

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского федерального университета

Дата подписания: 12.09.2023 09:50:37

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486432ab2ba50

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) «Городское строительство и хозяйство»

Пятигорск 2021

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 «___» _____ 2021 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.

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

Код	Формулировка
ПК-3	Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения

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. (5х3,2),
- 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

<p align="center">Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</p>	<p 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-теплового 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-2 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>Уметь: 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</p>	<p>ПК-16 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</p>

<p>4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплового режима в помещениях и характеристики систем и инновационного оборудования в процессе эксплуатации зданий и сооружений</p> <p>Владеть:</p> <p>1) информацией о способах теплоснабжения и газоснабжения зданий и сооружений;</p> <p>2) информацией о тепловых и газовых сетях в городах и населенных пунктах</p> <p>3) основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов</p> <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</p>	<p>приёмки образцов продукции, выпускаемой предприятием</p>
--	---

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.

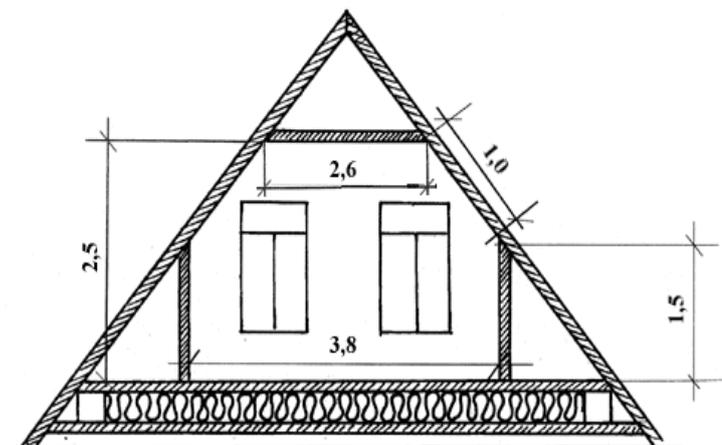
Вопросы и задания

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

<p align="center">Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</p>	<p align="center">Формируемые компетенции</p>
<p>Знать: 1) основные направления и перспективы развития систем теплогасоснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов, 2) основные элементы систем теплогасоснабжения и вентиляции; 3) современное оборудование и методы проектирования систем теплогасоснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем.</p> <p>Уметь: 1) выбирать типовые решения систем теплогасоснабжения, климатизации населенных мест и городов; 2) работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 3) использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогасоснабжения и вентиляции; 4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплового 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 теплогасоснабжения и вентиляции</p>	<p>ОПК-2 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат</p>
<p>Знать: 1) элементы систем теплогасоснабжения и вентиляции; 2) современное оборудование и методы проектирования систем теплогасоснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем; 3) основные направления и перспективы развития систем теплогасоснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов.</p> <p>Уметь: 1) работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 2) использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогасоснабжения и вентиляции 3) выбирать типовые решения систем теплогасоснабжения, климатизации населенных мест и городов</p>	<p>ПК-16 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</p>

<p>4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплового режима в помещениях и характеристики систем и инновационного оборудования в процессе эксплуатации зданий и сооружений</p> <p>Владеть:</p> <p>1) информацией о способах теплоснабжения и газоснабжения зданий и сооружений;</p> <p>2) информацией о тепловых и газовых сетях в городах и населенных пунктах</p> <p>3) основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов</p> <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</p>	<p>приёмки образцов продукции, выпускаемой предприятием</p>
--	---

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

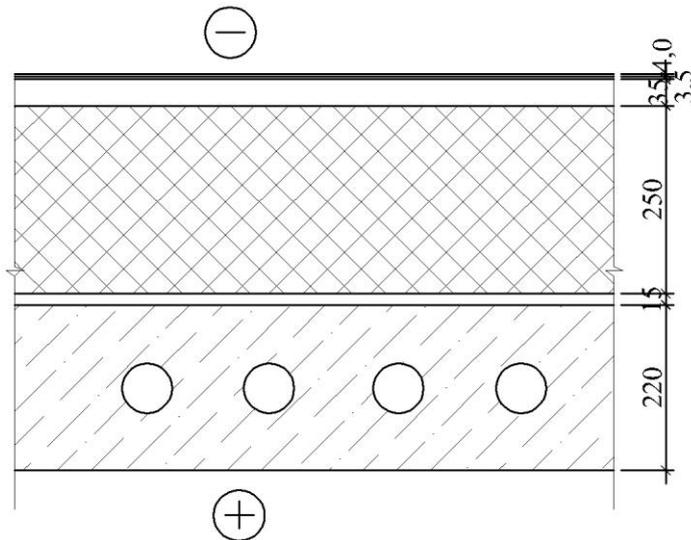
1. Основные понятия и определения технической термодинамики.
2. Уравнение состояния термодинамической системы.
3. Первый и второй законы термодинамики.
4. Термодинамические процессы идеальных газов.
5. Прямой и обратный цикл Карно.

