Автономная некоммерческая профессиональная образовательная организация

«УРАЛЬСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

УЧАСТИЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Методические указания к практическим работам

# МДК 01.01 «Проектирование зданий и сооружений»

Раздел .4.Инженерные сети

Укрупненная группа 08.00.00Техника и технология строительства

Специальность 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

Базовая подготовка

г. Екатеринбург, 2015 г.

Методические указания к практическим работам разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

|  |  |
| --- | --- |
| ОДОБРЕНО  Цикловой комиссией  Технологии строительства  Председатель комиссии  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.Н. Гараева  Протокол № 9  от «30» мая 2015 г. | УТВЕРЖДАЮ  Директор  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.И. Овсянников  «30» мая 2015 г. |

Организация-разработчик: АН ПОО «уральский промышленно-экономический техникум»

Разработчик: Гараева Н.Н., Семенова Т.Г., преподаватели профессионального модуля «Участие в проектировании зданий и сооружений»

Методические указания по практическим работам является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС и профстандартов по специальности СПО

«Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД):

организация и поведение работ по проектированию строительству, эксплуатации и ремонту конструкции зданий и сооружений.

и соответствующих профессиональных компетенций (ПК):

|  |  |
| --- | --- |
| ПК 1.1 | Подбирать строительные конструкции и разрабатывать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий |
| ПК 1.2 | Разрабатывать архитектурно-строительные чертежи с использованием информационных технологий |
| ПК 1.3. | Выполнять несложные расчеты и конструирование строительных конструкций |
| ПК 1.4. | Разрабатывать проект производства работ на несложные строительные объекты |

Программа профессионального модуля может быть использована в дополнительном профессиональном образовании и профессиональной подготовке работников в области строительства и эксплуатации здании и сооружений.

1.2. Цели и задачи модуля – требования к результатам освоения модуля   
с целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен:  
иметь практический опыт:

* по подбору строительных конструкций и разработке несложных узлов и деталей конструктивных элементов зданий;
* по разработке архитектурно-строительных чертежей;
* по выполнению расчетов и проектированию строительных конструкций, оснований;
* по разработке и оформлению отдельных частей проекта производства работ.  
  Уметь:
* определять по внешним признакам и маркировке вид и качество строительных материалов и изделий;
* производить выбор строительных материалов конструктивных элементов;
* определять глубину заложения фундамента;
* выполнять теплотехнический расчет ограждающих конструкций;
* подбирать строительные конструкции для разработки архитектурно-строительных чертежей;
* читать строительные и рабочие чертежи;
* разрабатывать узлы на стадии рабочих чертежей;
* выполнять чертежи планов, фасадов, разрезов, схем с помощью информационных технологий;
* читать генеральные планы участков, отводимых для строительных объектов;
* выполнять горизонтальную привязку от существующих объектов;
* выполнять транспортную инфраструктуру и благоустройство прилегающей территории;
* выполнять по генеральному плану разбивочный чертеж для выноса здания в натуру;
* применять информационные системы для проектирования генеральных планов;
* подсчитывать нагрузки, действующие на конструкции;
* по конструктивной схеме построить расчетную схему конструкции;
* выполнять статический расчет;
* проверять несущую способность конструкций;
* подбирать сечение элемента от приложенных нагрузок;
* определять размеры подошвы фундамента;
* выполнять расчеты соединений элементов конструкции;
* рассчитывать несущую способность свай по грунту, шаг свай и количество свай в ростверке;
* использовать информационные технологии при проектировании строительных конструкций;
* читать строительные чертежи и схемы инженерных сетей и оборудования;
* подбирать комплекты строительных машин и средств малой механизации для выполнения работ;
* разрабатывать документы, входящие в проект производства работ;
* оформлять чертежи технологического проектирования с применением информационных технологий;
* использовать в организации производства работ передовой отечественный и зарубежный опыт.
* Знать:
* основные свойства и область применения строительных материалов и изделий;
* основные конструктивные системы и решения частей зданий;
* основные строительные конструкции зданий;
* современные конструктивные решения подземной и надземной части зданий;
* принцип назначения глубины заложения фундамента;
* конструктивные решения фундаментов;
* конструктивные решения энергосберегающих ограждающих конструкций;
* основные узлы сопряжений конструкций зданий;
* основные методы усиления конструкций;
* нормативно-техническую документацию на проектирование, строительство и реконструкцию зданий конструкций;
* особенности выполнения строительных чертежей;
* графические обозначения материалов и элементов конструкций;
* требования нормативно-технической документации на оформление строительных чертежей;
* понятия о проектировании зданий и сооружений;
* правила привязки основных конструктивных элементов зданий к координационным осям;
* порядок выполнения чертежей планов, фасадов, разрезов, схем;
* профессиональные системы автоматизированного проектирования работ для выполнения архитектурно-строительных чертежей;
* задачи и стадийность инженерно-геологических изысканий для обоснования проектирования градостроительства;
* способы выноса осей зданий в натуру от существующих зданий и опорных геодезических пунктов;
* ориентацию зданий на местности;
* условные обозначения на генеральных планах;
* градостроительный регламент;
* технико-экономические показатели генеральных планов;
* нормативно-техническую документацию на проектирование строительных конструкций из различных материалов и оснований;
* методику подсчета нагрузок;
* правила построения расчетных схем;
* методику определения внутренних усилий от расчетных нагрузок;
* работу конструкций под нагрузкой;
* прочностные и деформационные характеристики строительных материалов;
* основы расчета строительных конструкций;
* виды соединений для конструкций из различных материалов;
* строительную классификацию грунтов;
* физические и механические свойства грунтов;
* классификацию свай, работу свай в грунте;
* правила конструирования строительных конструкций;
* профессиональные системы автоматизированного проектирования работ для проектирования строительных конструкций;
* основные методы организации строительного производства (последовательный, параллельный, поточный);
* основные технико-экономические характеристики строительных машин и механизмов;
* методику вариантного проектирования;
* сетевое и календарное планирование;
* основные понятия проекта организации строительства;
* принципы и методику разработки проекта производства работ;
* профессиональные информационные системы для выполнения проекта производства работ.

# 2. результаты освоения ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Результатом освоения программы профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности организация и поведение работ по проектированию строительству, эксплуатации и ремонту конструкции зданий и сооружений

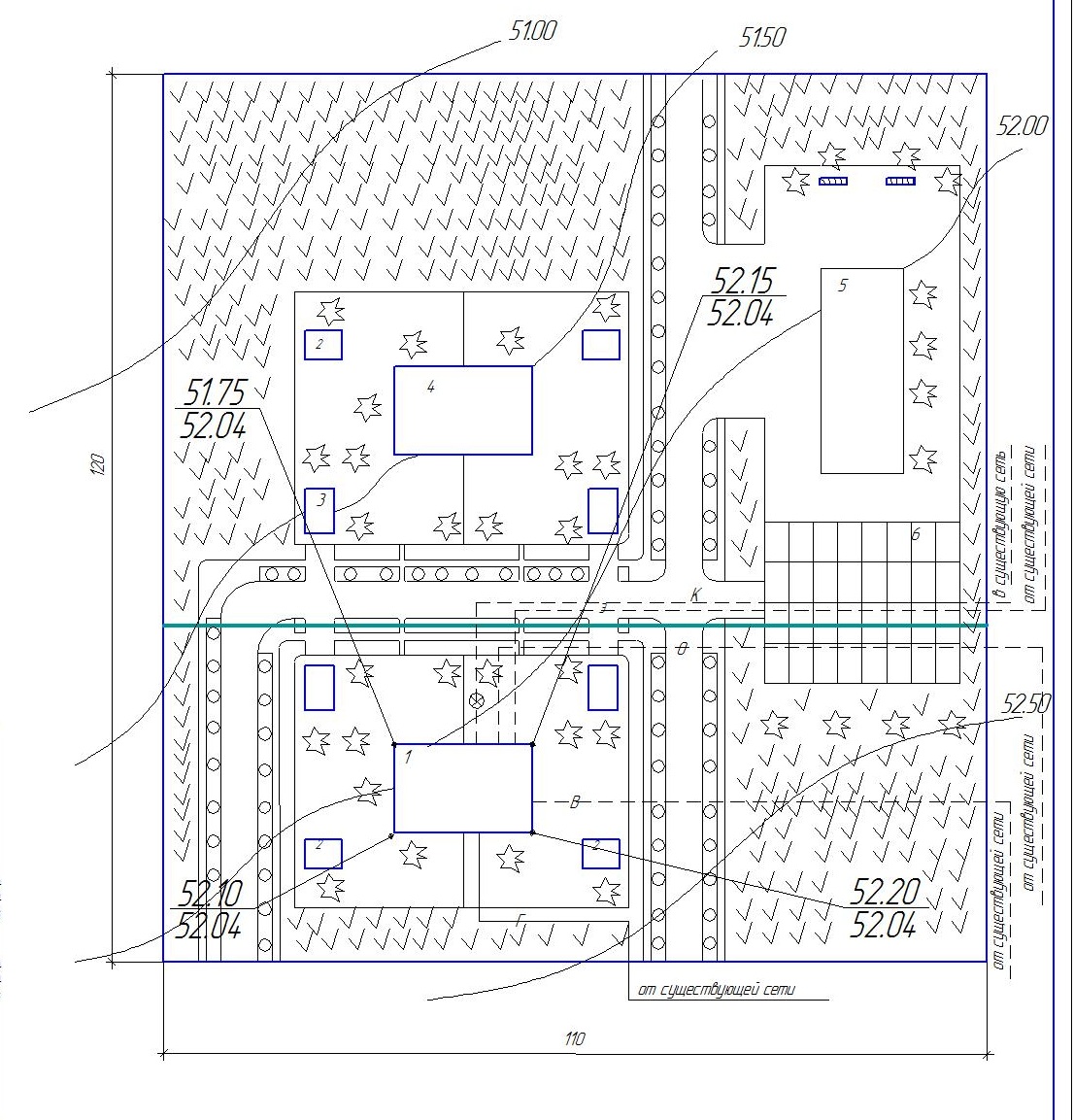
в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

|  |  |
| --- | --- |
| Код | Наименование результата обучения |
| ПК 1.1 | Подбирать строительные конструкции и разрабатывать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий |
| ПК 1.2. | Разрабатывать архитектурно-строительные чертежи с использованием информационных технологий |
| ПК 1.3. | . Выполнять несложные расчеты и конструирование строительных конструкций |
| ПК 1.4. | Разрабатывать проект производства работ на несложные строительные объекты |
| ОК 1. | Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. |
| ОК 2. | Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество. |
| ОК 3. | Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность. |
| ОК 4. | Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития. |
| ОК 5. | Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. |
| ОК 6. | .Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями. |
| ОК 7. | Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий. |
| ОК 8. | Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации |
| ОК 9 | Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности. |

Практическое занятие1.

.Вычертить Генплан в М-1:200

Практическое занятие2.

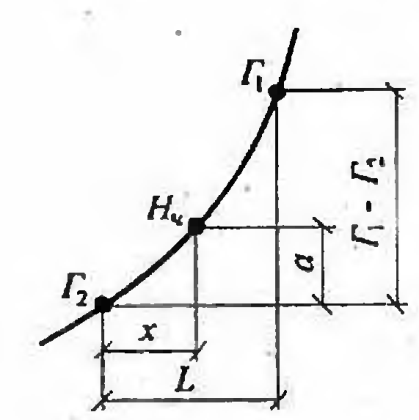
2. Генплан, с курсового проекта по Архитектуре принять за основу для работы. Генплан в Масштабе 1:200.

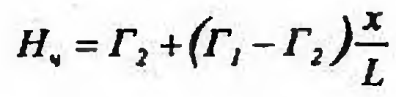
Практическое занятие3.

3. Рассчитать черные отметки и уклоны, проектные и рабочие отметки, рассчитать земляной баланс.

* 1. ***Определение черных, красных и рабочих отметок.***

Расчеты осуществляются методом четырехгранных или трехгранных призм на план участка в горизонталях наносят планировочную сетку, которая делит участки на квадраты и прямоугольники. Размер квадрата назначается в зависимости от рельефа местности. Принимаем размер стороны квадрата 100 м.Для упрощения расчетов желательно, чтобы квадраты (прямоугольники) были одинаковыми по размерам, и число их не большим. В углах планировочной сетки (пересечение сторон квадратов) выставляем фактические **(черные) Нч**, проектные **(красные) Нкр**и **рабочие отметки hр**.

**Черную отметку** (отметку местности) в углах планировочной сетки находим путем интерполяции по горизонталям по формуле:



где Г1и Г2 – высота отметок горизонталей;

х- расстояние до одной из горизонталей

планировочной сетки;

L – расстояние между горизонталями.

Найдем черные отметки в соответствии с нашим вариантом (рис. 1.1.1)

11=152+(152-152,5)\*8/18=151,78

12=152,5+(152-152,5)\*34/53=152,18

13=153+(152,5-153)\*45/54=152,58

14=153+(152,2-153)\*4/54=152,96

15=153,5+(153-153,5)\*27/58=153,27

16=153,5+(153,5-153)\*19/58=153,66

21=153+(152,5-153)\*22/35=152,69

22=153+(152,5-153)\*5/26=152,90

23=153,5+(153 -153,5)\*5/21=153,38

24=154+(153,5-154)\*5/22=153,89

25=153,5+(154-153,5)\*17/24=153,79

26=153,5+(154-153,5)\*4/29=153,57

31=153,5+(153-153,5)\*13,3/33=153,30

32=154+(153,5-154)\*22/28=153,60

33=153,5+(154-153,5)\*24/31=153,89

34=153+(153,5-153)\*26,5/33=153,40

35=153

36=152,5+(153-152,5)\*17/27=152,81

41=153,5+(153,5-153)\*27,5/32=153,93

42=153,5+(154 -153,5)\*38/55,5=153,84

43=153+(153,5-153)\*45/48=153,47

44=153+(153,5-153)\*4/48=153,04

45=152,5

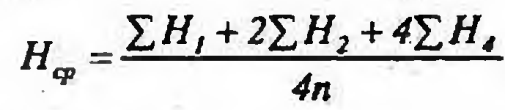
46=152,5+(153-152,5)\*24/21=151,93

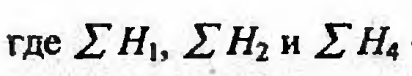
Величина **красных отметок** зависит от вида планировки, который в свою очередь определяется условиями рельефа местности, экономическими соображениями и может быть следующим: под естественный уклон, **заданную отметку**, нулевой баланс.

