

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**
по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений
(теплогазоснабжение с основами теплотехники)»
Направление подготовки 08.03.01 Строительство
Направленность (профиль) «Строительство зданий и сооружений»

Пятигорск 2020

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)»

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедрой «Строительство» (протокол №__ от «__» _____ 2020 г.)

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

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---------------------------------------|----|
| Введение | 4 |
| Практическая работа №1 | 5 |
| Практическая работа № 2 | 6 |
| Практическая работа № 3 | 9 |
| Практическая работа № 4 | 13 |
| Практическая работа № 5 | 20 |
| Практическая работа № 6 | 27 |
| СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 30 |
| Приложение 1..... | 31 |

Введение

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)» предназначены для студентов очной формы обучения.

Дисциплина «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)» имеет существенное значение для профессиональной подготовки специалистов в области промышленного и гражданского строительства. Дисциплина является промежуточным и наиболее сложным этапом в процессе обучения.

Задачами изучения дисциплины являются:

- рассмотрение основ технической термодинамики и теплопередачи,
- изучение влажностного и воздушного режимов зданий;
- освоение принципов проектирования и реконструкции систем обеспечения микроклимата помещений;
- возможность использования нетрадиционных источников энергоресурсов,
- задачи охраны окружающей среды

Целями освоения дисциплины являются:

- освоение студентами смежной отрасли строительной техники, выработке навыков творческого использования знаний при выборе и эксплуатации оборудования теплогазоснабжения и вентиляции, применяемого в строительной индустрии.

Знания, полученные при изучении данной дисциплины необходимы для написания выпускной квалификационной работы.

Практическая работа №1

Тема работы: Определение теплового сопротивления ограждающих конструкций угловой комнаты

Цель работы: Освоить методику расчета теплового сопротивления ограждающих конструкций.

Актуальность темы: " Определение теплового сопротивления ограждающих конструкций " заключается в основополагающей роли расчетов теплофизических свойств в зданиях для сохранения целостности и увеличения срока эксплуатации.

Теоретическая часть

Пояснительная записка практической работы относится к текстовым документам и должна в основном соответствовать требованиям ГОСТа.

Пояснительную записку следует выполнять на листах формата А4 (297X210 мм) материалов описного текста (размер шрифта – 14, интервал – 1,5).

Первым листом пояснительной записки является титульный лист, где указывается фамилия, имя, отчество студента, его шифр (номер зачетной книжки) название группы и т.д. Надпись на титульном листе выполняется чертёжным шрифтом. Допускается оформление титульного листа на компьютере. При составлении содержания (оглавления) в него следует включать название разделов, подразделов и пунктов с указанием номера соответствующей страницы. В конце работы приводятся выводы, сделанные при изучении темы контрольной работы.

Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. В тексте контрольной работы не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых и используется сплошная нумерация страниц.

Вопросы и задания

1. Основные понятия и определения технической термодинамики.
2. Уравнение состояния термодинамической системы.
3. Первый и второй законы термодинамики.
4. Термодинамические процессы идеальных газов.
5. Прямой и обратный цикл Карно.
6. Уравнение состояния реальных газов
7. Основные понятия и определения процесса обмена теплотой.
8. Теория теплопроводности. Закон Фурье.
9. Теплопередача.
10. Тепловая изоляция.
11. Критерии подобия. Виды критериальных уравнений.
12. Теплопередача при конденсации.
13. Излучение.

Задание:

Рассчитаем тепловых потерь двух разных комнат одной площади с помощью таблиц.

Угловая комната (первый этаж)

Характеристики комнаты:

- этаж первый,
- площадь комнаты – 16 кв.м. (5x3,2),

- высота потолка – 2,75 м,
- наружных стен – две,
- материал и толщина наружных стен – брус толщиной 18 см, обшит гипсокартонном и оклеен обоями,
- окна – два (высота 1,6 м, ширина 1,0 м) с двойным остеклением,
- полы – деревянные утепленные, снизу подвал,
- выше чердачное перекрытие,
- расчетная наружная температура –30 °С,
- требуемая температура в комнате +20 °С.

Рассчитаем площади теплоотдающих поверхностей.

Практическая работа № 2

Тема работы: Определение теплового сопротивления ограждающих конструкций мансардного помещения жилого дома

Цель работы: Освоить методику расчета теплового сопротивления ограждающих конструкций.

Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

| Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций | Формируемые компетенции |
|---|--|
| Знать: 1) основные направления и перспективы развития систем теплогасоснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов, 2) основные элементы систем теплогасоснабжения и вентиляции; | ОПК-3 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе |

| | |
|---|---|
| <p>3)современное оборудование и методы проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем.</p> <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)выбирать типовые решения систем теплогазоснабжения, климатизации населенных мест и городов; 2)работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 3)использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогазоснабжения и вентиляции; 4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплого режима в помещениях <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов; 2)информацией о способах теплоснабжения и газоснабжения зданий и сооружений; 3)информацией о тепловых и газовых сетях в городах и населенных пунктах; 4)информацией о традиционных и альтернативных источниках тепла для нужд теплоснабжения, реконструкции и капитального ремонта систем теплогазоснабжения и вентиляции | <p>профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат</p> |
| <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)элементы систем теплогазоснабжения и вентиляции; 2)современное оборудование и методы проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем; 3)основные направления и перспективы развития систем теплогазоснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов. <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 2)использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогазоснабжения и вентиляции 3)выбирать типовые решения систем теплогазоснабжения, климатизации населенных мест и городов 4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплого режима в помещениях и характеристики систем и инновационного оборудования в процессе эксплуатации зданий и сооружений <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) информацией о способах теплоснабжения и газоснабжения зданий и сооружений; 2) информацией о тепловых и газовых сетях в городах и населенных пунктах 3) основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, | <p>ОПК-4</p> <p>знанием правил и технологии монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию и эксплуатацию конструкций, инженерных систем и оборудования строительных объектов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, правил приёмки образцов продукции, выпускаемой предприятием</p> |

населенных мест и городов

4) информацией о традиционных и альтернативных источниках тепла для нужд теплоснабжения; информацией о задачах технического перевооружения, реконструкции и капитального ремонта систем теплогазоснабжения и вентиляции; об экономической целесообразности применяемых технических решений по модернизации систем и оборудования в процессе капитального ремонта и реконструкции

Актуальность темы: " Определение теплового сопротивления ограждающих конструкций " заключается в основополагающей роли расчетов теплофизических свойств в зданиях для сохранения целостности и увеличения срока эксплуатации.

Теоретическая часть

Пояснительная записка практической работы относится к текстовым документам и должна в основном соответствовать требованиям ГОСТа.

Пояснительную записку следует выполнять на листах формата А4 (297X210 мм) материалов описного текста (размер шрифта – 14, интервал – 1,5).

Первым листом пояснительной записки является титульный лист, где указывается фамилия, имя, отчество студента, его шифр (номер зачетной книжки) название группы и т.д. Надпись на титульном листе выполняется чертёжным шрифтом. Допускается оформление титульного листа на компьютере. При составлении содержания (оглавления) в него следует включать название разделов, подразделов и пунктов с указанием номера соответствующей страницы. В конце работы приводятся выводы, сделанные при изучении темы контрольной работы.

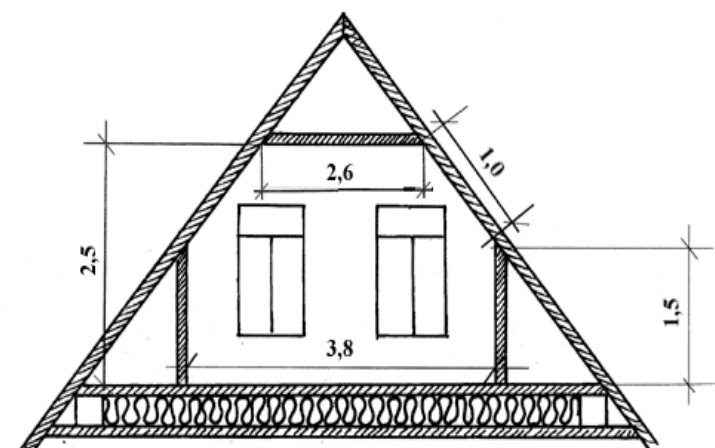
Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. В тексте контрольной работы не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых и используется сплошная нумерация страниц.

Вопросы и задания

1. Основные понятия и определения технической термодинамики.
2. Уравнение состояния термодинамической системы.
3. Первый и второй законы термодинамики.
4. Термодинамические процессы идеальных газов.
5. Прямой и обратный цикл Карно.
6. Уравнение состояния реальных газов
7. Основные понятия и определения процесса обмена теплотой.
8. Теория теплопроводности. Закон Фурье.
9. Теплопередача.
10. Тепловая изоляция.
11. Критерии подобия. Виды критериальных уравнений.
12. Теплопередача при конденсации.
13. Излучение.

