон	400	0.84	0.09	8	13	0.11	0.13	1.94	2.29	0.19	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоемкость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент теплопроводности, Вт/(м ⁰ С)	массового отношения влаги в материале, %		теплопроводности, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² °С)		паропроницаемости, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
191	вермикулитобетон	300	0.84	0.08	8	13	0.09	0.11	1.52	1.83	0.23	
В	Бетоны ячеистые (ГОСТ 25485, ГОСТ 5742)											
192	полистиролбетон	600	1.06	0.145	4	8	0.175	0.2	3.07	3.49	0.068	
193	полистиролбетон	500	1.06	0.125	4	8	0.14	0.16	2.5	2.85	0.075	
194	полистиролбетон	400	1.06	0.105	4	8	0.12	0.135	2.07	2.34	0.085	
195	полистиролбетон	300	1.06	0.085	4	8	0.09	0.11	1.55	1.83	0.10	
196	полистиролбетон	200	1.06	0.065	4	8	0.07	0.08	1.12	1.28	0.12	
197	полистиролбетон	150	1.06	0.055	4	8	0.057	0.06	0.87	0.96	0.135	
198	газо- и пенобетон, газосиликат	1000	0.84	0.29	10	15	0.41	0.47	6.13	7.09	0.11	
199	газо- и пенобетон, газосиликат	800	0.84	0.21	10	15	0.33	0.37	4.92	5.63	0.14	
200	газо- и пенобетон, газосиликат	600	0.84	0.14	8	12	0.22	0.26	3.36	3.91	0.17	
201	газо- и пенобетон, газосиликат	400	0.84	0.11	8	12	0.14	0.15	2.19	2.42	0.23	
202	газо- и пенобетон, газосиликат	300	0.84	0.08	8	12	0.11	0.13	1.68	1.95	0.26	
203	газо- и пенозолобетон	1200	0.84	0.29	15	22	0.52	0.58	8.17	9.46	0.075	
204	газо- и пенозолобетон	1000	0.84	0.23	15	22	0.44	0.5	6.86	8.01	0.098	
205	газо- и пенозолобетон	800	0.84	0.17	15	22	0.35	0.41	5.48	6.49	0.12	
Г	Кирпичная кладка из сплошного кирпича											
206	глиняного обыкновенного (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1800	0.88	0.56	1	2	0.7	0.81	9.2	10.12	0.11	
207	глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе	1700	0.88	0.52	1.5	3	0.64	0.76	8.64	9.7	0.12	
208	глиняного обыкновенного на цементно-перлитовом растворе	1600	0.88	0.47	2	4	0.58	0.7	8.08	9.23	0.15	
209	силикатного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1800	0.88	0.7	2	4	0.76	0.87	9.77	10.9	0.11	
210	трепельного (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1200	0.88	0.35	2	4	0.47	0.52	6.26	6.49	0.19	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² °С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
211	трепельного (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1000	0.88	0.29	2	4	0.41	0.47	5.35	5.96	0.23	
212	шлакового на цементно-песчаном растворе	1500	0.88	0.52	1.5	3	0.64	0.7	8.12	8.76	0.11	
Д	Кирпичная кладка из пустотного кирпича											
213	керамического пустотного плотностью 1400кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1600	0.88	0.47	1	2	0.58	0.64	7.91	8.48	0.14	
214	керамического пустотного плотностью 1300кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1400	0.88	0.41	1	2	0.52	0.58	7.01	7.56	0.16	