При планировке под заданный уклон на плане участка указывают отметку проектной плоскости в какой-нибудь точке площадки, а также величину и направление уклона. Красные отметки в этом случае в углах квадратов определяются по формуле

где ***Н***-отметка заданной точки, м, для первоначального значения находим Нср; ***l***-расстояние от заданной точки до вершины квадрата (в направлении уклона), м; ***i***-величина уклона в сотых или тысячных долях. В формуле знак «***плюс***» применяется, если вершина лежит выше относительно заданной точки, а «***минус***» - при её расположении, ниже заданной точки. При направлении уклона(в нашем сличии), параллельном стороне площади, одинаковую красную отметку будут иметь все вершины квадратов, расположенные на прямой, перпендикулярной к направлению уклона.

Для нахождения Нср используем формулу



 - сумму черных отметок вершин, общих соответственно для одного, двух, четырех квадратов.



* =151,78+153,66+151,93+153,93=611,3.
* =153,30+152,69+152,18+152,58+152,96+153,27+153,57+152,81+

152,5+153,04+153,47+153,84=1836,21.

* =152,6+152,9+153,38+153,89+153,79+153+153,40+153,89=1227,85

n=3\*5=15

Нср=(611.3+2\*1836.21+4\*1227.85)/(4\*15)=453.25

Определяем красные отметки промежуточных вершин по формуле указанной выше

=153,25

=153,25-100\*0,003=152,95

=152,95-100\*0,003=152,65

=153,25+100\*0,003=153,55

=153,55+100\*0,003=153,85

=153,85+100\*0,003=154,15

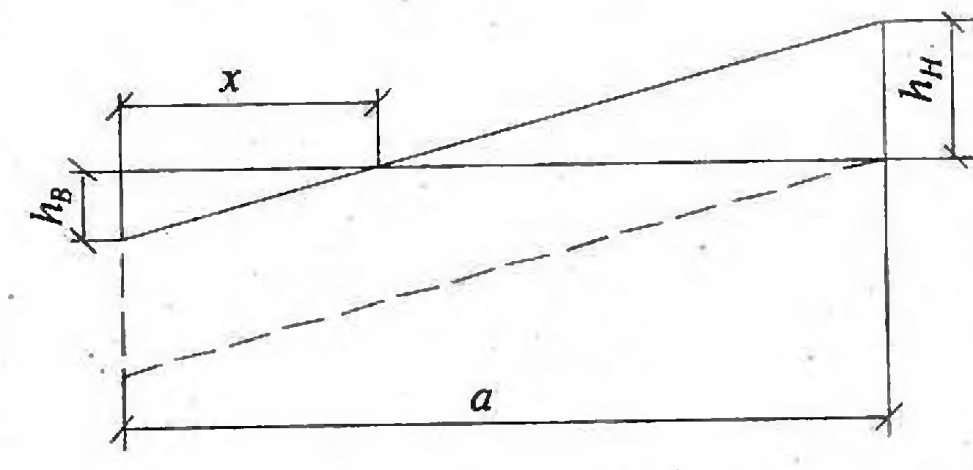
***Рабочие отметки*** определяются как разность черных и красных отметок:

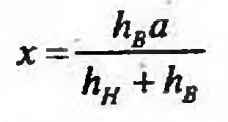
Расчеты по определению рабочей отметки производится в одно действие(легко провести на микрокалькулятором), поэтом их значения сразу зафиксируем в схеме 1

Если черные отметки больше красных, то рабочие имеют знак «+» и соответствуют выемке; если красные отметки больше черных, то рабочие отметки имеют знак «-» и соответствуют насыпи.

* 1. ***Построение линии нулевых работ.***

В фигурах с отметками различного знака определяем линию нулевых работ. Точки, в которых рабочие отметки имеют нулевые значения, соединяются отрезками прямой, в результате получается ломаная линия, служащая границей между насыпью и выемкой. Она называется ***линией нулевых работ*** (л.н.р.). Место положение нулевых точек определяется графо-***аналитическим способом,*** по формуле





Тогда значения л.н.р. будут иметь вид:

1)между Н14 и Н15 х=0,29\*83/0,61=39,46

2)между Н23 и Н24 х=0,17\*83/0,81=17,42

3)между Н14 и Н24 х=0,29\*83/0,93=25,88

4)между Н23 и Н33 х=0,17\*83/0,51=39,46

5)между Н32 и Н33 х=0,25\*83/0,51=35,18

6)между Н33 и Н43 х=0,34\*83/0,42=67,17

7)между Н34 и Н44 х=0,15\*83/0,36=34,60

8)между Н35 и Н45 х=0,05\*83/0,50=8,30

9)между Н36 и Н46 х=0,16\*83/0,88=15,00

* 1. ***Определение объемов грунта в основных фигурах.***

После построения линии нулевых работ определяем объемы земляных работ. Объемы грунта в основных фигурах вычисляют по рабочим отметкам.

Объем грунта выемок и насыпей подсчитывается с учетом откосов, устраиваемые по контуру планируемой площадки. Для этого по контуру площадки в наружных углах квадратов откладывают величину заложения откосов, равную произведению рабочих отметок h на коэффициент откосов m, и получаем очертание бровок выемок и насыпей рис. 1.3.1.

Для определения объемов грунта элементов насыпей и выемок используем программу ZEMMAS\_v.2.1 на базе платформы excel.

Рис. 1.3.1. планировочная площадка элементов насыпей и выемок.



Ведомость объема грунта элементов площадки(без откосов)



1,4,Определение объемов грунта в откосах площадки.



1.5.Балансовая ведомость земляных масс.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Объем, м3 | |
| Насыпь (+) | Выемка (-) |
| Основной объем в квадратах | 47844,04 | 25689,26 |
| Дополнительный объем в откосах | 415,63 | 60,89 |
| Всего | 48259,67 | 25750,15 |
| Увеличение объема за счет остаточного разрыхления, 4% | - | 26780,17 |
| Итого | 48259,67 | 26780,17 |

При планировки площадки по заданной отметке могут образоваться ***излишки*** или ***недостатки*** грунта. В этом случае необходимо использовать кавальеры или резервы, расположенные за пределами площадки. В данном случае необходимо использовать ***резерв***, объем которого (Vкав.) определяется по формуле:

48259,67-26780,17=21479.5м3

Расстояние до карьера, принимаем из задания – 4 км. Vкав.=21479.5 м3.

***1.6.Определение объема котлована прямой формы размерами в плане по дну.***

Дано:

Размеры котлована – см. задание.б’=c’=19.2 м,B’=73.2м, z- переменная равная z=mh.где m-коэффициент заложения , h- глубина катлована.

Грунт –супесь

Глубина котлована максимальная – 4 м. в связи с уклоном.

Глубина котлована минимальная – 3,8 м

Расстояние до отвала – 4км.

Коэффициент заложения откосов – m=0,85.



Рис. 1.5.1 схема котлована.

Для простоты расчета объема котлована разобьем его на две части(рис. 1.5.2) и произведем расчет Vk1 и Vk1.



Рис. 1.5.2. схема расчета котлована.

Vk1=с’Б’h+0,5zh(l1+2l2+2l3)-0.5h4l1(2zh+l2) = =19.2\*73.2\*4+0.5\*3.4(80+18\*2+30.4\*2)-0.5\*0.2\*80(2\*0.85\*4+18)= 5723,92м3.



Рис. 1.5.3. схема распределения разности отметок.

h1,h2, h3, h4 - разность отметок высот относительно отметки + 153,5(по варианту)

l1=Б’+∑z=73.5+3.4+3.2=80м.

l2=c’=18м.

l3=(l1-b’)/2=(80-18)/2=31м

Vk1=с’c’h+0.5zh(l4+l5)-0.5(∆h2+∆h3)\*( c\* l5+ l5\*z)=

=19.22\*4+0.5\*3.4\*4\*319.2-0.5\*0.2\*(18\*19.2+19.2\*3.4)=1852.16м3

Общий объем котлована будет равен :

Vk=Vk1 +Vk1=1852,16+6689,39=8541,55м3

***Определим объем пазух котлована:***

=8541,55-6318=2224м3

Vфд.- объем подземной части фундамента.

Vфд.=Бсh-0.5∆h4Бс+с2h-0.5(∆h2+∆h3)c2=72\*18\*4-0,5\*0,2\*72\*18+182\*4-0,5(0,7+0,13)182=6318м3.

В соответствии с Приложением учебного пособия Ерофеева по таблице 3 имеем:

Коэффициент остаточного разрыхления Кор.=4%=0.04

Коэффициент первоначального увеличения объема после разрыхленияКр.=14,5%=0.145

Учитывая данные коэффициента получим:

Vобратной засыпки==2138м3.

Vкавальера=Vобратной засыпки\*(Кр+100).=2449м3.

Vвывоза в отвал в плотном состоянии=Vкот-Vобратной засыпки.=.6404 м3.

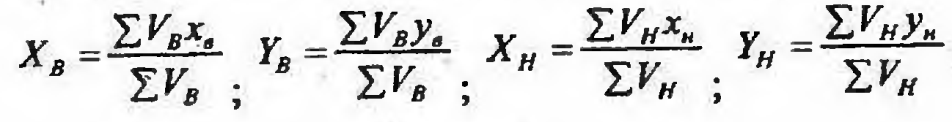
Vвывоза в отвал в рыхлом состоянии=Vвывоза в отвал в плотном состоянии\*(Кр+100) .=7333 м3.

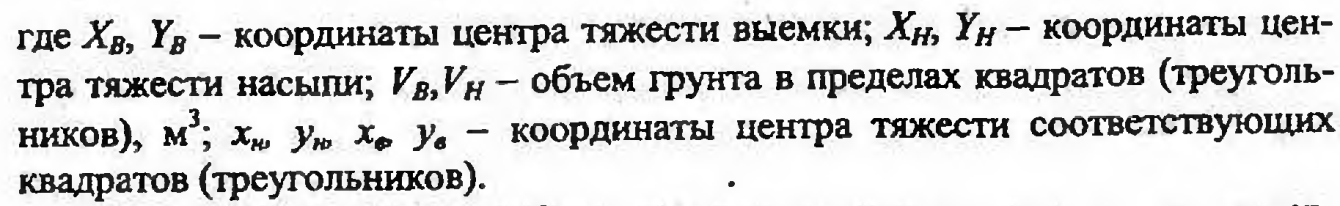
План котлована и разрезы см. Приложение 3.

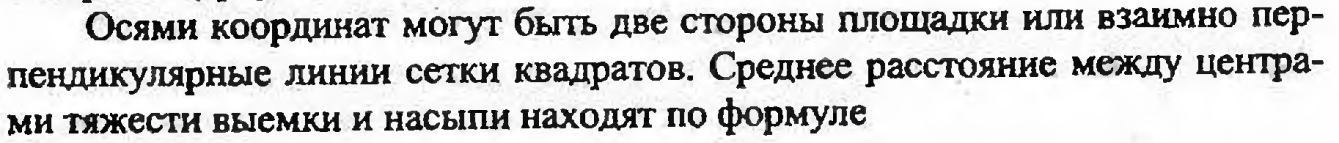
1.7 Составление плана распределения земляных масс, определение среднего расстояния перемещения.

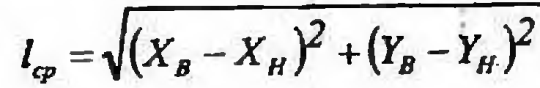
Средняя средней дальности перемещения грунта при вертикальной планировкой – это расстояние между центрами тяжести участков выемки и насыпи.

При аналитическом способе координаты центров тяжести выемок и насыпи вычисляю с помощью статических моментов объемов, взятыхотноситешно координатных осей, за которые в данном случае удобнее принимать линии, представляющие собой границ планируемой площадки:









Возьмем начала координат в точке Н41 разбивочной сетке .

Xн=

Ун=

Xв=

Ув=

lср.==246м

Практическое занятие4

4. Оформление расчетов и чертежей на компьютере.

Практическое занятие5.

# 5. Подготовка к сдаче. Рубежный контроль практического занятия

Практическое занятие 6.

. Проработать конспекты по теплотехническому расчету.

Практическое занятие 7.

12. Теплотехнический расчет стен. Выбор утеплителя, его установка в зависимости от вида материала стен. Конструктивные решения. Расчет производится на основе курсового по Архитектуре.

Теплотехнический расчет заключается в определении толщины искомого слоя ограждения, при котором будет выполняться теплотехническое требование: Ro ≥ Rreg.

Расчет выполняется в соответствии со СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»осуществляют в следующей последовательности:

1) выбирают требуемые наружные климатические параметры;

2) выбирают параметры воздуха из условий комфортности внутри здания в зависимости от назначения здания;

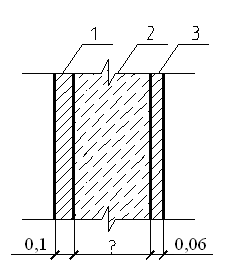
3) разрабатывают объемно-планировочные решения и рассчитывают геометрические размеры здания;

4) определяют требуемое сопротивление теплопередаче  наружных стен, покрытий (чердачных перекрытий), цокольных перекрытий, окон и фонарей в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства;

5) разрабатывают или выбирают конструктивные решения наружных ограждений.

Теплотехническому расчету подлежат наружные стены, чердачные перекрытия (бесчердачные покрытия), перекрытия над неотапливаемым подвалом, окна и наружные двери, внутренние стены (перегородки).

**1.1 Наружная стена**

1.1.1Выполняется эскизэлемента ограждающей конструкции

1.1.2Составляетсятеплотехническая характеристика ограждающей конструкции(Таблица 1.1)

Таблица 1.1

Нормируемые теплотехнические показатели строительных материалов и изделий

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № слоя | Позиция | Наименование материальных  слоёв  ограждающей конструкции | Толщина слоя δ, м | Расчетный  коэффициент **λ**, Вт/(м∙°С) |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |

1.1.3 Определяются градусо-сутки отопительного периода Dd ,°С∙сут.

|  |  |
| --- | --- |
| Dd = (tint – tht) ∙ zht , | ((1) |

где:

Dd  – градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного пункта;

tint – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая для расчета ограждающих конструкций по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494.

tht, zht – средняя температура наружного воздуха, °С и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01-99\* для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С – при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °С – в остальных случаях.