Задание:

Рассчитаем тепловых потерь двух разных комнат одной площади с помощью таблиц 1,2 Приложения 1.



Комната под крышей (мансарда)

Характеристики комнаты:

- этаж верхний,
- площадь 16 кв.м. (3,8x4,2),
- высота потолка 2,4 м,
- наружные стены; два ската крыши (шифер, сплошная обрешетка, 10 см минваты, вагонка), фронтоны (брус толщиной 10 см, обшитый вагонкой) и боковые перегородки (каркасная стена с керамзитовым заполнением 10 см),
- окна – четыре (по два на каждом фронтоне), высотой 1,6 м и шириной 1,0 м с двойным остеклением,
- расчетная наружная температура -30°C ,
- требуемая температура в комнате $+20^{\circ}\text{C}$.

Практическая работа № 3

Тема работы: Теплотехнический расчет ограждающей конструкции покрытия

Цель работы: Определить требуемое сопротивление теплопередачи, исходя из санитарно-гигиенических требований, и по условию энергосбережения

Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

| Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций | Формируемые компетенции |
|--|--|
| <p>Знать:</p> <p>1) основные направления и перспективы развития систем теплогазоснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов,</p> <p>2) основные элементы систем теплогазоснабжения и вентиляции;</p> <p>3) современное оборудование и методы проектирования систем</p> | <p>ОПК-3</p> <p>способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной</p> |

| | |
|---|---|
| <p>теплогазоснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем.</p> <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)выбирать типовые решения систем теплогазоснабжения, климатизации населенных мест и городов; 2)работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 3)использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогазоснабжения и вентиляции; 4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплого режима в помещениях <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов; 2)информацией о способах теплоснабжения и газоснабжения зданий и сооружений; 3)информацией о тепловых и газовых сетях в городах и населенных пунктах; 4)информацией о традиционных и альтернативных источниках тепла для нужд теплоснабжения, реконструкции и капитального ремонта систем теплогазоснабжения и вентиляции | <p>деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат</p> |
| <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)элементы систем теплогазоснабжения и вентиляции; 2)современное оборудование и методы проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем; 3)основные направления и перспективы развития систем теплогазоснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов. <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 2)использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогазоснабжения и вентиляции 3)выбирать типовые решения систем теплогазоснабжения, климатизации населенных мест и городов 4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплого режима в помещениях и характеристики систем и инновационного оборудования в процессе эксплуатации зданий и сооружений <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) информацией о способах теплоснабжения и газоснабжения зданий и сооружений; 2) информацией о тепловых и газовых сетях в городах и населенных пунктах 3) основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов | <p>ОПК-4</p> <p>знанием правил и технологии монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию и эксплуатацию конструкций, инженерных систем и оборудования строительных объектов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, правил приёмки образцов продукции, выпускаемой предприятием</p> |

| | |
|--|--|
| 4) информацией о традиционных и альтернативных источниках тепла для нужд теплоснабжения; информацией о задачах технического перевооружения, реконструкции и капитального ремонта систем теплогазоснабжения и вентиляции; об экономической целесообразности применяемых технических решений по модернизации систем и оборудования в процессе капитального ремонта и реконструкции | |
|--|--|

Актуальность темы: " Теплотехнический расчет ограждающей конструкции покрытия " заключается в основополагающей роли расчетов теплофизических свойств кровельных сооружений в зданиях для сохранения целостности и увеличения срока эксплуатации.

Теоретическая часть

Пояснительная записка практической работы относится к текстовым документам и должна в основном соответствовать требованиям ГОСТа.

Пояснительную записку следует выполнять на листах формата А4 (297X210 мм) материалов описного текста (размер шрифта – 14, интервал – 1,5).

Первым листом пояснительной записки является титульный лист, где указывается фамилия, имя, отчество студента, его шифр (номер зачетной книжки) название группы и т.д. Надпись на титульном листе выполняется чертёжным шрифтом. Допускается оформление титульного листа на компьютере. При составлении содержания (оглавления) в него следует включать название разделов, подразделов и пунктов с указанием номера соответствующей страницы. В конце работы приводятся выводы, сделанные при изучении темы контрольной работы.

Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. В тексте контрольной работы не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых и используется сплошная нумерация страниц.

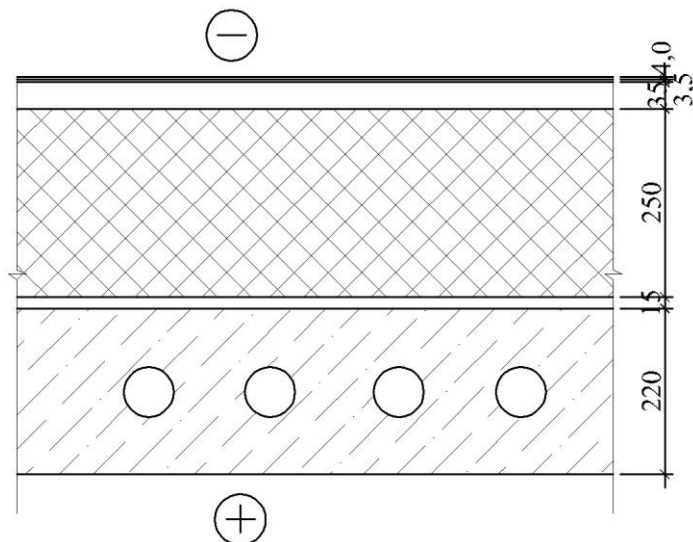
Вопросы и задания

1. Основные понятия и определения технической термодинамики.
2. Уравнение состояния термодинамической системы.
3. Первый и второй законы термодинамики.
4. Термодинамические процессы идеальных газов.
5. Прямой и обратный цикл Карно.
6. Уравнение состояния реальных газов
7. Основные понятия и определения процесса обмена теплотой.
8. Теория теплопроводности. Закон Фурье.
9. Теплопередача.
10. Тепловая изоляция.
11. Критерии подобия. Виды критериальных уравнений.
12. Теплопередача при конденсации.
13. Излучение.

Задание:

Теплотехнический расчет ограждающей конструкции покрытия с помощью таблиц 1,2 Приложения 1.

Принимаем следующую конструкцию покрытия:



1-й слой – многпустотная железобетонная плита

$$\gamma_1 = 2500 \text{ кг/см}^3$$

$$\lambda_1 = 2,04 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_1 = 0,22 \text{ м}$$

2-й слой – пароизоляция (1 слой рубероида)

$$\gamma_2 = 600 \text{ кг/см}^3$$

$$\lambda_2 = 0,17 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_2 = 0,0015 \text{ м}$$

3-й слой – утеплитель - пенополисторол

$$\gamma_3 = 100 \text{ кг/см}^3$$

$$\lambda_3 = 0,052 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_3 = x, \text{ м}$$

4-й слой – цементно-песчаная стяжка

$$\gamma_4 = 1800 \text{ кг/см}^3$$

$$\lambda_4 = 0,93 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_4 = 0,04 \text{ м}$$

5-й слой – гидроизоляция

$$\gamma_5 = 600 \text{ кг/см}^3$$

$$\lambda_5 = 0,17 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_5 = 0,0035 \text{ м}$$

6-й слой – бронированный (линокром)

$$\gamma_6 = 600 \text{ кг/см}^3$$

$$\lambda_6 = 0,17 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_6 = 0,004 \text{ м}$$

Найдем толщину теплоизоляционного слоя исходя из условия:

$$R_0^{\text{факт}} \geq R_0^{\text{тр}}$$

$$R_0^{\text{факт}} = 1/\alpha_{\text{в}} + \sum \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_{\text{н}} \geq R_0^{\text{тр}}$$

$$R_0 = 1/8,7 + 0,220/2,04 + 0,0015/0,17 + x/0,052 + 0,04/0,93 + 0,0035/0,17 + 1/23 \geq 5,19$$

$$x \geq 0,25$$

принимаем $x=0,25$ м.

