

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
расчетно-графической работы
по дисциплине «Физика среды и ограждающих конструкций»
Направление подготовки 08.03.01 Строительство
Направленность (профиль) Городское строительство и хозяйство
Квалификация выпускника - Бакалавр

Методические указания по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Физика среды и ограждающих конструкций» рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Строительство» (протокол № ___ от «___» _____ 2020 г.).

Зав.кафедрой «Строительство» _____ Щитов Д.В.

Содержание

1 Введение	4
2 Цель, задачи и реализуемые компетенции	4
3 Формулировка задания и его объем	4
4 Общие требования к написанию и оформлению работы	4
5 Рекомендации по выполнению задания	5
6 План-график выполнения задания	15
7 Критерии оценивания работы	15
8 Порядок защиты работы	15
9 Список рекомендуемой литературы	15

1. Введение

Методические указания по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Физика среды и ограждающих конструкций» предназначены для бакалавров заочной формы обучения.

Расчетно-графическая работа по дисциплине «Физика среды и ограждающих конструкций» является составной частью предмета «Физика среды и ограждающих конструкций».

2Цель, задачи и реализуемые компетенции

Цель расчетно-графической работы – оценка стоимости объекта недвижимости.

В задачи расчетно-графической работы входят:

- закрепление теоретических знаний по предмету;
- приобретение практических навыков расчета стоимости различных объектов;
- применение знаний и навыков в процессе осуществление оценочной деятельности.

Реализуемые компетенции:

Формулировка:

Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения
--

3Формулировка задания и его объем

Выполнить оценку объекта недвижимости в соответствии с заданием преподавателя. Объем расчетно-графической работы 25-30 листов.

4Структура работы

При составлении содержания расчетно-графической работы, изложении материала требуется соблюдать определенную последовательность. Структура расчетно-графической работы составляется аналогично примеру расчетно-графической работы.

5Общие требования к написанию и оформлению работы

Данные методические указания содержат методические советы по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Физика среды и ограждающих конструкций».

Под комфортностью архитектурной среды понимаются благоприятные условия (многие факторы и их сочетание), созданные в

первую очередь для человека: свет и цвет, обоняние и дыхание, температура, влажность и скорость воздушных потоков, безопасность, гигиеничность, акустика, зрительское восприятие и видимость, акустический режим и др. Среди этих факторов температурно-влажностный, световой, воздухообменный и акустический относятся к числу важнейших.

Обеспечение комфортных условий в среде обитания человека тесно связано с экономным подходом к топливно-энергетическим ресурсам, направляемым на содержание зданий и застройки. Расход энергоресурсов только на 1 кв. м. жилого дома в России превышает подобный показатель в Швеции в 3 раза, а в США – в 7,5 раз. Нашу страну отличает разнообразный климат в связи с чем её территория поделена на 4 основных строительно-климатических района и пять районов светового климата.

Наука «Строительная климатология» изучает воздействие климата на здания и застройку населённых мест. Она вооружает специалистов сведениями о климате района строительства, его особенностях и закономерностях, позволяет анализировать архитектурно-строительные решения с позиции климата, т.е. противостоять отрицательному воздействию местного климата, использованию его положительных сторон. В архитектурном проектировании учёт климатической специфики связан с поиском форм расселения, структуры планировки и застройки жилого образования, объёмно-пространственных приёмов композиции зданий и комплексов, предполагаемых режимов эксплуатации зданий, их конструктивных решений, использованием новых строительных материалов, повышающих изоляционно-защитные качества ограждающих конструкций.

Наука «Строительная теплотехника» изучает вопросы защиты помещений от сложных климатических воздействий, таких как резкое переохлаждение или перегрев, увлажнение, промерзание и оттаивание, паропроницаемость и воздухопроницаемость..

Наука «Строительная акустика» изучает вопросы снижения шума в зданиях, расчёта звукоизоляции ограждающих конструкций, обеспечения оптимальных условий слухового восприятия, акустического проектирования зальных помещений с естественной акустикой и оборудованных электроакустическими системами.

Наука «Строительная светотехника» изучает условия освещённости территории застройки, зданий и помещений, рабочих мест в помещениях..

Методика сбора информации для выполнения расчетно-графической работы

Важное условие подготовки к выполнению расчетно-графической работы – сбор информации. Теоретический материал набирается из специализированной экономической литературы, также источниками могут служить законодательные и нормативные акты, стандарты, методические рекомендации и инструкции, справочники, статистические данные, материалы риэлтерских агентств, и др. Основным источником информации для прикладных исследований являются данные оцениваемого объекта

(документы о собственности, план, технический паспорт, проектно-сметная документация, заключения экспертизы, финансовая отчетность и др.).

В целом информационный массив можно разделить на внешнюю и внутреннюю информацию. К внешней относится экономические показатели (темпы экономического роста, уровень инфляции, инвестиционный климат, процентные ставки, курсы валют и прочее), политические и социальные факторы (стабильность ситуации, достоверность прогнозов), анализ конъюнктуры региона, отрасли, рынка недвижимости (общее состояние, динамика цен, затраты на воспроизводство/замещение объектов, прогнозы и др.), прочая информация. Внутренняя информация отражает результаты осмотра объекта, изучения его технической документации, основные показатели его состояния, расчетно-аналитические и прогнозные данные, прочее.

Оформление РГР

Расчетно-графическая работа выполняется на стандартных листах бумаги формата А4. Объем основного текста – 25-30 страниц. Листы должны быть пронумерованы. Нумерация сквозная, начиная с титульного листа до приложений. Номера проставляются в правом нижнем углу с листа «Содержание». Работа печатается на одной стороне листа с соблюдением 1,5 интервала, шрифт Times New Roman 14. Поля: левое – 30 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, правое – 15 мм.

Все структурные элементы (введение, разделы, заключение, список использованной литературы, приложения) начинаются с новой страницы (кроме подразделов внутри разделов), названия располагаются по центру и печатаются заглавными буквами. Разделы имеют сквозную нумерацию. Подразделы печатаются с заглавной буквы, нумеруются двумя цифрами – номер раздела и порядковый номер, разделенные точкой. В конце заглавий точка не ставится. Интервал между названиями и текстом, параграфами составляет 1 строку.

Графический материал подписывается внизу по центру, имеет сквозную нумерацию. Пример:

Рисунок 1 - План земельного участка

Таблицы подписываются посередине: пишется слово Таблица с порядковым номером, ставится тире, с заглавной буквы подписывается название. Пример:

Таблица 1- Расчет уровня износа объекта

В таблицах соблюдается 1 интервал, шрифт Times New Roman 12-14.

Формулы располагаются по центру, нумеруются в сквозном порядке, пишутся с расшифровкой условных обозначений. Пример:

$$C = \text{ЧОД}/R, \quad (1)$$

где С – стоимость объекта;

ЧОД – чистый операционный доход;

R – коэффициент капитализации.

Ссылки на информационные источники могут оформляться в двух вариантах:

а) в квадратных скобках указывается номер источника согласно списка литературы и страница. Например: [15, С.111].

б) построчно автоматически со сквозной нумерацией. Например:

¹ Оценка недвижимости: Учебник/ Под ред. А.Г. Грязновой, М.А. Федотовой. – М.: Финансы и статистика, 2006. – С.45.

Приложения подписываются в правом верхнем углу со сквозной нумерацией. Каждый новый документ является отдельным приложением. Количество приложений не ограничено, но должно быть в разумных пределах. Пример:

Приложение 1

Список литературы может включать различные источники (минимально 15). Общая последовательность источников:

- законодательные и нормативные акты (Конституция РФ, Кодексы, Федеральные законы, указы Президента РФ, постановления Правительства РФ, федеральные программы, региональные законы, указы, постановления, местные законы и распоряжения, инструкции, методические рекомендации, стандарты);

- учебная и научная литература, материалы периодических изданий в алфавитном порядке;

- Интернет-сайты.

Расчетно-графическая работа подшивается в папку. Порядок представления материалов: титульный лист, задание, содержание, введение, разделы, заключение, список использованных источников, приложения.

Теоретический материал для написания расчетно-графической работы

Оценка стоимости объекта недвижимости проводится в рамках трех подходов: доходного, сравнительного и затратного. В данной работе на основе этих подходов применялись следующие методы: метод дисконтирования денежных потоков, метод сравнения продаж, метод количественного обследования (сметного расчета).

РАЗРАБОТКА КЛИМАТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

Цель работы: Разработка климатического паспорта района строительства.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ

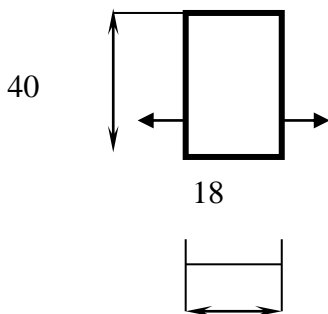
Шифр на настоящую работу и все последующие имеет вид ряда цифр, заключенных в квадраты (10x10мм.). каждая из цифр расшифровывается в соответствии с исходными данными (приложение А).

Исходные данные

Шифр:

1	5	1
---	---	---

1. Район строительства г. Москва
2. Вид жилого дома



3. Промышленное здание

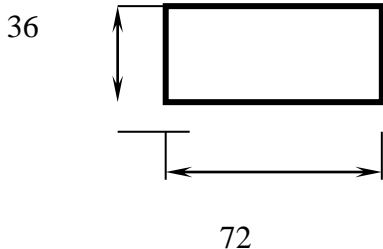


Рис. 1. Пример оформления исходных данных (см. шифр)

1. В верхней части листа написать выделенным шрифтом «Климатический паспорт для г. (ваш город)» в соответствии (СНиП 23-01.99 Строительная климатология и геофизика).

2. В верхнем левом углу разместить исходные данные с показом шифра и расшифровкой цифр (рис.1).

3. Описать каждую из климатических характеристик: температуру воздуха, влажность воздуха, перемещения воздуха, солнечной радиации.

4. В нижнем правом углу необходимо написать:

Разработал ст. гр. _____

Руководитель _____

5. На листе вычертить стандартную рамку. Штамп показывать не следует.

Описание климатических характеристик

1. Данные о температуре воздуха (4, табл. 1, 2, 3)

- средняя по месяцам –
- средняя за год –
- наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,92 –
- то же, обеспеченностью 0,98 –
- абсолютная минимальная –
- абсолютная максимальная –
- средняя максимальная наиболее жаркого месяца –
- средняя температура для периода –

- средняя температура наиболее холодного периода –
- продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха, меньшей или равной 8°C –
- средняя и максимальная амплитуды колебаний температуры воздуха за январь и июль –

2. Влажность и осадки (4, табл. 1, 2)

- средняя относительная влажность воздуха в 15 ч., %, наиболее холодного месяца –
- то же наиболее жаркого месяца –
- количество осадков за год –
- то же за сутки –
- максимальное количество осадков –

3. Перемещение воздуха (4, табл. 1, 2)

Перемещение воздуха характеризуется повторяемостью направлений ветра и его скоростью. Данные в (4) приведены в табличной форме для наиболее жаркого (июля) и наиболее холодного (января) месяца.

По господствующему направлению ветра в летний период определяют взаимное расположение селитебной и промышленной зон с таким расчетом, чтобы господствующие ветры дули от селитебной зоны на промышленную. Кроме того, городские улицы следует размещать так, чтобы господствующие ветры хорошо их проветривали (рис. 2).

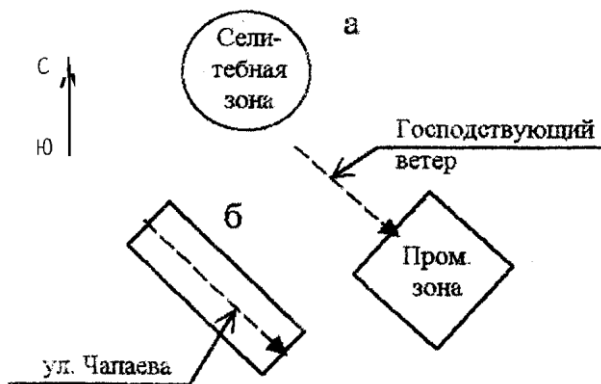


Рис. 2. Пример а – расположения селитебной и промышленной зон;

б – ориентация городской улицы

По преобладающему направлению ветра в зимний период ориентируют жилые здания таким образом, чтобы господствующие ветры дули в защищенную часть здания, т.е. торцы, глухие стены, вспомогательные помещения, коммуникации и др. В вашем здании наиболее уязвимая часть здания показана стрелочкой. Поэтому жилое здание следует так размещать, чтобы господствующие ветры, по мере возможности, не обдували уязвимый фасад (рис.3).

По совмещенным данным обеих таблиц определяем взаимное размещение жилой и селитебной зон, ориентацию здания и ориентацию городских магистралей (рис. 4).