1.1.4 Определяется требуемое значение сопротивления теплопередаче Rreg, (м2∙°С)/Вт, ограждающей конструкции

|  |  |
| --- | --- |
| Rreq = a∙Dd + b, | (2) |

где:

a=0.0003; b=1.2

1.1.5 Определяется фактическое значение сопротивления теплопередаче Ron, (м2∙°С)**/**Вт, по формуле

|  |  |
| --- | --- |
| Ron **=** Rint + Rni + Rext , | (3) |

где:

****** – термическое сопротивление теплоотдачи, (м2∙°С)/Вт;

 – термическое сопротивление тепловосприятию, (м2∙°С)/Вт;

αint – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м2∙°С);

αext – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, Вт/(м2∙°С);

Rni– термическое сопротивление ограждающей конструкции, (м2∙°С)/Вт, определяемое для однородной (однослойной) ограждающей конструкции по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| Rni **=**  **,** | 4) |

где:

δ – толщина слоя ограждающей конструкции, м.

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м∙°С).

Термическое сопротивление ограждающей конструкцииRni с последовательно расположенными однородными слоями, (м2∙°С)/Вт, следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоёв:

|  |  |
| --- | --- |
| Rni= R1 + R2 + … + Rn , | (5) |

где:

R1, R2 … Rn – термические сопротивления отдельных слоёв ограждающей конструкции, (м2∙°С)/Вт, определяемые по формуле (4).

1.1.6 Проверка выполнения условия : Ro ≥ Rreq.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |

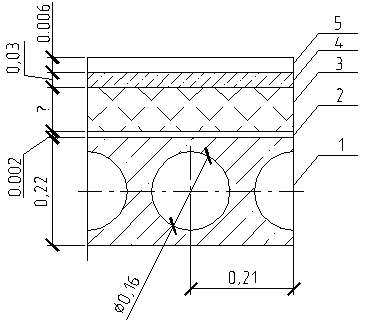
1.1.7 Определяется коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции k, Вт/(м2∙°С)

|  |  |
| --- | --- |
| k = | (6) |

Практическое занятие 8.

13. Теплотехнический расчет покрытий и перекрытий. Выбор утеплителя, в зависимости от вида кровли, конструктивное решение. Расчет производится на основе курсового по Архитектуре.

**1.2 Бесчердачное покрытие**

1.2.1Выполняется эскиз элемента ограждающей конструкции

1.2.2Составляется теплотехническая характеристика ограждающей конструкции(бесчердачного покрытия)

Таблица 1.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № слоя | Позиция | Наименование материальных  слоёв  ограждающей конструкции | Толщина слоя, м | Расчетный коэффициент **λ**, Вт/(м∙°С) |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |

1.2.3 Вычисляются градусо-сутки отопительного периода Dd ,°С∙сут.

|  |  |
| --- | --- |
| Dd = (tint – tht) ∙ zht , |  |

где:

Dd  – градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного пункта;

tint – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 .

tht, zht – средняя температура наружного воздуха, °С и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01-99\* для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С – при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °С – в остальных случаях.

1.2.4. Определяется нормируемое значение сопротивления теплопередаче Rreq, (м2∙°С)/Вт, ограждающей конструкции

|  |  |
| --- | --- |
| Rreg = a∙Dd + b, |  |

где:

a=0.0005; b=2.2

1.2.5 Определение минимального слоя толщины утеплителя и фактического сопротивления теплопередаче. Минимальная толщина искомого слоя ограждающей конструкции δmin, м, (для наружной стены – основного слоя или теплоизолирующего слоя, для перекрытий – теплоизолирующего слоя) принимается из теплотехнических требований, предъявляемых к ограждающим конструкциям: Ro ≥ Rreg.

Толщина будет минимальной при выполнении равенства Ro = Rreq,

где

Rreq – нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, (м2∙°С)/Вт;

Ron – фактическое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, (м2∙°С)**/**Вт, определяемое по формуле

|  |  |
| --- | --- |
| Ron **=** Rint + Rni + Rext , |  |

где:

**** – термическое сопротивление теплоотдачи, (м2∙°С)/Вт;

 – термическое сопротивление тепловосприятию, (м2∙°С)/Вт;

αint – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м2∙°С);

αext – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, Вт/(м2∙°С),

Rni– термическое сопротивление ограждающей конструкции, (м2∙°С)/Вт, определяемое для однородной (однослойной) ограждающей конструкции по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| Rni **=**  **,** |  |

где:

δ – толщина слоя ограждающей конструкции, м.

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м∙°С).

Термическое сопротивление ограждающей конструкцииRk с последовательно расположенными однородными слоями, (м2∙°С)/Вт, следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоёв:

|  |  |
| --- | --- |
| Rk = R1 + R2 + … + Rn , |  |

где:

R1, R2 … Rn – термические сопротивления отдельных слоёв ограждающей конструкции, (м2∙°С)/Вт, определяемые по формуле (4).

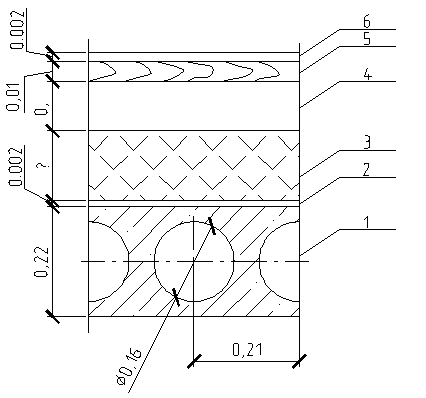
1.2.6 Проверка выполнения условия : Ro ≥ Rreg.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |

2.2.7 Коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции k, Вт/(м2∙°С)

|  |  |
| --- | --- |
| k = |  |

**1.3 Перекрытие над неотапливаемым подвалом.**

1.3.1Выполняется эскиз элемента ограждающей конструкции

1.3.2Составляетсятеплотехническая характеристика ограждающей конструкции(перекрытия над неотапливаемым подвалом)

Таблица 1.3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № слоя | Позиция | Наименование материальных  слоёв  ограждающей конструкции | Толщина слоя, м | Расчетный коэффициент ***λ***, Вт/(м∙°С) |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |

1.3.3 Определяются градусо-сутки отопительного периода Dd ,°С∙сут.

|  |  |
| --- | --- |
| Dd = (tint – tht) ∙ zht , |  |

1.3.4 Определение нормируемого значения сопротивления теплопередаче Rreq, (м2∙°С)/Вт, ограждающей конструкции

|  |  |
| --- | --- |
| Rreq = a∙Dd + b, |  |

где:

a=0.00045; b=1.9

1.3.5 Определяется фактическое значение сопротивления теплопередаче

|  |  |
| --- | --- |
| Ro **=** Rint + Rk + Rext , |  |

2.3.8 Проверка выполнения условия : Ro ≥ Rreg.

2.3.9 Коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции k, Вт/(м2∙°С)

|  |  |
| --- | --- |
| k = |  |

Практическое занятие 9.

14. Оформление расчетов па компьютере.

Практическое занятие10

Потери тепла гражданского здания, расчет производится на основе курсового по Архитектуре. ( стены, полы, потолки) по этажам

**Цель работы:** определить общие теплопотери каждого из помещений здания и теплопотери здания в целом

**Исходные данные для расчета** (смотри таблицу приложений №1)**:**

1. место расположения здания
2. наружная температура воздуха в холодный расчетный период (температура пяти холодных суток)
3. внутренняя температура помещений (согласно СНиП)
4. план здания
5. высота этажа
6. толщина междуэтажных перекрытий
7. толщина чердачного перекрытия
8. вид пола первого этажа
9. продолжительность отопительного периода
10. средняя температура наружного воздуха в отопительный период

**Ход работы**

1.Начертить план здания

2. Нанести все размеры на плане здания

3. Определить термическое сопротивление теплопередаче наружного ограждения согласно санитарно-гигиенических условий и градусо-суток отопительного периода.

4. Выбрать из полученных значений наибольшее

5.Определить размеры ограждающих конструкций

6. Определить теплопотери каждого помещения и здания в целом

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Практическую работу рекомендуется начинать с вычерчивания плана здания по следующим рекомендациям

На отведенном для плана месте проводятся координационные оси капитальных стен. Оси наносятся на чертеж тонкими штрихпунктирными линиями и маркируются, начиная с нижнего левого угла чертежа плана, по вертикали буквами, по горизонтали цифрами в кружочках, диаметр которых 7-8 мм.

К осям привязываются наружные и капитальные внутренние стены, а также отдельно стоящие опоры (колонны и столбы):

* внутреннюю грань несущей наружной стены из кирпича или мелких каменных блоков размещают от координационной оси на расстоянии 200 мм;
* в случае, если несущими являются одновременно продольные и поперечные стены плана здания, /т.е. конструкция перекрытия оперта по контуру/, отступ координационных осей от внутренних граней осуществляется одновременно для наружных поперечных/торцевых/ и продольных стен.

После изображения стен на плане здания наносятся перегородки, устанавливаемые при этом площади различных помещений позволяют организовать в наружных стенах оконные проемы. Размеры проемов устанавливают в зависимости от назначения помещения.

В стенах и перегородках размещаются дверные проемы, которые имеют следующую ширину. Мм: в кладовых, ванных и уборных 600, в кухнях (однопольные) 700, в жилых комнатах: однопольные 800 и 900, двупольные 1200; наружные (входные) двери устанавливаются двупольными с шириной проема 1400 и 1800. высота всех внутренних дверей может быть 2000 мм; входной двери 2300 мм.

Печи и кухонные плиты располагаются в плане, как правило. Около капитальных стен, где предусматриваются дымовые и вентиляционные каналы.

Вентиляционные каналы показывают в стенах ванных комнат, уборных, кухнях и других помещениях, требующих вентиляции. Каналы на плане изображают в виде прямоугольников размером, мм: дымоходные 140х140 или 140х270.Расстоянитя между каналами в кирпичных стенах должны быть не менее120мм.

Вдоль наружных стен на плане здания проставляются три нитки размеров. Первая нитка отстоит от стены на 15-20 мм, последующие проводятся с интервалами 5-10 мм. На первой размерной лини (ближайшей к стене) проставляются размеры проемов и простенков, на второй линии- расстояния между осями, на третьей габариты здания (в крайних осях). Внутри плана здания даются две цепочки размеров (по длине и ширине здания). На них показывается толщина и привязка стен, толщина перегородок, габариты помещений, размеры встроенной мебели.

На чертеже плана каждому помещению присваивается порядковый номер, который проставляется в кружочках и состоит из трех цифр: первая цифра указывает номер этажа здания, другие две – номер помещения на этаже (например, 101 обозначает, что помещение находится на первом этаже здания и является первым помещением на данном этаже).

Термическое сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции по санитарно-гигиеническим нормам определяется по формуле:

Чердачных перекрытий

R0тр= ( tв – tн) n

Δ tн× αв

где tв – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по поз. 1 таблицы [4](https://infourok.ru/go.html?href=%23i112678) по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по [ГОСТ 30494](https://infourok.ru/go.html?href=http%3A%2F%2Fwww.docload.ru%2FBasesdoc%2F5%2F5963%2Findex.htm) (в интервале 20 - 22 °С), для группы зданий по поз. 2 таблицы [4](https://infourok.ru/go.html?href=%23i112678) - согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по [ГОСТ 30494](https://infourok.ru/go.html?href=http%3A%2F%2Fwww.docload.ru%2FBasesdoc%2F5%2F5963%2Findex.htm) (в интервале 16 - 21 °С), зданий по поз. 3 таблицы [4](https://infourok.ru/go.html?href=%23i112678) - по нормам проектирования соответствующих зданий;, С0

tн – расчетная наружная температура воздуха, равная температуре пяти холодных суток в расчетный период средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °С - в остальных случаях., С0

n – коэффициент , зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху

Δ tн – допускаемый перепад температур между температурой внутреннего воздуха tв и температурой внутренней поверхности ограждения τв (Δ tн =4 С0 для жилых зданий, больниц, детских садов; для перекрытий над подвалами, подпольями и неотапливаемыми помещениями Δ tн = 2 С0; для чердачных перекрытий Δ tн =3С0)

αв – коэффициент теплоотдачи у внутренней поверхности наружного ограждения, являющийся суммой коэффициентов конвекции αк и лучеиспускания αл;для внутренних поверхностей стен, полов, потолков αв=8,7 Вт/(м2×С0)

Термическое сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции в зависимости от градусо-суток отопительного периода определяются по формуле:

R0тр = (tв – tо.п.)×nо.п.

где tв - расчетная внутренняя температура помещения, С0

tо.п.- средняя температура наружного воздуха, °С, отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °С - в остальных случаях.

nо.п- продолжительность отопительного периода, сут.

Примечания  
       
     1 Значения hello_html_6796522b.gifдля величин hello_html_4a3b9506.gif, отличающихся от табличных, следует определять по формуле

hello_html_621426aa.gif,                                                            (1)

     где hello_html_4a3b9506.gif- градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного пункта;  
  
     hello_html_4d1d7f5.gif, hello_html_mb9ede20.gif- 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 °С·сут: hello_html_m4fdc7057.gif, hello_html_2d5c4927.gif; для интервала 6000-8000 °С·сут: hello_html_m501267e3.gif, hello_html_e9b3e4d.gif; для интервала 8000 °С·сут и более: hello_html_m63d4d59c.gif, hello_html_m14e949b8.gif.  
  
     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.  
       
     3 Нормируемые значения сопротивления теплопередаче чердачных и цокольных перекрытий, отделяющих помещения здания от неотапливаемых пространств с температурой hello_html_m6cbb86f.gif(hello_html_m2078e056.gif), следует уменьшать умножением величин, указанных в графе 5, на коэффициент hello_html_354871a1.gif, определяемый по примечанию к таблице 6. При этом расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, теплом подвале и остекленной лоджии и балконе следует определять на основе расчета теплового баланса.  
       
     4 Допускается в отдельных случаях, связанных с конкретными конструктивными решениями заполнений оконных и других проемов, применять конструкции окон, балконных дверей и фонарей с приведенным сопротивлением теплопередаче на 5% ниже установленного в таблице.  
       
     5 Для группы зданий в поз.1 нормируемые значения сопротивления теплопередаче перекрытий над лестничной клеткой и теплым чердаком, а также над проездами, если перекрытия являются полом технического этажа, следует принимать, как для группы зданий в поз.2.