215	керамического пустотного плотностью 1000кг/м ³ (брутто) (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе	1200	0.88	0.35	1	2	0.47	0.52	6.16	6.62	0.17	
216	силикатного одиннадцатипустотного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1500	0.88	0.64	2	4	0.7	0.81	8.59	9.63	0.13	
217	силикатного четырнадцатипустотного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе	1400	0.88	0.52	2	4	0.64	0.76	7.93	9.01	0.14	
Е	Дерево и изделия из него											
218	сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486, ГОСТ 9463)	500	2.3	0.09	15	20	0.14	0.18	3.87	4.54	0.06	
219	сосна и ель вдоль волокон	500	2.3	0.18	15	20	0.29	0.35	5.56	6.33	0.32	
220	дуб поперек волокон (ГОСТ 9462, ГОСТ 2695)	700	2.3	0.1	10	15	0.18	0.23	5.0	5.86	0.05	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² °С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
221	дуб вдоль волокон	700	2.3	0.23	10	15	0.35	0.41	6.9	7.83	0.3	
222	фанера клееная (ГОСТ 8673)	600	2.3	0.12	10	13	0.15	0.18	4.22	4.73	0.02	
223	картон облицовоч- ный (ГОСТ 8740)	1000	2.3	0.18	5	10	0.21	0.23	6.2	6.75	0.06	
224	картон строитель- ный многослойный	650	2.3	0.13	6	12	0.15	0.18	4.26	4.89	0.083	
III	Конструкционные материалы											
A	Бетоны (ГОСТ 7474, ГОСТ 25192) и растворы (ГОСТ 28013)											
225	железобетон (ГОСТ 26633)	2500	0.84	1.69	2	3	1.92	2.04	17.98	18.95	0.03	
226	бетон на гравии или щебне из природно- го камня (ГОСТ 26633)	2400	0.84	1.51	2	3	1.74	1.86	16.77	17.88	0.03	
227	раствор цементно- песчаный	1800	0.84	0.58	2	4	0.76	0.93	9.6	11.09	0.09	
228	раствор сложный (песок, известь, це- мент)	1700	0.84	0.52	2	4	0.7	0.87	8.95	10.42	0.098	
229	раствор известково- песчаный	1600	0.84	0.47	2	4	0.7	0.81	8.69	9.76	0.12	
B	Облицовка природным камнем (ГОСТ 9480)											
230	гранит, гнейс и ба- залт	2800	0.88	3.49	0	0	3.49	3.49	25.04	25.04	0.008	
231	мрамор	2800	0.88	2.91	0	0	2.91	2.91	22.86	22.86	0.008	
232	известняк	2000	0.88	0.93	2	3	1.16	1.28	12.77	13.7	0.06	
233	известняк	1800	0.88	0.7	2	3	0.93	1.05	10.85	11.77	0.075	
234	известняк	1600	0.88	0.58	2	3	0.73	0.81	9.06	9.75	0.09	
235	известняк	1400	0.88	0.49	2	3	0.56	0.58	7.42	7.72	0.11	
236	туф	2000	0.88	0.76	3	5	0.93	1.05	11.68	12.92	0.075	
237	туф	1800	0.88	0.56	3	5	0.7	0.81	9.61	10.76	0.083	
238	туф	1600	0.88	0.41	3	5	0.52	0.64	7.81	9.02	0.09	
239	туф	1400	0.88	0.33	3	5	0.43	0.52	6.64	7.6	0.098	
240	туф	1200	0.88	0.27	3	5	0.35	0.41	5.55	6.25	0.11	
241	туф	1000	0.88	0.21	3	5	0.24	0.29	4.2	4.8	0.11	
B	Материалы кровельные, гидроизоляционные, облицовочные и рулонные покрытия для полов (ГОСТ 30547)											
242	листы асбестоце- ментные плоские (ГОСТ 18124)	1800	0.84	0.35	2	3	0.47	0.52	7.55	8.12	0.03	