тогда толщина покрытия составит:

$$\delta = 0,220 + 0,0015 + 0,25 + 0,04 + 0,0035 + 0,004 = 0,519 = 0,520$$

Фактическое значение сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции стены рассчитывается по формуле:

$$R_0^{\text{факт}} = 1/8,7 + 0,220/2,04 + 0,0015/0,17 + 0,25/0,052 + 0,04/0,17 + 1/23 = 5,32 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C/Вт}$$

Практическая работа № 4

Тема работы: Теплотехнический расчет перекрытия над неотапливаемым техподпольем жилого здания

Цель работы: Определить паропроницаемость ограждающих конструкций покрытия жилого здания

Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

| Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций | Формируемые компетенции |
|---|---|
| Знать: 1) основные направления и перспективы развития систем теплогазоснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов, 2) основные элементы систем теплогазоснабжения и вентиляции; 3) современное оборудование и методы проектирования систем | ОПК-3 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной |

| | |
|---|---|
| <p>теплогазоснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем.</p> <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)выбирать типовые решения систем теплогазоснабжения, климатизации населенных мест и городов; 2)работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 3)использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогазоснабжения и вентиляции; 4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплого режима в помещениях <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов; 2)информацией о способах теплоснабжения и газоснабжения зданий и сооружений; 3)информацией о тепловых и газовых сетях в городах и населенных пунктах; 4)информацией о традиционных и альтернативных источниках тепла для нужд теплоснабжения, реконструкции и капитального ремонта систем теплогазоснабжения и вентиляции | <p>деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат</p> |
| <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)элементы систем теплогазоснабжения и вентиляции; 2)современное оборудование и методы проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем; 3)основные направления и перспективы развития систем теплогазоснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов. <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 2)использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогазоснабжения и вентиляции 3)выбирать типовые решения систем теплогазоснабжения, климатизации населенных мест и городов 4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплого режима в помещениях и характеристики систем и инновационного оборудования в процессе эксплуатации зданий и сооружений <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) информацией о способах теплоснабжения и газоснабжения зданий и сооружений; 2) информацией о тепловых и газовых сетях в городах и населенных пунктах 3) основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов | <p>ОПК-4</p> <p>знанием правил и технологии монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию и эксплуатацию конструкций, инженерных систем и оборудования строительных объектов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, правил приёмки образцов продукции, выпускаемой предприятием</p> |

| | |
|--|--|
| 4) информацией о традиционных и альтернативных источниках тепла для нужд теплоснабжения; информацией о задачах технического перевооружения, реконструкции и капитального ремонта систем теплогазоснабжения и вентиляции; об экономической целесообразности применяемых технических решений по модернизации систем и оборудования в процессе капитального ремонта и реконструкции | |
|--|--|

Актуальность темы: Технический расчет паропроницаемости ограждающих конструкций покрытия жилого здания " заключается в основополагающей роли расчетов теплофизических свойств кровельных сооружений в зданиях для сохранения целостности и увеличения срока эксплуатации.

Теоретическая часть

Пояснительная записка практической работы относится к текстовым документам и должна в основном соответствовать требованиям ГОСТа.

Пояснительную записку следует выполнять на листах формата А4 (297X210 мм) материалов описного текста (размер шрифта – 14, интервал – 1,5).

Первым листом пояснительной записки является титульный лист, где указывается фамилия, имя, отчество студента, его шифр (номер зачетной книжки) название группы и т.д. Надпись на титульном листе выполняется чертёжным шрифтом. Допускается оформление титульного листа на компьютере. При составлении содержания (оглавления) в него следует включать название разделов, подразделов и пунктов с указанием номера соответствующей страницы. В конце работы приводятся выводы, сделанные при изучении темы контрольной работы.

Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. В тексте контрольной работы не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых и используется сплошная нумерация страниц.

Вопросы и задания

1. Основные понятия и определения технической термодинамики.
2. Уравнение состояния термодинамической системы.
3. Первый и второй законы термодинамики.
4. Термодинамические процессы идеальных газов.
5. Прямой и обратный цикл Карно.
6. Уравнение состояния реальных газов
7. Основные понятия и определения процесса обмена теплотой.
8. Теория теплопроводности. Закон Фурье.
9. Теплопередача.
10. Тепловая изоляция.
11. Критерии подобия. Виды критериальных уравнений.
12. Теплопередача при конденсации.
13. Излучение.

Задание:

Теплотехнический расчет перекрытия над неотапливаемым техподпольем

Определить требуемое сопротивление теплопередачи, исходя из санитарно-гигиенических требований, и по условию энергосбережения, затем выберем наибольшее значение.

По условию энергосбережения найдем ГСОП по формуле (3.1.1)

$$ГСОП = (20 - (-6,0)) * 230 = 5980 \text{ } ^\circ\text{C сут};$$

Требуемое сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции покрытия определяется по табл. 16* СНиП II-03-79*:

$$ГСОП - R_0^{TP}$$

$$4000 - 3,7$$

$$6000 - 4,6$$

$$R_0^{TP} = 4,591 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

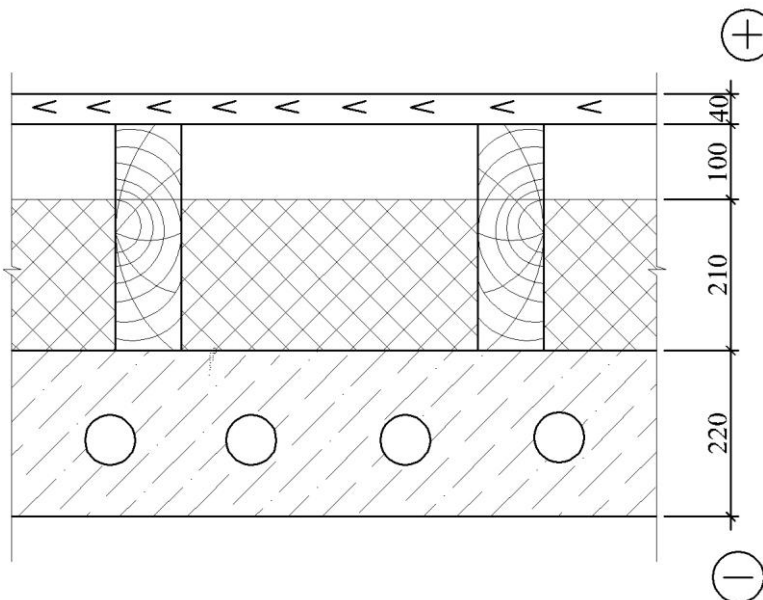
По санитарно-гигиеническим нормам:

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции стены определяются по формуле:

$$R_0^{TP} = n * (t_b - t_n) / \Delta t^H * \alpha_b;$$

Сравнивая полученные значения требуемых сопротивлений теплопередачи, выбираем наибольшее значение. Принимаем $R_0^{TP} = 4,591 \text{ м}^2/\text{Вт}$.

Принимаем следующую конструкцию покрытия:



1-й слой – железобетонная плита перекрытия

$$R_1 = 0,163 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

$$\delta_1 = 0,22 \text{ м}$$

2-й слой – утеплитель - пенополистирол

$$\gamma_2 = 100 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$\lambda_2 = 0,052 \text{ Вт}/\text{м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_2 = x, \text{ м}$$

3-й слой – воздушная прослойка

$$\gamma_3/\lambda_3 = 0,14 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

$$\delta_3 = 0,100 \text{ м}$$

4-й слой – доски сосновые

$$\gamma_4 = 500 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$\lambda_4 = 0,18 \text{ Вт}/\text{м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_4 = 0,04, \text{ м}$$

найдем толщину теплоизоляционного слоя исходя из условия:

$$R_0 \geq R_0^{TP}$$

$$R_0 = 1/\alpha_{в} + \sum \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_{н} \geq R_0^{тп}$$

$$R_0 = 1/8,7 + 0,163 + x/0,052 + 0,14 + 0,04/0,18 + 1/23 \geq 4,591$$

$$x \geq 0,201$$

принимает $x = 0,210$ м.

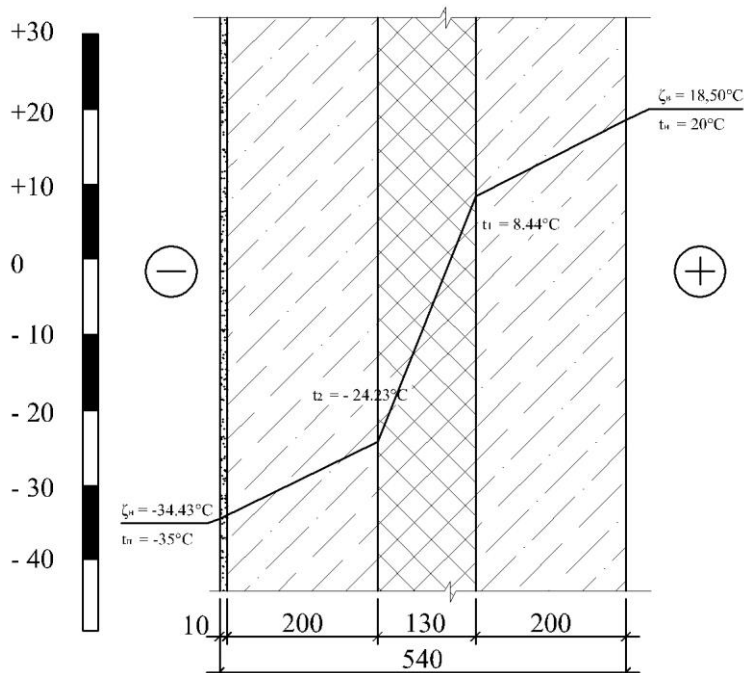
Фактическое значение сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции стены по формуле:

$$R_0^{факт} = 1/8,7 + 0,163 + 0,21/0,052 + 0,14 + 0,04/0,18 + 1/23 = 4,724 \text{ м}^2\text{°C/Вт.}$$

Расчет распределения температур в ограждающих конструкциях.