Определив градусо-сутки отопительного периода и зная их значение , путем интерполяции находим, требуемое сопротивление теплопередаче, например:

R0тр -4000-1,4 х=1,05

2988,2-х

Зная термическое сопротивление ограждающей конструкции необходимо найти коэффициент теплопередачи по формуле, используя наибольшее значение термического сопротивления теплопередачи

1

К = R0тр

Для окон коэффициент теплопередачи принять равным К=2,7 Вт/м2×С0, для дверей К=2,32 Вт/м2×С0.

Расчет данной практической работы рекомендуется вести в табличной форме следующего вида:

Таблица 1

Определение теплопотерь помещений

Графа 1 –номер помещения по плану этажа и внутренняя температура в помещении

Графа 2 – наименование помещения (жилая комната, кухня, туалет, ванная, лестничная клетка)

Графа 3 – наименование ограждения ( наружная стена- н.с.; двойное остекление – д.о.; тройное остекление – т.о.; двойные двери – д.д. и т.д.)

Графа 4 – ориентация наружного ограждения на стороны света

Графа 5 – размер наружного ограждения, который определяется по следующим правилам

* поверхность окон и дверей определяют по наименьшим размерам соответствующих проёмов в свету
* поверхность потолков и полов – по размерам между осями внутренних стен и от внутренней поверхности наружных стен до осей внутренних стен
* высоту стен первого этажа считают от уровня чистого пола этажа до того же уровня второго этажа, если пол расположен непосредственно на грунте, при наличии пола на лагах отсчет высоты начинают от нижнего уровня подготовки для пола первого этажа, а при наличии подвала или подполья – от уровня нижней поверхности конструкции пола первого этажа
* высоту стен промежуточного этажа принимают по размеру между уровнями чистых полов данного и вышележащего этажей
* высоту для стен верхнего этажа – от уровня чистого пола этого этажа до верха утепляющего слоя чердачного перекрытия или до верхней плоскости бесчердачного покрытия
* длину наружных стен в неугловых помещениях принимают по размерам между осями внутренних стен, а в угловых помещениях – от внешней поверхности наружной стены до оси внутренней стены. Длину внутренних стен принимают от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен или между осями внутренних стен

Графа 6 – площадь наружного ограждения, м2

Графа 7 – коэффициент теплопередачи, Вт/м2 ×С0

Графа 8 - коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху

разница температур внутреннего и наружного воздуха, С0

Графа 9 – разница температур внутреннего и наружного воздуха, С0

Графа 10 – основные теплопотери Qосн , Вт, определяемые по формуле

Qосн =F×К×(tв –tн)×n

Графа 11 – дополнительные теплопотери на стороны света, %.

Дополнительные теплопотери на стороны света через наружные стены, двери и окна здания на север, северо-восток, северо-запад и восток – 10%, а ориентированные на запад и юго-восток – на 5%; при ориентации перечисленных ограждений на юг и на юго-запад добавок не делают.

Графа 12 – прочие добавки, %. В этой графе могут быть учтены добавки на угловое помещение – 5%, теплопотери через наружное ограждение здания, имеющего высоту более 4 м. , увеличивают на 2% на каждый метр высоты сверх 4 м ., но не более 15%; эта добавка не применяется для лестничных клеток.

Графа 13 – коэффициент добавок

Графа 14 - общие теплопотери через ограждающую конструкцию, Вт, находятся путем увеличения основных теплопотерь на коэффициент добавок.

Графа 15 – потери тепла на подогрев инфильтрующего воздуха через неплотности окон определяются по формуле

Q = 0,99×(t в- tн)×Fп

где Fп – площадь пола комнаты, м2

Графа 16 – общие теплопотери помещения, Вт.

В результате расчета данной таблицы, студент должен посчитать теплопотери в каждом помещении здания, а также здания в целом.

Полученные теплопотери здания и будут являться тем количеством теплоты, которое необходимо подать в здание для его отопления.

**Практическое занятие11**.

19. Потери тепла гражданского здания, расчет производится на основе курсового по Архитектуре ( Окна, двери) по этажам.

#### 1.4 Наружная дверь

1.4.1 Определяется риведенное сопротивление теплопередаче Ro, (м2∙°С)/Вт, наружных дверей.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных) Rreg, м2·°С/Вт, следует принимать не менее

|  |  |
| --- | --- |
| , | (8) |

где:

n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;

∆tn – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха tint и температурой внутренней поверхности τint ограждающей конструкции,°С;

αint – то же, что и в формуле (3);

tint – то же, что и в формуле (1)

teхt – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, для всех зданий, кроме производственных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92.

Для наружной стены



1.4.2 Коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции k, Вт/(м2∙°С)

k = 

**1.5 Оконный блок**

1.5.1К заполнениям световых проемов относят окна, балконные двери, фонари, витрины и витражи.

1.5.2 Нормируемое значение сопротивления теплопередаче заполнений световых проемов Rreg, (м2∙°С)/Вт

|  |  |
| --- | --- |
| Rreq = a∙Dd + b |  |

a = 0,000075 ; b=0,15

1.5.3 Приведенное сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов Rreq (м2∙°С**/**Вт) принимается по сертификатным данным производителя, либо экспериментально по ГОСТ 26602.1

1.5.4 Ron **=** Rreg

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

1.5.5 Коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции k, Вт/(м2∙°С)

k = 

**1.6 Внутренняя стена**

1.6.1 Теплотехническая характеристика ограждающей конструкции (внутренней стены)

Таблица 1.4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № слоя | Позиция | Наименование материальных  слоёв  ограждающей конструкции | Толщина слоя, м | Расчетный коэффициент **λ**, Вт/(м∙°С) |
| 1 |  |  |  |  |

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкцииR0, (м2∙°С**/**Вт), определяется по формуле

Ron= 

1.6.2 Коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции k, Вт/(м2∙°С)

k = 

#### 1.7Неутепленный пол лестничной клетки.

Не утепленными полами считают полы, расположенные на грунте, и такие, конструкция которые независимо от толщины состоит из слоев материалов λ ≤ 1,2 Вт/(м °С).

Потери теплоты через не утепленные полы с точностью, достаточной для практических целей, производят способом В.Д. Мачинского.

Поверхность пола делят на зоны, полосы шириной 2 м, параллельные линиям наружных стен. Нумерацию зон ведут, начиная от внутренней поверхности наружных стен. Всю поверхность пола делят на 4 зоны. К четвертой зоне относят всю площадь не занятую 1,2 и 3-и зонами; площадь первой зоны в наружном углу учитывают дважды. Значения, R, для каждой из зон принимают согласно.

Rнд1= 2,1 Вт/(м2/с); Rнд3 = 8,6 Вт/(м2/с);

Rнд2 = 4,3 Вт/(м2/с); Rнд4 = 14,2 Вт/(м2/с).

Коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции k, Вт/(м2·°С)



Вт/(м2 ·°С)

Вт/(м2 ·°С)

Вт/(м2 ·°С)

#### Вт/(м2 ·°С)

#### 1.8Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций.

##### Таблица 1.5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | ***Rо***  (м2 ·°С)/Bт | ***k***  Вт/(м2∙°С) |
| 1 | Наружная стена |  |  |
| 2 | Бесчердачное покрытие |  |  |
| 3 | Перекрытие над неотапливаемым подвалом |  |  |
| 4 | Наружная дверь |  |  |
| 5 | Оконный блок |  |  |
| 6 | Внутренняя стена |  |  |
| 7 | Неутепленный пол лестничной клетки:  1 зона –   1. зона – 2. зона –   4 зона – | 2,1  4,3  8,6  14,2 | 0,476  0,233  0,116  0,070 |

Практическое занятие12.

Расчет отопительных приборов на все помещения курсового проекте по Архитектуре.

**Цель работы:** ознакомиться с видами систем отопления, составить схему системы отопления для заданного здания

**Исходные данные для выполнения работы:**

1. План здания

2. Виды систем отопления

3. Виды нагревательных приборов

**Ход работы**

1. Выбрать вид системы отопления, который будет применяться в данной работе
2. Обосновать применение данного вида отопления
3. Выбрать вид нагревательного прибора.
4. Начертить план подвала.
5. На плане этажа расставить нагревательные приборы.
6. На плане подвала начертить разводку отопления, расположенную на данном этаже.
7. Составить аксонометрическую систему отопления

**Методические указания**

Выбор систем и теплоносителя

Общие сведения

В жилищно-гражданском строительстве широко применяются центральные системы водяного, парового и воздушного отопления, а также системы панельного и лучистого отопления с различными теплоносителями. Кроме того, применяются системы газа – и электровоздушного отопления, отопления инфракрасными и высокотемпературными излучателями.

Наибольшее распространение получила водяная система отопления, как наиболее гигиеничная, совершенная в эксплуатации и регулируемая в широких пределах в зависимости от температуры наружного воздуха.

Паровая система не гигиенична из-за пригорания пыли на поверхностях приборов, почти не поддаётся регулировки, а поэтому применяется ограниченно, главным образом в коммунальных и промышленных предприятиях.

На воздушные системы отопления расходуется меньше металла, чем на водяные и паровые; применяются они главным образом для отопления помещений большого объёма. Температура воздуха в отдельных помещениях жилых зданий, обслуживаемых центральной системы воздушного отопления, плохо поддаётся регулировки, и это ограничивает её применения.

Панельное и лучистое отопление особенно удобно в крупноблочных зданиях, где нагревательные приборы и трубопроводы скрыты в толще конструктивных элементов строительной части здания.

Выбор системы отопления и параметров теплоносителя производят на основании технико-экономического обоснования, в соответствии с требованиями санитарных и противопожарных норм, в зависимости от назначения здания и режима его эксплуатации . При этом предельные значения допускаемых температур на поверхности нагревательных приборов любых типов и конструкций (tн.п.) независимо от вида теплоносителя принимают по нормам, указанным в табл. Б. 1.

При устройстве систем центрального отопления руководствуются правилами СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляции и кондиционирование воздуха".

Расчётную разность температур горячей и обратной воды обычно принимают равной 25°, а при панельных системах отопления с целью сокращения типоразмеров нагревательных приборов её допускается уменьшать до 15°. В зданиях, присоединяемых к ТЭЦ, такое снижение расчётной разности температур приводит к перерасходу сетевой воды. В современных однотрубных системах водяного отопления с П-образными стояками она может быть увеличена до 35°. В двухтрубных системах водяного отопления, наоборот, увеличение расчётной разности температур воды более чем на 25° способствует недопустимой вертикальной разрегулировке системы отопления, вызванной влиянием естественного давления.

В связи с этим для систем водяного отопления с местными нагревательными приборами следует применять однотрубные схемы разводки теплоносителя.

В обычных системах водяного отопления жилых и общественных зданий по санитарно-гигиеническим нормам применяют теплоноситель с температурой горячей воды не более 95°. С целью снижения металлоёмкости систем отопления (см. примечание к табл. Б. 1) допускается применять теплоноситель с температурой горячей воды не более 105°.

При необходимости снижения температуры теплоносителя местные системы водяного отопления зданий присоединяют к наружным тепловым сетям через элеватор или теплообменник (см. раздел "Тепловые сети").

Рекомендуемое давление пара в разомкнутых системах парового отопления низкого давления в зависимости от радиуса действия принимают:

Радиус действия, м …. 50 100 200 300 600

Давления пара, кг/см3 …. 0,05 0,05 – 0,1 0,1 – 0,2 0,2 – 0,3 0,5 – 0,7

В замкнутых системах пароснабжения давления пара назначается по расчёту .

Давления пара в системах отопления и пароснабжения высокого давления допускается до 5 кГ/см2 в зависимости от прочности и предельной температуры поверхности нагревательных приборов. В необходимых случаях давления пара на вводе в здание снижается дросселированием.

В открытых системах воздушного отопления температура приточного воздуха, подаваемого непосредственно в отапливаемые помещения, нормируется в зависимости от места расположения приточных отверстий \*. Для закрытых систем температура воздуха, циркулирующего по каналам, определяется расчётом в зависимости от допускаемой температуры нагревательных элементов. В системах воздушного отопления жилых зданий нагрев воздуха в центральных приточных камерах допускается до 120°, а наибольшая температура подаваемого воздуха в нижнюю зону комнаты – до 60°.

Таблица. **СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ**(по СНиП **41-01-2003**)

Помещения

Система отопления, отопительные приборы, теплоноситель, максимально допустимая температура теплоносителя или теплоотдающей поверхности

Б.1. Жилые, общественные и административно -бытовые (кроме указанных в Б. 2- Б. 10)

Водяная с радиаторами, панелями и конвекторами при температуре тепло носителя для двухтрубных систем - не более 95 °С; для однотрубных - не более 105 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Воздушная. Поквартирная водяная с радиаторами или конвекторами при температуре теплоносителя не более 95 °С. Электрическая или газовая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 95 °С

Б.2. Детские дошкольные, лестничные клетки и вестибюли в детских дошкольных учреждениях

Водяная с радиаторами, панелями и конвекторами при температуре тепло носителя не более 95 °С (с учетом 4.4.3). Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Электрическая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 90 °С

Б.З. Палаты, операционные и другие помещения лечебного назначения в больницах (кроме психиатрических и наркологических, общественных и административно-бытовых)

Водяная с радиаторами и панелями при температуре теплоносителя не более 85 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13)

Б.4. Палаты, операционные и другие помещения лечебного назначения в психиатрических и наркологических больницах (кроме общественных и административно-бытовых)

Водяная с радиаторами и панелями при температуре теплоносителя не более 95 °С. Водяная с нагревательными элементами и стояками, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Электрическая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 95 °С

Б.5. Спортивные залы

Воздушная. Водяная с радиаторами, панелями и конвекторами и гладкими трубами при температуре теплоносителя не более 1 50 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены перекрытия и полы (в соответствии с6.5.13). Электрическая или газовая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 150 °С.