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:

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

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
<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-теплового 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-2 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>Уметь: 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</p>	<p>ПК-16 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</p>

<p>4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплового режима в помещениях и характеристики систем и инновационного оборудования в процессе эксплуатации зданий и сооружений</p> <p>Владеть:</p> <p>1) информацией о способах теплоснабжения и газоснабжения зданий и сооружений;</p> <p>2) информацией о тепловых и газовых сетях в городах и населенных пунктах</p> <p>3) основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов</p> <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</p>	<p>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:

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)

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

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

$$\text{ГСОП} - R_0^{\text{TP}}$$

$$4000 - 3,7$$

$$6000 - 4,6$$

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

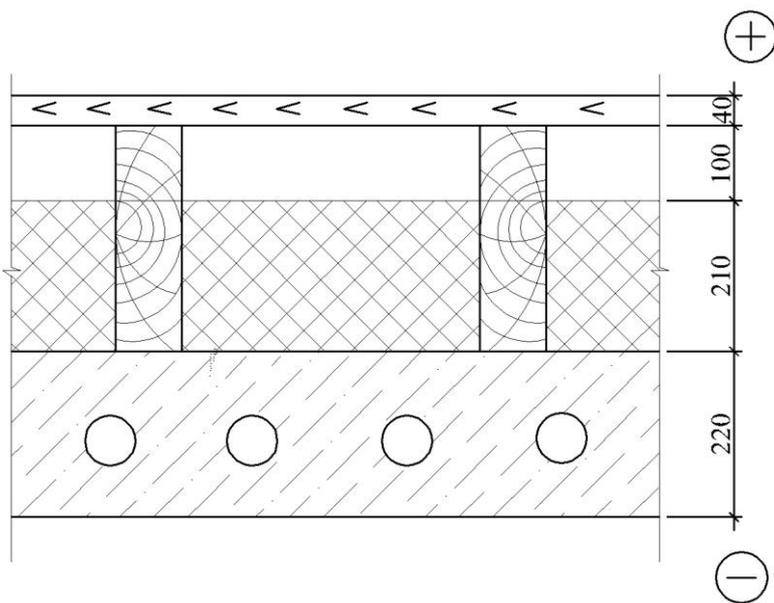
По санитарно-гигиеническим нормам:

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции стены определяются по формуле:

$$R_0^{\text{TP}} = n * (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) / \Delta t^{\text{н}} * \alpha_{\text{в}};$$

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

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

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

$\delta_3 = 0,100 \text{ м}$

4-й слой – доски сосновые

$\gamma_4 = 500 \text{ кг/м}^3$

$\lambda_4 = 0,18 \text{ Вт/м °C}$

$\delta_4 = 0,04, \text{ м}$

найдем толщину теплоизоляционного слоя исходя из условия:

$R_0 \geq R_0^{\text{тп}}$

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

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

$x \geq 0,201$

принимаем $x = 0,210 \text{ м}$.