Расчет распределения температур в ограждающих конструкциях выполняется после уточнения конструкций и определения их действительного термического сопротивления.

Расчет распределения температур в ограждающей конструкции стены.



Температура воздуха внутри помещения - $t_{в} = 20$ °С;

Температура воздуха снаружи помещения - $t_{н} = -35$ °С;

1-й слой:

$$\gamma_1 = 600 \text{ кг/м}^3$$

$$\lambda_1 = 0,26 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$$

2-й слой:

$$\gamma_2 = 100 \text{ кг/м}^3$$

$$\lambda_2 = 0,052 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$$

3-й слой:

$$\gamma_3 = 600 \text{ кг/м}^3$$

$$\lambda_3 = 0,26 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$$

$$R_0^{\phi} = 4,21$$

Определим температуру на внутренней поверхности стены по формуле:

$$\tau_{вн} = t_{в} - K \cdot (t_{в} - t_{н}) / \alpha_{в}, \quad (4.1.1)$$

где K – коэффициент теплопередачи, $\text{Вт/м}^2\text{°C}$; $K = 1/R_0^{\phi}$;

$\alpha_{в}$ – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности стены, $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$;

$$\tau_{вн} = 20 - (20 - (-35)) / 0,238 \cdot 8,7 = 18,50 \text{ °C}$$

Определим температуру в сечении I-I по формуле:

$$t_{I-I} = t_{в} - (t_{в} - t_{н}) / R_0^{\phi} \cdot R_0^{I-I}, \quad (4.1.2)$$

где R_0^{I-I} – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции до сечения I-I

$$R_0^{I-I} = 1/\alpha_{в} + \delta_1/\lambda_1 = 1/8,7 + 0,2/0,26 = 0,885 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт};$$

$$t_{I-I} = 20 - ((20 - (-35)) / 4,21) * 0,885 = 8,44 \text{ } ^\circ\text{C};$$

Определим температуру в сечении II-III по формуле:

$$t_{II-III} = t_B - (t_B - t_H) / R_0^{\Phi} * R_0^{II-III}, \quad (4.1.3)$$

где R_0^{II-III} – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции до сечения II-III

$$R_0^{II-III} = 1 / \alpha_B + \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 = 1 / 8,7 + 0,2 / 0,26 + 0,13 / 0,052 = 3,385 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт};$$

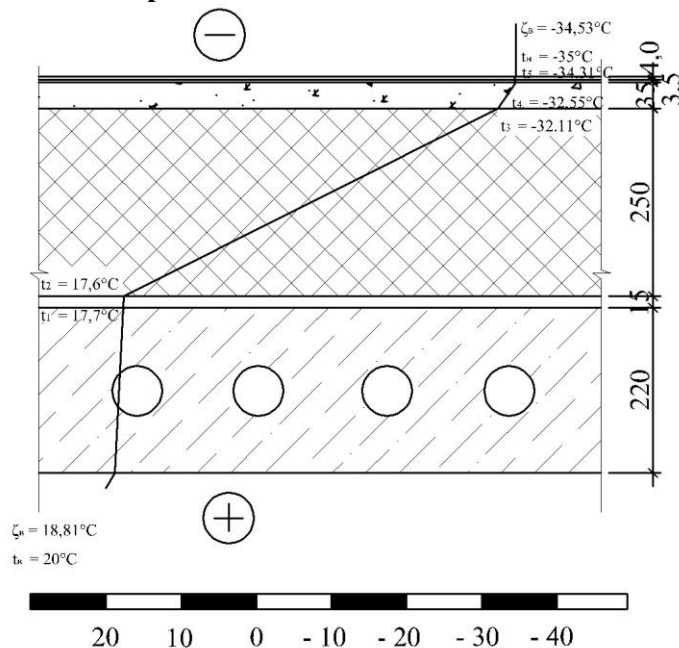
$$t_{II-III} = 20 - ((20 - (-35)) / 4,21) * 3,385 = -24,23 \text{ } ^\circ\text{C};$$

Определим температуру на наружной поверхности по формуле:

$$\tau_H = t_H + (t_B - t_H) / \alpha_H * R_0^{\Phi}, \quad (4.1.4)$$

$$\tau_H = -35 + ((20 - (-35)) / 4,21) * 23 = -34,43 \text{ } ^\circ\text{C};$$

Расчет распределения температур в ограждающей конструкции покрытия



Температура воздуха внутри помещения: $t_B = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$;

Температура воздуха снаружи помещения: $t_H = -35 \text{ } ^\circ\text{C}$;

1-й слой: $\gamma_1 = 2500 \text{ кг/м}^3$

$\lambda_1 = 2,04 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$

2-й слой: $\gamma_2 = 600 \text{ кг/м}^3$

$\lambda_2 = 0,17 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$

3-й слой: $\gamma_3 = 100 \text{ кг/м}^3$

$\lambda_3 = 0,052 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$

4-й слой: $\gamma_4 = 1800 \text{ кг/м}^3$

$\lambda_4 = 0,93 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$

5-й слой: $\gamma_5 = 600 \text{ кг/м}^3$

$\lambda_5 = 0,17 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$

6-й слой: $\gamma_6 = 600 \text{ кг/м}^3$

$\lambda_6 = 0,17 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$

$R_0^{\Phi} = 5,32 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$

Определим температуру на внутренней поверхности стены по формуле:

$$\tau_{BH} = t_B - K * (t_B - t_H) / \alpha_B.$$

Определим температуру в сечении I-I по формуле:

$$t_{I-I} = t_B - (t_B - t_H) / R_0^{\Phi} * R_0^{I-I}$$

Определим температуру в сечении II-III по формуле:

$$t_{II-III} = t_B - (t_B - t_H) / R_0^{\Phi} * R_0^{II-III}$$

где R_0^{II-III} – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции до сечения II-III

$$R_0^{II-II} = 1 / \alpha_B + \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 ;$$

Определим температуру в сечении III-III по формуле:

$$t_{III-III} = t_B - (t_B - t_H) / R_0^{\Phi} * R_0^{III-III}$$

где $R_0^{III-III}$ – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции до сечения III-III

$$R_0^{III-III} = 1 / \alpha_B + \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \delta_3 / \lambda_3 ;$$

Определим температуру в сечении IV-IV по формуле:

$$t_{IV-IV} = t_B - (t_B - t_H) / R_0^{\Phi} * R_0^{IV-IV},$$

где R_0^{IV-IV} – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции до сечения IV-IV

$$R_0^{IV-IV} = 1 / \alpha_B + \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \delta_3 / \lambda_3 + \delta_4 / \lambda_4 ;$$

Определим температуру в сечении V-V по формуле:

$$t_{V-V} = t_B - (t_B - t_H) / R_0^{\Phi} * R_0^{V-V},$$

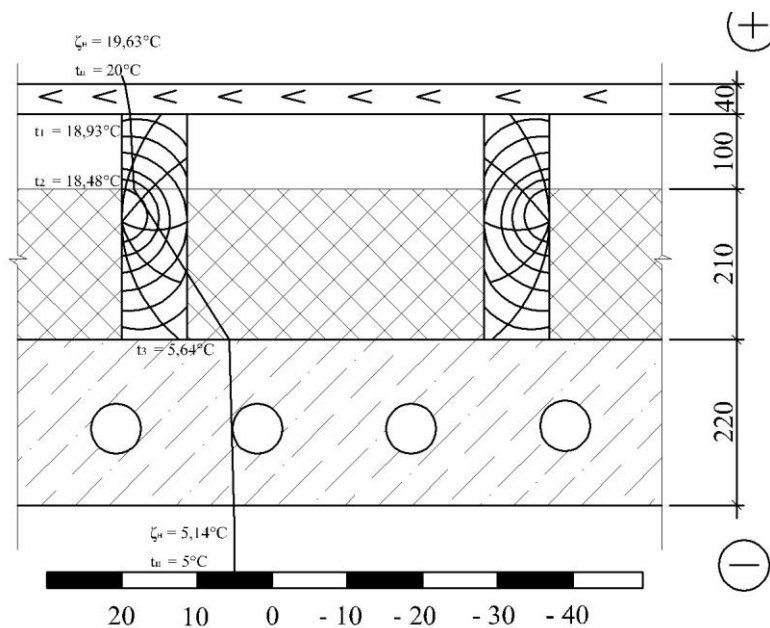
где R_0^{V-V} – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции до сечения V-V

$$R_0^{V-V} = 1 / \alpha_B + \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \delta_3 / \lambda_3 + \delta_4 / \lambda_4 + \delta_5 / \lambda_5 ;$$

Определим температуру на наружной поверхности по формуле :

$$\tau_H = t_H + (t_B - t_H) / \alpha_H * R_0^{\Phi},$$

Расчет распределения температур в ограждающей конструкции перекрытия над неотапливаемым техподпольем



Температура воздуха внутри помещения: $t_B = 20^\circ\text{C}$;

Температура воздуха снаружи помещения: $t_H = 5^\circ\text{C}$;

1-й слой: $\gamma_1 = 500 \text{ кг/м}^3$

$\lambda_1 = 0,18 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$

2-й слой: $\delta_2 / \lambda_2 = 0,14 \text{ м}^\circ\text{C/Вт}$

3-й слой: $\gamma_3 = 100 \text{ кг/м}^3$

$\lambda_3 = 0,052 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$

4-й слой: $\gamma_4 = 2500 \text{ кг/м}^3$

$\lambda_4 = 2,04 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$

$R_0^{\Phi} = 4,724 \text{ м}^2\text{C/Вт}$

Определим температуру на внутренней поверхности стены по формуле:

$$\tau_{вн} = t_B - K * (t_B - t_H) / \alpha_B.$$

Определим температуру в сечении I-I по формуле:

$$t_{I-I} = t_B - (t_B - t_H) / R_0^{\phi} * R_0^{I-I}$$

$$R_0^{I-I} = 1 / \alpha_B + \delta_1 / \lambda_1 = 1 / 8,7 + 0,04 / 0,18 = 0,338 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт};$$

Определим температуру в сечении II-II по формуле:

$$t_{II-II} = t_B - (t_B - t_H) / R_0^{\phi} * R_0^{II-II}$$

где R_0^{II-II} – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции до сечения II-II

$$R_0^{II-II} = 1 / \alpha_B + \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2;$$

;Определим температуру в сечении III-III по формуле:

$$t_{III-III} = t_B - (t_B - t_H) / R_0^{\phi} * R_0^{III-III}$$

где $R_0^{III-III}$ – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции до сечения III-III

III

$$R_0^{III-III} = 1 / \alpha_B + \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \delta_3 / \lambda_3$$

Определим температуру на наружной поверхности по формуле:

$$t_H = t_H + (t_B - t_H) / \alpha_H * R_0^{\phi},$$

Практическая работа № 5

Тема работы: Технический расчет паропроницаемости ограждающих конструкций покрытия жилого здания

Цель работы: Определить паропроницаемость ограждающих конструкций покрытия жилого здания

Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

| Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций | Формируемые компетенции |
|---|--|
| <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) основные направления и перспективы развития систем теплогазоснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов, 2) основные элементы систем теплогазоснабжения и вентиляции; 3) современное оборудование и методы проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем. <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) выбирать типовые решения систем теплогазоснабжения, климатизации населенных мест и городов; 2) работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 3) использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогазоснабжения и вентиляции; 4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплового режима в помещениях | <p>ОПК-3</p> <p>способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов; 2) информацией о способах теплоснабжения и газоснабжения зданий и сооружений; 3) информацией о тепловых и газовых сетях в городах и населенных пунктах; 4) информацией о традиционных и альтернативных источниках тепла для нужд теплоснабжения, реконструкции и капитального ремонта систем теплогазоснабжения и вентиляции | |
| <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) элементы систем теплогазоснабжения и вентиляции; 2) современное оборудование и методы проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем; 3) основные направления и перспективы развития систем теплогазоснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов. <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 2) использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогазоснабжения и вентиляции 3) выбирать типовые решения систем теплогазоснабжения, климатизации населенных мест и городов 4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплого режима в помещениях и характеристики систем и инновационного оборудования в процессе эксплуатации зданий и сооружений <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) информацией о способах теплоснабжения и газоснабжения зданий и сооружений; 2) информацией о тепловых и газовых сетях в городах и населенных пунктах 3) основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов 4) информацией о традиционных и альтернативных источниках тепла для нужд теплоснабжения; информацией о задачах технического перевооружения, реконструкции и капитального ремонта систем теплогазоснабжения и вентиляции; об экономической целесообразности применяемых технических решений по модернизации систем и оборудования в процессе капитального ремонта и реконструкции | <p>ОПК-4</p> <p>знанием правил и технологии монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию и эксплуатацию конструкций, инженерных систем и оборудования строительных объектов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, правил приёмки образцов продукции, выпускаемой предприятием</p> |

Актуальность темы: Технический расчет паропроницаемости ограждающих конструкций покрытия жилого здания " заключается в основополагающей роли

расчетов теплофизических свойств кровельных сооружений в зданиях для сохранения целостности и увеличения срока эксплуатации.

Теоретическая часть

Пояснительная записка практической работы относится к текстовым документам и должна в основном соответствовать требованиям ГОСТа.

Пояснительную записку следует выполнять на листах формата А4 (297X210 мм) материалов описного текста (размер шрифта – 14, интервал – 1,5).

Первым листом пояснительной записки является титульный лист, где указывается фамилия, имя, отчество студента, его шифр (номер зачетной книжки) название группы и т.д. Надпись на титульном листе выполняется чертёжным шрифтом. Допускается оформление титульного листа на компьютере. При составлении содержания (оглавления) в него следует включать название разделов, подразделов и пунктов с указанием номера соответствующей страницы. В конце работы приводятся выводы, сделанные при изучении темы контрольной работы.

Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. В тексте контрольной работы не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых и используется сплошная нумерация страниц.

Вопросы и задания

1. Основные понятия и определения технической термодинамики.
2. Уравнение состояния термодинамической системы.
3. Первый и второй законы термодинамики.
4. Термодинамические процессы идеальных газов.
5. Прямой и обратный цикл Карно.
6. Уравнение состояния реальных газов
7. Основные понятия и определения процесса обмена теплотой.
8. Теория теплопроводности. Закон Фурье.
9. Теплопередача.
10. Тепловая изоляция.
11. Критерии подобия. Виды критериальных уравнений.
12. Теплопередача при конденсации.
13. Излучение.

Задание:

Паропроницаемость ограждающих конструкций

Паропроницаемостью называется способность водяного пара проникать через ограждения в направлении от более высоких температур к более низким. Движение пара осуществляется за счет разности парциальных давлений водяных паров в различных точках ограждения.

По мере движения пара его температура уменьшается, т.к. уменьшатся температура в толще ограждения. В случае, если температура пара достигнет точки росы, то произойдет его конденсация и, следовательно, накопление влаги в толще ограждающей конструкции. Избежать конденсации в толще ограждения удастся далеко не всегда. Часто приходится ориентироваться на естественную просушку ограждения в теплое время года. Просушка наиболее эффективна в ограждениях низких этажей, в которых даже в безветрие поступает большое количество свежего сухого воздуха, а так же в ограждениях, непосредственно обдуваемых ветром или облучаемых солнцем. Для неблагоприятных случаев целесообразно применять проветривание помещений и

специальную вентиляцию.

Конденсация влаги в толще ограждения возможна, если фактическая упругость водяных паров воздуха e , мм вод. ст., достигает величины максимальной упругости водяных паров E , мм вод. ст.. для выявления наличия или отсутствия зоны возможной конденсации в толще ограждения необходимо выполнить следующие:

1. Построить график распределения температур в толще ограждения $t=f(x)$;
2. Построить линию распределения в ограждении максимальной упругости водяных паров $E = \varphi(x)$
3. Построить линию распределения реальной упругости водяных паров $e = \varphi(x)$;
4. Сравнить графики $E = \varphi(x)$ и $e = \varphi(x)$, выяснить наличие зоны возможной конденсации (область между точками пересечения графиков);

1. Графики распределения температур в толще ограждения были построены в п.4.

2. Существует однозначная зависимость максимального содержания водяного пара в воздухе от температуры:

$$\text{Если } t \geq 0, \text{ то } E(t) = e * 1513,89 + 23,59t / 236 + t$$

$$\text{Если } t \leq 0, \text{ то } E(t) = e * 1752 + 29,027t / 273 + t,$$

Следовательно, зная распределение температуры в ограждении, можно определить максимальную упругость водяного пара в любом сечении.