Б.6. Бани, прачечные и душевые

Водяная с радиаторами, конвекторами и гладкими трубами при температуре теплоносителя не более 95 °С для помещений бань и душевых, не более 150 °С - для прачечных. Воздушная. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13)

Б.7. Общественного питания (кроме ресторанов) и торговые залы (кроме указанных в Б.З)

Водяная с радиаторами, панелями, конвекторами и гладкими трубами при температуре теплоносителя не более 150 °С. Водяная с нагревательными элементами и стояками, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с6.5.13). Воздушная. Электрическая и газовая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 150 °С. Электрическая и газовая с высокотемпературными излучателями в неутепленных и полуоткрытых помещениях и зданиях

Б.8. Торговые залы и помещения для обработки и хранения материалов, содержащих легковоспламеняющиеся жидкости

Принимать по Б. 11 а) или Б. 11 б) настоящего приложения

Б.9. Пассажирские залы вокзалов

Воздушная. Водяная с радиаторами и конвекторами при температуре теплоносителя не более 150 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Электрическая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 150 °С

Б.10. Залы зрительные и рестораны

Водяная с радиаторами и конвекторами при температуре теплоносителя не более 115 °С. Воздушная. Электрическая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 115 °С

Б.11 . Производственные:

а) категорий А, Б, В 1-84 без выделений пыли и аэрозолей или с выделением негорючей пыли

Воздушная (в соответствии с 4.4.6 и 7.1.11). Водяная и паровая (в соответствии с6.1.6) при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 1 30 °С. Электрическая и газовая для помещений категорий В1- В4 (кроме складов категорий В1- В4) при температуре на теплоотдающей поверхности не более 130 °С. Электрическая для помещений категорий А и Б (кроме складов категорий А и Б) во взрывозащищенном исполнении в соответствии с ПУЭ при температуре на теплоотдающей поверхности не более 1 30 °С

б) категорий А, Б, В1- В4 с выделением горючей пыли и аэрозолей

Воздушная (в соответствии с 4.4.6 и 7.1.11). Водяная и паровая (в соответствии с6.1.6) при температуре теплоносителя: воды - не более 1 10 °С в помещениях категорий А и Б и не более 130 °С в помещениях категории В. Электрическая и газовая для помещений категорий В1- В4 (кроме складов категорий В1- В4) при температуре на теплоотдающей поверхности не более 110 °С. Электрическая для помещений категорий А и Б (кроме складов категорий А и Б) во взрывозащищенном исполнении в соответствии с ПУЭ при температуре на теплоотдающей поверхности не более 110 °С

в) категорий Г и Д без выделений пыли и аэрозолей

Воздушная. Водяная и паровая с ребристыми трубами, радиаторами и конвекторами при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С. Водяная с нагревательными элементами и стояками, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Газовая и электрическая, в том числе с высокотемпературными излучателями, кроме складов категории В4 (в соответствии с 5.8 и 6.5.10)

г) категорий Г и Д с повышенными требованиями к чистоте воздуха

Воздушная. Водяная с радиаторами (без оребрения), панелями и гладкими трубами при температуре теплоносителя не более 1 50 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с6.5.13)

д) категорий Г и Д с выделением негорючих пыли и аэрозолей

Воздушная. Водяная и паровая с радиаторами при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13). Электрическая и газовая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 1 50 °С

е) категорий Г и Д с выделением горючих пыли и аэрозолей

Воздушная. Водяная и паровая с радиаторами и гладкими трубами при температуре теплоносителя: воды не более 130 °С, пара не более 1 10 °С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.5.13)

ж) категорий Г и Д со значительным влаговыделением

Воздушная. Водяная и паровая с радиаторами, конвекторами и ребристыми трубами при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С. Газовая с температурой на теплоотдающей поверхности 150 °С

з) с выделением возгоняемых ядовитых веществ

По специальным нормативным документам

Б.12. Лестничные клетки, пешеходные переходы и вестибюли

Водяная и паровая с радиаторами, конвекторами и калориферами при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С. Воздушная

Б.13. Тепловые пункты

Водяная и паровая с радиаторами и гладкими трубами при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С

Б. 14. Отдельные помещения и рабочие места в неотапливаемых и отапливаемых помещениях с температурой воздуха ниже нормируемой (кроме помещений категорий А, Б и В)

Газовая и электрическая, в том числе с высокотемпературными излучателями (в соответствии с 5.8 и 6.5.13)

Примечания

1 Для помещений, указанных в позиции Б.1 (кроме жилых) и позиции Б. 10, допускается применять однотрубные системы водяного отопления с температурой теплоносителя до 130 °С при использовании в качестве отопительных приборов конвекторов с кожухом при скрытой прокладке или изоляции участков, стояков и подводок с теплоносителем, имеющим температуры выше 105 °С для помещений, указанных в позиции Б.1, и выше 115 °С - для помещений, указанных в позиции Б. 10, а также при соединении трубопроводов в пределах обслуживаемых помещений на сварке.

2 Температуру воздуха при расчете систем воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией или кондиционированием, следует определять в соответствии с требованиями 4.4.6.СНиП 41-01-2003

3 Отопление газовыми приборами в зданиях III, IV и V степеней огнестойкости не допускается.

Практическое занятие13.

21 Оформление рабочих чертежей – планы этажей с расстановкой отопительных приборов.

1. **Примеры выполнения теплотехнических расчетов ограждающих конструкций**

**Пример 1. Теплотехнический расчет многослойной стены.**

Требуется определить толщину наружной стены гражданского двухэтажного общественного здания.

1. Исходные данные

- район строительства – г. Белгород

- стены кирпичные 3-х слойной конструкции

2. Определение условий эксплуатации конструкций

- температура внутреннего воздуха

- относительная влажность воздуха

- зонная влажности – сухая

- влажностный режим помещений – нормальный

- условия эксплуатации ограждающих конструкций – А

3. Расчетная схема

Рисунок 1 . Конструктивная схема многослойной стены

4. Определяем сопротивление теплопередачи

Dd=(tint-tht)·Zht (1)

Dd =(21+1,9)·191=4373,90С x сут.

где tht=-1,90C - средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха <80С;

Zht = 191 суток, продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха <80С;

Поскольку полученное значение отличается от табличного, то требуемое сопротивление теплопередаче определяется по формуле:

Rred=a·Dd + b (2)

Rred= 0,00035·4373,9 + 1,4 =2,93м2 0С/Вm

Общее сопротивление теплопередаче конструкции стены R0 должно быть не менее требуемого сопротивления теплопередачи R0> Rred

Сопротивление теплопередаче многослойной стены определяют по формуле:

 (3)

где  - всегда в жилых зданий для внутренней стены принимаем 8,7;

- всегда в жилых зданий для несущей стены принимаем 23.

=3,77

3,77>2,93 , т.е. 1-ый показатель теплозащиты выполнен. Принимаем толщину стены 635 мм.

Пример 2 Теплотехнический расчет многослойной стены.

1. Теплотехнический расчет стены:

Район строительства II – Ракитянский район, Белгородская область.

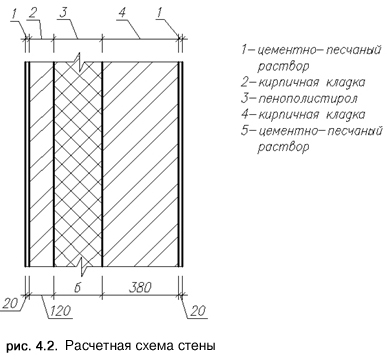
****

Рисунок 2 . Конструктивная схема многослойной стены

Материал стен:

1. силикатный кирпич
   * объемный вес γ1 = 1800 *кг/м³;*
   * коэффициент теплопроводности λ1 = 0,76 *Вт/м˚C;*
   * толщина слоя – 120 *мм*.
2. утеплитель – пенополистирол
   * объемный вес γ2 = 40 *кг/м³;*
   * коэффициент теплопроводности λ2 = 0,041 *Вт/м˚C;*
   * толщина слоя – 60 *мм.*
3. силикатный кирпич
   * объемный вес γ3 = 1800 *кг/м³;*
   * коэффициент теплопроводности λ3 = 0,76 *Вт/м˚C;*
   * толщина слоя - 380 *мм*.
4. слой штукатурки
   * объемный вес γ4 = 1800 *кг/м³;*
   * коэффициент теплопроводности λ4 = 0,76 *Вт/м˚C;*
   * толщина слоя - 20 *мм*.

Градусо – сутки отопительного периода, определяют по формуле (1):

*Dd =  (1)*

Расчетную температуру внутреннего воздуха принимаем по нормам проектирования зданий и сооружений: ˚*C*;

Среднюю температуру периода со средней суточной температурой ≤ 8˚C, ˚*C*;

Продолжительность периода со средней суточной температурой ≤ 8˚C, *сут*.;

*Dd = (20-(-1,9))·191 = 4183 ˚C·сут.;*

## *Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции Rred определяют:*

*Rred = a· Dd + b (2)*

где ***a =*** 0,0003; ***b =*** 1,2;

*Rred = 0,0003·4183 + 1,2 = 2,45 м²˚C/Вт*;

термическое сопротивление отдельных слоев, определяемых по формуле:

R = δ/λ, (3)

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/( м²°C);

*Rk = 0,12/0,76 + 006/0,0041+0,38/0,76+0,002/0,76 = 2,789 м²˚C/Вт*;

*R0 = 1/8,7+2,789+1/23 = 2,95 м²˚C/Вт*;

2,95>2,45

Условие выполняется, следовательно, принятая толщина утеплителя является оптимальной.

Пример 3.Теплотехнический расчет конструкции покрытия



Рисунок 3. К теплотехническому расчету покрытия.

Состав покрытия:

1. филизол «В»
   * объемный вес γ1 = 600 *кг/м³;*
   * коэффициент теплопроводности λ1 = 0,17 *Вт/м˚C;*
   * толщина слоя –4*мм*.

2. филизол «Н»

* + объемный вес γ2 = 600 *кг/м³;*
  + коэффициент теплопроводности λ2 = 0,17 *Вт/м˚C;*
  + толщина слоя –4*мм.*

3. цементно – песчаная стяжка

* + объемный вес γ3 = 1800 *кг/м³;*
  + коэффициент теплопроводности λ3 = 0,76 *Вт/м˚C;*
  + толщина слоя - 25*мм.*

4. керамзитовый гравий по уклону

* + объемный вес γ4 = 550 *кг/м³;*
  + коэффициент теплопроводности λ4 = 0,13 *Вт/м˚C;*
  + толщина слоя - 170 *мм*.

5. железобетонная плита покрытия

* + объемный вес γ5 = 2500 *кг/м³;*
  + коэффициент теплопроводности λ5 = 1,92 *Вт/м˚C;*
  + толщина слоя - 220 *мм*.

В соответствии со СНиП [3] требования тепловой защиты будут выполнены, если в жилых и общественных зданиях будут соблюдены требования R0 > Rred*;*

Градусо – сутки отопительного периода, определяют по формуле:

*Dd = * (1)

Расчетную температуру внутреннего воздуха принимаем по нормам проектирования зданий и сооружений: ˚*C*;

Среднюю температуру периода со средней суточной температурой ≤ 8˚C, определяем по таблице 1 [1]: ˚*C*;

Продолжительность периода со средней суточной температурой ≤ 8˚C, определяем по таблице 1 [1]: *сут*.;

*Dd = (20-(-1,9))\*191 = 4183 ˚C\*сут.;*

## *Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции Rred определяют:*

*Rred = a\* Dd + b* (2)

где ***a =*** 0,0004; ***b =*** 1,6;

*Rred = 0,0004 \*4183 + 1,6 = 3,17 м²˚C/Вт*;

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции с однородными слоями определяют по формуле:

R0 = 1/ + Rk + 1/ (3)

Коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаем по таблице 7 [3]: *Вт/(м²°C)*

Термическое сопротивление ограждающей конструкции Rk определяем по формуле:

*Rk = R1 + R2+…+ Rn* (4)

где R1, R2, Rn - термическое сопротивление отдельных слоев, определяемых по формуле: R = δ/λ,

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/( м²°C);

*,*

*,*

Для производственных зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха 12°C и ниже приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций Rred определяем по формуле:

Rred = , (5)

Коэффициент n принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху: n = 1;

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, равная температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92: = -23˚C;

Rred = м²˚C/Вт;

Принимаем большее значение Rred=3,17 м²˚C/Вт;

*3,17 м²˚C/Вт* > *1,23 м²˚C/Вт.*

Расчетный перепад , между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции определяем по формуле:

,

*;*

, где ˚C – нормируемый температурный перепад, принимаемый по таблице 5 [3];

*;*

Условие выполняется.

Температура точки росы в зависимости от сочетаний температуры  и относительной влажности%, воздуха помещений определяем по приложению Л: =˚C;

Температура внутренней поверхности ,˚C, ограждающей конструкции определяем по формуле:

,



**П Р И Л О Ж Е Н И Е**

Таблица 1

**Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций**

| Здания и помещения, коэффициенты *а* и *b* | Градусо-сутки отопительного периода *Dd,* °С⋅сут | Нормируемые значения сопротивления теплопередаче *Rreq,* м2⋅°С/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 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития | 2000 | 2,1 | 3,2 | 2,8 | 0,3 | 0,3 |
| 4000 | 2,8 | 4,2 | 3,7 | 0,45 | 0,35 |
| 6000 | 3,5 | 5,2 | 4,6 | 0,6 | 0,4 |
| 8000 | 4,2 | 6,2 | 5,5 | 0,7 | 0,45 |
| 10000 | 4,9 | 7,2 | 6,4 | 0,75 | 0,5 |
| 12000 | 5,6 | 8,2 | 7,3 | 0,8 | 0,55 |
| *а* | - | 0,00035 | 0,0005 | 0,00045 | - | 0,000025 |
| *b* | - | 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 | 0,3 |
| 4000 | 2,4 | 3,2 | 2,7 | 0,4 | 0,35 |
| 6000 | 3,0 | 4,0 | 3,4 | 0,5 | 0,4 |
| 8000 | 3,6 | 4,8 | 4,1 | 0,6 | 0,45 |
| 10000 | 4,2 | 5,6 | 4,8 | 0,7 | 0,5 |
| 12000 | 4,8 | 6,4 | 5,5 | 0,8 | 0,55 |
| *а* | - | 0,0003 | 0,0004 | 0,00035 | 0,00005 | 0,000025 |
| *b* | - | 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 |
| *b* | - | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 0,2 | 0,15 |