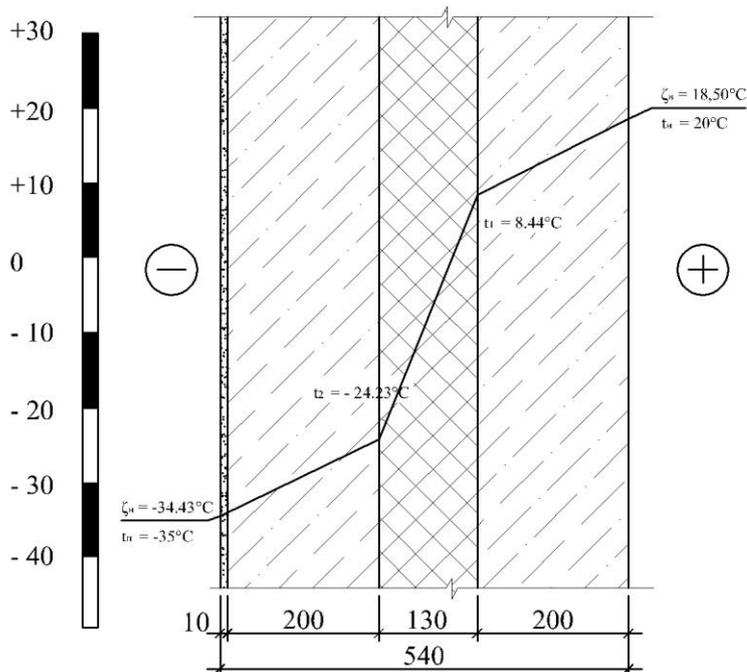
Фактическое значение сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции стены по формуле:

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

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 - $t_{\text{в}} = 20 \text{ °C}$;

Температура воздуха снаружи помещения - $t_{\text{н}} = -35 \text{ °C}$;

1-й слой:

$\gamma_1 = 600 \text{ кг/м}^3$

$\lambda_1 = 0,26 \text{ Вт/м °C}$

2-й слой:

$\gamma_2 = 100 \text{ кг/м}^3$

$\lambda_2 = 0,052 \text{ Вт/м °C}$

3-й слой:

$\gamma_3 = 600 \text{ кг/м}^3$

$\lambda_3 = 0,26 \text{ Вт/м °C}$

$$R_0^\Phi = 4,21$$

Определим температуру на внутренней поверхности стены по формуле:

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

где K – коэффициент теплопередачи, Вт/м²°C; $K = 1/R_0^\Phi$;

$\alpha_{вн}$ – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности стены, $\alpha_{вн} = 8,7$ Вт/м²°C;

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

Определим температуру в сечении I-I по формуле:

$$t_{I-I} = t_{вн} - (t_{вн} - t_{н}) / R_0^\Phi * R_0^{I-I}, \quad (4.1.2)$$

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

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

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

Определим температуру в сечении II-II по формуле:

$$t_{II-II} = t_{вн} - (t_{вн} - t_{н}) / R_0^\Phi * R_0^{II-II}, \quad (4.1.3)$$

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

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

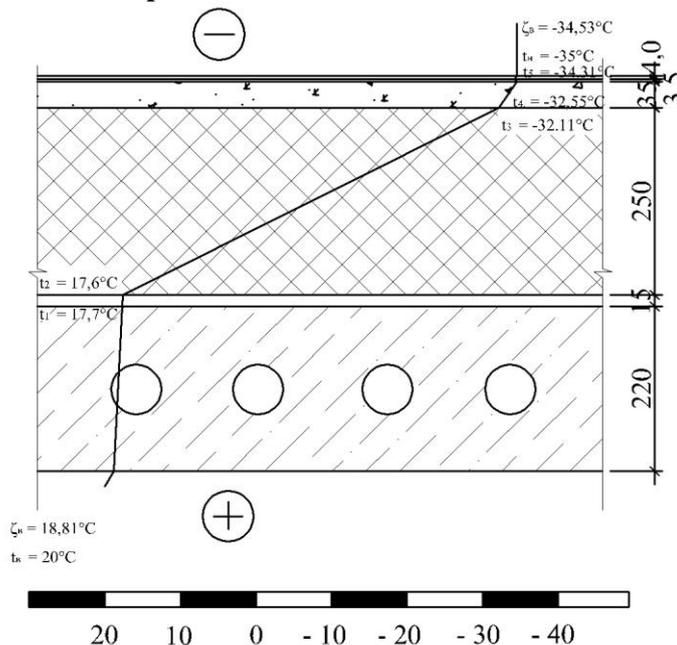
$$t_{II-II} = 20 - ((20 - (-35)) / 4,21) * 3,385 = -24,23 \text{ } ^\circ\text{C};$$