Рис. 3. Пример расположения здания

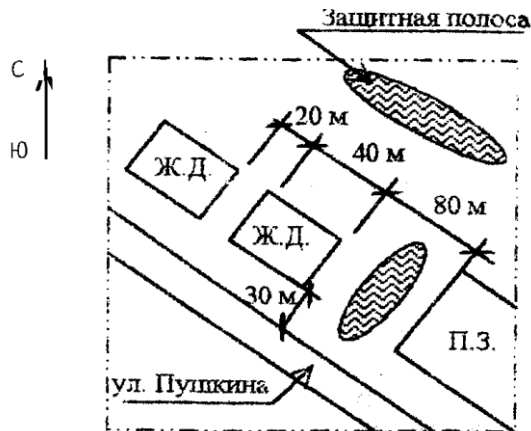


Рис. 4. Пример окончательной планировки

Из таблицы 2 СНиПа 23.01 – 99 (Строительная климатология и геофизика) определяем направление господствующего ветра за июнь – август: Север. Отсюда определяем взаимное расположение селитебной и промышленной зон и оптимальное направление расположения улицы для ее лучшего проветривания, (см. генплан).

Из таблицы 1 СНиПа 23.01 – 99 находим направление господствующего ветра за декабрь – февраль: Восток. В соответствии с этим направлением ветра производим ориентацию проектируемого здания таким образом, чтобы господствующие ветры дули в защищенную часть здания.

По совмещенным данным обеих таблиц определяем взаимное размещение селитебной и промышленной зон, ориентацию проектируемого здания и городских магистралей.

4. Солнечная радиация

Данные по солнечной радиации следует представить в виде таблиц и общего графика. На графике должны быть отражены показатели, характеризующие солнечную радиацию (прямую и рассеянную), поступающую на горизонтальную и вертикальную плоскости (4, табл. 5).

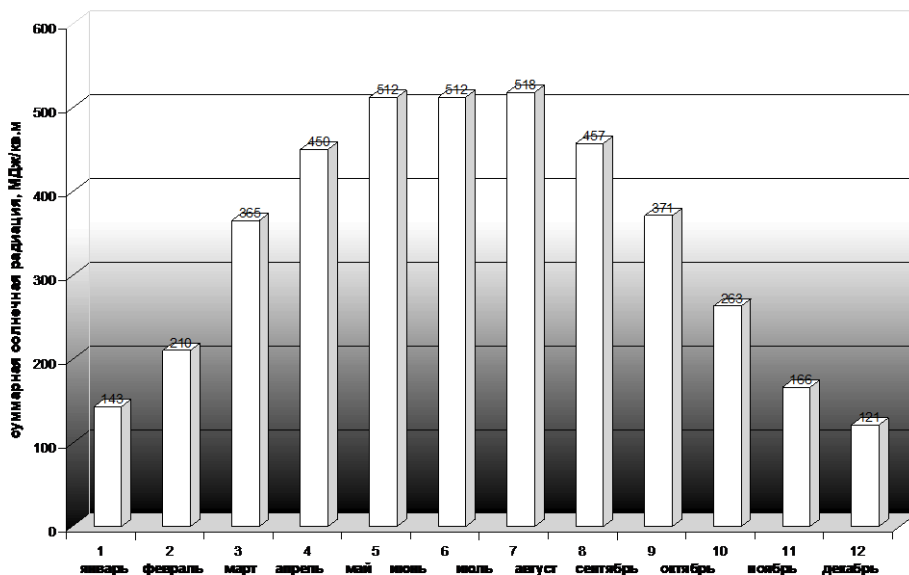
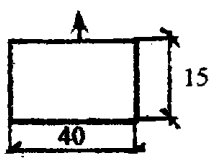
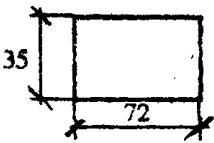
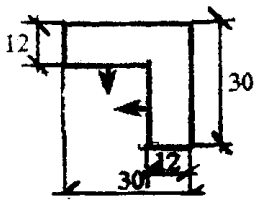
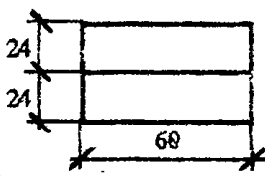
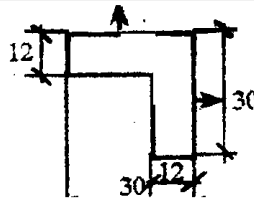
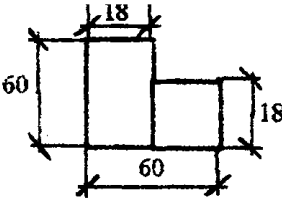
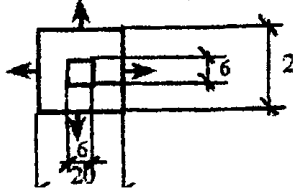
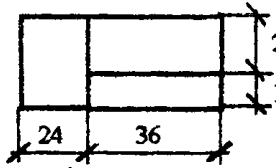
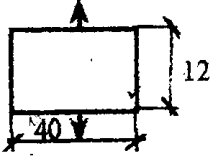
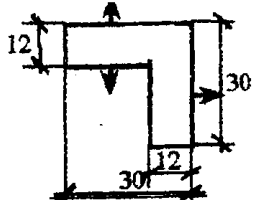


Рис. 5. Суммарная солнечная радиация (прямая и рассеянная) на вертикальную поверхность при безоблачном небе, МДж/м²

ПРИЛОЖЕНИЕ

Шифр	Наименование	Шифр	Наименование
1	Москва	25	Волгоград
2	Смоленск	26	Чита
3	Владимир	27	Магадан
4	Тула	28	Хабаровск
5	Рязань	29	Мурманск
6	Свердловск	30	Архангельск
7	Пермь	31	Владивосток
8	Челябинск	32	Калининград
9	Новосибирск	33	Псков
10	Кемерово	34	Новгород
11	Красноярск	35	Тверь
12	Хабаровск	36	Ярославль
13	Брянск	37	Иваново
14	Курск	38	Петербург
15	Орел	39	Вологда
16	Белгород	40	Кострома
17	Воронеж	41	Киров
18	Липецк	42	Ростов
19	Тамбов	43	Астрахань
20	Пенза	44	Ставрополь
21	Самара	45	Ст. Оскол
22	Ульяновск		
23	Оренбург		

24	Саратов		
----	---------	--	--

Жилое здание		Промышленное здание	
Шифр	Схема здания	Шифр	Схема здания
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5			
6			

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

Значительное повышение требований к уровню теплозащиты зданий, согласно новым изменениям к СНиП П-3-79* «Стропильная теплотехника» приводит к необходимости широкого использования в однослойных ограждающих конструкциях легких и ячеистых бетонов с низкой плотностью от 400 до 1000 кг/м³, а в многослойных ограждениях - эффективных утеплителей из пенопласта и минеральной ваты и других современных утеплителей. Для большей части территории России проектирование конструкций наружных стен жилых, общественных и других зданий из обыкновенного кирпича становятся не-целесообразным, т.к. это приводит к чрезмерно большой толщине ограждения. В этом случае рационально принять стену из облегченной кладки или из обыкновенного кирпича со сверхлегким утеплителем, размещенным снаружи или внутри ограждений.

Теплотехнический расчет проводится для всех наружных ограждений для холодного периода года с учетом района строительства, условий эксплуатации, назначения здания и санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к ограждающим конструкциям и помещению, из условия, что температура на внутренней поверхности $t_{в}, ^\circ\text{C}$, должна быть выше температуры точки росы $t_{р}, ^\circ\text{C}$, но не менее чем на 2-3 $^\circ\text{C}$. Теплотехнический расчет внутренних ограждающих конструкций (стен, перегородок, перекрытий) проводится при условии, если разность температур воздуха в помещениях более 3 $^\circ\text{C}$.

1.1. Исходные данные и расчетные параметры внутреннего и наружного воздуха

В качестве исходных данных для выполнения теплотехнического расчета, определения теплозащитных свойств ограждающих конструкций принимаются термодинамические параметры внутреннего и наружного воздуха и

теплофизические характеристики строительных материалов ограждений. Район строительства характеризуется расчетными параметрами наружного воздуха для холодного и теплого периодов года, которые представлены в [3, табл. 1].

В холодный период ($t_H < 8^\circ\text{C}$) в качестве исходных данных принимают: расчетную зимнюю температуру наружного воздуха наиболее холодной пятидневки $t_{хп}, ^\circ\text{C}$, наиболее холодных суток $t_{хс}, ^\circ\text{C}$, и абсолютно минимальную $t_{н.мин}, ^\circ\text{C}$, с коэффициентами обеспеченности 0,92 или 0,98; среднюю температуру отопительного периода $t_{оп}, ^\circ\text{C}$; продолжительность отопительного периода $Z_{оп}, \text{сут}$; максимальную среднюю скорость ветра за январь $v_{хп}, \text{м/с}$; относительную влажность наружного воздуха, %, [4, табл. 1] (см. прил. 1).

В теплый период ($t_H > 8^\circ\text{C}$) в качестве исходных данных используют: минимальную из средних скоростей ветра за теплый период (июль) $v_{тп}, \text{м/с}$; среднюю летнюю температуру за июль $t_{пл}, ^\circ\text{C}$; максимальное значение суммарной солнечной радиации, прямой и рассеянной, $I_{\max}, \text{Вт/м}^2$; среднее значение суммарной солнечной радиации, прямой и рассеянной, $I_{ср}, \text{Вт/м}^2$; максимальную амплитуду суточных колебаний температуры наружного воздуха за июль $A_{тн}, ^\circ\text{C}$.

При выполнении теплотехнического расчета ограждений важно учитывать назначение и условия эксплуатации помещения, которые определяются температурой $t_B, ^\circ\text{C}$, и относительной влажностью $\phi_B, \%$, внутреннего воздуха, значения которых регламентируются санитарными нормами, строительными нормами и правилами, а также ГОСТ 12 1 005-76 (табл. 1).

Известно, что строительные материалы являются капиллярно-пористыми телами и интенсивно поглощают влагу из окружающей среды. следовательно, теплофизические характеристики материалов при расчетах строительных ограждений (расчетные коэффициенты теплопроводности $\lambda, \text{Вт/(м}^\circ\text{C)}$, и теплоусвоения $S, \text{Вт/(м}^2^\circ\text{C)}$), следует принимать с учетом зоны влажности и влажностного режима помещения. Зона влажности района застройки может быть

сухая, нормальная и влажная и определяется по схематической карте территории РФ [4, прил.1*]. Влажностный режим помещения бывает сухой, нормальный, влажный и мокрый. Для холодного периода в жилых зданиях принимается режим нормальный, для других помещений он выбирается в зависимости от ϕ_v , %, [4, табл. 1], (табл.2).

С учетом зоны влажности и влажностного режима помещения выбирают условия эксплуатации (А или Б) (табл. 3)

Исходя из условий эксплуатации А и Б для материалов ограждающих конструкций значения коэффициентов теплопроводности и теплоусвоения λ и S выбираются по [4, прил.3*].

Все теплофизические характеристики материала конструкций наружных ограждений удобно свести в табл.4.

1.2. Расчет толщины утепляющего слоя однородной однослойной и многослойной ограждающей конструкции.

Используемые в настоящее время в практике строительства однослойные и многослойные ограждающие конструкции (стена, покрытие, перекрытие) состоят из однородных и неоднородных слоев.

Методика выполнения теплотехнического расчета однослойной и многослойной ограждающей конструкции стены, состоящей из однослойной и многослойной конструкции покрытия. состоит в определении толщины слоя утеплителя $\delta_{ут}$, м..

При выполнении теплотехнического расчета для зимних условий прежде всего необходимо убедиться, что конструктивное решение проектируемого ограждения позволяет обеспечить необходимые санитарно-гигиенические и комфортные условия микроклимата. Для этого требуемое сопротивление теплопередаче, $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, определяют по формуле

$$R_o^{mp} = \frac{(t_e - t_n)n}{\Delta t^n \cdot \alpha_e} \quad (3.1)$$

где :

- t_B - расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая по нормам проектирования соответствующих зданий ГОСТ 12.1.005-88;
- t_H - расчетная зимняя температура, °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [3, табл. 1];
- n - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по [4, табл. 3*] (табл. 7);
- Δt^H - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, [4, табл.2*] (табл.5);

$\alpha_{в}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, Вт/(м² °С), [4, табл. 4*] (табл. 6);

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП), °С-сут, следует определять по формуле:

$$ГСОП = (t_g - t_{он}) \cdot z_{от} \quad (3.2)$$

где $z_{от}$ -продолжительность отопительного периода в сутках, [3 табл.1];

$t_{он}$ - средняя температура отопительного периода, °С , [3. табл.1].