Таблица 2

**Нормируемые теплотехнические показатели строительных материалов и изделий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Характеристики материалов в сухом состоянии | | | Расчетное массовое отношение | | Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по приложению 2 СНиП II-3) | | | | |
| № п.п. | Материал | Плот-  ность, кг/м3 | Удель-  ная тепло-  емкость , кДж/  /(кг°С) | Коэффи-  циент тепло-  провод-  ности , Вт/  /(м°С) | влаги в материале (при усло-  виях эксп-  луатации по прило-  жению 2 СНиП II-3) *w*, % | | тепло-  провод-  ности λ, Вт/(м°С) | | тепло-  усвоения  (при периоде  24 ч) *s*,  Вт/(м2°С) | | паро-  прони-  цае-  мости μ, мг/  /(мч Па) |
|  |  |  |  |  | А | Б | А | Б | A | Б | А, Б |
| **1 Теплоизоляционные материалы (ГОСТ 16381)** | | | | | | | | | | | |
| *А Полимерные* | | | | | | | | | | | |
| 1 | Экструдированный пенополистирол фирмы БАСФ ТУ 2244-001-47547616-00 Стиродур 2500С | 25 | 1,34 | 0,029 | 2 | 10 | 0,031 | 0,031 | 0,28 | 0,31 | 0,013 |
| 2 | То же, 2800С | 28 | 1,34 | 0,029 | 2 | 10 | 0,031 | 0,031 | 0,30 | 0,33 | 0,013 |
| 3 | » 3035С | 33 | 1,34 | 0,029 | 2 | 10 | 0,031 | 0,031 | 0,32 | 0,36 | 0,013 |
| 4 | » 4000С | 35 | 1,34 | 0,030 | 2 | 10 | 0,031 | 0,031 | 0,34 | 0,37 | 0,005 |
| 5 | » 5000С | 45 | 1,34 | 0,030 | 2 | 10 | 0,031 | 0,031 | 0,38 | 0,42 | 0,005 |
| 6 | Пенополистирол фирмы БАСФ Стиропор PS15 | 15 | 1,34 | 0,039 | 2 | 10 | 0,040 | 0,044 | 0,25 | 0,29 | 0,035 |
| 7 | То же PS20 | 20 | 1,34 | 0,037 | 2 | 10 | 0,038 | 0,042 | 0,28 | 0,33 | 0,030 |
| 8 | » PS30 | 30 | 1,34 | 0,035 | 2 | 10 | 0,036 | 0,040 | 0,33 | 0,39 | 0,030 |
| 9 | Пенополистирол | 150 | 1,34 | 0,05 | 1 | 5 | 0,052 | 0,06 | 0,89 | 0,99 | 0,05 |
| 10 | » | 100 | 1,34 | 0,041 | 2 | 10 | 0,041 | 0,052 | 0,65 | 0,82 | 0,05 |
| 11 | Пенополистирол (ГОСТ 15588) | 40 | 1,34 | 0,038 | 2 | 10 | 0,041 | 0,05 | 0,41 | 0,49 | 0,05 |
| 12 | Пенопласт ПХВ-1 и ПВ1 | 125 | 1,26 | 0,052 | 2 | 10 | 0,06 | 0,064 | 0,86 | 0,99 | 0,23 |
| 13 | То же | 100 и менее | 1,26 | 0,041 | 2 | 10 | 0,05 | 0,052 | 0,068 | 0,8 | 0,23 |
| 14 | Пенополиуретан | 80 | 1,47 | 0,041 | 2 | 5 | 0,05 | 0,05 | 0,67 | 0,7 | 0,05 |
| 15 | » | 60 | 1,47 | 0,035 | 2 | 5 | 0,041 | 0,041 | 0,53 | 0,55 | 0,05 |
| 16 | » | 40 | 1,47 | 0,029 | 2 | 5 | 0,04 | 0,04 | 0,4 | 0,42 | 0,05 |
| 17 | Плиты из резольно-формальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916) | 100 | 1,68 | 0,047 | 5 | 20 | 0,052 | 0,076 | 0,85 | 1,18 | 0,15 |
| 18 | Плиты из резольно-формальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916) | 75 | 1,68 | 0,043 | 5 | 20 | 0,05 | 0,07 | 0,72 | 0,98 | 0,23 |
| 19 | То же | 50 | 1,68 | 0,041 | 5 | 20 | 0,05 | 0,064 | 0,59 | 0,77 | 0,23 |
| 20 | » | 40 | 1,68 | 0,038 | 5 | 20 | 0,041 | 0,06 | 0,48 | 0,66 | 0,23 |
| 21 | Перлитопластбетон | 200 | 1,05 | 0,041 | 2 | 3 | 0,052 | 0,06 | 0,93 | 1,01 | 0,008 |
| 22 | » | 100 | 1,05 | 0,035 | 2 | 3 | 0,041 | 0,05 | 0,58 | 0,66 | 0,008 |
| 23 | Перлитофосфогелевые изделия | 300 | 1,05 | 0,076 | 3 | 12 | 0,08 | 0,12 | 1,43 | 2,02 | 0,2 |
| 24 | То же | 200 | 1,05 | 0,064 | 3 | 12 | 0,07 | 0,09 | 1,1 | 1,43 | 0,23 |
| 25 | Теплоизоляционные изделия из вспененного синтетического каучука «Аэрофлекс» | 80 | 1,806 | 0,034 | 5 | 15 | 0,04 | 0,054 | 0,65 | 0,71 | 0,003 |
| 26 | То же, «Кайманфлекс»: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ЕС | 60-80 | 1,806 | 0,039 | 0 | 0 | 0,039 | 0,039 | 0,6 | 0,6 | 0,010 |
|  | ST | 60-80 | 1,806 | 0,039 | 0 | 0 | 0,039 | 0,039 | 0,6 | 0,6 | 0,009 |
|  | ЕСО | 60-95 | 1,806 | 0,041 | 0 | 0 | 0,041 | 0,041 | 0,65 | 0,65 | 0,010 |
| 27 | Экструзионный пенополистирол «Пеноплэкс»(ТУ 5767002-46261013), тип 35 | 35 | 1,65 | 0,028 | 2 | 3 | 0,029 | 0,030 | 0,36 | 0,37 | 0,018 |
| 28 | То же, 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* | | | | | | | | | | | |
| 29 | Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880) и на синтетическом связующем (ГОСТ 9573) | 125 | 0,84 | 0,056 | 2 | 5 | 0,064 | 0,07 | 0,73 | 0,82 | 0,30 |
| 30 | То же | 75 | 0,84 | 0,052 | 2 | 5 | 0,06 | 0,064 | 0,55 | 0,61 | 0,49 |
| 31 | » | 50 | 0,84 | 0,048 | 2 | 5 | 0,052 | 0,06 | 0,42 | 0,48 | 0,53 |
| 32 | Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950) | 350 | 0,84 | 0,091 | 2 | 5 | 0,09 | 0,11 | 1,46 | 1,72 | 0,38 |
| 33 | То же | 300 | 0,84 | 0,084 | 2 | 5 | 0,087 | 0,09 | 1,32 | 1,44 | 0,41 |
| 34 | » | 200 | 0,84 | 0,07 | 2 | 5 | 0,076 | 0,08 | 1,01 | 1,11 | 0,49 |
| 35 | » | 100 | 0,84 | 0,056 | 2 | 5 | 0,06 | 0,07 | 0,64 | 0,73 | 0,56 |
| 36 | » | 50 | 0,84 | 0,048 | 2 | 5 | 0,052 | 0,06 | 0,42 | 0,48 | 0,6 |
| 37 | Плиты минераловатные повышенной жесткости на органофосфатном связующем | 200 | 0,84 | 0,064 | 1 | 2 | 0,07 | 0,076 | 0,94 | 1,01 | 0,45 |
| 38 | Плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем | 200 | 0,84 | 0,07 | 2 | 5 | 0,076 | 0,08 | 1,01 | 1,11 | 0,38 |
| 39 | То же | 125 | 0,84 | 0,056 | 2 | 5 | 0,06 | 0,064 | 0,70 | 0,78 | 0,38 |
| 40 | Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499) | 50 | 0,84 | 0,056 | 2 | 5 | 0,06 | 0,064 | 0,44 | 0,5 | 0,6 |
| 41 | Маты и полосы из стеклянного волокна прошивные | 150 | 0,84 | 0,061 | 2 | 5 | 0,064 | 0,07 | 0,8 | 0,9 | 0,53 |
| 42 | Пеностекло или газостекло | 400 | 0,84 | 0,11 | 1 | 2 | 0,12 | 0,14 | 1,76 | 1,94 | 0,02 |
| 43 | То же | 300 | 0,84 | 0,09 | 1 | 2 | 0,11 | 0,12 | 1,46 | 1,56 | 0,02 |
| 44 | » | 200 | 0,84 | 0,07 | 1 | 2 | 0,08 | 0,09 | 1,01 | 1,1 | 0,03 |
| *В* *Плиты из природных органических и неорганических материалов* | | | | | | | | | | | |
| 45 | Плиты древесно-  волокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598, ГОСТ 8904, ГОСТ 10632) | 1000 | 2,3 | 0,15 | 10 | 12 | 0,23 | 0,29 | 6,75 | 7,7 | 0,12 |
| 46 | То же | 800 | 2,3 | 0,13 | 10 | 12 | 0,19 | 0,23 | 5,49 | 6,13 | 0,12 |
| 47 | » | 600 | 2,3 | 0,11 | 10 | 12 | 0,13 | 0,16 | 3,93 | 4,43 | 0,13 |
| 48 | » | 400 | 2,3 | 0,08 | 10 | 12 | 0,11 | 0,13 | 2,95 | 3,26 | 0,19 |
| 49 | » | 200 | 2,3 | 0,06 | 10 | 12 | 0,07 | 0,08 | 1,67 | 1,81 | 0,24 |
| 50 | Плиты фибролитовые и арболит (ГОСТ 19222) на портландцементе | 800 | 2,3 | 0,16 | 10 | 15 | 0,24 | 0,3 | 6,17 | 7,16 | 0,11 |
| 51 | То же | 600 | 2,3 | 0,12 | 10 | 15 | 0,18 | 0,23 | 4,63 | 5,43 | 0,11 |
| 52 | » | 400 | 2,3 | 0,08 | 10 | 15 | 0,13 | 0,16 | 3,21 | 3,70 | 0,26 |
| 53 | » | 300 | 2,3 | 0,07 | 10 | 15 | 0,11 | 0,14 | 2,56 | 2,99 | 0,30 |
| 54 | Плиты камышитовые | 300 | 2,3 | 0,07 | 10 | 15 | 0,09 | 0,14 | 2,31 | 2,99 | 0,45 |
| 55 | Тоже | 200 | 2,3 | 0,06 | 10 | 15 | 0,07 | 0,09 | 1,67 | 1,96 | 0,49 |
| 56 | Плиты торфяные теплоизоляционные | 300 | 2,3 | 0,064 | 15 | 20 | 0,07 | 0,08 | 2,12 | 2,34 | 0,19 |
| 57 | То же | 200 | 2,3 | 0,052 | 15 | 20 | 0,06 | 0,064 | 1,6 | 1,71 | 0,49 |
| 58 | Пакля | 150 | 2,3 | 0,05 | 7 | 12 | 0,06 | 0,07 | 1,3 | 1,47 | 0,49 |
| 59 | Плиты из гипса (ГОСТ 6428) | 1200 | 0,84 | 0,35 | 4 | 6 | 0,41 | 0,47 | 6,01 | 6,7 | 0,098 |
| 60 | То же | 1000 | 0,84 | 0,23 | 4 | 6 | 0,29 | 0,35 | 4,62 | 5,28 | 0,11 |
| 61 | Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка) (ГОСТ 6266) | 800 | 0,84 | 0,15 | 4 | 6 | 0,19 | 0,21 | 3,34 | 3,66 | 0,075 |
| 62 | Изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136) | 400 | 1,68 | 0,11 | 1 | 2 | 0,12 | 0,13 | 2,45 | 2,59 | 0,04 |
| 63 | То же | 300 | 1,68 | 0,087 | 1 | 2 | 0,09 | 0,099 | 1,84 | 1,95 | 0,04 |
| *Г Засыпки* | | | | | | | | | | | |
| 64 | Гравий керамзитовый (ГОСТ 9757) | 800 | 0,84 | 0,18 | 2 | 3 | 0,21 | 0,23 | 3,36 | 3,6 | 0,21 |
| 65 | То же | 600 | 0,84 | 0,14 | 2 | 3 | 0,17 | 0,2 | 2,62 | 2,91 | 0,23 |
| 66 | » | 400 | 0,84 | 0,12 | 2 | 3 | 0,13 | 0,14 | 1,87 | 1,99 | 0,24 |
| 67 | » | 300 | 0,84 | 0,108 | 2 | 3 | 0,12 | 0,13 | 1,56 | 1,66 | 0,25 |
| 68 | » | 200 | 0,84 | 0,099 | 2 | 3 | 0,11 | 0,12 | 1,22 | 1,3 | 0,26 |
| 69 | Гравий шунгизитовый (ГОСТ 9757) | 800 | 0,84 | 0,16 | 2 | 4 | 0,2 | 0,23 | 3,28 | 3,68 | 0,21 |
| 70 | То же | 600 | 0,84 | 0,13 | 2 | 4 | 0,16 | 0,2 | 2,54 | 2,97 | 0,22 |
| 71 | » | 400 | 0,84 | 0,11 | 2 | 4 | 0,13 | 0,14 | 1,87 | 2,03 | 0,23 |
| 72 | Щебень из доменного шлака (ГОСТ 5578), шлаковой пемзы и аглопорита (ГОСТ 9757) | 800 | 0,84 | 0,18 | 2 | 3 | 0,21 | 0,26 | 3,36 | 3,83 | 0,21 |
| 73 | То же | 600 | 0,84 | 0,15 | 2 | 3 | 0,18 | 0,21 | 2,7 | 2,98 | 0,23 |
| 74 | » | 400 | 0,84 | 0,12 | 2 | 3 | 0,14 | 0,16 | 1,94 | 2,12 | 0,24 |
| 75 | Щебень и песок из перлита вспученного (ГОСТ 10832) | 600 | 0,84 | 0,11 | 1 | 2 | 0,111 | 0,12 | 2,07 | 2,2 | 0,26 |
| 76 | То же | 400 | 0,84 | 0,076 | 1 | 2 | 0,087 | 0,09 | 1,5 | 1,56 | 0,3 |
| 77 | » | 200 | 0,84 | 0,064 | 1 | 2 | 0,076 | 0,08 | 0,99 | 1,04 | 0,34 |
| 78 | Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865) | 200 | 0,84 | 0,076 | 1 | 3 | 0,09 | 0,11 | 1,08 | 1,24 | 0,23 |
| 79 | То же | 100 | 0,84 | 0,064 | 1 | 3 | 0,076 | 0,08 | 0,7 | 0,75 | 0,3 |
| 80 | Песок для строительных работ (ГОСТ 8736) | 1600 | 0,84 | 0,35 | 1 | 2 | 0,47 | 0,58 | 6,95 | 7,91 | 0,17 |
| *Д Теплые растворы (ГОСТ 28013)* | | | | | | | | | | | |
| 81 | Цементно-шлаковый | 1400 | 0,84 | 0,41 | 2 | 4 | 0,52 | 0,64 | 7,0 | 8,11 | 0,11 |
| 82 | То же | 1200 | 0,84 | 0,35 | 2 | 4 | 0,47 | 0,58 | 6,16 | 7,15 | 0,14 |
| 83 | Цементно-перлитовый | 1000 | 0,84 | 0,21 | 7 | 12 | 0,26 | 0,3 | 4,64 | 5,42 | 0,15 |
| 84 | То же | 800 | 0,84 | 0,16 | 7 | 12 | 0,21 | 0,26 | 3,73 | 4,51 | 0,16 |
| 85 | Гипсоперлитовый | 600 | 0,84 | 0,14 | 10 | 15 | 0,19 | 0,23 | 3,24 | 3,84 | 0,17 |
| 86 | Поризованный гипсоперлитовый | 500 | 0,84 | 0,12 | 6 | 10 | 0,15 | 0,19 | 2,44 | 2,95 | 0,43 |
| 87 | То же | 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)* | | | | | | | | | | | |
| 88 | Туфобетон | 1800 | 0,84 | 0,64 | 7 | 10 | 0,87 | 0,99 | 11,38 | 12,79 | 0,09 |
| 89 | » | 1600 | 0,84 | 0,52 | 7 | 10 | 0,7 | 0,81 | 9,62 | 10,91 | 0,11 |
| 90 | » | 1400 | 0,84 | 0,41 | 7 | 10 | 0,52 | 0,58 | 7,76 | 8,63 | 0,11 |
| 91 | » | 1200 | 0,84 | 0,29 | 7 | 10 | 0,41 | 0,47 | 6,38 | 7,2 | 0,12 |
| 92 | Пемзобетон | 1600 | 0,84 | 0,52 | 4 | 6 | 0,62 | 0,68 | 8,54 | 9,3 | 0,075 |
| 93 | » | 1400 | 0,84 | 0,42 | 4 | 6 | 0,49 | 0,54 | 7,1 | 7,76 | 0,083 |
| 94 | » | 1200 | 0,84 | 0,34 | 4 | 6 | 0,4 | 0,43 | 5,94 | 6,41 | 0,098 |
| 95 | » | 1000 | 0,84 | 0,26 | 4 | 6 | 0,3 | 0,34 | 4,69 | 5,2 | 0,11 |
| 96 | » | 800 | 0,84 | 0,19 | 4 | 6 | 0,22 | 0,26 | 3,6 | 4,07 | 0,12 |
| 97 | Бетон на вулканическом шлаке | 1600 | 0,84 | 0,52 | 7 | 10 | 0,64 | 0,7 | 9,2 | 10,14 | 0,075 |
| 98 | То же | 1400 | 0,84 | 0,41 | 7 | 10 | 0,52 | 0,58 | 7,76 | 8,63 | 0,083 |
| 99 | » | 1200 | 0,84 | 0,33 | 7 | 10 | 0,41 | 0,47 | 6,38 | 7,2 | 0,09 |
| 100 | Бетон на вулканическом шлаке | 1000 | 0,84 | 0,24 | 7 | 10 | 0,29 | 0,35 | 4,9 | 5,67 | 0,098 |
| 101 | То же | 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)* | | | | | | | | | | | |
| 102 | Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон | 1800 | 0,84 | 0,66 | 5 | 10 | 0,80 | 0,92 | 10,5 | 12,33 | 0,09 |
| 103 | То же | 1600 | 0,84 | 0,58 | 5 | 10 | 0,67 | 0,79 | 9,06 | 10,77 | 0,09 |
| 104 | » | 1400 | 0,84 | 0,47 | 5 | 10 | 0,56 | 0,65 | 7,75 | 9,14 | 0,098 |
| 105 | » | 1200 | 0,84 | 0,36 | 5 | 10 | 0,44 | 0,52 | 6,36 | 7,57 | 0,11 |