Определим температуру на наружной поверхности по формуле:

$$\tau_{н} = t_{н} + (t_{вн} - t_{н}) / \alpha_{н} * R_0^\Phi, \quad (4.1.4)$$

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

Расчет распределения температур в ограждающей конструкции покрытия



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

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

1-й слой: $\gamma_1 = 2500$ кг/м³

$\lambda_1 = 2,04$ Вт/м °C

2-й слой: $\gamma_2 = 600$ кг/м³

$\lambda_2 = 0,17$ Вт/м °C

3-й слой: $\gamma_3 = 100$ кг/м³

$\lambda_3 = 0,052$ Вт/м °C

4-й слой: $\gamma_4 = 1800$ кг/м³

$\lambda_4 = 0,93$ Вт/м °C

5-й слой: $\gamma_5 = 600$ кг/м³

$\lambda_5 = 0,17$ Вт/м °C

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

$\lambda_6 = 0,17 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$

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

Определим температуру на внутренней поверхности стены по формуле:

$$\tau_{вн} = t_{вн} - K * (t_{вн} - t_{н}) / \alpha_{вн}$$

Определим температуру в сечении I-I по формуле:

$$t_{I-I} = t_{вн} - (t_{вн} - t_{н}) / R_0^\phi * R_0^{I-I}$$

Определим температуру в сечении II-II по формуле:

$$t_{II-II} = t_{вн} - (t_{вн} - t_{н}) / R_0^\phi * R_0^{II-II}$$

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

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

Определим температуру в сечении III-III по формуле:

$$t_{III-III} = t_{вн} - (t_{вн} - t_{н}) / R_0^\phi * R_0^{III-III}$$

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

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

Определим температуру в сечении IV-IV по формуле:

$$t_{IV-IV} = t_{вн} - (t_{вн} - t_{н}) / R_0^\phi * R_0^{IV-IV}$$

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

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

Определим температуру в сечении V-V по формуле:

$$t_{V-V} = t_{вн} - (t_{вн} - t_{н}) / R_0^\phi * R_0^{V-V}$$

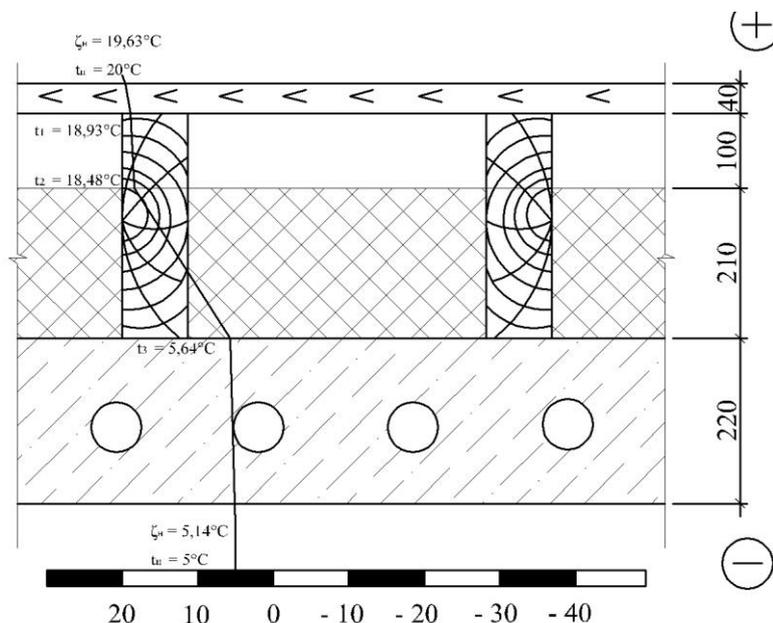
где R_0^{V-V} – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции до сечения V-V

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

Определим температуру на наружной поверхности по формуле :

$$\tau_{н} = t_{н} + (t_{вн} - t_{н}) / \alpha_{н} * R_0^\phi$$

Расчет распределения температур в ограждающей конструкции перекрытия над неотапливаемым техподпольем



Температура воздуха внутри помещения: $t_{вн} = 20 \text{ °C}$;

Температура воздуха снаружи помещения: $t_{н} = 5 \text{ °C}$;

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

$$\lambda_1 = 0,18 \text{ Вт/м} \cdot \text{°С}$$

$$\text{2-й слой: } \delta_2 / \lambda_2 = 0,14 \text{ м} \cdot \text{°С/Вт}$$

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

$$\lambda_3 = 0,052 \text{ Вт/м} \cdot \text{°С}$$

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

$$\lambda_4 = 2,04 \text{ Вт/м} \cdot \text{°С}$$

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

Определим температуру на внутренней поверхности стены по формуле:

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

Определим температуру в сечении I-I по формуле:

$$t_{I-I} = t_{в} - (t_{в} - t_{н}) / R_0^\Phi \cdot R_0^{I-I}$$

$$R_0^{I-I} = 1 / \alpha_{в} + \delta_1 / \lambda_1 = 1 / 8,7 + 0,04 / 0,18 = 0,338 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт};$$

Определим температуру в сечении II-II по формуле:

$$t_{II-II} = t_{в} - (t_{в} - t_{н}) / R_0^\Phi \cdot R_0^{II-II}$$

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

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

;Определим температуру в сечении III-III по формуле:

$$t_{III-III} = t_{в} - (t_{в} - t_{н}) / R_0^\Phi \cdot R_0^{III-III}$$

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

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

Определим температуру на наружной поверхности по формуле:

$$t_{н} = t_{н} + (t_{в} - t_{н}) / \alpha_{н} \cdot R_0^\Phi,$$

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> <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 теплогазоснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем.</p>	<p>ОПК-2</p> <p>способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для</p>

<p>Уметь: 1)выбирать типовые решения систем теплогаснабжения, климатизации населенных мест и городов; 2)работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 3)использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогаснабжения и вентиляции; 4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплового 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 теплогаснабжения и вентиляции</p>	<p>решения соответствующий физико-математический аппарат</p>
<p>Знать: 1)элементы систем теплогаснабжения и вентиляции; 2)современное оборудование и методы проектирования систем теплогаснабжения и вентиляции, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем; 3)основные направления и перспективы развития систем теплогаснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов.</p> <p>Уметь: 1)работать с проектно-сметной документацией, соответствующей профилю данной дисциплины; 2)использовать методы расчета систем и инновационного оборудования теплогаснабжения и вентиляции 3)выбирать типовые решения систем теплогаснабжения, климатизации населенных мест и городов 4) работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплового режима в помещениях и характеристики систем и инновационного оборудования в процессе эксплуатации зданий и сооружений</p> <p>Владеть: 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</p>	<p>ПК-16 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>

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:

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 паропрооницанию 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.;

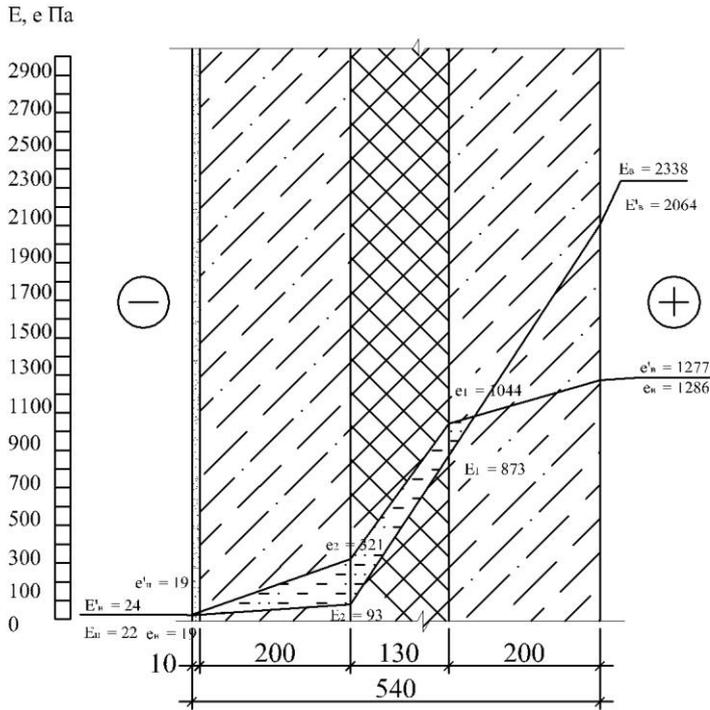
$$e_n = \varphi * E_n \text{ – упругость водяного пара с наружной стороны ограждения, мм. рт. ст.};$$

R_{bn} – сопротивление паропрооницанию 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 паропрооницанию в ограждении в м, х; $R_n = [\delta_i / \mu_i]$, где μ_i – коэффициент паропрооницания 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
 $\delta_3 = 0,2 \text{ м}, \mu_3 = 0,26 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па};$

$t_{\text{в}} = 20^\circ\text{C} \rightarrow E_{\text{в}} = 2338 \text{ Па};$

$t_{\text{в}} = 18,05^\circ\text{C} \rightarrow E'_{\text{в}} = 2064 \text{ Па};$

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

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

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

$t_{\text{н}} = -35^\circ\text{C} \rightarrow E_{\text{н}} = 22 \text{ Па};$

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

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

где сопротивление влагообмену на внутренней поверхности ограждения

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

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.

$$R_{\text{н1}} = 0,027 + \delta_1 / \mu_1;$$

$$R_{\text{н2}} = 0,027 + \delta_1 / \mu_1 + \delta_2 / \mu_2;$$

$$R_{\text{н3}} = 0,027 + \delta_1 / \mu_1 + \delta_2 / \mu_2 + \delta_3 / \mu_3;$$

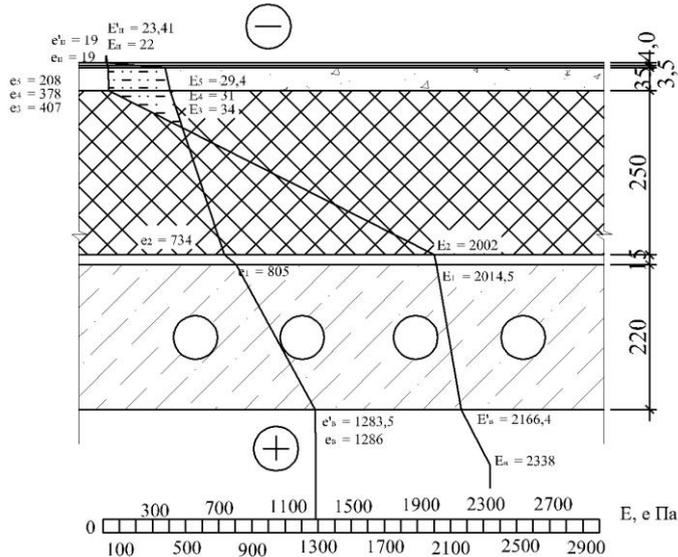
$$R_n = R_{\text{н3}} + 0,005;$$

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

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

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

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

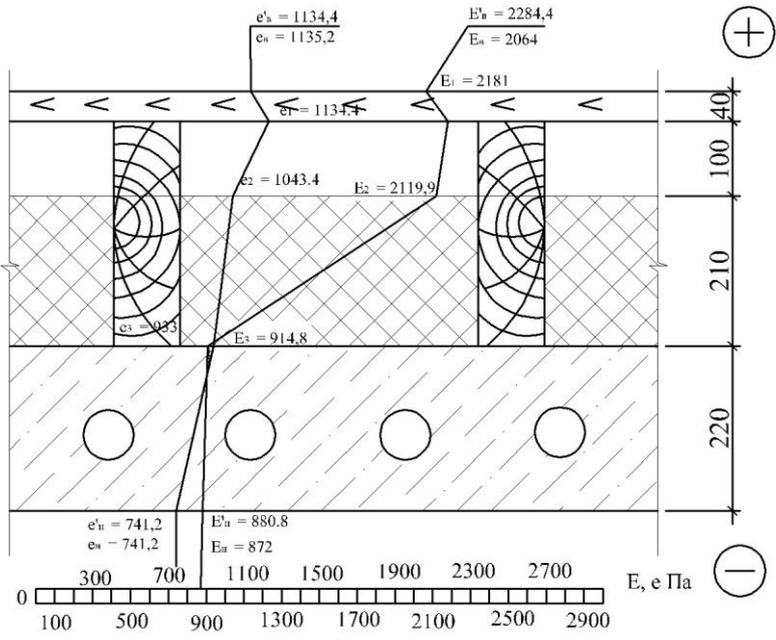
5-й слой – гидроизоляция (линокрон)

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

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-2 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>ПК-16 знанием правил и технологии монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию и эксплуатацию конструкций,</p>

<p>Уметь: 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-теплового режима в помещениях и характеристики систем и инновационного оборудования в процессе эксплуатации зданий и сооружений</p> <p>Владеть: 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>	<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