Расчетные значения сопротивлений теплопередаче R_0 , (м²°С)/Вт, однослойной или многослойной ограждающей конструкции определяют соответственно из уравнений (3.3) и (3.4)

$$R_o = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_{l(yt)}}{\lambda_{l(yt)}} + \frac{1}{\alpha_n} \quad \text{для однослойной конструкции (рис.1a)} \quad (3.3)$$

$$R_o = \frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{1}{\alpha_n} \quad (3.4)$$

для многослойной конструкции (рис. 1б)

где δ_i – толщина отдельных слоев ограждающей конструкции, м;

δ_{yt} – толщина укрепляющего слоя, м;

λ_i – коэффициент теплопроводности отдельных слоев ограждающей конструкции, Вт/(м °С) [4, прил. 3*] (прил. 2)

λ_{yt} – коэффициент теплопроводности утепляющего слоя, Вт/(м °С), [4, прил. 3'] (прил. 2)

α_n – коэффициент теплопередачи наружной поверхности ограждения, Вт/(м °С), принимаемый по [4, табл. 6*], (табл. 8).

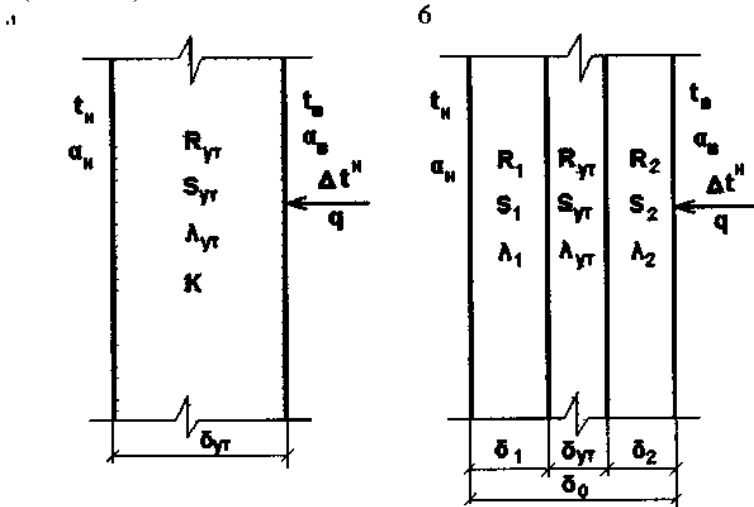


Рис.1 Ограждающая конструкция а)- однослойная; б) - многослойная

Определяется приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, соответствующее высоким теплозащитным свойствам $R_{0,эн}^{mp}$, (м² °С)/Вт, по таблицам 1а* (первый этап) или 1б* (второй этап) [4], (табл. 9 и 10), в зависимости от полученного значения ГСОП и типа здания или помещения.

Сравниваем R_0^{TP} и $R_{0.эн}^{TP}$:

если $R_0^{TP} > R_{0.эн}^{TP}$ - для дальнейших расчетов принимают R_0^{TP} ;

если $R_{0.эн}^{TP} > R_0^{TP}$ - для расчетов принимают $R_{0.эн}^{TP}$.

Приравнивая правую часть уравнения (3.4) к выбранной величине R_0^{TP} или $R_{0.эн}^{TP}$, получим выражение для определения предварительной толщины слоя утеплителя $\delta_{ут}$, м:

$$\delta_{ym} = \left[R_{0.эн}^{mp} - \left(\frac{1}{\alpha_e} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right] \lambda_{ym} \quad (3.5)$$

Для панельных стен сопротивление теплопередаче, найденное по формулам (3.3) и (3.4), допускается умножать на коэффициент теплотехнической однородности g , принимаемый по (табл. 11).

Вычисленное значение $\delta_{ут}$ должно быть скорректировано в соответствии с требованиями, унификации конструкции ограждений.

Толщина наружных стен из кирпичной кладки может приниматься 0,38; 0,51; 0,64; 0,77 м, а из стеновых панелей - 0,20; 0,25; 0,30; 0,40 м.

После выбора общей толщины конструкции δ_0 м, и толщины утеплителя $\delta_{ут}$ м, уточняется фактическое общее сопротивление теплопередаче R_0^ϕ , ($m^2 \cdot ^\circ C$) /Вт, для всех слоев ограждения по формуле

$$R_0^\phi = \frac{1}{\alpha_e} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{1}{\alpha_n} \quad (3.6)$$

и проверяется условие

$$R_0^\phi \geq R_{0.эн}^{mp} \quad (3.7)$$

Если условие (3.7) не выполняется, то чаще всего целесообразен выбор строительного материала с меньшим коэффициентом теплопроводности $\lambda_{ут}$, Вт/(м $^\circ C$).

Коэффициент теплопроводности принятого наружного ограждения стены k , Вт/($m^2 \cdot ^\circ C$), определяется из уравнения

$$k = \frac{1}{R_0^\phi} \quad (3.8)$$

где R_0^ϕ - общее фактическое сопротивление теплопередаче, принимаемое

по уравнению (3.6), $(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})/\text{Вт}$.

Пример 1.

Теплотехнический расчет наружного ограждения стены.

Исходные данные:

1. Ограждающая конструкция жилого здания, состоящая из трех слоев: керамзитобетона $\gamma_1=1000 \text{ кг/м}^3$ толщиной $\delta_1= 0,120 \text{ м}$; слоя утеплителя из пенополистирола $\gamma_{\text{ут}} = 40 \text{ кг/м}^3$; керамзитобетона $\gamma_2= 1000 \text{ кг/м}^3$ толщиной $\delta_2= 0,08 \text{ м}$.

2. Район строительства - г.Пенза.

3. Влажностный режим помещения - нормальный.

4. Расчетная температура внутреннего воздуха $t_{\text{в}} = 18^\circ\text{C}$.

5. Согласно [4, прил.1*], г. Пенза находится в сухой зоне влажности, влажностный режим нормальный, следовательно, рассчитываемая ограждающая конструкция будет эксплуатироваться в условиях А [4, прил.2], (см. табл. 3).

6. Значения теплотехнических характеристик и коэффициентов в формулах: $t_{\text{хп}(0,92)} = -30^\circ\text{C}$ [3, табл. 1]; $t_{\text{он}} = -4,9^\circ\text{C}$ [3, табл.1]; $z_{\text{оп}} = 210 \text{ сут}$. [3, табл. 1]; $t_{\text{в}} = 18^\circ\text{C}$. (табл. 1); $\lambda_1=0,35 \text{ Вт/(м } ^\circ\text{C)}$ [4, прил. 3*]; $\lambda_2=0,35 \text{ Вт/(м } ^\circ\text{C)}$ [4, прил.3*]; $\lambda_{\text{ут}}= 0,041 \text{ Вт/(м } ^\circ\text{C)}$ (4,прил.3*); $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \text{ } ^\circ\text{C)}$.(табл.6); $\Delta t^{\text{н}} = 4^\circ\text{C}$ (табл. 5); $\alpha_{\text{н}}= 23 \text{ Вт/(м}^2 \text{ } ^\circ\text{C)}$ (табл.8); $r=0,7$ (табл.11); $p = 1$ (табл.6);

Решение примера, порядок расчета.

1. Первоначально определяем требуемое сопротивление теплопередаче по формуле (3.1):

$$R_0^{mp} = \frac{n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t^{\text{н}} \alpha_{\text{в}}} = \frac{1(18 + 30)}{4 \cdot 8,7} = 1,38 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

2. По формуле (3.2) рассчитываем градусо-сутки отопительного периода (ГСОП), $^\circ\text{C}$ сут:

$$\text{ГСОП} = (18 + 4,9) \cdot 210 = 4809 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ сут.}$$

3. Величина сопротивления теплопередаче ограждения с учетом энергосбережения $R_{0.энтр}$ ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт, [4, табл. 1а*] равна 1,73.

Коэффициент теплотехнической однородности для трехслойной панели принят по табл. 11 $r = 0,7$.

4. Сравниваем $R_0^{тр} = 1,38$ и $R_{0.энтр} = 1,73$ ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт и принимаем для дальнейших расчетов большее - $R_{0.энтр}$.

5. Определяем предварительную толщину утеплителя из пенополистирола $\delta_{ут}$ по уравнению (3.5):

$$\begin{aligned} \delta_{ym} &= \left[R_o^{мп} * r - \left(\frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_н} \right) \right] \lambda_{ym} = \\ &= \left[1,73 * 0,7 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,120}{0,358} + \frac{0,08}{0,35} + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,041 = 0,02 м \end{aligned}$$

В соответствии с требованиями унификации принимаем общую толщину панели $\delta_0 = 0,25$ м, тогда $\delta_{ут} = 0,05$ м.

6. Уточняем общее фактическое сопротивление теплопередаче R_0^ϕ для всех слоев ограждения по выражению (3.6):

$$\begin{aligned} R_o^\phi &= \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{1}{\alpha_н} = \\ &= \frac{1}{8,7} + \frac{0,120}{0,35} + \frac{0,08}{0,35} + \frac{0,05}{0,041} + \frac{1}{23} = 1,98 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm \end{aligned}$$

Таким образом, условие теплотехнического расчета выполнено, так как $R_0^\phi > R_{0.энтр}$ ($1,98 > 1,75$).

7. Коэффициент теплопередачи для данной ограждающей конструкции определяем по уравнению (3.8):

$$k = \frac{1}{R_0^\phi} = \frac{1}{1,98} = 0,51 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm$$

1.3. Расчет толщины утепляющего слоя неоднородной однослойной и многослойной ограждающей конструкции.

Однородность слоя материала применяемых в современной практике однослойных и многослойных строительных ограждений (стен, покрытий, перекрытий) нарушается теплоизоляционными или теплопроводными включениями, воздушными прослойками.

Рассмотрим порядок теплотехнического расчета многослойного покрытия (рис. 2), в первом слое которого (плита перекрытия), однородность материала нарушена воздушными прослойками.

Для учета санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к ограждающей конструкции покрытия (перекрытия), необходимо определить требуемое сопротивление теплопередаче $R_0^{тп}$, ($\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}$)/Вт, по уравнению (3.1):

$$R_0^{тп} = \frac{(t_в - t_н)n}{\Delta t^H \cdot \alpha_в}$$

где n ; t ; $t_н$; Δt^H ; $\alpha_в$ - то же, что и в уравнении (3.1).

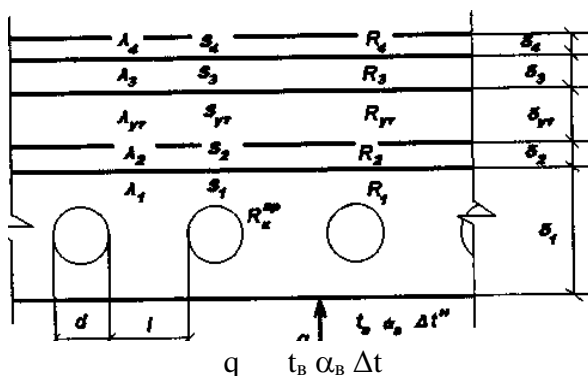


Рис. 2. Многослойная ограждающая конструкция покрытия.

Предварительная толщина теплоизоляционного слоя утеплителя покрытия $\delta_{ут}$, м, определяется из уравнения (3.5):

$$\delta_{yt} = \left[R_{0.эн}^{mp} - \left(\frac{1}{\alpha_g} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right] \lambda_{yt}$$

где α_b ; δ_i ; λ_i ; α_n ; λ_{yt} - то же, что и в уравнении (3.5).

В первом слое однородность материала нарушена в параллельном и перпендикулярном направлениях движения теплового потока, поэтому по уравнению (3.5) величина $R_1 = \delta_1 / \lambda_1$ определяется как приведенное термическое сопротивление теплопередаче конструкции R_k^{np} , (м² °С)/Вт.

А. При расчете многопустотной плиты перекрытия ограждающая конструкция условно разрезается плоскостями, параллельными направлению движения теплового потока, на характерные в теплотехническом отношении участки, из которых одни могут быть однородными (из одного материала), а другие неоднородными (из разных материалов).

Термическое сопротивление всех этих участков R_A , (м² °С)/Вт,

определяется по формуле

$$R_A = \frac{\dot{A}_1 + A_2 + \dots \dot{A}_n}{\frac{A_1}{R_1} + \frac{A_2}{R_2} + \dots + \frac{A_n}{R_n}} \quad (3.9)$$

где: A_1, A_2, \dots, A_n ,- площади отдельных участков конструкций, м²;

R_1, R_2, \dots, R_n - значения термического сопротивления указанных отдельных участков конструкции, определяемые для однородных участков по выражению $R = \delta / \lambda$, а для неоднородных участков так же, но с учетом термического сопротивления теплопередаче воздушной прослойки $R_{вп}$, (м² °С)/Вт, по [4, прил.4] (табл. 12).