Продолжение прил. 7

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ⁰ С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
243	листы асбестоце- ментные плоские (ГОСТ 18124)	1600	0.84	0.23	2	3	0.35	0.41	6.14	6.8	0.03	
244	битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617, ГОСТ 9548)	1400	1.68	0.27	0	0	0.27	0.27	6.8	6.8	0.008	
245	битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617, ГОСТ 9548)	1200	1.68	0.22	0	0	0.22	0.22	5.69	5.69	0.008	
246	битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617, ГОСТ 9548)	1000	1.68	0.17	0	0	0.17	0.17	4.56	4.56	0.008	
247	асфальтобетон (ГОСТ 9128)	2100	1.68	1.05	0	0	1.05	1.05	16.43	16.43	0.008	
248	рубероид (ГОСТ 10923), пергамин (ГОСТ 2697), толь	600	1.68	0.17	0	0	0.17	0.17	3.53	3.53	-	
249	линолеум поливи- нилхлоридный на теплоизолирующей подоснове (ГОСТ 18108)	1800	1.47	0.38	0	0	0.38	0.38	8.56	8.56	0.002	
250	линолеум поливи- нилхлоридный на теплоизолирующей подоснове (ГОСТ 18108)	1600	1.47	0.33	0	0	0.33	0.33	7.52	7.52	0.002	
251	линолеум поливи- нилхлоридный на тканевой основе (ГОСТ 7251)	1800	1.47	0.35	0	0	0.35	0.35	8.22	8.22	0.002	
252	линолеум поливи- нилхлоридный на тканевой основе (ГОСТ 7251)	1600	1.47	0.29	0	0	0.29	0.29	7.05	7.05	0.002	
253	линолеум поливи- нилхлоридный на тканевой основе (ГОСТ 7251)	1400	1.47	0.23	0	0	0.23	0.23	5.87	5.87	0.002	

№ п/п	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02)							
		плотность, кг/м ³	удельная теплоем- кость, кДж/(кг ⁰ С)	коэффициент тепло- проводности, Вт/ (м ⁰ С)	массового отно- шения влаги в ма- териале, %		теплопроводно- сти, Вт/(м ⁰ С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч), Вт/(м ² ⁰ С)		паропроницаемо- сти, мг/(мчПа)	
					А	Б	А	Б	А	Б		А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Г	Металлы и стекло											
254	Сталь стержневая арматурная (ГОСТ 10884, ГОСТ 5781)	7850	0.482	58	0	0	58	58	126.5	126.5	0	
255	чугун (ГОСТ 9583)	7200	0.482	50	0	0	50	50	112.5	112.5	0	
256	алюминий (ГОСТ 22233, ГОСТ 24767)	2600	0.84	221	0	0	221	221	187.6	187.6	0	
257	медь (ГОСТ 931, ГОСТ 15527)	8500	0.42	407	0	0	407	407	326	326	0	
258	стекло оконное (ГОСТ 111)	2500	0.84	0.76	0	0	0.76	0.76	10.79	10.79	0	

Примечания:

1. Характеристики материалов в сухом состоянии приведены при массовом отношении влаги в материале.

2. Значения коэффициента теплопроводности материала в сухом состоянии приняты по действующим нормативным документам.

Значения коэффициента теплопроводности материала при условиях эксплуатации А или Б рассчитаны на основании лабораторных испытаний по методике, приведенной в приложении Е [3].

Учебное издание

Драпалюк Дмитрий Александрович

**МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЖИЛОГО ФОНДА
И ЕГО ФИЗИЧЕСКИЙ ИЗНОС,
ПРОВЕДЕНИЕ ОБСЛЕДОВАНИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
И КОНСТРУКЦИЙ**

*Учебно-методическое пособие
для студентов 1-2-го курсов, обучающихся
в магистратуре направления подготовки 270100 «Строительство»
по программе "Технический контроль и надзор в строительстве"*

Отпечатано в авторской редакции

Подписано в печать 27.11. 2013. Формат 60x84 1/16 . Уч.-изд. л. 5,4.
Усл.-печ. л.5,5. Бумага писчая. Тираж 80 экз. Заказ №562.

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства учебной литературы
и учебно-методических пособий Воронежского ГАСУ
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84