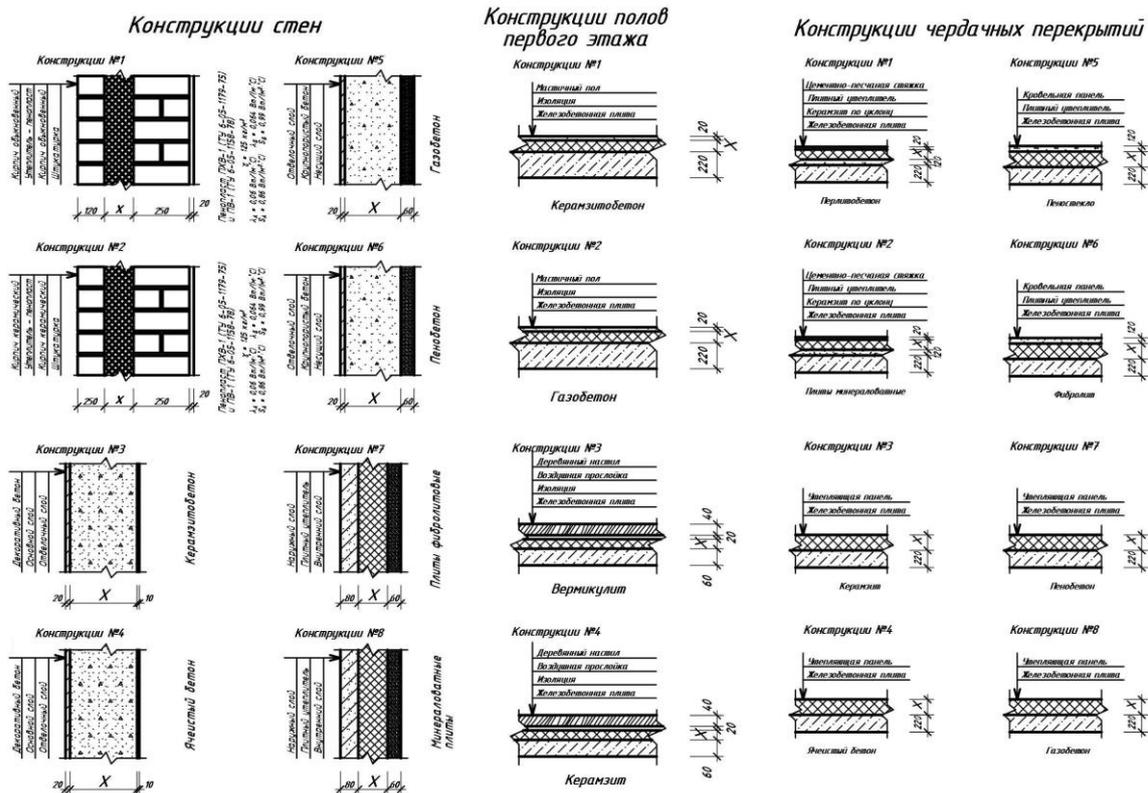


Рисунок 1 - Конструкции ограждения (стен, полов первого этажа, чердачных перекрытий)

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-3	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-3	4	1	1	К, 95°С	ДТ, н.	4,47	4	8
25; 75	Нальчик	3	1	2	3	К, 95°С	ДТ, в.	4,51	4	5
26; 74	Кисловодск	С-3	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-3	4	2	2	К, 95°С	ДТ, н.	4,65	4	8
29; 71	Пятигорск	3	1	3	4	К, 95°С	ДТ, в.	4,46	4	5
30; 70	Невинномысск	С-3	2	4	1	К, 95°С	ДТ, н.	4,57	4	8
31; 69	Краснодар	Ю-3	3	1	2	К, 95°С	ДТ, в.	4,23	4	5
32; 68	Черкесск	3	4	3	3	К, 95°С	ДТ, н.	4,62	4	8
33; 67	Ставрополь	С-3	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-3	2	1	3	К, 95°С	ДТ, н.	4,32	4	8
39; 61	Тихорецк	3	3	4	4	К, 95°С	ДТ, в.	4,24	4	5
40; 60	Кисловодск	С-3	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-3	3	1	1	К, 95°С	ДТ, в.	4,53	4	5
44; 56	Ростов-на-Дону	3	4	3	2	К, 95°С	ДТ, н.	4,32	4	8
45; 55	Арзгир	С-3	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-3	1	1	2	К, 95°С	ДТ, в.	4,27	4	5
50; 00	Краснодар	3	2	2	1	К, 95°С	ДТ, н.	4,32	4	8