Б. При расчете многопустотной плиты покрытия ограждающая конструкция условно разрезается плоскостями, перпендикулярными направлению теплового потока на характерные в теплотехническом отношении участки, из которых одни могут быть однородными (из одного

материала), а другие — неоднородными (из разных материалов).

Термическое сопротивление всех этих участков R_B , ($\text{м}^2 \text{°C}/\text{Вт}$), определяется для однородных участков по выражению $R = \delta/\lambda$, для неоднородных участков — по формуле (3.9).

Приведенное термическое сопротивление неоднородного слоя ограждающих конструкции - многопустотные плиты – R_{κ}^{np} , ($\text{м}^2 \text{°C}/\text{Вт}$), следует определять по формуле

$$R_{\kappa}^{np} = \frac{R_A + 2R_B}{3} \quad (3.10)$$

Если R_A превышает R_B более чем на 25%, то R^{np} следует определять на основании расчета температурного поля по [4, пп.2.8 и 2.9].

После определения R^{np} и выбора толщины δ_{yt} по уравнению (3.5) определяется R_0^{ϕ} , ($\text{м}^2 \text{°C}/\text{Вт}$), всей ограждающей конструкции покрытия по формуле (3.6):

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{\alpha_s} + R_{\kappa}^{np} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n} \quad (3.11)$$

Где $\alpha_s, \alpha_n, \delta_2, \delta_n, \lambda_2, \lambda_n$ - то же, что и в уравнении (3.6);

R_{κ}^{np} - то же, что и в уравнении (3.10).

При выполнении условия (3.7) определяется коэффициент теплопередачи принятой конструкции покрытия $k_{покр}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{°C})$, по уравнению (3.8):

$$k_{покр} = \frac{1}{R_0^{\phi}}$$

где R_0^{ϕ} - фактическое общее сопротивление теплопередаче конструкций,
($\text{м}^2 \text{°C}/\text{Вт}$).

Пример 2.

Теплотехнический расчет покрытия.

Исходные данные

1. Ограждающая конструкция, совмещенное многослойное покрытие (рис.3), - железобетонная плита шириной 1 м с пятью пустотами объемным весом $\gamma_1=2500 \text{ кг/м}^3$ и толщиной $\delta_1=0,25\text{м}$; пароизоляция - битумная мастика с $\gamma_2=1400 \text{ кг/м}^3$ и $\delta_2=0,003 \text{ м}$; утеплитель - маты минераловатные с $\gamma_{\text{ут}}=125 \text{ кг/м}^3$ и выравнивающий слой цементно-песчаного раствора с $\gamma_3=1800 \text{ кг/м}^3$; $\delta_3=0,05 \text{ м}$; гидроизоляция - три слоя рубероида с $\gamma_4=600 \text{ кг/м}^3$; $\delta_4=0,009 \text{ м}$
2. Район строительства - г.Пенза.
3. Влажностный режим помещения - нормальный
4. Расчетная температура внутреннего воздуха $t_{\text{в}}=18 \text{ }^\circ\text{C}$.
5. Зона влажности района – сухая
6. Условие эксплуатации - А.
7. Значение теплотехнических характеристик и коэффициентов в формулах: $t_{\text{хп}(0,92)}=-30^\circ\text{C}$; $t_{\text{оп}}=-4,9^\circ\text{C}$ [3,табл.1]; $z_{\text{оп}}=210 \text{ сут}$ [3,табл.1]; $\lambda_1=1,92 \text{ Вт/(м }^\circ\text{C)}$ [4, прил. 3*](прил.2); $\lambda_2=0,27 \text{ Вт/(м }^\circ\text{C)}$ [4,прил. 3*](прил.2); $\lambda_{\text{ут}}=0,064 \text{ Вт/(м }^\circ\text{C)}$ [4, прил. 3*]; $\lambda_3=0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ [4,прил.3*]; $\lambda_4=0,17 \text{ Вт/(м }^\circ\text{C)}$ [4, прил. 3*]; $\alpha_{\text{в}}=8,7 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$ (табл. 6); $\alpha_{\text{н}}=23 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$ (табл. 8); $\Delta t^{\text{н}}=3^\circ\text{C}$ (табл.4); $n=1$ (табл. 7); $\delta_1=0,250 \text{ м}$; $\delta_2=0,003 \text{ м}$; $\delta_3=0,05 \text{ м}$; $\delta_4=0,009 \text{ м}$.

Решение примера, порядок расчета

1. Рассчитываем требуемое общее термическое сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{тп}}$ покрытия при $t_{\text{н}}=-30^\circ\text{C}$ по формуле (3.1):

$$R_0^{\text{тп}} = \frac{1 \cdot (18 + 30)}{3 \cdot 8,7} = 1,84 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$$

2. Градусо-сутки определяем по формуле (3.2):

$$\text{ГСОП} = (18 + 5,1) \cdot 210 = 4809 \text{ }^\circ\text{C сут.}$$

3. Определяем приведенное сопротивление теплопередаче с учетом энергосбережения по СНиП Н-3-79** $R_0^{\text{тп}}$, зная

значение ГСОП по табл.1 а* : $R_{0.эн}^{TP} = 2,74 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$.

Сравниваем R_0^{TP} и $R_{0.эн}^{TP}$ и для дальнейших расчетов выбираем большие, т.е $R_{0.эн}^{TP}$.

Находим термическое сопротивление теплопередаче железобетонной конструкции многпустотной плиты R_k^{TP} по формуле (3.1). Для упрощения круглые отверстия - пустоты плиты диаметром 150 мм — заменяем равновеликими по площади квадратными со стороной

$$a = \sqrt{\frac{\pi d^2}{4}} = \sqrt{\frac{3,14 \cdot 150^2}{4}} = 134 \text{ мм}$$

6. Термическое сопротивление теплопередаче плиты вычисляем отдельно для слоев, параллельных А-А и Б-Б и перпендикулярных В-В; Г-Г; Д-Д движению теплового потока.

А. Термическое сопротивление плиты R_A , $\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$, в направлении, параллельном движению теплового потока, вычисляем для двух характерных сечений (А-А; Б-Б) (рис. 3).

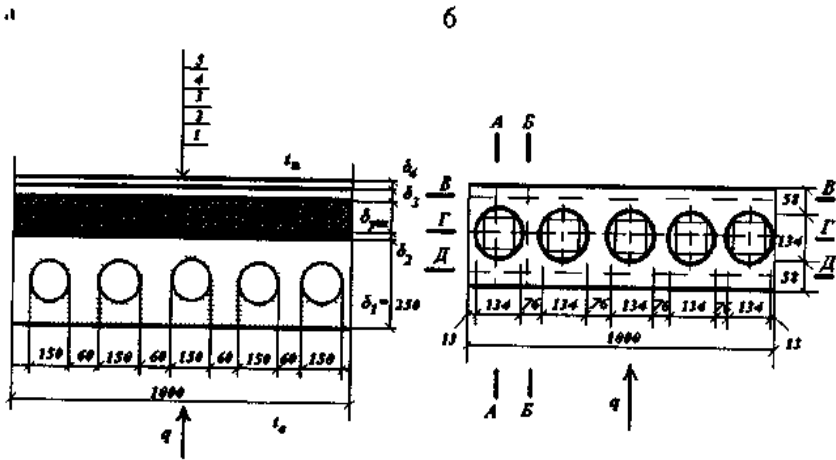


Рис.3. Ограждающая конструкция
а - покрытие, б - элемент плиты покрытия.

В сечении А-А (два слоя железобетона толщиной $\delta_{жб}^{A-A} = 0,058 + 0,058 = 0,116 \text{ м}$ с коэффициентом

теплопроводности $\lambda_{жб}=1,92$ Вт/(м °С) и воздушная прослойка $\delta_{вп} = 0,134$ м с термическим сопротивлением $R_{вп}=0,15$ (м²-°С)/Вт (табл. 11) термическое сопротивление составит

$$R_{A-A} = \frac{\delta_{жб}^{A-A}}{\lambda_{жб}} + R_{вп} = \frac{0,116}{1,92} + 0,15 = 0,21 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С) / Вт}$$

В сечении Б-Б слой железобетона $\delta_{жб}^{Б-Б} = 0,25$ м с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{жб}=1,92$ Вт/(м °С) термическое сопротивление составит

$$R_{Б-Б} = \frac{\delta_{жб}^{Б-Б}}{\lambda_{жб}} = \frac{0,25}{1,92} = 0,13 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С) / Вт}$$

Затем по уравнению (3.9) получим

$$R_A = \frac{\frac{A_{A-A}}{R_{A-A}} + \frac{A_{Б-Б}}{R_{Б-Б}}}{\frac{A_{A-A}}{R_{A-A}} + \frac{A_{Б-Б}}{R_{Б-Б}}} = \frac{0,67 + 0,304}{0,21 + 0,13} = 0,176 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С) / Вт}$$

Где A_{A-A} - площадь слоев в сечении А-А, равная

$$A_{A-A} = (0,134 * 1) * 5 = 0,670 \text{ м}^2;$$

$A_{Б-Б}$ - площадь слоев в сечении Б-Б, равная

$$A_{Б-Б} = (0,076 * 1) * 4 = 0,304 \text{ м}^2.$$

Б. Термическое сопротивление плиты R_B , (м² °С)/Вт, в направлении, перпендикулярном движению теплового потока, вычисляют для трех характерных сечений (В-В; Г-Г; Д-Д) (см. рис. 3).

Для сечения В-В и Д-Д (два слоя железобетона)

$$\delta_{жб}^{В-В} = \delta_{жб}^{Д-Д} = 0,058 + 0,058 = 0,116 \text{ м} \cdot \lambda_{жб} = 1,92 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°С)}$$

$$R_{В-В и Д-Д} = \frac{0,116}{1,92} = 0,060 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С) / Вт}$$

Для сечения Г-Г термическое сопротивление составит

$$R_{Г-Г} = \frac{\frac{A_{(Г-Г)вп} + A_{(Г-Г)жб}}{R_{(Г-Г)вп}} + \frac{A_{(Г-Г)жб}}{R_{(Г-Г)жб}}}{\frac{A_{(Г-Г)вп} + A_{(Г-Г)жб}}{R_{(Г-Г)вп}} + \frac{A_{(Г-Г)жб}}{R_{(Г-Г)жб}}} = \frac{0,670 + 0,304}{0,150 + 0,069} = 0,11 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С) / Вт}$$

где $A_{(Г-Г)вп}$ - площадь воздушных прослоек в сечении Г-Г, равная

$$A_{(Г-Г)вп} = A_{A-A} = 0,670 \text{ м}^2;$$

$A_{(\Gamma-\Gamma)жб}$ — площадь слоев из железобетона в сечении $\Gamma-\Gamma$, равная

$$A_{(\Gamma-\Gamma)жб} = A_{Б-Б} = 0,304 \text{ м}^2 ;$$

$R_{(\Gamma-\Gamma)вп}$ - термическое сопротивление воздушной прослойки в сечении

$\Gamma-\Gamma$ с $\delta_{вп} = 0,134$ (см. табл. 10), равная

$$R_{(\Gamma-\Gamma) вп} = R_{вп} = 0,15 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$R_{(\Gamma-\Gamma)жб}$ - термическое сопротивление слоя железобетона в сечении

$\Gamma-\Gamma$ $\delta_{жб}^{\Gamma-\Gamma} = 0,134$ м с $\lambda_{жб} = 1,92 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, равное

$$R_{(\Gamma-\Gamma)жб} = \frac{\delta_{жб}^{\Gamma-\Gamma}}{\lambda_{жб}} = \frac{0,134}{1,92} = 0,069 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Затем определяем

$$R_B = R_{В-В} \text{ и } Д-Д + R_{\Gamma-\Gamma} = 0,06 + 0,11 = 0,17 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

Разница между величинами R_A и R_B составляет

$$\frac{0,176 - 0,17}{0,176} \cdot 100 = 3\% < 25\%$$

Отсюда полное термическое сопротивление железобетонной конструкции плиты определится из уравнения (3.1):

$$R_k^{np} = \frac{R_A + 2R_B}{3} = \frac{0,176 + 2 \cdot 0,170}{3} = 0,17 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

7. Определяем предварительную толщину утеплителя $\delta_{ут}$ по уравнению

(3.5).

$$\delta_{ут} = \left[R_{о.эн}^{mp} - \left(\frac{1}{\alpha_e} + R_k^{np} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right] \lambda_{ут} =$$

$$= \left[2,82 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,17 + \frac{0,003}{0,270} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,009}{0,17} + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,064 = 0,15 \text{ м}$$

принимаем = 0,20 м

8. Уточняем фактическое общее сопротивление теплопередаче R_0^{Φ}

покрытия по выражению (3.6):

$$R_i^{\delta} = \frac{1}{\alpha_{\hat{a}}} + R_{\hat{e}}^{i\delta} + \frac{\delta_{\delta\delta}}{\lambda_{\delta\delta}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\lambda_i} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + 0,17 + \frac{0,20}{0,064} + \frac{0,003}{0,27} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,009}{0,17} + \frac{1}{23} = 3,68 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \hat{A}\delta$$

Из расчетов следует, что условие (3.7) теплотехнического расчета выполнено, так как $R_0^{\phi} > R_{0.эп}^{тп}$, т.е. $3,68 > 2,82$.