| 106 | » | 1000 | 0,84 | 0,27 | 5 | 10 | 0,33 | 0,41 | 5,03 | 6,13 | 0,14 |
| 107 | » | 800 | 0,84 | 0,21 | 5 | 10 | 0,24 | 0,31 | 3,83 | 4,77 | 0,19 |
| 108 | » | 600 | 0,84 | 0,16 | 5 | 10 | 0,2 | 0,26 | 3,03 | 3,78 | 0,26 |
| 109 | » | 500 | 0,84 | 0,14 | 5 | 10 | 0,17 | 0,23 | 2,55 | 3,25 | 0,3 |
| 110 | Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией | 1200 | 0,84 | 0,41 | 4 | 8 | 0,52 | 0,58 | 6,77 | 7,72 | 0,075 |
| 111 | То же | 1000 | 0,84 | 0,33 | 4 | 8 | 0,41 | 0,47 | 5,49 | 6,35 | 0,075 |
| 112 | » | 800 | 0,84 | 0,23 | 4 | 8 | 0,29 | 0,35 | 4,13 | 4,9 | 0,075 |
| 113 | Керамзитобетон на перлитовом песке | 1000 | 0,84 | 0,28 | 9 | 13 | 0,35 | 0,41 | 5,57 | 6,43 | 0,15 |
| 114 | То же | 800 | 0,84 | 0,22 | 9 | 13 | 0,29 | 0,35 | 4,54 | 5,32 | 0,17 |
| 115 | Шунгизитобетон | 1400 | 0,84 | 0,49 | 4 | 7 | 0,56 | 0,64 | 7,59 | 8,6 | 0,098 |
| 116 | » | 1200 | 0,84 | 0,36 | 4 | 7 | 0,44 | 0,5 | 6,23 | 7,04 | 0,11 |
| 117 | » | 1000 | 0,84 | 0,27 | 4 | 7 | 0,33 | 0,38 | 4,92 | 5,6 | 0,14 |
| 118 | Перлитобетон | 1200 | 0,84 | 0,29 | 10 | 15 | 0,44 | 0,5 | 6,96 | 8,01 | 0,15 |
| 119 | » | 1000 | 0,84 | 0,22 | 10 | 15 | 0,33 | 0,38 | 5,5 | 6,38 | 0,19 |
| 120 | » | 800 | 0,84 | 0,16 | 10 | 15 | 0,27 | 0,33 | 4,45 | 5,32 | 0,26 |
| 121 | » | 600 | 0,84 | 0,12 | 10 | 15 | 0,19 | 0,23 | 3,24 | 3,84 | 0,3 |
| 122 | Шлакопемзобетон (термозитобетон) | 1800 | 0,84 | 0,52 | 5 | 8 | 0,63 | 0,76 | 9,32 | 10,83 | 0,075 |
| 123 | То же | 1600 | 0,84 | 0,41 | 5 | 8 | 0,52 | 0,63 | 7,98 | 9,29 | 0,09 |
| 124 | » | 1400 | 0,84 | 0,35 | 5 | 8 | 0,44 | 0,52 | 6,87 | 7,9 | 0,098 |
| 125 | » | 1200 | 0,84 | 0,29 | 5 | 8 | 0,37 | 0,44 | 5,83 | 6,73 | 0,11 |
| 126 | » | 1000 | 0,84 | 0,23 | 5 | 8 | 0,31 | 0,37 | 4,87 | 5,63 | 0,11 |
| 127 | Шлакопемзопено- и шлакопемзогазобетон | 1600 | 0,84 | 0,47 | 8 | 11 | 0,63 | 0,7 | 9,29 | 10,31 | 0,09 |
| 128 | То же | 1400 | 0,84 | 0,35 | 8 | 11 | 0,52 | 0,58 | 7,9 | 8,78 | 0,098 |
| 129 | » | 1200 | 0,84 | 0,29 | 8 | 11 | 0,41 | 0,47 | 6,49 | 7,31 | 0,11 |
| 130 | » | 1000 | 0,84 | 0,23 | 8 | 11 | 0,35 | 0,41 | 5,48 | 6,24 | 0,11 |
| 131 | » | 800 | 0,84 | 0,17 | 8 | 11 | 0,29 | 0,35 | 4,46 | 5,15 | 0,13 |
| 132 | Бетон на доменных гранулированных шлаках | 1800 | 0,84 | 0,58 | 5 | 8 | 0,7 | 0,81 | 9,82 | 11,18 | 0,083 |
| 133 | То же | 1600 | 0,84 | 0,47 | 5 | 8 | 0,58 | 0,64 | 8,43 | 9,37 | 0,09 |
| 134 | » | 1400 | 0,84 | 0,41 | 5 | 8 | 0,52 | 0,58 | 7,46 | 8,34 | 0,098 |
| 135 | » | 1200 | 0,84 | 0,35 | 5 | 8 | 0,47 | 0,52 | 6,57 | 7,31 | 0,11 |
| 136 | Аглопоритобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках | 1800 | 0,84 | 0,7 | 5 | 8 | 0,85 | 0,93 | 10,82 | 11,98 | 0,075 |
| 137 | То же | 1600 | 0,84 | 0,58 | 5 | 8 | 0,72 | 0,78 | 9,39 | 10,34 | 0,083 |
| 138 | » | 1400 | 0,84 | 0,47 | 5 | 8 | 0,59 | 0,65 | 7,92 | 8,83 | 0,09 |
| 139 | » | 1200 | 0,84 | 0,35 | 5 | 8 | 0,48 | 0,54 | 6,64 | 7,45 | 0,11 |
| 140 | » | 1000 | 0,84 | 0,29 | 5 | 8 | 0,38 | 0,44 | 5,39 | 6,14 | 0,14 |
| 141 | Бетон на зольном гравии | 1400 | 0,84 | 0,47 | 5 | 8 | 0,52 | 0,58 | 7,46 | 8,34 | 0,09 |
| 142 | То же | 1200 | 0,84 | 0,35 | 5 | 8 | 0,41 | 0,47 | 6,14 | 6,95 | 0,11 |
| 143 | » | 1000 | 0,84 | 0,24 | 5 | 8 | 0,3 | 0,35 | 4,79 | 5,48 | 0,12 |
| 144 | Вермикулитобетон | 800 | 0,84 | 0,21 | 8 | 13 | 0,23 | 0,26 | 3,97 | 4,58 | — |
| 145 | » | 600 | 0,84 | 0,14 | 8 | 13 | 0,16 | 0,17 | 2,87 | 3,21 | 0,15 |
| 146 | » | 400 | 0,84 | 0,09 | 8 | 13 | 0,11 | 0,13 | 1,94 | 2,29 | 0,19 |
| 147 | » | 300 | 0,84 | 0,08 | 8 | 13 | 0,09 | 0,11 | 1,52 | 1,83 | 0,23 |
| 148 | Полистиролбетон (ТУ 5741-159-002-84807, ТУ 5760-160-0284807) | 600 | 1,06 | 0,145 | 4 | 8 | 0,175 | 0,20 | 3,07 | 3,49 | 0,068 |
| 149 | То же | 500 | 1,06 | 0,125 | 4 | 8 | 0,14 | 0,16 | 2,5 | 2,85 | 0,075 |
| 150 | » | 400 | 1,06 | 0,105 | 4 | 8 | 0,12 | 0,135 | 2,07 | 2,34 | 0,085 |
| 151 | » | 300 | 1,06 | 0,085 | 4 | 8 | 0,09 | 0,11 | 1,55 | 1,83 | 0,10 |
| 152 | » | 200 | 1,06 | 0,065 | 4 | 8 | 0,070 | 0,08 | 1,12 | 1,28 | 0,12 |
| 153 | » | 150 | 1,06 | 0,055 | 4 | 8 | 0,057 | 0,06 | 0,87 | 0,96 | 0,135 |
| *В Бетоны ячеистые (ГОСТ 25485, ГОСТ 5742)* | | | | | | | | | | | |
| 154 | Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат | 1000 | 0,84 | 0,29 | 10 | 15 | 0,41 | 0,47 | 6,13 | 7,09 | 0,11 |
| 155 | То же | 800 | 0,84 | 0,21 | 10 | 15 | 0,33 | 0,37 | 4,92 | 5,63 | 0,14 |
| 156 | » | 600 | 0,84 | 0,14 | 8 | 12 | 0,22 | 0,26 | 3,36 | 3,91 | 0,17 |
| 157 | » | 400 | 0,84 | 0,11 | 8 | 12 | 0,14 | 0,15 | 2,19 | 2,42 | 0,23 |
| 158 | » | 300 | 0,84 | 0,08 | 8 | 12 | 0,11 | 0,13 | 1,68 | 1,95 | 0,26 |
| 159 | Газо- и пенозолобетон | 1200 | 0,84 | 0,29 | 15 | 22 | 0,52 | 0,58 | 8,17 | 9,46 | 0,075 |
| 160 | То же | 1000 | 0,84 | 0,23 | 15 | 22 | 0,44 | 0,5 | 6,86 | 8,01 | 0,098 |
| 161 | » | 800 | 0,84 | 0,17 | 15 | 22 | 0,35 | 0,41 | 5,48 | 6,49 | 0,12 |
| *Г Кирпичная кладка из сплошного кирпича* | | | | | | | | | | | |
| 162 | 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 |
| 163 | Глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе | 1700 | 0,88 | 0,52 | 1,5 | 3 | 0,64 | 0,76 | 8,64 | 9,7 | 0,12 |
| 164 | Глиняного обыкновенного на цементно-перлитовом растворе | 1600 | 0,88 | 0,47 | 2 | 4 | 0,58 | 0,7 | 8,08 | 9,23 | 0,15 |
| 165 | Силикатного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе | 1800 | 0,88 | 0,7 | 2 | 4 | 0,76 | 0,87 | 9,77 | 10,9 | 0,11 |
| 166 | Трепельного (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе | 1200 | 0,88 | 0,35 | 2 | 4 | 0,47 | 0,52 | 6,26 | 6,49 | 0,19 |
| 167 | То же | 1000 | 0,88 | 0,29 | 2 | 4 | 0,41 | 0,47 | 5,35 | 5,96 | 0,23 |
| 168 | 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* | | | | | | | | | | | |
| 169 | Керамического пустотного плотностью 1400 кг/м3 (брутто) на цементно-песчаном растворе | 1600 | 0,88 | 0,47 | 1 | 2 | 0,58 | 0,64 | 7,91 | 8,48 | 0,14 |
| 170 | Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м3 (брутто) на цементно-песчаном растворе | 1400 | 0,88 | 0,41 | 1 | 2 | 0,52 | 0,58 | 7,01 | 7,56 | 0,16 |
| 171 | Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м3 (брутто) на цементно-песчаном растворе | 1200 | 0,88 | 0,35 | 1 | 2 | 0,47 | 0,52 | 6,16 | 6,62 | 0,17 |
| 172 | Силикатного одиннадцатипустот-  ного (ГОСТ 379) на цементно-песчаном растворе | 1500 | 0,88 | 0,64 | 2 | 4 | 0,7 | 0,81 | 8,59 | 9,63 | 0,13 |
| 173 | Силикатного четырнадцатипустот-  ного (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* | | | | | | | | | | | |
| 174 | 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 |
| 175 | Сосна и ель вдоль волокон | 500 | 2,3 | 0,18 | 15 | 20 | 0,29 | 0,35 | 5,56 | 6,33 | 0,32 |
| 176 | Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462, ГОСТ 2695) | 700 | 2,3 | 0,1 | 10 | 15 | 0,18 | 0,23 | 5,0 | 5,86 | 0,05 |
| 177 | Дуб вдоль волокон | 700 | 2,3 | 0,23 | 10 | 15 | 0,35 | 0,41 | 6,9 | 7,83 | 0,3 |
| 178 | Фанера клееная (ГОСТ 8673) | 600 | 2,3 | 0,12 | 10 | 13 | 0,15 | 0,18 | 4,22 | 4,73 | 0,02 |
| 179 | Картон облицовочный (ГОСТ 8740) | 1000 | 2,3 | 0,18 | 5 | 10 | 0,21 | 0,23 | 6,2 | 6,75 | 0,06 |
| 180 | Картон строительный многослойный | 650 | 2,3 | 0,13 | 6 | 12 | 0,15 | 0,18 | 4,26 | 4,89 | 0,083 |
| **III Конструкционные материалы** | | | | | | | | | | | |
| *А Бетоны (ГОСТ 7473, ГОСТ 25192) и растворы (ГОСТ 28013)* | | | | | | | | | | | |
| 181 | Железобетон (ГОСТ 26633) | 2500 | 0,84 | 1,69 | 2 | 3 | 1,92 | 2,04 | 17,98 | 18,95 | 0,03 |
| 182 | Бетон на гравии или щебне из природного камня (ГОСТ 26633) | 2400 | 0,84 | 1,51 | 2 | 3 | 1,74 | 1,86 | 16,77 | 17,88 | 0,03 |
| 183 | Раствор цементно-песчаный | 1800 | 0,84 | 0,58 | 2 | 4 | 0,76 | 0,93 | 9,6 | 11,09 | 0,09 |
| 184 | Раствор сложный (песок, известь, цемент) | 1700 | 0,84 | 0,52 | 2 | 4 | 0,7 | 0,87 | 8,95 | 10,42 | 0,098 |
| 185 | Раствор известково-песчаный | 1600 | 0,84 | 0,47 | 2 | 4 | 0,7 | 0,81 | 8,69 | 9,76 | 0,12 |
| *Б Облицовка природным камнем (ГОСТ 9480)* | | | | | | | | | | | |
| 186 | Гранит, гнейс и базальт | 2800 | 0,88 | 3,49 | 0 | 0 | 3,49 | 3,49 | 25,04 | 25,04 | 0,008 |
| 187 | Мрамор | 2800 | 0,88 | 2,91 | 0 | 0 | 2,91 | 2,91 | 22,86 | 22,86 | 0,008 |
| 188 | Известняк | 2000 | 0,88 | 0,93 | 2 | 3 | 1,16 | 1,28 | 12,77 | 13,7 | 0,06 |
| 189 | » | 1800 | 0,88 | 0,7 | 2 | 3 | 0,93 | 1,05 | 10,85 | 11,77 | 0,075 |
| 190 | » | 1600 | 0,88 | 0,58 | 2 | 3 | 0,73 | 0,81 | 9,06 | 9,75 | 0,09 |
| 191 | » | 1400 | 0,88 | 0,49 | 2 | 3 | 0,56 | 0,58 | 7,42 | 7,72 | 0,11 |
| 192 | Туф | 2000 | 0,88 | 0,76 | 3 | 5 | 0,93 | 1,05 | 11,68 | 12,92 | 0,075 |
| 193 | » | 1800 | 0,88 | 0,56 | 3 | 5 | 0,7 | 0,81 | 9,61 | 10,76 | 0,083 |
| 194 | » | 1600 | 0,88 | 0,41 | 3 | 5 | 0,52 | 0,64 | 7,81 | 9,02 | 0,09 |
| 195 | » | 1400 | 0,88 | 0,33 | 3 | 5 | 0,43 | 0,52 | 6,64 | 7,6 | 0,098 |
| 196 | » | 1200 | 0,88 | 0,27 | 3 | 5 | 0,35 | 0,41 | 5,55 | 6,25 | 0,11 |
| 197 | » | 1000 | 0,88 | 0,21 | 3 | 5 | 0,24 | 0,29 | 4,2 | 4,8 | 0,11 |
| *В Материалы кровельные, гидроизоляционные, облицовочные и рулонные покрытия для полов (ГОСТ 23835, ГОСТ 30547)* | | | | | | | | | | | |
| 198 | Листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124) | 1800 | 0,84 | 0,35 | 2 | 3 | 0,47 | 0,52 | 7,55 | 8,12 | 0,03 |
| 199 | То же | 1600 | 0,84 | 0,23 | 2 | 3 | 0,35 | 0,41 | 6,14 | 6,8 | 0,03 |
| 200 | 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 |
| 201 | То же | 1200 | 1,68 | 0,22 | 0 | 0 | 0,22 | 0,22 | 5,69 | 5,69 | 0,008 |
| 202 | » | 1000 | 1,68 | 0,17 | 0 | 0 | 0,17 | 0,17 | 4,56 | 4,56 | 0,008 |
| 203 | Асфальтобетон (ГОСТ 9128) | 2100 | 1,68 | 1,05 | 0 | 0 | 1,05 | 1,05 | 16,43 | 16,43 | 0,008 |
| 204 | Рубероид (ГОСТ 10923), пергамин (ГОСТ 2697), толь | 600 | 1,68 | 0,17 | 0 | 0 | 0,17 | 0,17 | 3,53 | 3,53 | — |
| 205 | Линолеум поливинилхлоридный на теплоизолирующей подоснове (ГОСТ 18108) | 1800 | 1,47 | 0,38 | 0 | 0 | 0,38 | 0,38 | 8,56 | 8,56 | 0,002 |
| 206 | То же | 1600 | 1,47 | 0,33 | 0 | 0 | 0,33 | 0,33 | 7,52 | 7,52 | 0,002 |
| 207 | Линолеум поливинилхлоридный на тканевой основе (ГОСТ 7251) | 1800 | 1,47 | 0,35 | 0 | 0 | 0,35 | 0,35 | 8,22 | 8,22 | 0,002 |
| 208 | То же | 1600 | 1,47 | 0,29 | 0 | 0 | 0,29 | 0,29 | 7,05 | 7,05 | 0,002 |
| 209 | » | 1400 | 1,47 | 0,23 | 0 | 0 | 0,23 | 0,23 | 5,87 | 5,87 | 0,002 |
| *Г Металлы и стекло* | | | | | | | | | | | |
| 210 | Сталь стержневая арматурная (ГОСТ 10884, ГОСТ 5781) | 7850 | 0,482 | 58 | 0 | 0 | 58 | 58 | 126,5 | 126,5 | 0 |
| 211 | Чугун (ГОСТ 9583) | 7200 | 0,482 | 50 | 0 | 0 | 50 | 50 | 112,5 | 112,5 | 0 |
| 212 | Алюминий (ГОСТ 22233, ГОСТ 24767) | 2600 | 0,84 | 221 | 0 | 0 | 221 | 221 | 187,6 | 187,6 | 0 |
| 213 | Медь (ГОСТ 931, ГОСТ 15527) | 8500 | 0,42 | 407 | 0 | 0 | 407 | 407 | 326 | 326 | 0 |
| 214 | Стекло оконное (ГОСТ 111) | 2500 | 0,84 | 0,76 | 0 | 0 | 0,76 | 0,76 | 10,79 | 10,79 | 0 |
| *Примечания*  1. Расчетные значения коэффициента теплоусвоения (при периоде 24 ч) материала в конструкции вычислены по формуле  ,  где λ, ρ0, *с*0, *w* — принимают по соответствующим графам настоящей таблицы.  2. Характеристики материалов в сухом состоянии приведены при массовом отношении влаги в материале *w*, %,равном нулю. | | | | | | | | | | | |