Действительное распределение упругости водяного пара зависит от влажности внутреннего и наружного воздуха и величины сопротивления паропроницанию внутренних слоев ограждения. Значение действительной упругости водяного пара, которое было бы при отсутствии конденсации влаги в толще стены:

$$e_x = e_b - (R_{bn} + \sum_{\delta}^{x=1} R_n) * (e_b - e_n) / R_{bn}, \quad (5.3)$$

где $e_b = \varphi * E_b$ – упругость водяного пара с внутренней стороны ограждения, мм. рт. ст.;

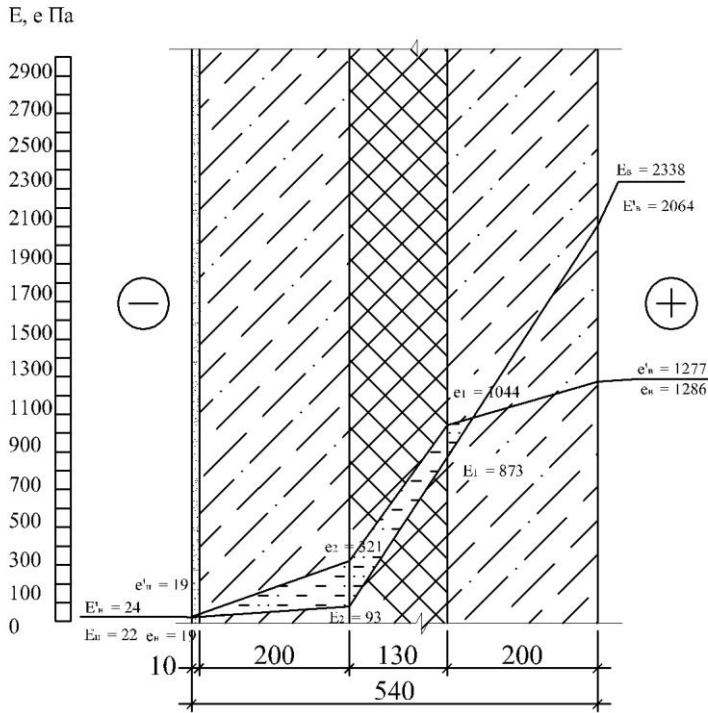
$$e_n = \varphi * E_n$$
 – упругость водяного пара с наружной стороны ограждения, мм. рт. ст.;

R_{bn} – сопротивление паропроницанию внутренней поверхности стены, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{мм} \cdot \text{РТ} \cdot \text{ст} / \text{г}$);

$$R_{bn} = 0,021 (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{мм} \cdot \text{РТ} \cdot \text{ст} / \text{г});$$

R_n – сопротивление паропроницанию в ограждении в м, x ; $R_n = [\delta_i / \mu_i]$, где μ_i – коэффициент паропроницания i -го слоя ограждения.

Паропроницаемость ограждающей конструкции стены



1. первый слой из керамзитобетонных блоков

$$\delta_1 = 0,2 \text{ м}, \mu_1 = 0,26 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па};$$

2. второй слой – пенополистирол

$$\delta_2 = 0,13 \text{ м}, \mu_2 = 0,05 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па};$$

3-й слой – из керамзитобетонных блоков

$$\delta_3 = 0,2 \text{ м}, \mu_3 = 0,26 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па};$$

$$t_b = 20^\circ\text{C} \rightarrow E_b = 2338 \text{ Па};$$

$$t_b = 18,05^\circ\text{C} \rightarrow E'_b = 2064 \text{ Па};$$

$$t_1 = 5,02^\circ\text{C} \rightarrow E_1 = 873,3 \text{ Па};$$

$$t_2 = -21,02^\circ\text{C} \rightarrow E_2 = 92,84 \text{ Па};$$

$$t_n = -34,26^\circ\text{C} \rightarrow E'_n = 24,2 \text{ Па};$$

$$t_n = -35^\circ\text{C} \rightarrow E_n = 22 \text{ Па};$$

$$R_n = R_{не} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} + R_{nn} \quad (20)$$

$$R_{не} = 0,027 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{мг}} -$$

где сопротивление влагообмену на внутренней поверхности ограждения

$$R_{nn} = 0,005 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{мг}} -$$

сопротивление влагообмену на наружной поверхности ограждения;

δ_i, μ_i – толщина, м, и коэффициент паропроницаемости, $\text{м}^2 / (\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$, отдельных слоев ограждения, принимают по СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита». Сопротивление паропроницанию воздушных прослоек в ограждающих конструкциях принимается равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.

$$R_{n1} = 0,027 + \delta_1 / \mu_1;$$

$$R_{n2} = 0,027 + \delta_1 / \mu_1 + \delta_2 / \mu_2;$$

$$R_{n3} = 0,027 + \delta_1 / \mu_1 + \delta_2 / \mu_2 + \delta_3 / \mu_3;$$

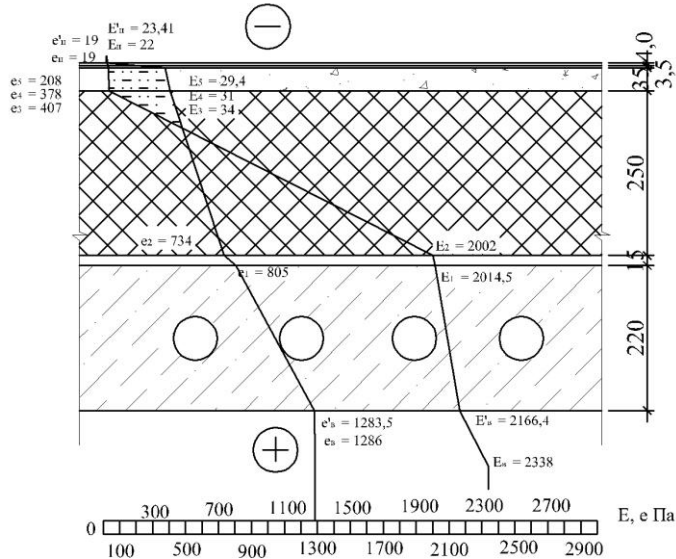
$$R_n = R_{n3} + 0,005;$$

$$e_B = 0,55 * E_B;$$

$$e_H = 0,85 * E_H;$$

Построив графики $E = \varphi(x)$ и $e = \varphi(x)$ заметно, что в стене существует зона возможной конденсации, которая располагается в утеплителе и наружном слое керамзитных блоков.

Паропроницаемость ограждающей конструкции покрытия



1-й слой – ж/б плита покрытия

$$\delta_1 = 220 \text{ мм}, \mu_1 = 0,03 \text{ мг/м*ч*Па};$$

2-й слой – пароизоляция

$$\delta_2 = 1,5 \text{ мм}, R_2 = 1,1 \text{ мг/м*ч*Па};$$

3-й слой – пенополистирол

$$\delta_3 = 250 \text{ мм}, \mu_3 = 0,05 \text{ мг/м*ч*Па};$$

4-й слой – цементно-песчаная стяжка

$$\delta_4 = 40 \text{ мм}, \mu_3 = 0,09 \text{ мг/м*ч*Па};$$

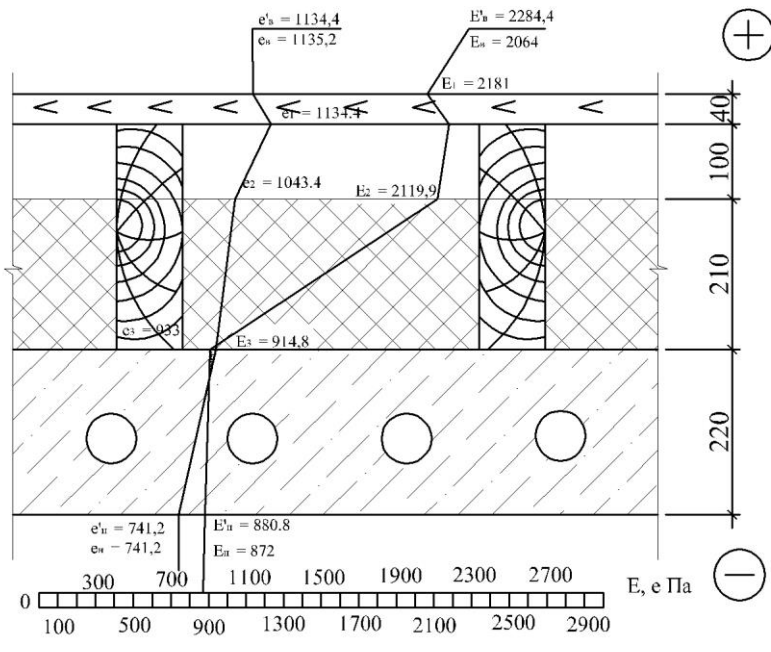
5-й слой – гидроизоляция (линокрон)

$$\delta_5 = 5,5 \text{ мм}, R_5 = 2,6 \text{ мг/м*ч*Па};$$

6-й слой – бронированный (линокрон)

Построив графики $E = \varphi(x)$ и $e = \varphi(x)$ заметно, что в покрытии существует зона возможной конденсации, которая располагается в верхних слоях конструкции.

Паропроницаемость ограждающей конструкции перекрытия



Практическая работа № 6

Тема работы: Теплопотери через ограждающие конструкции и оконные и дверные проемы жилого здания

Цель работы: Определить теплопотери через ограждающие конструкции и оконные и дверные проемы жилого здания

Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

| <p style="text-align: center;">Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</p> | <p style="text-align: center;">Формируемые компетенции</p> |
|---|--|
| <p>Знать: 1) основные направления и перспективы развития систем теплогазоснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов, 2) основные элементы систем теплогазоснабжения и вентиляции; 3) современное оборудование и методы проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем.</p> <p>Уметь: 1) выбирать типовые решения систем теплогазоснабжения, климатизации населенных мест и городов; 2) работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 3) использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогазоснабжения и вентиляции; 4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплого режима в помещениях</p> <p>Владеть: 1) основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов; 2) информацией о способах теплоснабжения и газоснабжения зданий и сооружений; 3) информацией о тепловых и газовых сетях в городах и населенных пунктах; 4) информацией о традиционных и альтернативных источниках тепла для нужд теплоснабжения, реконструкции и капитального ремонта систем теплогазоснабжения и вентиляции</p> | <p>ОПК-3 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат</p> |
| <p>Знать: 1) элементы систем теплогазоснабжения и вентиляции; 2) современное оборудование и методы проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем; 3) основные направления и перспективы развития систем теплогазоснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов.</p> | <p>ОПК-4 знанием правил и технологии монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию и эксплуатацию конструкций,</p> |

| | |
|---|--|
| <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 2) использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогазоснабжения и вентиляции 3) выбирать типовые решения систем теплогазоснабжения, климатизации населенных мест и городов 4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплого режима в помещениях и характеристики систем и инновационного оборудования в процессе эксплуатации зданий и сооружений <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) информацией о способах теплоснабжения и газоснабжения зданий и сооружений; 2) информацией о тепловых и газовых сетях в городах и населенных пунктах 3) основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов 4) информацией о традиционных и альтернативных источниках тепла для нужд теплоснабжения; информацией о задачах технического перевооружения, реконструкции и капитального ремонта систем теплогазоснабжения и вентиляции; об экономической целесообразности применяемых технических решений по модернизации систем и оборудования в процессе капитального ремонта и реконструкции | <p>инженерных систем и оборудования строительных объектов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, правил приёмки образцов продукции, выпускаемой предприятием</p> |
|---|--|

Актуальность темы: Расчет теплопотери через ограждающие конструкции и оконные и дверные проемы жилого здания

" заключается в основополагающей роли расчетов теплофизических свойств кровельных сооружений в зданиях для сохранения целостности и увеличения срока эксплуатации.

Теоретическая часть

Пояснительная записка практической работы относится к текстовым документам и должна в основном соответствовать требованиям ГОСТа.

Пояснительную записку следует выполнять на листах формата А4 (297X210 мм) материалов описного текста (размер шрифта – 14, интервал – 1,5).

Первым листом пояснительной записки является титульный лист, где указывается фамилия, имя, отчество студента, его шифр (номер зачетной книжки) название группы и т.д. Надпись на титульном листе выполняется чертёжным шрифтом. Допускается оформление титульного листа на компьютере. При составлении содержания (оглавления) в него следует включать название разделов, подразделов и пунктов с указанием номера соответствующей страницы. В конце работы приводятся выводы, сделанные при изучении темы контрольной работы.

Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. В тексте контрольной работы не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых и используется сплошная нумерация страниц.

Вопросы и задания

1. Основные понятия и определения технической термодинамики.
2. Уравнение состояния термодинамической системы.
3. Первый и второй законы термодинамики.
4. Термодинамические процессы идеальных газов.
5. Прямой и обратный цикл Карно.
6. Уравнение состояния реальных газов
7. Основные понятия и определения процесса обмена теплотой.
8. Теория теплопроводности. Закон Фурье.
9. Теплопередача.
10. Тепловая изоляция.
11. Критерии подобия. Виды критериальных уравнений.
12. Теплопередача при конденсации.
13. Излучение.

Задание:

Рассчитать теплотери через ограждающие конструкции и оконные и дверные проемы

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Перечень основной литературы

1. Штокман, Е. А. Основы отопления и вентиляции [Текст] : учебно-практич. пособие / Е. А. Штокман, Т. А. Скорик. - Ростов н/Д : Феникс, 2011. - 345 с. : ил.
2. Сибикин, Ю. Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [Текст] : учеб.пособие для сред. проф. образования / Ю. Д. Сибикин. - 6-е изд., стер. - М. : ИЦ "Академия", 2009. - 304 с.

Перечень дополнительной литературы:

1. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование : [учеб.пособие] / Б.М. Хрусталева, Ю.Я. Кувшинов, В.М. Копко и др. ; под ред. Б.М. Хрусталева. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Изд-во АСВ, 2010. - 784 с. : ил.
2. Рульнов, А. А. Автоматическое регулирование [Текст] : учебник для средн. строит.учеб. заведений / А. А. Рульнов, И. И. Горюнов, К. Ю. Евстафьев. - М. : ИНФРА-М, 2009. - 219 с.
3. Кокорин, О. Я. Системы и оборудование для создания микроклимата помещений [Текст] : учебник / О. Я. Кокорин, Ю. М. Варфоломеев. - М. : ИНФРА-М, 2010. - 273 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины :

1. www.tehlit.ru- Электронная библиотека технической литературы
2. dic.academic.ru – Online словари и энциклопедии
3. www.techdocument.info – Техдокумент - Документы для инженера, строителя, проектировщика, студента...

Приложение 1

Таблица 1 – Сопротивление теплопередачи различных материалов при $\Delta T = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ ($T_{\text{нар.}} = -30 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{\text{внутр.}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.)

| Материал и толщина стены | Сопротивление теплопередаче R_m |
|--|-----------------------------------|
| Кирпичная стена толщиной в 3 кирпича (79 см) толщиной в 2,5 кирпича (67 см) толщиной в 2 кирпича (54 см) толщиной в 1 кирпич (25 см) | 0,592 0,502 0,405 0,187 |
| Сруб из бревен $\varnothing 25$ | 0,550 |
| Сруб из бруса толщиной 20 см толщиной 10 см | 0,806 0,353 |
| Каркасная стена (доска + минвата + доска) 20 см | 0,703 |
| Стена из пенобетона 20 см 30 см | 0,476 0,709 |
| Штукатурка по кирпичу, бетону, пенобетону (2-3 см) | 0,035 |
| Потолочное (чердачное) перекрытие | 1,43 |
| Деревянные полы | 1,85 |
| Двойные деревянные двери | 0,21 |

Таблица 2 - Толщина и термическое сопротивление материалов для условий Москвы и ее области

| Наименование материала стены | Толщина стены и соответствующее термическое сопротивление ей | Необходимая толщина по первому условию ($R=1,1 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{м. кв./ Вт}$) и второму условию ($R=3,33 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{м. кв./ Вт}$) |
|--|--|---|
| Полнотелый керамический кирпич | 510 мм, $R=1,1 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{м. кв./Вт}$ | 510 мм 1550 мм |
| Керамзитобетон (плотность 1200 кг/куб.м.) | 300 мм, $R=0,8 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{м. кв./Вт}$ | 415 мм 1250 мм |
| Деревянный брус | 150 мм, $R=1,0 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{м. кв./Вт}$ | 165 мм 500 мм |
| Деревянный щит с заполнением минеральной ватой М 100 | 100 мм, $R=1,33 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{м. кв./Вт}$ | 85 мм 250 мм |

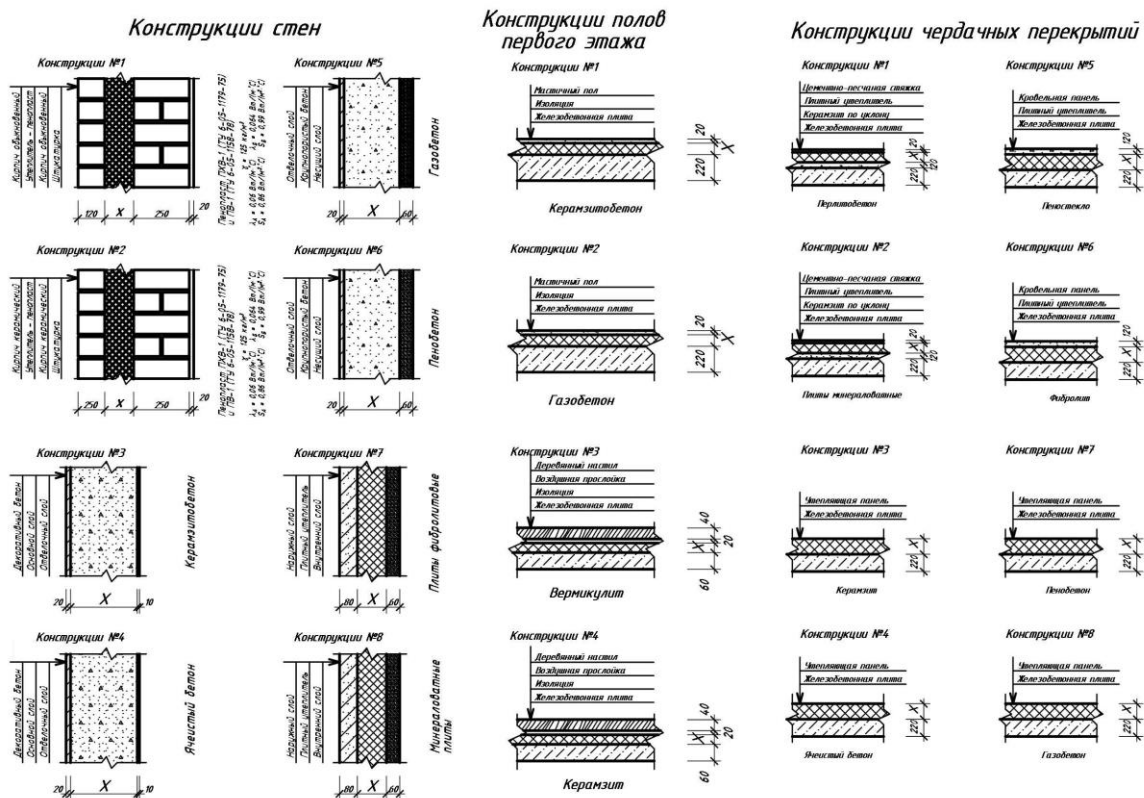


Рисунок 1 - Конструкции ограждения (стен, полов первого этажа, чердачных перекрытий)

Таблица 3- Выбор варианта расчета

| № варианта (последние две цифры шифра зачетной книжки) | Наименование района строительства (город) | Ориентация проектируемого здания | Конструкция стены | Конструкция чердачного перекрытия | Конструкция перекрытия над подвалом | Источник теплоснабжения | Система отопления (в – верхняя, | Давление, создаваемое насосом, кПа, | Число этажей в здании | Вариант плана этажа |
|---|--|--|----------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|---|--------------------------|------------------------|
| 01; 99 | Черкесск | С | 1 | 2 | 1 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,21 | 4 | 5 |
| 02; 98 | Арзгир | С-В | 2 | 1 | 2 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,32 | 4 | 8 |
| 03; 97 | Кисловодск | В | 3 | 4 | 3 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,43 | 4 | 5 |
| 04; 96 | Невинномысск | Ю-В | 4 | 2 | 4 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,54 | 4 | 8 |
| 05; 95 | Пятигорск | Ю | 1 | 3 | 2 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,65 | 4 | 5 |
| 06; 94 | Ставрополь | Ю-З | 2 | 4 | 3 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,36 | 4 | 8 |
| 07; 93 | Краснодар | З | 3 | 1 | 4 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,47 | 4 | 5 |
| 08; 92 | Тихорецк | С-З | 4 | 3 | 1 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,52 | 4 | 8 |
| 09; 91 | Нальчик | С-В | 1 | 4 | 3 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,63 | 4 | 5 |
| 10; 90 | Ростов-на-Дону | В | 2 | 3 | 4 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,24 | 4 | 8 |
| 11; 89 | Нальчик | Ю-В | 3 | 2 | 1 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,45 | 4 | 5 |
| 12; 88 | Тихорецк | Ю | 4 | 1 | 2 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,56 | 4 | 8 |
| 13; 87 | Краснодар | Ю-З | 1 | 2 | 4 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,67 | 4 | 5 |
| 14; 86 | Ставрополь | З | 2 | 1 | 1 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,23 | 4 | 8 |
| 15; 85 | Пятигорск | С-З | 3 | 4 | 2 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,34 | 4 | 5 |
| 16; 84 | Невинномысск | В | 4 | 2 | 3 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,55 | 4 | 8 |
| 17; 83 | Кисловодск | Ю-В | 1 | 3 | 1 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,66 | 4 | 5 |
| 18; 82 | Арзгир | Ю | 2 | 4 | 2 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,27 | 4 | 8 |
| 19; 81 | Ростов-на-Дону | Ю-З | 3 | 1 | 3 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,31 | 4 | 5 |
| 20; 80 | Черкесск | З | 4 | 3 | 4 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,42 | 4 | 8 |

| | | | | | | | | | | |
|--------|----------------|-----|---|---|---|---------|--------|------|---|---|
| 21; 79 | Краснодар | С-З | 1 | 4 | 2 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,64 | 4 | 5 |
| 22; 78 | Ставрополь | Ю-В | 2 | 3 | 3 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,25 | 4 | 8 |
| 23; 77 | Арзгир | Ю | 3 | 2 | 4 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,36 | 4 | 5 |
| 24; 76 | Ростов-на-Дону | Ю-З | 4 | 1 | 1 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,47 | 4 | 8 |
| 25; 75 | Нальчик | З | 1 | 2 | 3 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,51 | 4 | 5 |
| 26; 74 | Кисловодск | С-З | 2 | 1 | 4 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,32 | 4 | 8 |
| 27; 73 | Тихорецк | Ю | 3 | 4 | 1 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,24 | 4 | 5 |
| 28; 72 | Черкесск | Ю-З | 4 | 2 | 2 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,65 | 4 | 8 |
| 29; 71 | Пятигорск | З | 1 | 3 | 4 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,46 | 4 | 5 |
| 30; 70 | Невинномысск | С-З | 2 | 4 | 1 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,57 | 4 | 8 |
| 31; 69 | Краснодар | Ю-З | 3 | 1 | 2 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,23 | 4 | 5 |
| 32; 68 | Черкесск | З | 4 | 3 | 3 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,62 | 4 | 8 |
| 33; 67 | Ставрополь | С-З | 1 | 4 | 1 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,31 | 4 | 5 |
| 34; 66 | Тихорецк | С-В | 2 | 3 | 2 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,45 | 4 | 8 |
| 35; 65 | Арзгир | В | 3 | 2 | 3 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,56 | 4 | 5 |
| 36; 64 | Ростов-на-Дону | Ю-В | 4 | 1 | 4 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,67 | 4 | 8 |
| 37; 63 | Нальчик | Ю | 1 | 2 | 2 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,41 | 4 | 5 |
| 38; 62 | Кисловодск | Ю-З | 2 | 1 | 3 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,32 | 4 | 8 |
| 39; 61 | Тихорецк | З | 3 | 4 | 4 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,24 | 4 | 5 |
| 40; 60 | Кисловодск | С-З | 4 | 2 | 1 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,53 | 4 | 8 |
| 41; 59 | Пятигорск | Ю-В | 1 | 3 | 3 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,47 | 4 | 5 |
| 42; 58 | Ставрополь | Ю | 2 | 4 | 4 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,65 | 4 | 8 |
| 43; 57 | Невинномысск | Ю-З | 3 | 1 | 1 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,53 | 4 | 5 |
| 44; 56 | Ростов-на-Дону | З | 4 | 3 | 2 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,32 | 4 | 8 |
| 45; 55 | Арзгир | С-З | 1 | 4 | 4 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,44 | 4 | 5 |
| 46; 54 | Нальчик | В | 2 | 3 | 1 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,61 | 4 | 8 |
| 47; 53 | Черкесск | Ю-В | 3 | 2 | 2 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,35 | 4 | 5 |
| 48; 52 | Пятигорск | Ю | 4 | 1 | 3 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,53 | 4 | 8 |
| 49; 51 | Невинномысск | Ю-З | 1 | 1 | 2 | К, 95°С | ДТ, в. | 4,27 | 4 | 5 |
| 50; 00 | Краснодар | З | 2 | 2 | 1 | К, 95°С | ДТ, н. | 4,32 | 4 | 8 |