9. Коэффициент теплопередачи для принятой конструкции покрытия определяем по уравнению (3.8):

$$k_{покр} = \frac{1}{R_0^{\phi}} = \frac{1}{3,68} = 0,27 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

1.4. Расчет толщины утепляющего слоя конструкции полов над подвалом и подпольем.

При возведении жилых и общественных зданий и сооружений применяют многослойные конструкции перекрытий над подвалами подпольями, состоящие из плиты перекрытия (с пустотами или без пустот), пароизоляции, утеплителя и покрытия пола из линолеума паркета, досок и т.п.

В начале расчета задаются конструкцией перекрытия и определяют величину $R_0^{тп}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, по уравнению (3.1). При расчете принимают t_n °C, равную средней температуре наиболее холодной пятидневки по [3, табл. 1]:

$$R_0^{мп} = \frac{n(t_{в} - t_n)}{\Delta t^n \alpha_{г}}$$

где n , $t_{в}$, t_n , Δt_n , $\alpha_{г}$ — то же, что и в уравнении (3.1).

Определяем ГСОП и выбираем $R_{0.эп}^{тп}$ по (3.2 - 3.4).

Величина фактического общего термического сопротивления теплопередаче R_0^{ϕ} ($\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, однородной многослойной конструкции определяется из выражения (3.6).

$$R_i^{\delta} = \frac{1}{\alpha_{\hat{a}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{\delta\delta}}{\lambda_{\delta\delta}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\lambda_i}$$

где $\alpha_{\hat{a}}$, α_n , δ_1 , δ_2 , ..., δ_n , λ_1 , ..., λ_n - то же, что и в уравнении (3.6).

Приравнивая правую часть выражения (3.6) к значению ($R_{o,эн}^{mp}$), получим уравнение для определения толщины слоя утеплителя $\delta_{ут}$, м, (см. формулу (3.5)).

После выбора значения $\delta_{ут}$, м, проверяется условие (3.7). Если условие (3.7) $R_0^\phi \geq R_0^{TP}$ не выполняется, изменяют значение $\delta_{ут}$ и выполняют перерасчет по формулам (3.1) и (3.5).

Коэффициент теплопередачи многослойной конструкции полов над подвалом $k_{под}$, Вт/(м² °С), определяется по уравнению (3.8):

$$k_{под} = \frac{1}{R_o^\phi}$$

Пример 3.

Теплотехнический расчет конструкции полов над подвалом и подпольями

Исходные данные

1. Многослойная конструкция: железобетонная плита без пустот с объемной массой $\gamma_1=2500$ кг/м³ и толщиной $\delta_1=0,25$ м; пароизоляция - битумная мастика с $\gamma_2=1400$ кг/м³ и $\delta_2=0,003$ м; утеплитель - маты минераловатные с $\gamma_{ут}=125$ кг/м³; выравнивающий слой - цементно-песчаный раствор с $\gamma_3=1800$ кг/м³ и $\delta_3=0,05$ м; паркет из дуба с $\gamma_4=700$ кг/м³ и $\delta_4=0,025$ м.

2. Район строительства - г. Пенза

3. Влажностный режим помещения - нормальный.

4. Расчетная температура внутреннего воздуха $t_b=18$ °С.

5. Зона влажности сухая.

6. Условие эксплуатации - А.

Значения теплотехнических характеристик и коэффициентов в формуле: $t_{хп(0,92)}=-30$ °С [3, табл. 1]; $\lambda_1=1,92$ Вт/(м² °С) [4.прил. 3*];

$\lambda_2=0,27$ Вт/(м² °С) [4, прил. 3*]; $\lambda_{ут} =0,064$ Вт/(м²°С) [4, прил. 3*];

$\lambda_3=0,76$ Вт/(м²°С) [4, прил. 3*]; $\lambda_4=0,35$ Вт/(м² °С) [4, прил. 3*];

$\alpha_b=8,7$ Вт/(м² °С) (табл.6); $\alpha_n =12$ Вт/(м² °С) (табл. 8);

$\Delta t^H = 2$ °С (табл. 5); $n=0,75$ (табл. 7).

Решение примера, порядок расчета

1. Задаемся конструкцией перекрытия над подвалом и определяем требуемое общее термическое сопротивление R^{TP} по уравнению (3.1):

$$R_o^{mp} = \frac{n(t_e - t_{xn(0,92)})}{\Delta t^n \alpha_e} = \frac{0,75(18 + 30)}{2 \cdot 8,7} = 2,02 (M^2 \cdot ^\circ C) / Bm$$

2. формуле (3.2) рассчитываем градусо-сутки отопительного периода (ГСОП):

$$ГСОП = (18 + 4,9) \cdot 210 = 4809 \text{ } ^\circ C \cdot \text{сут.}$$

3. Величина сопротивления теплопередаче перекрытия над подвалом с учетом энергосбережения по [4,табл.1а*] $R_{0,ЭН}^{TP} = 2,42 (M^2 \cdot ^\circ C) / Bm$

4. Сравниваем $R_0^{TP} = 2,02 (M^2 \cdot ^\circ C) / Bm$ и $R_0^{TP,ЭН} = 2,42 (M^2 \cdot ^\circ C) / Bm$

и для дальнейших расчетов выбираем $R_{0,ЭН}^{TP}$.

5. Вычисляем предварительную толщину утеплителя δ_{yt} по уравнению (3.5):

$$\begin{aligned} \delta_{ym} &= \left[R_{o,Эн}^{mp} - \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_4} \right) \right] \lambda_{ym} = \\ &= \left[2,42 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{1,92} + \frac{0,003}{0,27} + \frac{0,050}{0,76} + \frac{0,025}{0,35} + \frac{1}{12} \right) \right] \cdot 0,064 = 0,12 M \end{aligned}$$

Определяем фактическое сопротивление теплопередаче R_0^ϕ конструкции перекрытия над подвалом по уравнению (3.6):

$$\begin{aligned} R_o^\phi &= \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_n} = \\ &= \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{1,92} + \frac{0,003}{0,27} + \frac{0,1}{0,064} + \frac{0,050}{0,76} + \frac{0,025}{0,35} + \frac{1}{12} = 2,04 (M^2 \cdot ^\circ C) / Bm \end{aligned}$$

6. Таким образом, принятая конструкция с $\delta_{yt} = 0,10$ отвечает теплотехническим требованиям, так как выполняется условие (3.7):

$$R_o^\phi \geq R_{o.зн}^{mp} (2,02 > 2,04).$$

7. Коэффициент теплопередачи $k_{под}$ многослойного перекрытия на; подвалом определяем как

$$k_{под} = \frac{1}{R_o^\phi} = \frac{1}{2,04} = 0,49 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

1.5. Теплотехнический расчет утепленных полов, расположенных непосредственно на лагах.

Термическое сопротивление теплопередаче полов, соприкасающихся не с воздухом, а с грунтом, определяется приближенно. В теплотехническом отношении полы подразделяются на: утепленные и неутепленные на грунте или лагах. При строительстве жилых и Общественных зданий применяют только утепленные полы. Известно, что температурное поле грунта под полом различно: чем ближе к наружной стенке, тем температура грунта ниже. Принято такие полы разграничивать на четыре зоны шириной 2 м, начиная от наружной поверхности стены во внутрь здания с условно постоянной температурой в каждой зоне.

Для таких конструкций (рис.4) определяют термическое сопротивление теплопередаче отдельных зон полов на лагах $R_{пл}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт:

$$\text{I зона} \quad R_{пл}^I = \frac{1}{0.85} (R_{ин}^I + \sum R_{yc})$$

$$\text{II зона} \quad R_{пл}^{II} = \frac{1}{0.85} (R_{ин}^{II} + \sum R_{yc})$$

$$\text{III зона} \quad R_{пл}^{III} = \frac{1}{0.85} (R_{ин}^{III} + \sum R_{yc})$$

$$\text{IV зона} \quad R_{пл}^{IV} = \frac{1}{0.85} (R_{ин}^{IV} + \sum R_{yc})$$

где $R_{пл}^I$, $R_{пл}^{II}$, $R_{пл}^{III}$, $R_{пл}^{IV}$ - значения термического сопротивления теплопередаче отдельных зон неутеплённых полов, ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт, соответственно численно равные 2,2; 4,3; 8,6; 14,2;

$\sum R_{yc}$ - сумма значений термического сопротивления теплопередаче утепляющего слоя полов на лагах, ($m^2 \text{ } ^\circ C$)/Вт.

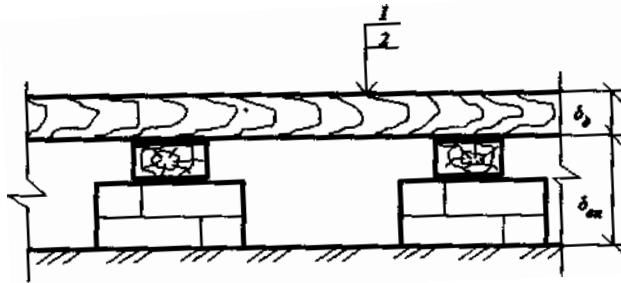


Рис.4. Конструкция пола на лагах:

1 - покрытие пола из дерева; 2 - воздушная прослойка

Величину $\sum R_{yc}$ вычисляют по уравнению

$$\sum R_{yc} = R_{en} + \frac{\delta_d}{\lambda_d}$$

где R_{en} - термическое сопротивление воздушной прослойки ($m^2 \text{ } ^\circ C$)/Вт, (см. табл.12);

δ_d - толщина слоя из досок, м;

λ_d - коэффициент теплопроводности материала из дерева ($m^2 \text{ } ^\circ C$)/Вт,

принимаемый по [4, прил. 3*].

Коэффициент теплопередачи $k_{пл}$, Вт/($m^2 \text{ } ^\circ C$), для отдельных зон утепленных полов на лагах составляет

$$\text{I зона} \quad k_{nl}^I = \frac{1}{R_{nl}^I}$$

$$\text{II зона} \quad k_{nl}^{II} = \frac{1}{R_{nl}^{II}} \quad (3.12)$$

$$\text{III зона} \quad k_{nl}^{III} = \frac{1}{R_{nl}^{III}}$$

$$\text{IV зона} \quad k_{nl}^{IV} = \frac{1}{R_{nl}^{IV}}$$

Пример 4.

Теплотехнический расчет конструкции утепленных полов на лагах.

Исходные данные

1. Полы сосновые с продольным волокном (рис.4) толщиной $\delta_d = 0,04$ м; $\gamma_d = 500$ кг/м³; $\lambda_d = 0,29$ Вт/(м² °С). Воздушная прослойка с $\delta_{вп} = 0,22$ м; $R_{вп} = 0,19$ (м² °С)/Вт (см. табл. 12).

2. Район он строительства – г. Пенза
3. Влажностный режим - нормальный.
4. Зона влажности - сухая.
5. Условия эксплуатации - А.

Решение примера, порядок расчета

Определяем термическое сопротивление теплопередаче $R_{пл}$ в соответствии с уравнением (3.11) по зонам:

$$R_{нл}^I = \frac{1}{0.85} \left(2,2 + 0,19 + \frac{0,04}{0,29} \right) = 3,0 (\text{м}^2 \cdot \text{°С}) / \text{Вт}$$

$$R_{нл}^{II} = \frac{1}{0.85} \left(4,3 + 0,19 + \frac{0,04}{0,29} \right) = 5,46 (\text{м}^2 \cdot \text{°С}) / \text{Вт}$$

$$R_{нл}^{III} = \frac{1}{0.85} \left(8,6 + 0,19 + \frac{0,04}{0,29} \right) = 10,54 (\text{м}^2 \cdot \text{°С}) / \text{Вт}$$

$$R_{нл}^{IV} = \frac{1}{0.85} \left(14,2 + 0,19 + \frac{0,04}{0,29} \right) = 17,15 (\text{м}^2 \cdot \text{°С}) / \text{Вт}$$

Коэффициент теплопередачи $k_{пл}$ отдельных слоев определяем по выражению (3.12):

$$k_{нл}^I = \frac{1}{3.0} = 0.33 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°С})$$

$$k_{нл}^{II} = \frac{1}{5.46} = 0.18 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°С})$$

$$k_{нл}^{III} = \frac{1}{10.54} = 0.09 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°С})$$

$$k_{нл}^{IV} = \frac{1}{17.15} = 0.06 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°С})$$

1.6. Теплотехнический расчет утепленных полов, расположенных непосредственно на грунте.

Утепляющим слоем полов, расположенных на грунте (рис. 5), являются не только воздушная прослойка, но и теплоизоляционные строительные материалы.

Термическое сопротивление теплопередаче отдельных зон полов на грунте $R_{пт}$, ($\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}$)/Вт определяется по уравнению:

(3.13)

$$\text{I зона} \quad R_{nz}^I = R_{nn}^I + \sum R_{yc} \quad \text{ПГ- пол на грунте}$$

$$\text{II зона} \quad R_{nz}^{II} = R_{nn}^{II} + \sum R_{yc} \quad \text{НП-неут. полы}$$

$$\text{III зона} \quad R_{nz}^{III} = R_{nn}^{III} + \sum R_{yc}$$

$$\text{IV зона} \quad R_{nz}^{IV} = R_{nn}^{IV} + \sum R_{yc}$$

где $R_{нп}^I, \dots, R_{нп}^{IV}$ - то же, что и в уравнении (3.11);

$\sum R_{yc}$ - сумма значений термических сопротивлений теплопередаче утепляющих слоев, ($\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}$)/Вт, определяемых по уравнению

$$\sum R_{yc} = \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}}$$

Коэффициент теплопередачи $k_{пт}$, Вт/($\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}$), для отдельных зон утепленных полов на грунте вычисляют по уравнению:

$$\text{I зона} \quad k_{nz}^I = \frac{1}{R_{nz}^I}$$

$$\text{II зона} \quad k_{nz}^{II} = \frac{1}{R_{nz}^{II}}$$

$$\text{III зона} \quad k_{nz}^{III} = \frac{1}{R_{nz}^{III}} \quad (3.14)$$

$$\text{IV зона } k_{не}^{IV} = \frac{1}{R_{не}^{IV}}$$

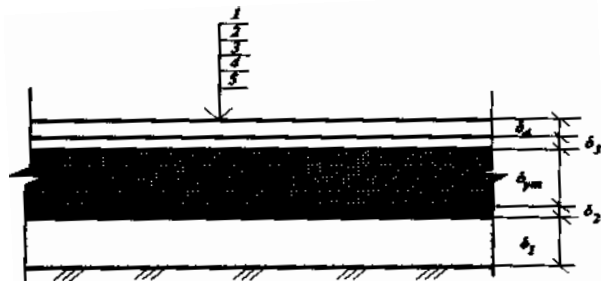


Рис. 5. Конструкция пола на грунте
 1 - покрытие пола, 2 - выравнивающий слой; 3 -
 теплоизоляционный слой;
 4 - пароизоляционный слой, 5 - бетонное основание

6 План-график выполнения задания

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения
1.	Сбор материала	1 неделя
2.	Выпнение расчетно-графической работы	2 неделя
3.	Защита расчетно-графической работы	3 неделя

7 Критерии оценивания работы

При проверке задания, оцениваются:

- последовательность и рациональность выполнения;
- точность расчетов;

- правильность выполнения чертежей.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент полностью справился с заданием, показал умения и навыки.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент полностью справился с заданием, показал умения и навыки, допустил незначительные ошибки.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент полностью справился с теоретическим заданием, но не показал умения и навыки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не справился с поставленным заданием.

8 Порядок защиты работы

При защите расчетно-графической работы оцениваются:

- степень самостоятельности;
- соответствие содержания теме исследования;
- полноту достижения цели и решения задач работы;
- логичность и последовательность изложения материала;
- качество использования литературных источников.

9 Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы:

1. Соловьев, А. К. Физика среды : [учебник] / А.К. Соловьев. - М. : АСВ, 2011. - 352 с. - На учебнике гриф: Рек.УМО. - Прил.: с. 287-341. - ISBN 978-5-93093-629-2

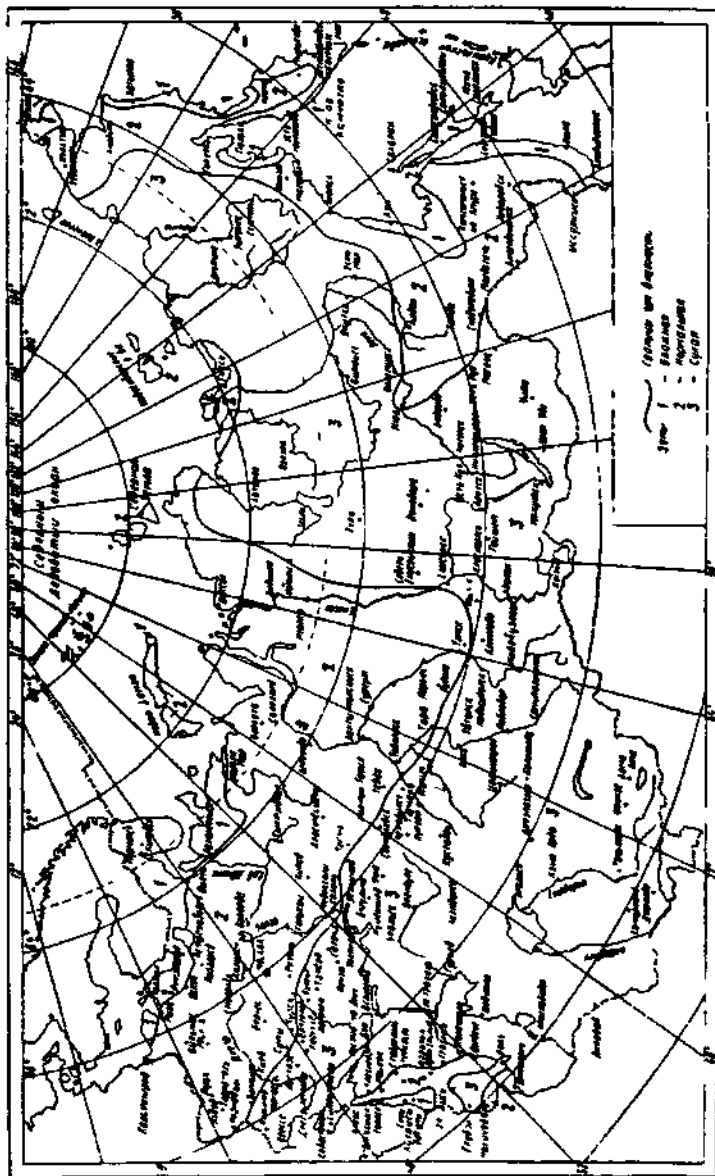
Перечень дополнительной литературы:

1. Балькин, В.М. Конструкции зданий и расчеты параметров среды обитания : учебное пособие / В.М. Балькин, Т.Е. Гордеева. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2011. - 86 с. - ISBN 978-5-9585-0404-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143873> (07.08.2015).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

Зоны влажности на территории России и стран СНГ



Приложение 2.

Теплотехнический показатели строительных материалов и конструкций

Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетное массовое отношение влаги в материале (при условиях эксплуатации по прил. 2)		Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по прил.2)				
	Плотность γ_0 , кг/м ³	Удельная теплоемкость C_0 , кДж/(кг·°С)	Коэффициент теплопроводности λ_0			Теплопроводность и λ_s , Вт/(м ² ·°С)		Теплоусвоения (при периоде 24ч) s_s , Вт/(м ² ·°С)		
						А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I. бетоны и растворы										
<i>А. Бетоны на природных плотных заполнителях</i>										
1. железобетон	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,98	18,95	0,11
2. бетон на гравии или щебне из природного камня	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,77	17,88	0,11
<i>Б. бетоны на природных заполнителях</i>										
3. туфобетон	1800	0,84	0,64	7	10	0,87	0,99	11,38	12,79	0,11
4. то же	1600	0,84	0,52	7	10	0,70	0,81	9,62	10,91	0,11
5. то же	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,76	8,63	0,11
6. то же	1200	0,84	0,29	7	10	0,41	0,47	6,38	7,20	0,11
7. пемзобетон	1600	0,84	0,52	4	6	0,62	0,68	8,54	9,30	0,11
8. то же	1400	0,84	0,42	4	6	0,49	0,54	7,10	7,76	0,11
9. то же	1200	0,84	0,34	4	6	0,40	0,43	5,94	6,41	0,098
10. то же	1000	0,84	0,26	4	6	0,30	0,34	4,69	5,20	0,11
11. то же	800	0,84	0,19	4	6	0,22	0,26	3,60	4,07	0,12
12. бетон на вулканическом шлаке	1600	0,84	0,52	7	6	0,64	0,70	9,20	10,14	0,075
13. то же	1400	0,84	0,41	7	10	0,52	0,58	7,76	8,63	0,083

14 то же	1200	0,84	0,33	7	10	0,41	0,47	6,38	7,20	0,090
15 то же	1000	0,84	0,24	7	10	0,29	0,35	4,90	5,67	0,098
16. то же	800	0,84	0,20	7	10	0,23	0,29	3,90	4,61	0,11
<i>В. Бетоны на искусственных пористых заполнителях</i>										
17. керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1800	0,84	0,66	5	10	0,80	0,92	10,50	12,33	0,090
18. то же	1600	0,84	0,58	5	10	0,67	0,79	9,06	10,77	0,090
19 то же	1400	0,84	0,47	5	10	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098
20 то же	1200	0,84	0,36	5	10	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11
21 то же	1000	0,84	0,27	5	10	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
22 то же	800	0,84	0,21	5	10	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
23 то же	600	0,84	0,16	5	10	0,20	0,26	3,03	3,78	0,26
24 то же	500	0,84	0,14	5	10	0,17	0,23	2,55	3,25	0,30
25. керамзитобетон на кварцевом песке поризацией	1200	0,84	0,41	4	8	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
26. то же	1000	0,84	0,33	4	8	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075
27 то же	800	0,84	0,23	4	8	0,29	0,35	4,13	4,90	0,075
28. керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0,84	0,28	9	13	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
29. то же	800	0,84	0,22	9	13	0,29	0,35	4,54	5,32	0,17
30. шунгизитобетон	1400	0,84	0,49	4	7	0,56	0,64	7,59	8,60	0,098
31 то же	1200	0,84	0,36	4	7	0,44	0,50	6,23	7,04	0,11
32 то же	1000	0,84	0,27	4	7	0,33	0,38	4,92	5,60	0,14
33. перлитобетон	1200	0,84	0,29	10	15	0,44	0,50	6,96	8,01	0,15
34 то же	1000	0,84	0,22	10	15	0,33	0,38	5,50	6,38	0,19
35 то же	800	0,84	0,16	10	15	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
36 то же	600	0,84	0,12	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,30
37. шлакопемзобетон (термозитебетон)	1800	0,84	0,52	5	8	0,63	0,76	9,32	10,83	0,075
38. то же	1600	0,84	0,41	5	8	0,52	0,63	7,98	9,29	0,090
39 то же	1400	0,84	0,35	5	8	0,44	0,52	6,87	7,90	0,098
40 то же	1200	0,84	0,29	5	8	0,37	0,44	5,83	6,73	0,11
41 то же	1000	0,84	0,23	5	8	0,31	0,37	4,87	5,63	0,11
42. шлакопемзо-пенно и шлакопемзогазо-бетон	1600	0,84	0,47	8	11	0,63	0,70	9,29	10,31	0,09
43. то же	1400	0,84	0,35	8	11	0,52	0,58	7,90	8,78	0,098
44 то же	1200	0,84	0,29	8	11	0,41	0,47	6,49	7,31	0,11
45 то же	1000	0,84	0,23	8	11	0,35	0,41	5,48	6,24	0,11
46 то же	800	0,84	0,17	8	11	0,29	0,35	4,46	5,15	0,13

47. бетон на доменных гранулированных шлаках	1800	0,84	0,58	5	8	0,70	0,81	9,82	11,18	0,083
48. то же	1600	0,84	0,47	5	8	0,58	0,64	8,43	9,37	0,09
49 то же	1400	0,84	0,41	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,098
50 то же	1200	0,84	0,35	5	8	0,47	0,52	6,57	7,31	0,11
51. аглопоритобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1800	0,84	0,70	5	8	0,85	0,93	10,82	11,98	0,075
	1600	0,84	0,58	5	8	0,72	0,78	9,39	10,34	0,083
52. то же	1400	0,84	0,47	5	8	0,59	0,65	7,92	8,83	0,09
53 то же	1200	0,84	0,35	5	8	0,48	0,54	6,64	7,45	0,11
54 то же	1000	0,84	0,29	5	8	0,38	0,44	5,39	6,14	0,14
55 то же	1400	0,84	0,47	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09
56. бетон на зольном гравии	1400	0,84	0,47	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09
57. то же	1200	0,84	0,35	5	8	0,41	0,47	6,14	6,95	0,11
58 то же	1000	0,84	0,24	5	8	0,30	0,35	4,79	5,48	0,12
59. вермикулитобетон	800	0,84	0,21	8	13	0,23	0,26	3,97	4,58	-
60 то же	600	0,84	0,14	8	13	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
61 то же	400	0,84	0,09	8	13	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19
62 то же	300	0,84	0,08	8	13	0,09	0,11	1,52	1,83	0,23
<i>Г. бетоны ячеистые</i>										
63. газо- и пенно-бетон, газо- и пеносиликат	1000	0,84	0,29	10	15	0,41	0,47	6,13	7,09	0,11
64. то же	800	0,84	0,21	10	15	0,33	0,37	4,92	5,63	0,14
65 то же	600	0,84	0,14	8	12	0,22	0,26	3,36	3,91	0,17
66 то же	400	0,84	0,11	8	12	0,14	0,15	2,19	2,42	0,23
67 то же	300	0,84	0,08	8	12	0,11	0,13	1,68	1,95	0,26
68. газо- и пенозолобетон	11200	0,84	0,29	15	22	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
69то же	1000	0,84	0,23	15	22	0,44	0,50	6,86	8,01	0,098
70 то же	800	0,84	0,17	15	22	0,35	0,41	5,48	6,49	0,12
<i>Д. цементные, известковые и гипсовые растворы</i>										
71. цементно-песчаный	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,60	11,09	0,09
72. сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,70	0,87	8,95	10,42	0,098
73. извешково-песчаный	1600	0,84	0,47	2	4	0,70	0,81	8,69	9,76	0,12
74. цементно-шлаковый	1400	0,84	0,41	2	4	0,52	0,64	7,00	8,11	0,11
75. то же	1200	0,84	0,35	2	4	0,47	0,58	6,16	7,15	0,14
76. цементно-перлитовый	1000	0,84	0,21	7	12	0,26	0,30	4,64	5,42	0,15
77. то же	800	0,84	0,16	7	12	0,21	0,26	3,73	4,51	0,16
78. гипсоперлитовый	600	0,84	0,14	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,17

79. поризованный гипсоперлитовый	500	0,84	0,12	6	10	0,15	0,19	2,44	2,95	0,43
80. то же	400	0,84	0,09	6	10	0,13	0,15	2,03	2,35	0,53
81. плиты из гипса	1200	0,84	0,35	4	6	0,41	0,47	6,01	6,70	0,098
82. то же	1000	0,84	0,23	4	6	0,29	0,35	4,62	5,28	0,11
83. листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
II. кирпичная кладка и облицовка природным камнем										
<i>А. кирпичная кладка из сплошного кирпича</i>										
84. глиняного обыкновенного (ГОСТ 530-80) на цементно-песчанном растворе	1800	0,88	0,56	1	2	0,70	0,81	9,20	10,12	0,11
85. глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,70	0,12
86. глиняного обыкновенного на цементно-перлитовом растворе	1600	0,88	0,47	2	4	0,58	0,70	8,08	9,23	0,15
87. силикатного (ГОСТ 379-79) на цементно-песчанном растворе	1800	0,88	0,70	2	4	0,76	0,87	9,77	10,90	0,11
88. трепельного (ГОСТ 648-73) на цементно-песчанном растворе	1200	0,88	0,35	2	4	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19
89. то же	1000	0,88	0,29	2	4	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23
90. шлакового на цементно-песчанном растворе	1500	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,70	8,12	8,76	0,11
<i>Б. кирпичная кладка из кирпича керамического и силикатного пустотного</i>										
91. керамического пустотного плотностью 1400 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчанном растворе	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
92. керамического пустотного плотностью 1300кг/м ³ (брутто) на цементно-песчанном растворе	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
93. керамического пустотного плотностью 1000кг/м ³ (брутто) на цементно-песчанном растворе	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
94.										
95										
96										
97										
98										
99										
100										

101										
102										
103										
104										
105										
106										
107										
108										
109										
110										
111										
112										
113										
114										
115										
116										
117										
118										
119										
120										
121										
122										
123										
124										
125										
126										
127										
128										
IV. теплоизоляционные материалы										
<i>А. минераловатные и стекловолоконистые</i>										
129. маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880-76) и на синтетическом связующем (ГОСТ 9573-82)	125	0,84	0,056	2	5	0,064	0,07	0,73	0,82	0,30
130. то же	75	0,84	0,052	2	5	0,06	0,064	0,55	0,61	0,49
131. то же	50	0,84	0,048	2	5	0,052	0,06	0,42	0,48	0,53
132. плиты мягкие, полужесткие и жесткие										

минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573-82, ГОСТ 10140-80, ГОСТ 12394-66)	350	0,84	0,091	2	5	0,09	0,11	1,46	1,72	0,38	
133. то же	300	0,84	0,084	2	5	0,087	0,09	1,32	1,44	0,41	
134 то же	200	0,84	0,070	2	5	0,076	0,08	1,01	1,11	0,49	
135 то же	100	0,84	0,056	2	5	0,06	0,07	0,64	0,73	0,56	
136 то же	50	0,84	0,048	2	5	0,052	0,06	0,42	0,48	0,60	
137. плиты минераловатные повышенной жесткости на органофосфатном связующем (ТУ 21-РСФСР-3-72-76)	200	0,84	0,064	1	2	0,07	0,076	0,94	1,01	0,45	
138. плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем (ТУ 400-1-61-74 Мосгорисполкома)	200	0,84	0,07	2	5	0,076	0,08	1,01	1,11	0,38	
139. то же	125	0,84	0,056	2	5	0,06	0,064	0,70	0,78	0,38	
140. плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499-78)	50	0,84	0,056	2	5	0,06	0,064	0,44	0,50	0,60	
141. маты и полосы из стеклянного волокна прошивные (ТУ 21-23-72-75)	150	0,84	0,061	2	5	0,064	0,07	0,80	0,90	0,53	
<i>Б. полимерные</i>	150	1,34	0,05	1	5	0,052	0,06	0,89	0,99	0,05	
142. пенополистерол (ТУ 6-05-11-78-78)	100	1,34	0,041	2	10	0,041	0,052	0,65	0,82	0,05	
143. то же	40	1,34	0,038	2	10	0,041	0,05	0,41	0,49	0,05	
144. пенополистерол (ГОСТ 15588-70*)											
145. пенопласт ПВХ-1 (ТУ 6-05-1179-75) и ПВ-1 (ТУ 6-05-1158-78)	125	1,26	0,052	2	10	0,06	0,064	0,86	0,99	0,23	
146. то же	100	1,26	0,041	2	10	0,05	0,052	0,68	0,80	0,23	
147. пенополиуретан (ТУ В-56-70, ТУ 67-9875, ТУ 67-87-75)	и менее	80	1,47	0,041	2	5	0,05	0,05	0,67	0,70	0,05
148. то же	60	1,47	0,035	2	5	0,041	0,041	0,53	0,55	0,05	
149. то же	40	1,47	0,029	2	5	0,04	0,04	0,40	0,42	0,05	
150. плиты из резольнофенолформальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916-75)	100	1,68	0,047	5	20	0,052	0,076	0,85	1,18	0,15	
151. то же	75	1,68	0,043	5	20	0,05	0,07	0,72	0,98	0,23	
152 то же	50	1,68	0,041	5	20	0,05	0,064	0,59	0,77	0,23	
153 то же	40	1,68	0,038	5	20	0,041	0,06	0,48	0,66	0,23	
154. перлитопластбетон (ТУ 480-1-145-74)	200	1,05	0,041	2	3	0,052	0,06	0,93	1,01	0,008	
155. то же	100	1,05	0,035	2	3	0,041	0,05	0,58	0,66	0,008	
	300	1,05	0,076	3	12	0,08	0,12	1,43	2,02	0,20	

156. перлитофосфогелевые изделия (ГОСТ 21500-76)	200	1,05	0,064	3	12	0,07	0,09	1,10	1,43	0,23
157. то же										
<i>В. Засыпки</i>	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,23	3,36	3,60	0,21
158. гравий керамзитовый (ГОСТ 9759-83)	600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,20	2,62	2,91	0,23
159. то же	400	0,84	0,12	2	3	0,13	0,14	1,87	1,99	0,24
160 то же	300	0,84	0,108	2	3	0,12	0,13	1,56	1,66	0,25
161 то же	200	0,84	0,099	2	3	0,11	0,12	1,22	1,30	0,26
162 то же	800	0,84	0,16	2	4	0,20	0,23	3,28	3,68	0,21
163. гравий шунгизитовый (ГОСТ 19345-83)	600	0,84	0,13	2	4	0,16	0,20	2,54	2,97	0,22
164. то же	400	0,84	0,11	2	4	0,13	0,14	1,87	2,03	0,23
165 то же	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,26	3,36	3,83	0,21
166. щебень из доменного шлака (ГОСТ 5578-76)	600	0,84	0,15	2	3	0,18	0,21	2,70	2,98	0,23
167. то же	400	0,84	1,122	2	3	0,14	0,16	1,94	2,12	0,24
168. то же	600	0,84	0,11	1	2	0,111	0,12	2,07	2,20	0,26
169. щебень и песок из перлита вспученного (ГОСТ 10832-83)	400	0,84	0,076	1	2	0,087	0,09	1,5	1,56	0,30
	200	0,84	0,064	1	2	0,076	0,08	0,99	1,04	0,34
170. то же	200	0,84	0,076	1	3	0,09	0,11	1,08	1,24	0,23
171 то же										
172. вермикулит вспученный (ГОСТ 12865-67)	100	0,84	0,064	1	3	0,076	0,08	0,70	0,75	0,30
173. то же	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17
174. песок для строительных работ (ГОСТ 8736-77*)										
<i>Г. пеностекло или газостекло</i>	400	0,84	0,11	1	2	0,12	0,14	1,76	1,94	0,02
175. пеностекло или газостекло (ТУ21 БССР-86-73)	300	0,84	0,09	1	2	0,11	0,12	1,46	1,56	0,02
176. то же	200	0,84	0,07	1	2	0,08	0,09	1,01	1,10	0,03
177 то же										
V. материалы кровельные, гидроизоляционные, облицовочные и рулонные покрытия для полов										
<i>А. асбестоцементные</i>	1800	0,84	0,35	2	3	0,47	0,52	7,55	8,12	0,03
178 листы асбестоцементные (ГОСТ 18124-75*)	1600	0,84	0,23	2	3	0,35	0,41	6,14	6,80	0,03
179. то же										
<i>Б. битумные</i>										
180. битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617-76*, ГОСТ 9548-74*)	1400	1,68	0,27	0	0	0,27	0,27	6,80	6,80	0,008
181. то же	1200	1,68	0,22	0	0	0,22	0,22	5,69	5,69	0,008
182 то же	1000	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	4,56	4,56	0,008

183 асфальтобетон (ГОСТ 9128-84)	2100	1,68	1,05	0	0	1,05	1,05	16,43	16,43	0,008
184 изделия из вспученного перлита на битумной связующем (ГОСТ 16136-80)	400	1,68	0,111	1	2	0,12	0,13	2,59	2,45	0,04
185 изделия из вспученного перлита на битумной связующем (ГОСТ 16136-80)	300	1,68	0,087	1	2	0,09	0,099	1,95	1,84	0,04
186. рубероид (ГОСТ 10923-82) пергамин (ГОСТ 2697-83) толь (ГОСТ 10999-76*)	600	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	3,35	3,35	См. прил. 11*
В. Линолеумы										
187. линолеумы поливинилхлоридный многослойный (ГОСТ 14632-79)	1800	1,47	0,38	0	0	0,38	0,38	8,56	8,56	0,002
188. то же	1600	1,47	0,38	0	0	0,33	0,33	7,52	7,52	0,002
189. линолеум поливинилхлоридный на тканевой подоснове (ГОСТ7251-77)	1800	1,47	0,35	0	0	0,35	0,35	8,22	8,22	0,002
190. то же	1600	1,47	0,29	0	0	0,29	0,29	7,05	7,05	0,002
191 то же	1400	1,47	0,23	0	0	0,23	0,23	5,87	5,87	0,002
VI. материалы и стекло										
192. сталь стержневая арматурная (ГОСТ 10884-81)	7850	0,482	58	0	0	58	58	126,5	126,5	0
193. чугун	7200	0,482	50	0	0	50	50	112,5	112,5	0
194. алюминий (ГОСТ 22233-83)	2600	0,84	221	0	0	221	221	187,6	187,6	0
195. медь (ГОСТ 859-78*)	8500	0,42	407	0	0	407	407	326	326	0
196. стекло оконное (ГОСТ 111-78)	2500	0,84	0,76	0	0	0,76	0,76	10,79	10,79	0

Приложение 3

Таблица 1.

**Расчетные параметры внутреннего воздуха
для жилого здания**

Наименование помещения	Температура внутреннего воздуха $t_e, ^\circ C$	Относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi_e, \%$
Жилая комната, квартира	18	50-55
Кухня квартиры	18	50-55
Лестничная клетка в жилом доме	16	50-55
Коридор в квартире	18	50-55

Примечание. В районах с температурой $t_{хл} = -31 ^\circ C$ и ниже в жилых комнатах надо принимать $t_b = 20 ^\circ C$.

Таблица 2.

Влажность режим помещения

Относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi_b, \%$, при $t_b =$ 12...24 $^\circ C$	Влажностный режим помещения
$\varphi_b < 50$ $50 < \varphi_b < 60$ $60 < \varphi_b < 75$ $\varphi_b > 75$	сухой нормальный влажный мокрый

Таблица 3.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций

Влажностный режим помещения (по табл. 2)	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности		
	сухой	нормальной	влажной
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный и мокрый	Б	Б	Б

Таблица 4.

Теплофизические характеристики материала конструкций
наружных ограждений

Вид ограждения	Номера слоев	Материал слоя	Расчетные коэффициенты					
			Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м·°С	Объемная масса в сухом состоянии кг/м ³	Весовая влажность материала, ω , %	Удельная теплоемкость в сухом состоянии C^0 , кДж/кг·°С	Коэффициент теплоусловия материала δ , Вт/м ² ·°С	Коэффициент паропроницаемости μ , кг/м·ч·Па
Стена	1							
	2							
	3							
Покрытие	1							
	2							
	3							
Полы	1							
	2							
	3							

Таблица 5.

Значение нормируемого температурного перепада Δt^H , °С.

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt^H , °С, для		
	Наружных стен	Покровый и чердачных перекрытий	Перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
1. жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0
2. общественные, кроме указанных в п. 1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или	4,5	4,0	2,5

мокрым режимом			
3. производственные с сухим и нормальным режимами	$t_v - t_p$ но не более 7	0,8 ($t_v - t_p$) но не более 6	2,5
4. производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_v - t_p$	0,8 ($t_v - t_p$)	2,5

Таблица 6.
Значение коэффициента у внутренней поверхности α_B

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи α_B , Вт/(м ² °С)
1. стен, потолков, гладких потолков, потолков выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a < 0,3$. 2. потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$. 3. зенитных фонарей	8,7

Примечание. Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии со СНиП 2.10.03-84.

Таблица 7.
Значение коэффициента n , учитывающего положение наружного ограждения по отношению к наружному воздуху

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1. наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в северной строительной-климатической зоне.	1
2. перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами и северной строительной-климатической зоне.	0,9
3. перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах.	0,75
4. перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли.	0,6
5. перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенные ниже уровня земли.	0,4

Таблица 8

Значение коэффициента теплопередаче у наружной поверхности α_n .

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

Таблица 9.

Нормы сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, $^\circ C \cdot \text{сут.}$	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $R_{0\text{пр}}$, $m^2 \cdot ^\circ C / \text{Вт}$				
		Стен	Перекрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей	Фонарей
1	2	3	4	5	6	7
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты.	2000	1,2	1,8	1,6	0,35	0,25
	4000	1,6	2,5	2,2	0,40	0,30
	6000	2,0	3,2	2,8	0,45	0,35
	8000	2,4	3,9	3,4	0,50	0,40
	10000	2,8	4,6	4,0	0,55	0,45
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	12000	3,2	5,3	4,6	0,60	0,50
	2000	1,0	1,6	1,4	0,33	0,23
	4000	1,4	2,3	2,0	0,38	0,28
	6000	1,8	3,0	2,0	0,43	0,33
	8000	2,2	3,7	3,2	0,48	0,38
10000	2,6	4,4	3,8	0,53	0,43	
12000	3,0	5,1	4,4	0,58	0,48	

Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	0,8	1,4	1,2	0,21	0,19
	4000	1,1	1,8	1,5	0,24	0,22
	6000	1,4	2,2	1,8	0,27	0,25
	8000	1,7	2,6	2,1	0,30	0,28
	10000	2,0	3,0	2,4	0,33	0,31
	12000	2,3	3,6	2,7	0,36	0,34

Примечание. 1. промежуточные значения R_{0}^{TP} следует определять интерполяцией.
нормы сопротивления теплопередаче светопрозрачности ограждений являя.ncz рекомендуемыми.

3.. Минимально допустимые нормы приведены в СНиП II-3-79* (действует до 1 января 2000года).

Таблица 10.

Нормы сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °С сут.	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_{0}^{TP} , м ² °C/ Вт				
		Стен	Покрытый и перекрытый над проездами	Перекрытый чердачных, над холодными подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей	Фонарей
1	2	3	4	5	6	7
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты.	2000	2,1	3,2	2,8	0,35	0,25
	4000	2,8	4,2	3,7	0,40	0,30
	6000	3,5	5,2	4,6	0,45	0,35
	8000	4,2	6,2	5,5	0,50	0,40
	10000	4,9	7,2	6,4	0,55	0,45
12000	5,6	8,2	7,3	0,60	0,50	
Общественные, кроме указанные выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	2000	1,6	2,4	2,0	0,33	0,23
	4000	2,4	3,2	2,7	0,38	0,28
	6000	3,0	4,0	3,4	0,43	0,33
	8000	3,6	4,8	4,1	0,48	0,38
	10000	4,2	5,6	4,8	0,53	0,43
12000	4,8	6,4	5,5	0,58	0,48	
Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,21	0,19
	4000	1,8	2,5	1,8	0,24	0,22
	6000	2,2	3,0	2,2	0,27	0,25
	8000	2,6	3,5	2,6	0,30	0,28
	10000	3,0	4,0	3,0	0,33	0,31
12000	3,6	4,5	3,4	0,36	0,34	

Примечание. Промежуточные значения R_{0}^{TP} следует определять интерполяцией.

Таблица 11.

**Значения коэффициента теплотехнической
однородности r**

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

Таблица 12.

**Термическое сопротивление замкнутых воздушных
прослоек $R_{вп}$**

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{вп}$ ($\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$)			
	Горизонтальной при потоке теплоты снизу вверх и вертикальной		Горизонтальной при потоке теплоты сверху вниз	
	При температуре воздуха в прослойке			
	Положительная	Отрицательная	Положительная	Отрицательная
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,10	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,20-0,30	0,15	0,19	0,19	0,24

Примечание. При оклейке одной или обеих поверхностей воздушной прослойки алюминиевой фольгой термическое сопротивление следует увеличивать в 2 раза.

Приложение 4

Исходные данные к расчёту наружной стены здания

Шифр:

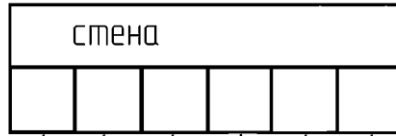
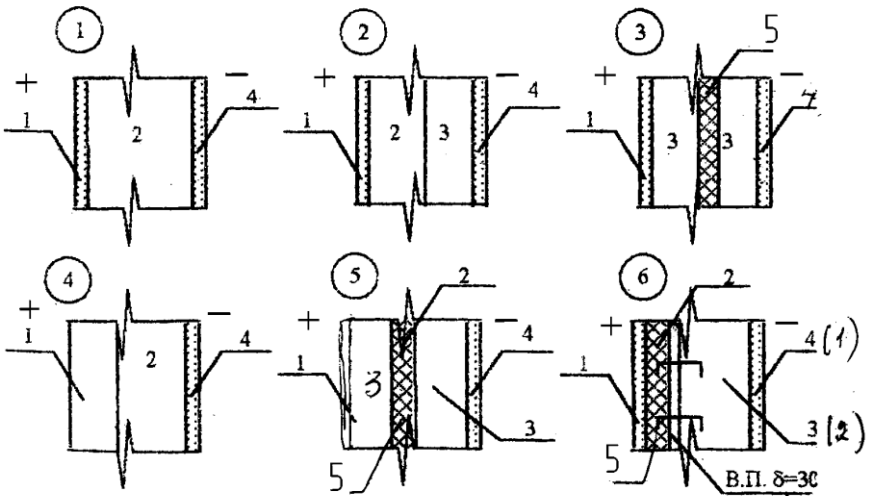


схема стены

- 1-й слой (внутренняя отделка)
- 2-й слой (утеплитель, несущий)
- 3-й слой (несущий)
- 4-й слой (наружная отделка)
- 5-й слой (утеплитель)

схема стены



1-й слой. Внутренняя отделка.

Шифр	Наименование
1	Штукатурка (известково-песчаный раствор $\delta = 10$)
2	Штукатурка (сложный раствор $\delta = 25$)
3	Сухая штукатурка $\delta = 15$
4	Обшивка доской $\delta = 10$
5	Керамическая плитка на п/п растворе $\delta = 10+20$

2-й слой. Несущий слой.

Шифр	Наименование
1	Кладка из глиняного кирпича на сложном растворе
2	Кладка из силикатного кирпича на сложном растворе
3	Кладка из керамических камней на сложном растворе
4	Керамзитобетон
5	Пенобетон
6	Ячеистый бетон
7	Перлитобетон

3-й слой. Несущий слой.

Шифр	Наименование
1	Тяжелый бетон $\delta = 200$
2	Кладка из силикатного кирпича на ц/п растворе $\delta = 380$
3	Кладка из глиняного кирпича на ц/п растворе $\delta = 380$

4-й слой. Наружная отделка.

Шифр	Наименование
1	Штукатурка из цементно-песчанного раствора $\delta = 15$
2	Керамическая плитка на ц/п растворе $\delta = 10+20$
3	Промывная штукатурка на ц/п растворе $\delta = 30$
4	Штукатурка «под шубу» на ц/п растворе $\delta = 25$
5	Естественный камень на ц/п

	растворе $\delta = 30 + 30$
6	Лицевой кирпич $\delta = 120$
7	Обшивка доской $\delta = 30$

5-й слой. Утеплитель.

Шифр	Наименование
1	Пенополиуретан
2	Пенополистирол
3	Жесткие минераловатные плиты
4	Пеностекло

Примечания:

ц/п – цементно-песчаный.

1. Расчетным является 2-й слой.
2. Толщина нерасчетных слоев ограждения (3) указана непосредственно на схемах и в таблицах.
3. Толщина отделочных первого и четвертого слоев указана в соответствующих таблицах.

Исходные данные к расчёту покрытия

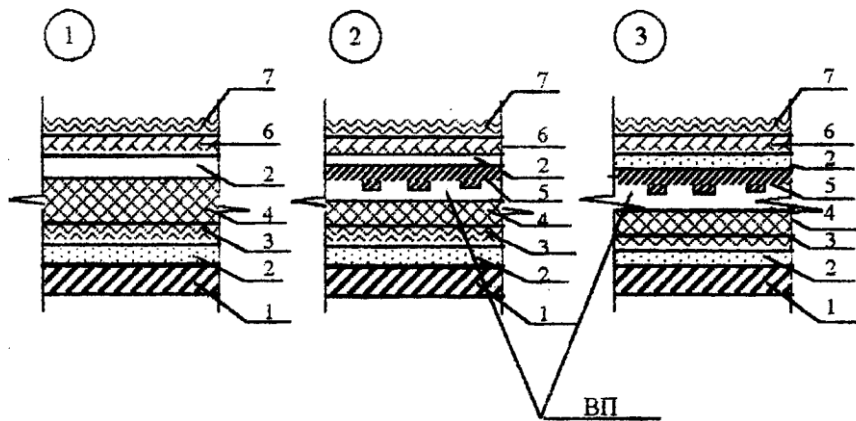
Приложение 5

Исходные данные принять аналогично расчетно-графической работе №2.
Работу выполнять согласно требованиям м/у.

Шифр:



Схема покрытия



- 1 - плита перекрытия (тяжёлый бетон), $\delta = 220$;
- 2 - выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора, $\delta = 20$;
- 3 - пароизоляция (один слой рубероида на битумной мастике), $\delta = 10$;
- 4 - расчетный слой - утеплитель;

5 - кровельная плита, $\delta = 30$,

6 - кровля (3 слоя рубероида на битумной мастике) $\delta = 20$;

7 - защитный слой, ВП - воздушная прослойка (условная толщина 600 мм)

Утеплитель

Шифр	Наименование	Шифр	Наименование
1	Насыпной керамзит	7	Фибролит
2	Керамзитобетон	8	Пенопласт
3	Шлак	9	Пенополиуретан
4	Ячеистый бетон	10	Пенополистирол
5	Пенобетон	11	Пеностекло
6	Жёсткие минераловатные плиты	12	Арболит