# Задание на расчетную работу

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант задания | Конструкция наружной стены | Конструкция перекрытия  над подвалом | Конструкция покрытия, перекрытия чердачные |
| 1 - 9 | 1 – слой штукатурки, армированный сеткой, 30мм;  2 – минераловатные плиты ρо=75 кг/м3; δ=?;  3 – кладка из полнотелого глиняного кирпича  ρо =1800 кг/м3, 380мм | 1 - перекрытие над подвалом (ж/б плита, 220мм)  2 – пенополистирол  ρо =35 кг/м3; δ =?;  3 - пароизоляция (поливинилхлоридная пленка);  4 – прослойка из ДВП, 6 мм;  5 – линолеум на теплозвукоизолирующей подоснове (по клею «Бустилат»), 4мм. | Утепленная кровля из асбестоцементных листов  1 – гидроизоляция, 6 мм;  2 - сплошная обрешетка, 25мм;  3 - воздушная прослойка, 20мм  4 - утеплитель УРСА,  ρо =45 кг/м3 δ=?;  5 – пароизоляция, 3мм;  6 - подвесной потолок, 10мм |
| 10 - 19 | 1 – слой штукатурки, армированной сеткой, 30мм;  2 – минераловатные плиты ρо =80 кг/м3, δ=?  3 – кладка из керамзитобетонных блоков ρо =1200 кг/м3, 400мм | 1 - перекрытие над подвалом: железобетонная плита, 150мм;  2 – пенополистирол  ρо =35 кг/м3, δ=?;  3 – пароизоляция (поливинилхлоридная пленка);  4 – лаги из досок, 40мм;  5 – доски пола, 40мм | Утепление чердачного перекрытия  1 – чердачное перекрытие, ж/б плита, 220мм;  2 – пароизоляция;  3 – утеплитель (пенополистирол)  ρо =25 кг/м3); δ=?  4 – доски ходовые, 20мм |
| 20 - 29 | 1 – лицевой пустотный керамический кирпич ρо = 1200 кг/м3, 120мм;  2 – пенополистирол листовой ρо =25 кг/м3, δ=?  3 – кладка из пенобетонных блоков ρо =600 кг/м3, 400мм | 1 - перекрытие над подвалом: ж/б плита, 220мм;  2 – утеплитель: плиты из пенопласта ρо =35 кг/м3, δ=?;  3 - пергамин на битумной мастике, 3мм;  4 – водонепроницаемый цементный раствор, 20мм;  5 – керамическая плитка, 30мм | Утепление совмещенного с кровлей перекрытия ( в мансардных помещениях):  1 – кровля;  2 – обрешетка δ=  3 – воздушная прослойка δ = 30 мм;  4 - урса ρо =15 кг/м3; δ =?  5 – пароизоляция;  6 – обшивка ( вагонка) 15мм. |
| 30 - 39 | 1 – лицевой пустотный керамический кирпич ρо = 1200 кг/м3, 250мм;  2 – пенополистирол листовой ρо =45 кг/м3, δ=?  3 – кирпич обыкновенный глиняный, 250мм | 1 – паркетные доски, 15мм;  2 – стяжка из ДСП  3 – гидроизоляция, полиэтиленовая пленка, 0,2мм;  4 – экструдированный пенополистирол,  ρо =35 кг/м3 δ =?;  5 – ж/б плита, 220мм | Покрытие (общественное здание)  1 –ж/б плита покрытия, 220мм;  2 – пароизоляция;  3 – утеплитель (плиты минераловатные) ρo=200кг/м3; δ=?  4 – стяжка цементная, 20мм;  5 – 4 – хслойный рулонный ковер, 12мм. |

# **литература по разделу**

1. Николаевская И.А. Инженерные сети и оборудование территорий зданий и строительных площадок: Учебник для сред. проф. образования / И.А. Николаевская, Л.А. Горлопанова, Н.Ю. Морозова; Под ред. И.А. Николаевской. – М.: Издательский центр «Академия», 2004, - 224с.;

2. Сибикин Ю.Д. Отопление ,вентиляция и кондиционирование воздуха: учеб. Пособие для студентов СПО/ Ю.Д. Сибикин. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия». 2008. – 304с.

3. Инженерные сети и оборудование территорий зданий и строительных площадок: Учебник/Е.Н. Бухаркин, В.М. Овсянников, К.С. Орлов и др.: Под ред. Ю.П. Соснина. – М.: Высшая школа, 2001. – 415с.

.4. Синянский И.А., Шелапутина Н.А. Благоустройство территории. Учебное пособие. МКАМС.М.,2001

5. Синянский И.А. Шелапутина Н.А. Инженерная инфраструктура территорий. Учеб­ное пособие. МКА1МС.М..2001

6. Синянский И. А. Инженерные сети зданий. Учебное пособие. МКАМС.М ,2001

СНиП 2.04.01.85\* Внутренний водопровод и канализация зданий.

СНиП 2.04.02-84 \* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

СНиП 2.04.03.85.Канализация. Наружные сети и сооружения.

СНиП 2.04.07-86\* Тепловые сети.

СНиП 2.04.08-87\* Газоснабжение.

СНиП 2.07.01.89\*.Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.

СНиП 2.05.02.85 Автомобильные дороги.

СНиП 3.05.01-85 Внутренние санитарно-технические системы.

СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование.

СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве.

СНиП Ш-4-80\*. Техника безопасности в строительстве.

СНиП 2.05.06-85\*. Магистральные трубопроводы.

ГОСТ 21,508-93.СПДС.Правила выполнения рабочих чертежей генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов.

ГОСТ 21.1701-97. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог.

ГОСТ 21.204-93. СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта.