



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ТУРИЗМА И СЕРВИСА»
ФГБОУ ВПО «РГУТиС»

Филиал ФГБОУ ВПО «РГУТиС» в г. Махачкале

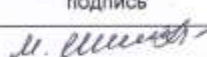
Директор филиала
ФГБОУ ВПО «РГУТиС»
в г. Махачкале
Ханбабаева З.М.

«29» августа 2015 г.

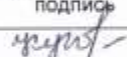
**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.8 «ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ»
основной образовательной программы высшего образования – программы
академического бакалавриата
по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика»
профиль: экономика и финансы организаций
Квалификация: бакалавр

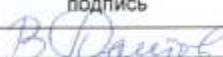
Разработчик:

должность	подпись	ученая степень и звание, ФИО
профессор		д.ф.-м.н. Шихсаидов М.Ш.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании Совета филиала:

должность	подпись	ученая степень и звание, ФИО
секретарь		к.филос.н Курбанова А.М.

Фонд оценочных средств согласован и одобрен руководителем ООП:

должность	подпись	ученая степень и звание, ФИО
доцент		к.э.н., доцент Даитов В.В.



Тестовые задания

Необходимо выбрать все правильные ответы:

Вопрос № 1

С какого момента на территории России может быть введен запрет оборота ламп накаливания мощностью

75 Вт и выше?

- a) С 1 января 2011 года
- b) С 1 января 2012 года
- c) С 1 января 2013 года
- d) С 1 января 2014 года

Вопрос № 2

Эквивалент лампы накаливания 75 Вт - это компактная люминисцентная лампа...

- a) 7 Вт
- b) 15 Вт
- c) 20 Вт
- d) 45 Вт

Вопрос № 3

С целью экономии электроэнергии, холодильник нужно...

- a) Ставить возле газовой плиты или возле батареи
- b) Не размораживать
- c) Ставить в холодное место
- d) Использовать для замораживания теплых, неостывших продуктов

Вопрос № 4

Кто должен предложить жильцам многоквартирных домов перечень мероприятий по энергосбережению?

- a) И Ресурсоснабжающие организации, И управляющие компании
- b) ТОЛЬКО Ресурсоснабжающие организации
- c) ТОЛЬКО Управляющие компании
- d) Жильцы должны сами предложить перечень мероприятий Ресурсоснабжающим организациям и Управляющим компаниям

Вопрос № 5

Каким дисплеям и типам телевизоров стоит отдавать предпочтение с точки зрения энергосбережения?

- a) С электронно-лучевой трубкой
- b) С жидкокристаллическим дисплеем
- c) С плазменным экраном
- d) Все три типа практически эквивалентны по мощности

Вопрос № 6

Заменяв лампу 100 Вт на компактную люминисцентную 25 Вт, при включении в среднем на 3 часа в день, годовая экономия составит...

- a) 50 кВт.ч.
- b) 750 кВт.ч.
- c) 25 кВт.ч.
- d) 82 кВт.ч.



Вопрос № 7

Когда на компьютерной и оргтехнике должны начать публиковать класс энергоэффективности?

- a) С 1 января 2010 года
- b) С 1 июля 2010 года
- c) С 1 января 2011 года
- d) С 1 января 2012 года

Вопрос № 8

На электроплите экономнее применять посуду...

- a) С ровным дном и прозрачной крышкой
- b) С выпуклым дном и непрозрачной крышкой
- c) С вогнутым дном и прозрачной крышкой
- d) С толстым дном и непрозрачной крышкой

Вопрос № 9

Когда на бытовой технике (кроме компьютерной и оргтехники), в соответствии с законом "Об энергосбережении", должны начать публиковать класс энергоэффективности?

- a) С 1 января 2010 года
- b) С 1 января 2011 года
- c) С 1 января 2012 года
- d) С 1 июля 2010 года

Вопрос № 10

Для уменьшения потребления электроэнергии телевизором или монитором...

- a) Нужно установить его так, чтобы свет падал на экран
- b) Нужно установить регулировку яркости на максимум
- c) Нужно установить его в темный угол, чтобы свет не падал на экран
- d) Нужно поставить его в теплое место, ближе к батарее отопления

Вопрос № 11

С какого момента на территории России запрещается оборот ламп накаливания мощностью 100 Вт и выше?

- a) С 1 января 2010 года
- b) С 1 января 2011 года
- c) С 1 января 2012 года
- d) С 1 января 2013 года

Вопрос № 12

Техника в режиме ожидания (с "красным глазком")...

- a) Потребляет энергию батареек дистанционного пульта управления
- b) Генерирует накопленную в приборе энергию в сеть
- c) Потребляет энергию из сети
- d) Создает помехи в сети

Вопрос № 13

С какого момента на территории России может быть введен запрет оборота ламп накаливания мощностью 25 Вт и выше?



- a) С 1 января 2011 года
- b) С 1 января 2012 года
- c) С 1 января 2013 года
- d) С 1 января 2014 года

Вопрос № 14

Наиболее эффективно расходует электроэнергию утюг, который...

- a) Используется для глажки небольших порций белья
- b) Не выключается каждый раз, когда глядящий отвлекается на 10 минут
- c) Включен на полную мощность
- d) Гладит увлажненное белье

Вопрос № 15

Зарядные устройства ноутбуков и сотовых телефонов...

- a) Нужно оставлять в розетке, даже если телефон или ноутбук не заряжается
- b) Нужно вынимать из розетки, как только зарядили телефон или ноутбук
- c) Нельзя включать параллельно с утюгом
- d) Нельзя включать параллельно с пылесосом

Вопрос № 16

В чем измеряется мощность электрического прибора?

- a) В киловатт-часах
- b) В ваттах или киловаттах
- c) В амперах или миллиамперах
- d) В вольтах

Вопрос № 17

120 Ватт - это...

- a) 12 киловатт-часов
- b) 0,12 киловатт
- c) 1,2 киловатт
- d) 1200 киловатт-часов

Вопрос № 18

До какой даты собственники многоквартирных домов должны обеспечить их индивидуальными и коллективными приборами учета?

- a) До 1 июля 2010 года
- b) До 1 января 2011 года
- c) До 1 января 2012 года
- d) До 1 января 2014 года

Вопрос № 19

Каким обоям нужно отдавать предпочтение при ремонте, чтобы снизить потребление электроэнергии?

- a) Красным
- b) Моющимся
- c) Светлым



- d) Зеленым

Вопрос № 20

Если прибор потребляет 50 Вт и работает 3 часа каждый день, то за месяц (30 дней) он потребит...

- a) 150 Вт
- b) 4,5 киловатт-часа
- c) 150 киловатт-часов
- d) 500 Вт

Вопрос № 21

Номер и дата закона "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности"

- a) № 211 от 12 июня 2008 года
- b) № 663 от 15 мая 2005 года
- c) № 261 от 23 ноября 2009 года
- d) № 163 от 1 июля 2010 года

Вопрос № 22

Использование настольных ламп, бра и торшеров, с точки зрения энергосбережения...

- a) Не рекомендуется, т.к. увеличивает потребление электроэнергии
- b) Не рекомендуется, т.к. создает только местное освещение
- c) Рекомендуется, т.к. позволяет реже включать люстру или включать люстру меньшей мощности
- d) Не имеет значения

Вопрос № 23

С целью экономии электроэнергии, электрочайник нужно...

- a) Реже чистить от накипи
- b) Использовать с водопроводной, нефильтованной водой
- c) Заливать водой на треть, если собираетесь выпить одну чашку
- d) Покупать как можно большей мощности и объема

Вопрос № 24

Электрообогреватель со встроенным вентилятором по сравнению с моделью без вентилятора...

- a) Менее эффективен, т.к. расходует электроэнергию не столько на обогрев, сколько на работу вентилятора
- b) Более эффективен, т.к. позволяет быстро распределить теплый воздух по комнате и снизить время работы (и потребляемую энергию)
- c) Одинаково эффективен, т.к. электроэнергия на привод вентилятора тоже превращается в тепло
- d) Неэффективен, т.к. выдувает теплый воздух из квартиры

Вопрос № 25

Когда включен кондиционер, с целью минимизации потребления электроэнергии...

- a) Нужно закрывать окна и двери
- b) Нужно открыть двери, но закрыть окна



- c) Нужно открыть окна, но закрыть двери
- d) Нужно открыть окна и двери

Вопрос № 26

Если тариф за электроэнергию 2 рубля за киловатт-час, то прибор мощностью 100 Ватт, работая в среднем 1 час в день, потребит за год энергии на...

- a) 73 рубля
- b) 730 рублей
- c) 200 рублей
- d) 2000 рублей

Вопрос № 27

Чтобы настроить на компьютере режим энергосбережения, нужно...

- a) Перейти в Панель Управления, значок "электропитание"
- b) Снять крышку, отрегулировать настройки системной платы
- c) Снять крышку, отрегулировать настройки блока питания
- d) Перейти в меню, выбрать настройку режима энергосбережения офисных программ

Вопрос № 28

Выбирая между газовой (при наличии централизованного газоснабжения) и электрической плитой...

- a) Необходимо выбирать электроплиту - она экономнее
- b) Необходимо выбирать газовую плиту - газ обойдется дешевле
- c) Необходимо выбирать газовую, если нет счетчика на газ, иначе - электрическую
- d) Необходимо выбирать электрическую, если есть счетчик на электроэнергию, иначе - газовую

Вопрос № 29

Как обозначаются классы энергоэффективности?

- a) Цифрами I, II, III и т.д. - от более эффективного к менее эффективному
- b) Буквами A, B, C и т.д. - от более эффективного к менее эффективному
- c) Знаками ++, +, -, -- и т.д. - от более эффективного к менее эффективному
- d) Знаками E100, E50, E25 и т.д. - от более эффективного к менее эффективному

Вопрос № 30

Тариф для населения в ближайшие годы...

- a) Будет снижаться
- b) Останется на прежнем уровне
- c) Будет расти примерно на величину инфляции
- d) Будет расти опережающими инфляцию темпами

1. Контрольные вопросы

1. Основные понятия по энергосбережению
2. Традиционная энергетика и ее характеристика
2. Нетрадиционная энергетика и ее характеристика. Другие виды нетрадиционной энергетика
3. Нетрадиционная энергетика и строительство



4. Перспективы развития мировой энергетики.
5. Мировой опыт энергосбережения.
6. Опыт энергосберегающей политики в США, Японии, Дании.
7. Понятие “энергия”, виды энергии. Закон сохранения энергии. Определение энергии. Источники энергии. Виды энергии (с примерами).
8. Виды топлива. Условное топливо. Классификация видов топлива по их агрегатному состоянию. Примеры различных видов топлива.
9. Первичные энергетические ресурсы. Определение, примеры.
10. Вторичные энергетические ресурсы. Определение, примеры.
11. Современная энергетика. Энергетика России. Что такое энергетика? Уровни потребления энергии в России. Проблемы современной энергетики.
12. Традиционная энергетика. Виды традиционной энергетике (с примерами). АЭС, ТЭС, ГЭС. Наличие ЭС в России, обеспеченность энергией собственными традиционными источниками.
13. Нетрадиционная энергетика. Виды нетрадиционной энергетике (с примерами). Обеспеченность России энергией собственными нетрадиционными источниками.
14. Распределение энергии. Электросети (ЛЭП) и теплосети, их виды.
15. Потребление энергии. Потребители электроэнергии и теплоэнергии.
16. Формы учёта расхода энергии. Основные формы учёта энергии (С помощью КИПов, расчётный метод, опытно-расчётный способ). Примеры.
17. Надёжность в энергетике и качество энергии. Понятие надёжности в энергетике. Качество электрической и тепловой энергии.
18. Нормы расхода энергии. Перечислить существующие в России нормы расхода энергии (водоснабжение, электрическая энергия и т.п.).
19. Основные направления энергосбережения (на производстве, в ЖКХ, в АПК).
20. Экономия энергии в быту. Энергосбережение в отопительный период. Основные рекомендации по экономии различных видов энергии в быту.
21. Экономика и энергосбережение. Связь экономики с энергосбережением. Цены и тарифы на энергетические услуги. Формы финансирования проектов по энергосбережению.
22. Энергетический менеджмент. Энергетический аудит. Раскрыть понятия менеджмент и аудит, их цели и задачи, стадии (этапы) проведения.
23. Опыт энергосбережения за рубежом. На примере нескольких стран показать существующие зарубежные технологии и способы экономии энергии или её получения альтернативными методами.
24. Перспективы развития мировой энергетики. Указать основные мировые тенденции в энергетике, приоритеты одних видов энергии над другими.
25. Экология и энергетика. Предмет и задачи экологии. Связь экологии с энергетикой.
26. Нормативно-законодательная база энергосбережения в Беларуси. Государственное управление в энергосбережении. Конституция Беларуси, Закон РБ “Об энергосбережении” и иные НПА, регулирующие производство, распределение и потребление энергии.
27. Основные показатели эффективности использования энергии и энергосбережения. Стандартизация энергопотребления – база энергосбережения
28. Энергобаланс и его виды.
29. Экологические проблемы энергетике. Взаимосвязь экологии и энергосбережения.
30. Мировой энергетический баланс (энергобалансы различных стран). Тенденции его изменения.
31. Энергетический баланс России (ее отдельных регионов).



32. Законодательство в области энергосбережения в зарубежных странах.
33. Тарифы на отдельные виды энергетических ресурсов, динамика и перспективы их изменения (для промышленных предприятий, для объектов ЖКХ).
34. Причины энергетических кризисов в отдельных регионах России, пути решения проблем.
35. Влияние добычи энергетических ресурсов на экологическую ситуацию в стране.
36. Мероприятия по ограничению потреблению воды промышленными и бытовыми потребителями. Их связь с энергосбережением.
37. Резервы энергосбережения и энергосберегающие мероприятия в различных отраслях промышленности.
38. Применение новых энергосберегающих технологий в промышленности.
39. Применение новых энергосберегающих технологий в жилищно-коммунальном хозяйстве.
40. Практика использования нетрадиционных и возобновляемых энергетических ресурсов для энергосбережения.
41. Киотский протокол об ограничении выбросов в окружающую среду.
42. Деятельность региональных центров по энергосбережению.
43. Реформа энергетики и ее возможные последствия.
44. Международные энергосберегающие организации, практика их деятельности.
45. Способы уменьшения потерь энергии в тепловых сетях.
46. Энергосбережение в системах освещения зданий.
47. Перспективы применения тепловых насосов в энергетике России.
48. Новые системы отопления зданий: "теплые полы", системы лучистого обогрева.
49. Наиболее энергоемкие технологические процессы в промышленности и пути уменьшения их энергоемкости.
50. Методы стимулирования энергосбережением в России и за рубежом.
51. Организационная структура управления энергосбережением в России.
52. Цели и методы энергетического аудита.
53. Возобновляемые источники энергии и их влияние на окружающую среду.
54. Устройства приема и утилизации солнечной энергии.
55. Ветроэнергетические установки принцип действия их классификация.
56. Биомасса как возобновляемый источник энергии.
57. Производство энергии традиционными методами.
58. Активные и пассивные методы энергосбережения
59. Прямая и косвенная экономия энергии.

Типовые практические задания

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

«ИЗУЧЕНИЕ И РАСЧЕТ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА ПРИМЕРЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК»

1. Цели работы

1. Ознакомиться с принципом работы ветрогенераторов и солнечных батарей.
2. Изучить конструкцию этих видов возобновляемых альтернативных источников энергии.



3. Определить наиболее сильные и слабые стороны этих возобновляемых источников энергии.
4. Сделать вывод о целесообразности применения ветрогенераторов и солнечных батарей в рамках развития туристического сервиса.

Ветрогенератор (ветроэлектрическая установка или сокращенно ВЭУ) - устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим ее преобразованием в электрическую энергию.

Ветрогенераторы можно разделить на две категории: промышленные и бытовые (для частного использования). Промышленные устанавливаются государством или крупными энергетическими корпорациями. Как правило, их объединяют в сети, в результате получается ветряная электростанция. Её основное отличие от традиционных (тепловых, атомных) - полное отсутствие как сырья, так и отходов. Единственное важное требование для ВЭС - высокий среднегодовой уровень ветра. Мощность современных ветрогенераторов достигает 7,5 МВт.

Мощность ветрогенератора зависит от скорости ветра и ометаемой площади ,

$$N = \frac{\rho S V^3}{2}$$

где: V - скорость ветра, ρ - плотность воздуха, S - ометаемая площадь.

Существуют классификации ветрогенераторов по количеству лопастей, по материалам, из которых они выполнены, по оси вращения и по шагу винта. Разработано большое количество ветрогенераторов. В зависимости от ориентации оси вращения по отношению к направлению потока ветрогенераторы могут быть классифицированы следующим образом:

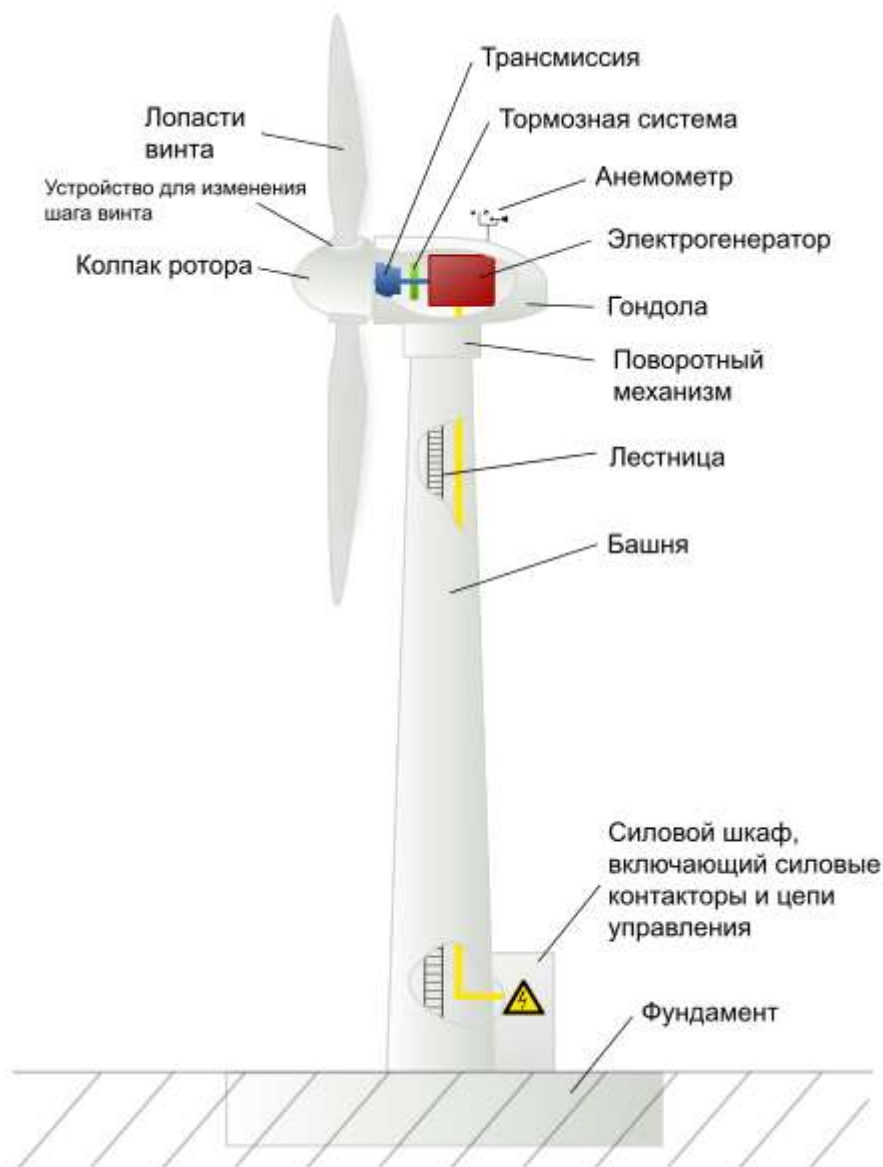
- с горизонтальной осью вращения, параллельной направлению ветрового потока;
- с горизонтальной осью вращения, перпендикулярной направлению ветра (подобные водяному колесу);
- с вертикальной осью вращения, перпендикулярной направлению ветрового потока.

Ветрогенераторы с *горизонтальной осью вращения* могут использовать для преобразования энергии ветра подъемную силу или силу сопротивления. Устройства, использующие подъемную силу, предпочтительнее, поскольку они могут развить в несколько раз большую силу, чем устройства с непосредственным действием силы сопротивления. Последние, кроме того, не могут перемещаться со скоростью, превышающей скорость ветра. Вследствие этого лопасти, на которые действует подъемная сила (ветроколеса), могут быть более быстроходными (быстроходность - отношение окружной скорости элемента поверхности к скорости ветра) и иметь лучшее соотношение мощности и массы при меньшей стоимости единицы установленной мощности.

Ветрогенераторы с *вертикальной осью вращения* имеют важные преимущества перед ветрогенераторами с горизонтальным расположением оси. Для них отпадает необходимость в устройствах для ориентации на ветер, упрощается конструкция и уменьшаются гироскопические нагрузки, вызывающие дополнительные напряжения в лопастях, системе передач и прочих элементах установок с горизонтальной осью вращения. К таким установкам относятся устройства с пластинами, чашеобразными или турбинными элементами, а также роторами

Савониуса с лопастями S-образной формы, на которые действует также и подъемная сила. Устройства такого типа обладают большим начальным моментом, однако меньшими быстротходностью и мощностью по сравнению с обычным ротором.

Промышленная ветряная установка состоит из следующих элементов:



Проблемы эксплуатации промышленных ветрогенераторов

Промышленный ветрогенератор строится на подготовленной площадке за 7–10 дней. Получение разрешений регулирующих органов на строительство ветряной фермы может занимать год и более. Кроме того, для обоснования строительства ветроустановки или ветропарка необходимо проведение длительных (не менее года) исследований ветра в районе строительства. Эти мероприятия значительно увеличивают срок реализации ветроэнергетических проектов.



Для строительства необходимы дорога до строительной площадки, место для размещения узлов при монтаже, тяжёлая подъёмная техника с выносом стрелы более 50 метров, так как гондолы устанавливаются на высоте около 50 метров.

В ходе эксплуатации промышленных ветрогенераторов возникают различные проблемы:

- Неправильное устройство фундамента. Если фундамент башни неправильно рассчитан, или неправильно устроен дренаж фундамента, башня от сильного порыва ветра может упасть.
- Обледенение лопастей и других частей генератора. Обледенение способно увеличить массу лопастей и снизить эффективность работы ветрогенератора. Для эксплуатации в арктических областях части ветрогенератора должны быть изготовлены из специальных морозостойких материалов. Жидкости, используемые в генераторе, не должны замерзать. Может замёрзнуть оборудование, замеряющее скорость ветра. В этом случае эффективность ветрогенератора может серьёзно снизиться. Из-за обледенения приборы могут показывать низкую скорость ветра, и ротор останется неподвижным.
- Отключение/поломка тормозной системы. При этом лопасть набирает слишком большую скорость и, как следствие, лопается.
- Отключение. При резких колебаниях скорости ветра срабатывает электрическая защита аппаратов входящих в состав системы, что снижает эффективность системы в целом. Так же для больших ветростанций большая вероятность срабатывания защиты на отходящих ЛЭП.
- Нестабильность работы генератора. Из-за того что в большинстве промышленных ветрогенерирующих установках стоят асинхронные генераторы, стабильная работа их зависит от постоянства напряжения в ЛЭП.
- Пожары. Пожар может возникнуть из-за трения вращающихся частей внутри гондолы, утечки масла из гидравлических систем, обрыва кабелей и т. д. Пожары ветрогенераторов редки, но их трудно тушить из-за отдалённости ветряных электростанций и большой высоты, на которой происходит пожар. На современных ветрогенераторах устанавливаются системы пожаротушения.
- Удары молний. Удары молний могут привести к пожару. На современных ветрогенераторах устанавливаются молниеотводящие системы.

Солнечные батареи.

Принцип работы фотоэлементов из которых состоит солнечная батарея основан на фотогальваническом эффекте. Этот эффект наблюдал еще Александр Эдмонд Беккерель в 1839 году. Впоследствии работы Эйнштейна в области фотоэффекта позволили описать явление количественно. опыты Беккереля показали, что лучистую энергию солнца можно трансформировать в электричество с помощью специальных полупроводников, которые позже получили название фотоэлементы.

Вообще такой способ получения электричества должен быть наиболее эффективным, потому что является одноступенчатым. По сравнению с другой технологией преобразования



солнечной энергии через термодинамический переход (Лучи -> Нагревание воды -> Пар -> Вращение турбины -> Электричество), меньше энергии теряется на переходы.

Строение фотоэлемента

Фотоэлемент на основе полупроводников состоит из двух слоев с разной проводимостью. К слоям с разных сторон подпаиваются контакты, которые используются для подключения к внешней цепи. Роль катода играет слой с n-проводимостью (электронная проводимость), роль анода — p-слой (дырочная проводимость).

Ток в n-слоя создается движение электронов, которые «выбиваются» при попадании на них света за счет фотоэффекта. Ток в p-слое создается «движением дырок». «Дырка» — атом, который потерял электрон, соответственно, перескакивание электронов с «дырки» на «дырку» создает «движение» дырок, хотя в пространстве сами «дырки» конечно не двигаются.

На стыке слоев с n- и p-проводимостью создается p-n-переход. Получается своего рода диод, которые может создавать разность потенциалов за счет попадание лучей света.

Физический механизм действия

Когда лучи света попадают на n-слой, за счет фотоэффекта образуются свободные электроны. Кроме этого, они получают дополнительную энергию и способны «перепрыгнуть» через потенциальный барьер p-n-перехода. Концентрация электронов и дырок изменяется и образуется разность потенциалов. Если замкнуть внешнюю цепь через нее начнет течь ток.

Разность потенциалов (а соответственно и ЭДС) которую может создавать фотоэлемент зависит от многих факторов: интенсивности солнечного излучения, площади фотоэлемента, КПД конструкции, температуры (при нагревании проводимость падает).

Однако разность потенциалов, создаваемая одним фотоэлементом, мала для промышленного применения. Чтобы иметь возможность использовать солнечные элементы для электропитания устройств, их соединяют вместе. Тем самым получают солнечные батареи (солнечные сборки, солнечные модули). Кроме того, фотоэлементы покрывают различными защитными слоями из стекла, пластмассы, различных пленок. Это делают для того, чтобы защитить хрупкий элемент.

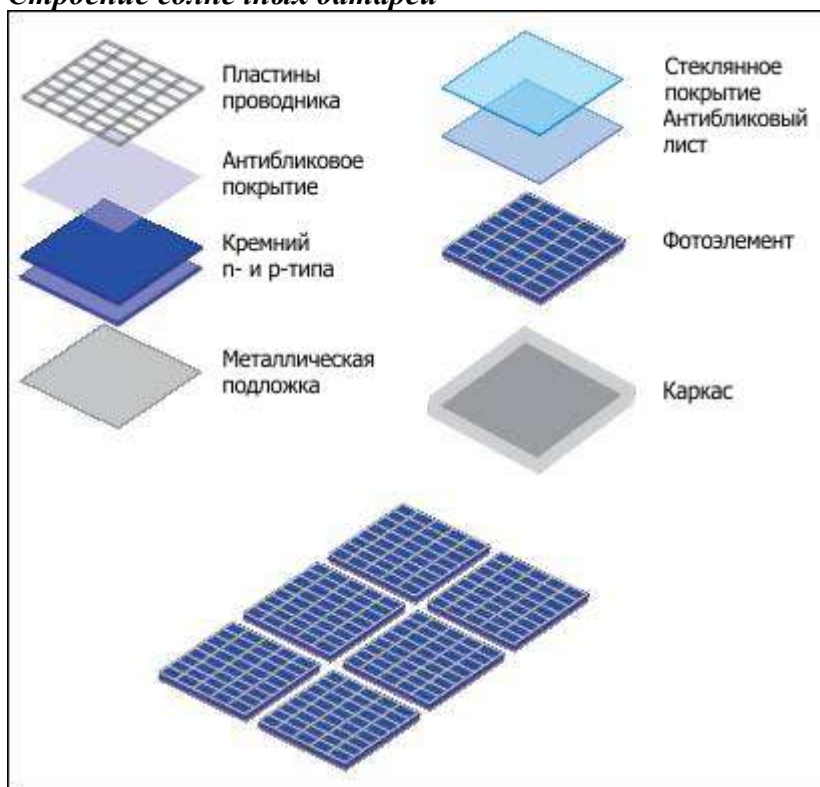
Основной рабочей характеристикой солнечной батареи является пиковая мощность, которую выражают в Ваттах (Вт, W). Эта характеристика показывает выходную мощность батареи в оптимальных условиях: солнечном излучении 1 кВт/м², температуре окружающей среды 25 оС, солнечном спектре шириной 450(AM1,5). В обычных условиях достичь таких показателей удастся крайне редко, освещенность ниже, а модуль нагревается выше (до 60-70 градусов).

При последовательном соединении фотоэлементов повышается разность потенциалов, при параллельном - ток. Таким образом комбинируя соединения можно добиться требуемых параметров по току и напряжению, а следовательно и по мощности. Кроме того, последовательно или параллельно можно соединять не только фотоэлементы в рамках одной солнечной батареи, но и солнечные батареи в целом.

На сегодняшний день на рынке сбыта преобладает в основном три вида солнечных батарей – это тонкопленочные, монокристаллические и поликристаллические солнечные па-

нели. Наиболее популярными являются монокристаллические солнечные батареи. Этот тип батарей состоит из огромного количества силиконовых ячеек. Силиконовые ячейки выполняют функцию преобразования электрической энергии из солнечных лучей, попадающих на их поверхность. Наиболее оптимальным количеством ячеек в монокристаллических батареях считается 36. Это достаточно хорошо отражается на выработке электроэнергии. Монокристаллические батареи достаточно легки и компактны, способны немного изгибаться. Благодаря этому свойству, не составит особого труда установка данных батарей на неровных поверхностях, где сложно будет добиться правильного угла наклона.

Строение солнечных батарей



Батареи из монокристаллов имеют надежный и прочный стеклопластиковый корпус. Благодаря нему вовнутрь установки влага не проникает, поэтому данные установки можно использовать даже на кораблях дальнего плавания. Более надежными и долговечными солнечные батареи делает отсутствие подвижных элементов. Сфера применения монокристаллических солнечных батарей довольно широка, это может быть и зарядка аккумуляторов, электропитание для садовых насосов, обеспечение питания бортового оборудования корабля, освещение садовых и приусадебных участков, питания сигнализации и средств связи, и так далее. У данного вида солнечных батарей максимальная мощность достигается при условиях, если небо будет ясным, температура воздуха – 25°C, панели будут направлены прямо на солнце. Значительно снизить мощность установки может даже небольшая облачность (около 70%), а в случае сильной облачности можно считать что работа солнечной батареи заблокирована, так как мощность снижается на 90%. Для того что бы получить оптимальную мощность, диапазон температур воздуха должен колебаться в рамках 15–25 °С. Для наших широт изменение солнечной энергии, напрямую зависит от сезона. Для того чтобы не



изменять постоянно, направление панелей рекомендуется установить их по направлению к экватору, отклонение должно быть равно широте местности.

Тонкопленочные солнечные батареи – считаются наиболее дешевым вариантом из всех существующих видов батарей. Этот вид батарей можно устанавливать в любом месте, это может быть стена здания, крыша либо же земельный участок. В отличие от монокристаллических батарей, тонкопленочным солнечным батареям не нужны прямые лучи солнца. По мощности они также более удобны, чем другие виды, так как даже при пасмурной погоде они теряют мощность всего на 10 – 15 %. Для нашей местности наиболее удобен такой материал как тонкая пленка, чем монокристаллы, так как она достаточно хорошо работает даже в условиях запыленности. Единственное что можно назвать минусом для данного вида солнечных батарей это занимаемая площадь, практически в 2,5 раза больше, чем у других. Применяются они в основном для более крупных систем электроснабжения, редко - для бытовых потребностей.

Поликристаллические солнечные батареи также считаются альтернативным вариантом монокристаллическим батареям. В их устройстве применим поликристаллический кремний, имеющий ярко синий цвет. По стоимости они более выгодны, чем монокристаллические батареи. Поликристаллические солнечные батареи широко применимы для освещения дворов, парков, улиц, шоссе, больниц, кафе, школ, частных домов, средств связи, а также для энергоснабжения газопроводов и нефтепроводов, зарядки аккумуляторов.

Недостатки солнечных панелей.

Срок службы кристаллов, из которых выполняются батареи, не зависит от типа, он полностью зависит от непроницаемости и крепости конструкции. Кристаллы же, при этом совершенно равнодушны к влаге или другим неблагоприятным факторам, они являются инертными материалами. При нарушении герметичности поверхности, могут подвергнуться ржавлению дорожки, соединяющие кремний, за счет попадания влаги на дорожки между пластинами исчезнут токопроводящие контакты. Только по этой причине панель может выйти из строя.

Расчет солнечных панелей.

Чтобы узнать, панели какой мощности потребуются для установки, необходимо знать мощность всех электроприборов в доме. Если от солнечных батарей будет запитана только часть приборов, то соответственно нужно знать только их мощность.

Мощность всегда можно посмотреть в паспорте электроприбора.

Необходимо свести все приборы в единую таблицу с указанием мощности, число часов работы, суточное потребление и сумму всех электроприборов (здесь можно составить общую таблицу для практических работ №1 и №3).

Таблица 1.

Электроприбор	Мощность, Вт	Количество	Время работы в сутки, час	Потребление за сутки, Вт×ч
Всего в сутки, P_{np} :				



Следующий шаг – это определение годового количества солнечной радиации, характерное для данного региона. Это таблицы, в которых указан уровень солнечной радиации (кВт·ч/м²/день) с разбивкой по месяцам.

Таблица 2. Солнечная инсоляция в городе Москва:

Москва, широта 55.7	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Горизонтальная панель	16.4	34.6	79.4	111.2	161.4	166.7	166.3	130.1	82.9	41.4	18.6	11.7
Вертикальная панель	21.3	57.9	104.9	93.5	108.2	100.8	108.8	103.6	86.5	58.1	38.7	25.8
Наклон панели - 40.0°	20.6	53.0	108.4	127.6	166.3	163.0	167.7	145.0	104.6	60.7	34.8	22.0
Вращение вокруг полярной оси	21.7	62.3	132.9	161.4	228.0	227.8	224.8	189.2	126.5	71.6	42.2	26.0

Согласно таблице наилучший уровень инсоляции будет в июне месяце, а наихудший – в декабре.

Зная общую цифру энергопотребления, необходимо учесть потери на разряд-заряд аккумулятора. Величина потерь составляет около 20%.

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{пр}} \times 1,2$$

Делим полученное значение на значение инсоляции.

Для июня: $W = P_{\text{общ}} / \text{значение июня}$, кВт.

Для декабря: $W = P_{\text{общ}} / \text{значение декабря}$, кВт.

После осуществления расчетов необходимо выбрать любую модель из приведенных в таблице. Дальнейшие расчеты позволят определить необходимое количество солнечных батарей выбранной мощности.

Таблица 3.

Модельный ряд солнечных батарей, ТСМ	150	170 (12 ячеек)	170 (24 ячейки)	180 (12 ячеек)	180 (24 ячейки)	250 (24 ячейки)
Пиковая мощность, Вт	150,0	170,0	170,0	180,0	180,0	250,0
Номинальное напряжение, В	12	12	24	12	24	24
Размеры, мм	1468×673×43	1580×815×38		1580×815×43		1640×992×40
Вес, кг	12.1		17.4		18.5	

Необходимое количество солнечных панелей вычисляется по формуле:

$$N_{\text{июнь}} = W / \text{выбранная мощность в кВт}$$

$$N_{\text{декабрь}} = W / \text{выбранная мощность в кВт}$$

После осуществления расчетов необходимо сделать вывод о целесообразности использования солнечных батарей выбранной мощности.

2. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с представленными возобновляемыми альтернативными источниками энергии: изучить принцип работы, конструкцию, особенности работы.
2. Ознакомиться с методикой проведения расчета
3. Произвести расчет в соответствии с заданием.
4. Сделать вывод о целесообразности применения рассчитанных фотоэлектрических панелей.



3. Указания по оформлению отчета

Отчет по работе должен содержать:

1. Название и цель практической работы.
2. Краткий конспект теоретической части работы.
3. Расчеты по индивидуальному заданию.
4. Вывод об эффективности рассчитанных солнечных батарей и возможности использования ВИЭ в рамках развития туристического сервиса.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

«ИЗУЧЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЭНЕРГОАУДИТА»

1. Цели работы

1. Ознакомиться с методами проведения инструментального энергоаудита.
2. Изучить конструкцию, технические характеристики и назначение оборудования для инструментального энергоаудита.
3. Ознакомиться с технологическим процессом выполнения тепловизионной съемки здания.
4. Выполнить тепловизионную съемку здания.
5. Составить отчет о выполненной термографии здания и вынести рекомендации по устранению дефектов.

2. Методы проведения инструментального энергоаудита

Энергоаудит – это обследование всех энергоресурсов организации с целью выявления эффективности их использования и возможностей достижения энергосбережения.

Цель энергоаудита – выявление возможной экономии энергии и топливно-энергетических ресурсов, и определение путей достижения выявленной потенциальной экономии.

Качественный энергетический аудит невозможно провести без инструментального обследования, которое помогает восполнить недостающую информацию, нужную для оценки эффективности использования ТЭР. Инструментальное обследование проводится с использованием стационарного либо специализированного портативного оборудования.

Во время проведения инструментальных измерений необходимо использовать по максимуму все технические и коммерческие узлы учета энергетических ресурсов, имеющихся в организации.

При проведении инструментального обследования вся организация разделяется на отдельные объекты или системы, которые впоследствии будут подвергнуты комплексному обследованию.

Инструментальное обследование бывает трех видов:

Однократные измерения.

Балансовые измерения.

Регистрация параметров.

При однократных измерениях определяется энергоэффективность конкретного объекта в определенном режиме работы. Для инструментального обследования этого вида требуется минимум самых простых измерительных приборов, не требующих встроенной памяти для последующей синхронизации с компьютером.

Балансовые измерения необходимы для формирования баланса распределения того или иного энергоресурса между различными потребителями энергии, участками, организациями и т.д. Для этого вида инструментального обследования необходимы несколько различных измерительных приборов, чтобы были возможны одновременные замеры в разных местах. Для балансовых измерений нужно также использовать имеющиеся в организации стационарные приборы типа систем технического или коммерческого учета энергетических ресурсов.

Во время проведения регистрации параметров определяется зависимость во времени какого-то параметра. Для инструментального обследования этого вида нужно оборудование,



оснащенное внешними или внутренними устройствами хранения и записи данных с возможностью впоследствии передать их на компьютер.

Инструментальный энергоаудит проводится по одному из 4-х методов:

Тепловизионное обследование.

Мультиметрическое обследование.

Измерение расхода пара и жидкости.

Измерение параметров электроэнергии.

При тепловизионном обследовании выявляются источники тепловых потерь. В этом методе обследования основным оборудованием является тепловизор, который фиксирует инфракрасное излучение от какого-либо объекта, превращая его из теплового изображения в видимое. Данный метод обследования особо важен при энергоаудите административных, жилых и производственных зданий.

При мультиметрическом обследовании измеряются уровни влажности, шума, температуры и цифрового мультиметра. Во время проведения мультиметрического обследования уровень шума измеряют в учебных заведениях, промышленных предприятиях. Силу света измеряют в помещениях, свет в которых падает под разными углами. При помощи цифрового мультиметра измеряются переменные и постоянные напряжение и ток, сопротивление, емкость, частота, рабочий цикл, а также тестируются диоды и прозваниваются электрические цепи на обрыв.

При проведении измерений расхода пара, газа или жидкости ставятся следующие задачи:

Измерение количества вещества, которое проходит через измерительный участок за сутки, смену и т.д. В этом случае измерительное оборудование называется счетчиками количества.

Измерение количества вещества, которое проходит через измерительный участок за час, минуту, секунду. В этом случае измерительное оборудование называется расходомерами.

Существует более двух десятков различных способов измерения расхода, но самыми распространенными расходомерами являются: электромагнитные, переменного и постоянного перепада давления, тахометрические.


Измерение параметров электроэнергии проводится при помощи электроанализатора. Так, благодаря анализаторам качества снабжения электроэнергией для трехфазной сети можно не только предсказать и предотвратить, но и устранить возможные и существующие неполадки в системах, распределяющих электроэнергию.




Метод инструментального обследования – измерение газовой среды - предполагает использование газоанализатора, который определяет концентрацию разнообразных газов в газовой смеси. Используется этот прибор для измерения вредных веществ в газовых выбросах в промышленности. Кроме того, газоанализатор помогает настраивать и обслуживать печи, котлы, горелки, газовые турбины, которые работают на любых видах топлива.





Все необходимые приборы для проведения данных исследования должны быть в каждой энерголаборатории.

3. Оборудование для инструментального энергоаудита.

№ п/п	Название прибора	Технические характеристики	Назначение
1	Тепловизионный комплекс	Диапазон контролируемых температур: От -20°C до +550°C	Тепловизионная съемка элементов зданий и со-

		<p>Чувствительность 0,1 °С Коррекция измерений: Коэффициент излучения регулируется от 0,1 до 1,0 Работа от сети переменного тока: Адаптер питания от сети переменного тока 90-260 В, 50/60 Гц Условия окружающей среды: Диапазон рабочих температур От -0°С до +50°С Диапазон температур при хранении: От -40°С до +70°С</p>	<p>оружений, диагностика энергетического оборудования.</p>
2	<p>Расходомер с датчиком толщиномер</p> 	<p>Диаметр условного прохода трубопровода, мм 40÷2000 Верхние пределы диапазонов измеряемого расхода, м3/ч 8÷40000 Основная погрешность, % - при измерении объемного расхода - при измерении количества ± 1.5 ± 2 Температура, °С - контролируемой среды - воздуха, окружающего БЭ-2 -10÷+150 -20÷+50 Питание (внутренняя батарея или сетевой адаптер), В 9 Время непрерывной работы без подзарядки аккумулятора не менее, ч (Возможна работа от сети переменного тока 220 В с использованием сетевого адаптера) 8 Габариты, мм 100 x 290 x 420 Масса, кг, не более 6</p>	<p>Измерение расхода жидкостей с отсутствием примесей без врезки.</p>
3	<p>Пирометр</p> 	<p>Диапазон измерения температуры, °С -30 ...+500 Пределы допускаемой относительной погрешности, % ±2°С (±1,5%) Разрешающая способность, °С 0,2 Показатель визирования 1:10 Спектральный диапазон, мкм 8 ... 14 Коэффициент излучательной способности 0,95 Количество ячеек памяти, шт 1 Напряжение питания, В(алкалиновая или NiCd) 9+1-2 Габаритные размеры пирометра, мм 152x101x38 Масса, кг 0,23</p>	<p>Дистанционное измерение температуры.</p>
4	<p>Термометр контактный с 4 зондами</p>	<p>Диапазон измеряемых температур, °С - 100...+1800 (зависит от типа используемого зонда, см. Сводная таблица используемых зондов) Относительная погрешность, % ±0,5 +ед.мл.разр. Цена единицы младшего разряда, °С 0,1 Количество типов сменных зондов 24 Диапазон измерения относительной влажности, % 0...100 Абсолютная погрешность измерения относительной влажности, % 3</p>	<p>Контактное измерение температуры различных сред, относительной влажности воздуха.</p>

		<p>Рабочие условия эксплуатации, °C -20...+50 Напряжение питания, В 1,5x2</p>	
<p>5</p>	<p>Течетрассопоисковый комплект</p> 	<p>Выходная мощность при работе на согласованную нагрузку (в зависимости от режима включения), Вт 5, 10, 20 Усилитель мощности CLASS D КПД 80% Частота генерации (непрерывно или импульсы), Гц 512, 1024, 8928, чередование 3-х частот Допустимое сопротивление нагрузки любое (0...∞) Согласование с нагрузкой Автоматическое Время непрерывной работы при выходной мощности 20 Вт (импульсы), час 5 Питание 1 аккумулятор 12В/2,2 Ач Габаритные размеры электронного блока, не более, мм 190x140x80 Вес генератора в чехле, не более, кг 2,2</p>	<p>Трассировка подземных коммуникации, определение мест их повреждений.</p>
<p>6</p>	<p>Газоанализатор</p> 	<p>Диапазон измерений датчика: O2 0-21% CO 0-10000 ppm CO2 0-99,9% NO 0-5000 ppm SO2 0-5000 ppm давление/разрежение 150 мбар точность ±5% (от измеренного значения) рабочая температура 0-40°C размер зонда 1000x8 мм максимальная температура для зонда 600°C или 1100°C запрограммированные виды топлива природный газ, коксовый газ, мазут, солярка, пропан или любой вид другого используемого топлива питание от аккумуляторной батареи или от сети порты для вывода (компьютер или принтер) RS232, инфракрасный порт для подключения принтера масса 1 кг</p>	<p>Ручной электронный газоанализатор для диагностики, наладки котлов.</p>
<p>7</p>	<p>Измеритель плотности тепловых потоков</p>	<p>Диапазон измерения плотности тепловых потоков, Вт/м² 10...999 Диапазон измерения температуры, С -30...+100 Диапазон определения сопротивления теплопередаче, м²-К/Вт 0,05...5 Относительная погрешность измерения плотности тепловых потоков, не более, % ±6 Абсолютная погрешность измерения температуры, не более, °C ±0.2 Объем архивируемой информации, значений</p>	<p>Измерение плотности тепловых потоков, термического сопротивления и сопротивления теплопередаче при тепловизионном обследовании.</p>

		<p>2000 на канал Общее количество измерительных каналов 10...100 Количество измерительных каналов модуля: - канал теплового потока - канал температуры Конфигурация по заказу Длительность наблюдений (режим самописца), час 1...400 Интервал измерений (режим самописца), мин 1...180 Габаритные размеры, мм: - электронного блока 175x90x30 - модуля 117x80x32 - преобразователя теплового потока $\varnothing 10 \times 52$, $\varnothing 27 \times 2$ - преобразователя температуры (контактный) $\varnothing 12 \times 4$ Масса прибора с одним модулем, не более, кг 1,5</p>	
8	<p>Клещи токоизмерительные</p> 	<p>Измерение силы тока до 2000 А (прост./ перем.) Измерение напряжения до 750 В (пост./ перем.) Базовая погрешность: $\pm 1,2\%$ (ток), $\pm 0,75\%$ (напряжение) Измерение частоты (до 40 МГц) Измерение сопротивления (40 МОм), прозвонка цепи Измерение емкости (до 2 мФ) Автоматический выбор предела измерения Удержание показаний Автовключение питания, индикация разряда батареи ЖК-индикатор (4000), подсветка дисплея</p>	<p>Бесконтактное измерение силы тока до 400А в сети. Измерение напряжения переменного/постоянного тока до 600 В</p>
9	<p>Анализатор качества электроэнергии</p> 	<p>диапазон измерения фазного напряжения: 0,6...360 В; номинальный ток $I_n=0,1, 1, 0,5, 5, 10, 50, 100, 300, 500, 1000, 3000$ А; ПКЭ по ГОСТ 13109; диапазон рабочих температур: $-20...50^\circ\text{C}$; масса прибора: 2 кг.</p>	<p>Прост в управлении. Позволяет произвести анализ событий, происходящих в сети непосредственно на месте проведения измерений без использования ПК</p>
10	<p>Дальномер</p> 	<p>Единицы измерения м/см Диапазон измерений 0,05-100 Точность измерений +/- 1,0 мм Время измерений в режиме слежения 0.16-1 сек Источник питания 2 батарейки типа АА Защита от пыли и воды IP54 Рабочая температура -10 до +50°C Габариты 125 x 45 x 24 мм Вес 0,110 кг</p>	<p>Измерение расстояний, вычисление площади и объема</p>
11	<p>Люкоискатель</p>	<p>Скорость сканирования поисковым элементом над поверхностью контролируемого объекта, м/с 0...0,5 Максимальная глубина обнаружения, м крышки колодцев до 0,6 пластины 100x100x1 мм до 0,4</p>	<p>Обнаружение люков, металлических предметов под слоем асфальта, грунта, снега.</p>

		<p>монета (22мм) до 0,15 Параметры окружающей среды температура окружающего воздуха, °С -5 ...+50 относительная влажность (при T=25°C), % до 98 атмосферное давление, мм рт.ст. 630 ...800 Вероятность обнаружения металлических объектов не менее 90% Питание одна батарея 9В (Тип Е, Корунд) или аккумулятор Габаритные размеры прибора, мм 280x60 Вес, кг не более 1,0 Время установления рабочего режима, с не более 5</p>	
12	<p>Измеритель-регистратор в комплекте с 2 поверхностными датчиками</p> 	<p>Количество каналов измерения 2 Индикатор ЖКИ Диапазон измерения в зависимости от НСХ термомпреобразователя, °С: 50М, 100М (W100=1,4280), 50П, 100П, Pt50, Pt100,(w=1.391;w=1.385) -50...180 -50...500 Предел допускаемой абсолютной погрешности, °С ±0,2 Разрешающая способность при измерении температуры, °С ±0,1 Пределы допускаемой абсолютной погрешности отсчета текущего времени, с/сутки ±10 Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной отклонением температуры окружающей среды от нормальной (20±5)°С на каждые 10°С 0,5 основной погрешности Программируемый интервал между измерениями 2 с... 24 ч Количество регистрируемых измерений на каждый канал 15000 Напряжение питания, В 9+1-3 Степень защиты корпуса по ГОСТ 14254 IP-42 Тип интерфейса для связи с компьютером RS 232 Масса, кг 0,25 Габаритные размеры, мм. 140x70x40</p>	<p>Измерение и регистрация с последующей передачей на ПК температуры поверхности (трубы, стены и т.д.).</p>

4. Технологический процесс выполнения тепловизионной съемки здания.

Одним из основных путей экономии топлива является уменьшение тепловых потерь и теплопоступлений через ограждающие конструкции строительных сооружений, достигающие по зарубежным источникам до 30% общих потерь.

Тепловизионный контроль качества теплозащиты зданий и сооружений, успел зарекомендовать себя, как один из основных способов контроля состояния ограждающих конструкций по окончании строительства и в период эксплуатации, ввиду оперативности, наглядности метода и достоверности полученных результатов. Метод позволяет выявить нарушения теплозащиты ограждающих конструкций, возникшие в результате следующих причин:

- нарушения технологии изготовления строительных материалов, правил складирования,

перевозки и т.п.;

- ошибок и нарушений при строительстве зданий;
- неправильного режима эксплуатации.

Перечисленные факторы приводят к преждевременному снижению теплозащитных свойств в отдельных местах ограждающих конструкций в результате воздействия погодных (ветер, атмосферные осадки) и естественно-климатических (циклы тепло-холод-тепло, влажность) условий. Это, в свою очередь, приводит к ухудшению микроклимата внутри зданий и перерасходу топлива, вследствие повышения теплопотерь.

Современные тепловизионные системы позволяют быстро и точно выявить участки с повышенными теплопотерями и определить их границы. Количественная оценка обнаруженного дефекта производится в лабораторных условиях с использованием современной программной продукции и традиционного (Л1, Л2, Л3) математического аппарата.

Необходимо заметить, что физическая сторона явлений, происходящих при излучении и распространении тепла поверхностями ограждающих строительных конструкций, достаточно хорошо изучена и описана в перечисленной ниже литературе. Относительно требований к термографии зданий и сооружений, а также порядку её проведения существует соответствующий ГОСТ.

Используемые приборы и оборудование.

Практическое применение различных тепловизионных систем для обследования зданий и сооружений позволяет сделать следующие выводы: тепловизоры для термографии зданий и сооружений должны отвечать следующим требованиям:

- диапазон измеряемых температур: $-20\text{ }^{\circ}\text{C} - +30\text{ }^{\circ}\text{C}$
- предел температурной чувствительности: $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- диапазон рабочих температур: $-15\text{ }^{\circ}\text{C} - +40\text{ }^{\circ}\text{C}$
- возможность применения сменных объективов, угол обзора: 7град. - 20град.
- число элементов в строке * число элементов в кадре, не менее: $100 * 100$
- возможность получения значения температуры в $^{\circ}\text{C}$ на экране дисплея тепловизора или переносного компьютера непосредственно на месте съёмки;
- возможность записи термоизображения на видеомаягнитофон или иной магнитный носитель информации;

- регулирование значения излучательной способности (8);

Современная тепловизионная техника использует инфракрасные детекторы, работающие в двух диапазонах: коротковолновом (3-5 мкм) и длинноволновом (8 - 14 мкм). Использование этих ИК-диапазонов связано с особенностями пропускания теплового излучения атмосферой. Если руководствоваться графиком (Рис. 1.1), который приводится по Л3, то здесь так же видно, почему необходимо использовать именно эти инфракрасные диапазоны: спектральный коэффициент отражения минимален, а, следовательно, минимально влияние отражённого излучения. В этом отношении позиции длинноволнового и коротковолнового инфракрасных диапазонов примерно одинаковы для случая термографии зданий. В то же время

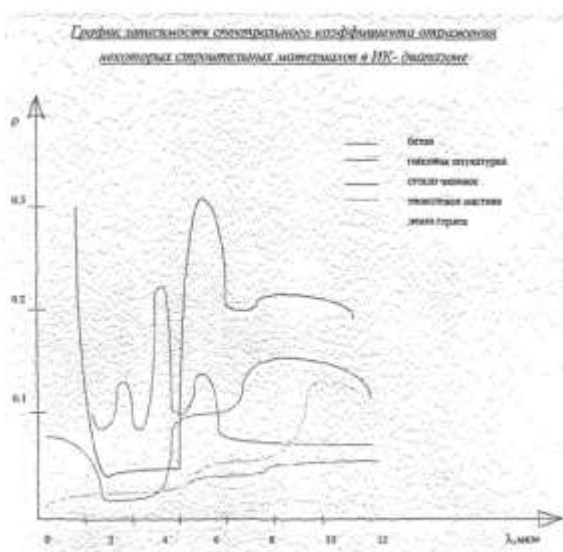


Рис 1.1

установлено, что 40% всей энергии собственного ИК-излучения объекта приходится на



длинноволновую часть, а на коротковолновую- всего 1%. Следует признать нежелательным применение для термографии зданий и сооружений тепловизоров индикаторного типа, принцип действия которых основан на преобразовании инфракрасных лучей с помощью пировидиконовой трубки. Применение ИК - пирометров возможно только в качестве вспомогательных средств. Кроме того большинство из них неработоспособны при отрицательных температурах. (Термография зданий проводится, как правило, зимой в отопительный период).

Кроме тепловизора для обследования зданий и сооружений необходимо следующее оборудование:

- прибор для контактного измерения температуры с погрешностью не более 0,5 °С;
- чашечный анемометр (прибор для определения скорости ветра);
- штатив;
- измерительная рулетка (более 10 метров);
- ртутный термометр для измерения температуры окружающего воздуха;
- преобразователь теплового потока;
- желательно иметь ИК- пирометр;

Необходимые условия для качественной термографии и подготовка к измерениям.

С целью получения достоверных результатов при термографическом обследовании зданий и сооружений необходимо выполнить ряд условий, значительная часть которых изложена в Л1. Однако, применение современной тепловизионной техники, понуждает внести некоторые изменения и дополнения.

Измерения следует производить при перепаде температур между внутренним и наружным воздухом, превосходящим минимально допустимый, который определяется по формуле:

$$t_{\min} = \theta \times R_0^n \times \frac{\alpha \times r}{1 - r} \quad (1)$$

где:

θ - предел температурной чувствительности тепловизора, °С;

R_0^n - проектное сопротивление теплопередаче, м²С/Вт;

α - коэффициент теплоотдачи, принимаемый равным: для внутренней поверхности стен по нормативно-технической документации; для наружной поверхности стен при скоростях ветра 1, 3, 6 м/с - соответственно 11, 20, 30; Вт/(м²С);

r - относительное сопротивление теплопередаче подлежащего выявлению дефектного участка ограждающей конструкции, не более 0,85;

Термографию зданий и сооружений следует проводить в отопительный сезон, так как при этом перепад температур будет максимально возможным и всегда удовлетворяет условию формулы (1). Так же необходимо отсутствие осадков, поверхность обследуемых зданий должна быть свободна от инея. Условия тепловой инерции материалов конструкций при термографии наружной части здания требуют, чтобы обследуемый объект не находился на солнце в течение 12 часов, предшествующих съёмке. Лучше проводить измерения утром, в пасмурную погоду. При инфракрасной съёмке внутри помещений следует особое внимание обратить на экранирование источников света и тепла (ламп накаливания, отопительных радиаторов) расположенных вблизи объекта термографии.



Если имеет место ветер, то необходимо измерить его скорость для дальнейшей корректировки измеренных значений температур, о чём будет сказано в разделе, посвященном обработке результатов измерений. По возможности следует выбирать безветренные дни. Сила и направление ветра оказывают существенное влияние на теплопотери воздухопроницаемостью и теплопотери конвекцией с наружной поверхности.

Ввиду значительных размеров зданий тепловизионную съёмку производят по-кадрово. По завершении съёмки очередного кадра оператор перемещает тепловизор таким образом, чтобы объект измерения находился под углом наблюдения не менее 60° . В этом случае излучательная способность от угла наблюдения практически не зависит. В диапазоне от 60° до 90° излучательная способность при приближении к 90° будет стремительно падать, а коэффициент отражения соответственно возрастать. Поэтому надо стремиться, чтобы тепловизор был направлен по нормали к снимаемому объекту. Если высота такого объекта превышает 10 метров, то для работы рекомендуется использовать монтажную вышку. Удалённость тепловизионной камеры от объекта при наружной съёмке надо выбирать в следующем диапазоне:

$$1/(\operatorname{tg} f) < L < L_{\text{пред}} \quad (2)$$

где:

L - удаление тепловизора от объекта съёмки; f - угол обзора объектива;

$L_{\text{пред}}$ - расстояние, на котором тепловизор теряет требуемую точность в соответствии с техническими характеристиками и поглощением ИК-излучения атмосферным воздухом;

Приближение к объекту на расстояние $L < 1/\operatorname{tg} f$ неоправданно увеличит время съёмки. При термографии внутренней поверхности объекта следует исходить из размеров участка с повышенными теплопотерями. Рекомендуется использовать объективы с углом обзора не менее 12° .

На обследуемой поверхности выбирают геометрический репер, в качестве которого можно использовать типовые строительные элементы с известными линейными размерами. Это необходимо для определения масштаба при обработке результатов измерений.

Проведение тепловизионной съёмки.

Тепловизор устанавливают, подключают видеоманитофон и выставляют необходимый температурный диапазон который, в современной тепловизионной технике определяет не только верхнюю и нижнюю границу измеряемых температур, но и чувствительность. Регулируя фокус, температурный уровень, яркость и контраст добиваются устойчивого и чёткого термоизображения на экране видеоконтрольного устройства. Термоизображение наружной поверхности снимают по кадрам и записывают на видеоманитофон или дискету. Видеоманитофон позволяет записывать звуковую информацию о параметрах съёмки, поэтому его использование предпочтительно. Современные тепловизоры последних модификаций как правило имеют встроенные микрофоны, встроенные меню на русском языке, производят запись изображений на PS-карты разной ёмкости, а так же записывают всю информацию о тепловом состоянии объекта, что позволяет получить удовлетворительную термограмму при обработке в случае неверного выбора оператором параметров съёмки. Все значения температур, которые будут использоваться ниже, должны быть предварительно скорректированы с учётом излучательной способности объекта. Если эта величина известна, то фактическую температуру можно определить по формуле:



$$T_{\text{факт}} = T_{\text{рад}} / \sqrt[4]{\varepsilon} \quad (3)$$

, где:

$T_{\text{рад}}$ - измеренная тепловизором температура;

$T_{\text{факт}}$ - фактическая температура объекта;

ε - коэффициент излучения материала;

Большинство современных тепловизоров делают эту коррекцию автоматически, достаточно ввести значение излучательной способности. Значения коэффициента «е» для основных строительных материалов приведены в Таблице 1.1 Приложения 1. Они предназначены для использования только в качестве ориентира, так как зависят не только от температуры материала, но и от спектральной чувствительности используемого прибора. В связи с этим рекомендуется излучательную способность исследуемой поверхности определять непосредственно на месте съёмки.

Для этого контактным термометром определяют истинную температуру объекта, а затем вводят в процессор тепловизора все новые значения ε , добиваясь равенства $T_{\text{изм.}}$ и $T_{\text{рад}}$.

Установленное при достижении указанного равенства значение ε и будет являться истинной излучательной способностью объекта. Необходимо иметь в виду, что ошибка в измерении температуры от неверного определения излучательной способности зависит от используемого ИК-диапазона и температуры объекта съёмки. При температуре около 0°C эта погрешность незначительна (около нуля), но она возрастает с понижением температуры объекта и достигает нескольких градусов на ошибку по ε в 0.1 при температуре объекта - 20°C. Просмотрев поверхность исследуемого здания, и записав её термоизображение на видеомagneфон (или иной носитель) выбирают базовый участок, размером больше двух толщин ограждающей конструкции и имеющий равномерное температурное поле. Этот участок должен быть выполнен из тех же стройматериалов, и иметь ту же конструкцию, что и исследуемая поверхность с температурными аномалиями. Его температурное поле должно соответствовать минимальному выходному сигналу тепловизора для исследуемого объекта. Сравнивая термоизображение ограждающей конструкции и базового участка, выявляют места с повышенными теплотерями. Температура наружной поверхности таких участков превышает температуру базового участка, как минимум, на величину цены деления шкалы тепловизора.

Базовый участок и места с температурными аномалиями подвергаются детальной термографии уже с минимально возможного расстояния снаружи и внутри зданий, там же измеряется температура окружающего воздуха. Необходимо, так же, визуально осмотреть этот участок, чтобы определить, не является ли его тепловая картина следствием, например, локального загрязнения и соответственно изменения излучательной способности. По окончании съёмки должны быть измерены и записаны для каждого аномального и базового участков следующие величины:

- температура наружного воздуха;
- скорость ветра;
- наружная температура на поверхности исследуемого участка;
- температура внутренней поверхности исследуемого участка;
- температура окружающего воздуха внутри здания;
- температурный диапазон и уровень в момент съёмки;
- угол зрения используемого объектива;
- расстояние до исследуемой поверхности;



- излучательная способность поверхности объекта;
- тепловой поток через исследуемый участок, если такие измерения проводились;
- распределение температур по элементам системы отопления в обследуемом секторе здания.

Получив эти данные можно приступить к количественной оценке результатов измерений и компьютерной обработке. В Приложении 1 (Рис. 1.4 - 1.11) приведены термограммы участков ограждающих конструкций с повышенными теплотерями и примеры выбора базовых участков.

Обработка результатов измерений.

Современные программные средства позволяют оперативно и точно проанализировать результаты тепловизионной съёмки и представить результаты обследования в виде цветных или чёрно-белых термограмм. Для каждого исследуемого фрагмента ограждающей конструкции необходимо иметь следующие исходные данные:

- излучательная способность (ϵ);
- температура воздуха вблизи объекта (T);
- температура атмосферного воздуха (T_a) (при съёмке внутри помещения - температура в его средней части, в 1,5 метрах от пола;
- дистанция до объекта (m);
- температурный уровень;
- температурный диапазон;
- виды используемых фильтров и диафрагм;
- угол обзора используемого объектива.

После того, как температура в каждой точке становится известной необходимо учесть скорость ветра (программы обработки термоизображения этого, как правило, не делают) в соответствии с формулой:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left[\frac{V_1}{V_2} \right]^{0.448} \quad (4)$$

где:

V_1 - скорость ветра при температуре T_1 ;

V_2 - скорость ветра при температуре T_2 ;

Так как при переменном ветре использование данной корректировки может привести к дополнительной погрешности, рекомендуется для проведения тепловизионной съёмки выбрать безветренную погоду.

Можно выделить 3 основные задачи при обработке термоизображений зданий и сооружений:

1. Определение участков ограждающих конструкций с повышенными теплотерями согласно указаниям соответствующих СНиП и ГОСТ. Здесь рассчитываются сопротивления теплопередаче R ($m^2 \cdot ^\circ C / Вт$) для базового и других характерных участков и сравниваются с требуемым значением. Уже на этом этапе необходимо разделить ограждающую конструкцию на стену, окна и цоколь и в дальнейшем для каждой из этих поверхностей производить отдельные вычисления сопротивления теплопередаче, выявление базового участка, расчет Q и экономический ущерб.



2. Определяются удельные теплотери q (Вт / м²) для всех характерных участков.
3. Определение экономического ущерба от выявленных тепловых аномалий.

- определение площади участков с повышенными теплотерями;
- определение избыточных теплотерей через эти участки;
- определение количества и стоимости перерасходованных энергоносителей;

Используемые обозначения :

R - сопротивление теплопередаче (м² * °С / Вт);

$R_{e^{45}}$ - требуемое сопротивление теплопередаче (м² * °С / Вт);

μ - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции к наружному воздуху (Л2 табл 3);

q - удельные теплотери (Вт / м²);

Q - полные теплотери (Вт);

t_n, t_v - измеренные температуры наружного и внутреннего воздуха;

t_v, x_n - измеренные значения температуры наружной и внутренней поверхности ограждающей конструкции;

δ - толщина конструкции (м);

λ - теплопроводность конструкции (Вт/м*°С);

α_v, α_n - коэффициент теплоотдачи соответственно у внутренней и наружной поверхности ограждающей конструкции (Вт/м *°К);

α_k, α_l - соответственно конвективная и лучистая составляющие коэффициента теплоотдачи (Вт/м²*°К); F - площадь поверхности ограждающей конструкции (м²);

1. Участки ограждающих конструкций с повышенными теплотерями выявляют путём сравнения сопротивления ограждающих конструкций полученного в результате натуральных, измерений с требуемым значением определяемым в соответствии с (Л2) по формуле:

$$R_{mp}^o = \frac{n \times (t_v - t_n)}{\Delta t^n \times \alpha_v} \quad (5)$$

где: $t_v, t_n, \Delta t^n, \mu$ и α_v – расчётные и табличные значения, принимаемые по Л2.

Термическое сопротивление слоя многослойной конструкции определяется по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (6)$$

Здесь необходимо пользоваться указаниями п.2 из Л2.

Сопротивление теплопередаче многослойной конструкции определяется по формуле:

$$R = \frac{1}{\alpha_v} + \sum R_x + \frac{1}{\alpha_n} \quad (7)$$

Все вышеприведенные формулы применяются для вычисления требуемых и расчётных значений при проектировании ибо здесь используется расчётный коэффициент теплопроводности материала слоя (λ), но на практике его значение будет отлично от проектного.



Если необходимо определить расчётное значение, то a_v и a_n принимаются по Л2 (таблицы 1.2 и 1.3 этого издания), а если обрабатываются результаты натуральных измерений, то эти значения рассчитываются по экспериментальным данным.

Для вычисления R по результатам натуральных измерений можно использовать следующие выражения:

$$R = \frac{1}{\alpha_a} \times \left(\frac{t_a - \tau_n}{t_a - \tau_a} - 1 \right) \quad (8)$$

Эта формула применяется для обработки экспериментальных данных. Здесь все значения берутся по результатам измерений, а a_v - вычисляется. Если есть возможность измерить удельный тепловой поток q (с помощью датчиков, тепломеров), то можно воспользоваться формулой, которая получается из формулы 7, если заменить члены правой части выражения. Тогда получится формула из ГОСТ 26254-84:

$$R_o = R_a + R_k + R_n = \frac{t_a - \tau_a}{q_\phi} + \frac{\tau_a - \tau_n}{q_\phi} + \frac{\tau_n - t_n}{q_\phi} \quad (9)$$

где:

$R_{B,H,K}$ - термическое сопротивление внутренней, наружной поверхности и однородной зоны ограждающей конструкции ($\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$);

q_ϕ - средняя за расчётный период измерения фактическая плотность теплового потока; для сплошных ограждающих конструкций:

$$q_\phi = \frac{q \times (t_a - t_n)}{(t_a - t_n) - q \times (R_m + R_c)} \quad (10)$$

где:

q - средняя за расчётный период измеренная плотность теплового потока ($\text{Вт} / \text{м}^2$);

R_m - термическое сопротивление преобразователя теплового потока, определяемое по его паспортным данным;

R_c - термическое сопротивление слоя, прикрепляющего ПТП, определяемое расчётом;

Термическое сопротивление слоя ограждающей конструкции можно определить как разность температур на границе слоя делённое на плотность теплового потока через него:

$$R = \frac{\tau_a - \tau_n}{q} \quad (11)$$

Для слоя ограждающей конструкции с воздушным промежутком термическое сопротивление определяется специальным способом по ГОСТ 26254-84.

Если возникла необходимость по результатам измерений определить температуру внутренней поверхности ограждающей конструкции для других расчётных условий расчётным путём, то это делают по приложению 7 из ГОСТ 26254-84.

2. Если измерения q не проводились, а необходимо вычислить тепловой поток по результатам тепловизионной съёмки, то используются следующие соотношения:



$$q = q_{\text{конв}} + q_{\text{луч}} \quad (12)$$

$$q_{\text{конв}} = \alpha_k \times (\tau_n - t_n) \quad (13)$$

$$\alpha_k = \omega \times \rho \times c_p \quad (14)$$

где:

q (Вт/м²);

ω - скорость потока (м/сек);

ρ - плотность массы (кг/м³);

c_p - теплоёмкость при постоянном давлении (кДж/кг×град К);

$$q_l = C \times \varepsilon \times (\tau_n^4 - t_n^4) \quad (15)$$

где: C - коэффициент лучеиспускания абсолютно чёрного тела (5.7×10^8 Вт/м);

ε - излучательная способность поверхности объекта (это значение зависит от используемого инфракрасного диапазона и температуры объекта, а также от материала и геометрии ограждающей конструкции). Приближённое значение ε можно взять из таблиц. Более точное значение можно получить при сравнении температуры объекта, измеренной контактным способом, и температуры того же объекта, измеренной с помощью тепловизора. Абсолютно чёрным телом можно назвать материал, который при данной температуре излучает наибольшее количество тепловой энергии. Основные строительные материалы относятся к так называемым «серым телам».

Плотность теплового потока лучше всего не вычислять, а измерять непосредственно при обследовании зданий. Делать это необходимо в соответствии с требованиями ГОСТ 25380-82 преобразователем теплового потока ИТП-11 или аналогичным (приборы по ГОСТ 7076-78). Длительность измерений с наружной стороны ограждающих конструкций определяется тепловой инерцией последних (до 15 суток). Согласно приложению 3 из ГОСТ 26254-84 определяется диапазон температур наружного воздуха при котором погрешность таких измерений будет минимальна. Так, при использовании прибора ИТП-11 необходимо обеспечивать условия при которых измеряемая плотность теплового потока находилась бы в диапазоне 33-50 Вт/м². Это обеспечивается при температурах наружного воздуха от -15 до -32. При более высоких температурах погрешность измерений возрастает.

Чтобы избежать трудностей с тепловой инерцией измерения теплового потока проводят, как правило, с внутренней стороны ограждающих конструкций. С наружной стороны такие измерения производят в случаях сохранения устойчивой температуры на поверхности и невозможности проведения измерений внутри.

Воздушные зазоры между датчиками и поверхностью не допускаются. Шероховатости устраняются, датчики укрепляют на технический вазелин.



По известным удельным тепловым потокам через аномальные участки вычисляют полный тепловой поток, путём умножения на площадь этого участка. Полученное значение позволяет определить избыточные теплопотери за счёт наличия участков с повышенными теплопотерями, перерасход топлива, и в итоге, - экономический ущерб.

Приведённый выше расчёт не учитывает теплопотерь воздухопроницаемостью. Если возникает необходимость определить места с повышенным сопротивлением воздухопроницаемости ограждающей конструкции, то необходимо определить разность давления внутреннего и наружного воздуха и воспользоваться формулами п.5.1 из Л2 для сравнения с нормативными значениями.

Определить теплопотери воздухопроницаемостью через ограждающие конструкции довольно трудно. Здесь это явление связано с переносом вещества. Таким образом, в настоящее время мы определяем только теплопотери через ограждающие конструкции за счёт теплового потока. Эти теплопотери будут несколько меньше действительных из-за не учёта теплопотерь воздухопроницаемостью.

При практической термографии следует иметь в виду, что участки с повышенным воздухопроницаемостью - это предельный случай участка с повышенными теплопотерями, когда термическое сопротивление равно нулю. Процесс воздухопроницаемости слишком «нестационарен» и зависит от разности давлений, температур, ориентации здания относительно сторон света, направления и силы ветра. Здесь важно выявить такие места, что легко достигается при тепловизионной съёмке и ликвидировать их (заклейка окон, герметизация швов).

5. Порядок выполнения работы

1. *Ознакомиться с методами проведения инструментального энергоаудита.*
2. *Изучить конструкцию, технические характеристики и назначение оборудования для инструментального энергоаудита.*
3. *Ознакомиться с технологическим процессом выполнения тепловизионной съёмки здания.*
4. *Выполнить тепловизионную съёмку здания.*
5. *Составить отчет о выполненной термографии здания.*
6. *Предложить рекомендации по устранению дефектов здания.*

6. Указания по оформлению отчета

Отчет по работе должен содержать:

1. Название и цель практической работы.
2. Описание назначения оборудования для инструментального энергоаудита.
3. Краткое описание процесса проведения инструментального энергоаудита.
4. Выводы и рекомендации по устранению дефектов здания.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

«ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ БЫТОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ»

1. Цели работы

1. Провести анализ эффективности использования бытовых приборов.
2. Изучить характеристики электробытовых приборов и оборудования для индивидуального использования, определить режим их работы в течение времени, рассчитать потребление электрической энергии электробытовыми приборами и затраты на электроэнергию, сделать выводы.
3. Сделать выводы о потребляемом количестве электроэнергии и предложить мероприятия по уменьшению энергопотребления для каждой группы приборов.

2. Методика расчета потребления электрооборудования

Вопросы энергосбережения относятся к наиболее актуальным проблемам современности. На уровне правительств ряда государств разрабатываются специальные программы, призванные предотвратить энергетический кризис. Сэкономленную энергию можно использовать взамен вновь производимой, и за счет этого же снизить загрязнение окружающей среды. Кроме того, энергосбережение выгодно экономически. Мероприятия по экономии энергоресурсов в 2,5–3 раза дешевле, чем производство и доставка потребителям такого же количества вновь полученной энергии. Анализ потребления электроэнергии в быту, на своем рабочем месте, на производстве, расчет затрат на нее, позволит выработать бережное и экономное отношение к энергии.

Энергосбережение (экономия энергии) — реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование (и экономное расходование) топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии. Энергосбережение — важная задача по сохранению природных ресурсов.

Основные направления и способы энергосбережения

Экономия электрической энергии

Освещение

Наиболее распространенный способ экономии электроэнергии — оптимизация потребления электроэнергии на освещение. Ключевыми мероприятиями оптимизации потребления электроэнергии на освещение являются:

- максимальное использование дневного света (повышение прозрачности и увеличение площади окон, дополнительные окна);
- повышение отражающей способности (белые стены и потолок);
- оптимальное размещение световых источников (местное освещение, направленное освещение);
- использование осветительных приборов только по необходимости;
- повышение светоотдачи существующих источников (замена люстр, плафонов, удаление грязи с плафонов, применение более эффективных отражателей);
- замена ламп накаливания на энергосберегающие (люминесцентные, компактные люминесцентные, светодиодные);
- применение устройств управления освещением (датчики движения и акустические датчики, датчики освещенности, таймеры, системы дистанционного управления);



- внедрение автоматизированной системы диспетчерского управления наружным освещением (АСДУ НО);
- установка интеллектуальных распределённых систем управления освещением (минимизирующих затраты на электроэнергию для данного объекта).

Электропривод

Основными мероприятиями являются:

- оптимальный подбор мощности электродвигателя;
- использование частотно-регулируемого привода (ЧРП).

Электрообогрев и электроплиты

Основные мероприятия:

- подбор оптимальной мощности электрообогревательных устройств;
- оптимальное размещение устройств электрообогрева для снижения времени и требуемой мощности их использования;
- повышение теплообмена, в том числе очистка от грязи поверхностей устройств электрообогрева и конфорок электроплит;
- местный (локальный) обогрев, в том числе переносными масляными обогревателями, направленный обогрев рефлекторами;
- использование масляных обогревателей с вентилятором для ускорения теплообмена в квартире;
- использование устройств регулировки температуры, в том числе устройств автоматического включения и отключения, снижения мощности в зависимости от температуры, временных таймеров;
- использование тепловых аккумуляторов;
- замена электрообогрева на обогрев с использованием тепловых насосов;
- замена электрообогрева на обогрев газом или подключение к централизованному отоплению, в случаях, когда такая замена выгодна с учётом требуемых инвестиций;
- использование посуды с широким плоским дном.

Холодильные установки и кондиционеры

Для холодильных установок и бытовых холодильников основными способами снижения потребления электроэнергии являются:

- оптимальный подбор мощности холодильной установки;
- качественная изоляция корпуса (стенок), двери холодильной установки, холодильника, прозрачная крышка в холодильнике для продуктов, с качественной изоляцией;
- использование современных энергосберегающих холодильников;
- обеспечение правильных условий эксплуатации (не допускать образования наледи, инея в холодильнике, вовремя размораживать);
- не помещать в холодильную установку (холодильник) материалы и продукты, имеющие температуру выше температуры окружающей среды;
- проанализировать возможность отказа от холодильника;
- обеспечить качественный отвод тепла - не рекомендуется ставить бытовой холодильник к батарее или рядом с газовой плитой.

Для кондиционеров:



- корректный подбор мощности и места установки кондиционера, исходя из объема помещения, количества человек, присутствующих в помещении и др. характеристик;
- обеспечить закрытие окон и дверей при кондиционировании;
- чистить фильтр, не допускать его сильного загрязнения;
- настроить режим автоматического поддержания оптимальной температуры, не охлаждая, по возможности, комнату ниже 20-22 градусов;
- обдумать степень необходимости установки и использования кондиционеров, в том числе и с архитектурной точки зрения (кондиционеры висящие на фасадах домов);
- чтобы отключать кондиционер на ночь.

Потребление бытовых и прочих устройств

- при выборе новой аудио, видео, компьютерной и др. техники отдавать предпочтение, при прочих равных характеристиках, устройству с меньшим энергопотреблением, как в рабочем режиме, так и в дежурном режиме (большинство современных бытовых устройств потребляют электроэнергию даже в выключенном состоянии, т.к. не выключаются полностью, а переводятся в «спящий» режим "stand-by/off");
- использовать энергосберегающий режим, если он есть в приборе или устройстве;
- заменить, по возможности, приборы, имеющие в своем составе трансформаторные блоки питания, на аналогичные с импульсными блоками питания;
- не оставлять включенными в сеть зарядные устройства для мобильных устройств;
- избегать использования удлинителей, а если это необходимо, использовать удлинители с проводом большого сечения (при малом сечении провод начинает греться и электроэнергия уходит не на полезную работу электроприбора, а на нагрев провода удлинителя);

Снижение потерь в сети

- использование энергосберегающих устройств;
- увеличение значений номиналов проводников - проводов и кабелей
- использование только проводов и кабелей с медной жилой
- отслеживание несанкционированных подключений.

Экономия тепла

Снижение теплопотерь

- использование теплосберегающих материалов при строительстве и модернизации зданий;
- установка теплосберегающих оконных конструкций и дверей.

Повышение эффективности систем теплоснабжения

Мероприятия по повышению эффективности систем теплоснабжения предусматривают следующие направления оптимизации:

Со стороны источника:

- повышение эффективности источников теплоты за счет снижения затрат на собственные нужды;
- использование современного теплогенерирующего оборудования, такого как конденсационные котлы и тепловые насосы;
- использование узлов учёта тепловой энергии;
- использование ко- и три- генерации.



Со стороны тепловых сетей:

- снижение тепловых потерь в окружающую среду;
- оптимизация гидравлических режимов тепловых сетей;
- использование современных теплоизоляционных материалов;
- использование антивандалных покрытий при наружной прокладке тепловых сетей;
- снижение утечек и несанкционированных сливов теплоносителя из трубопроводов.

Со стороны потребителей:

- снижение тепловых потерь через наружные ограждающие конструкции;
- использование вторичных энергоресурсов;
- использование систем местного регулирования отопительных приборов для исключения перетопа;
- перевод зданий в режим нулевого потребления теплоты на отопление. При этом поддержание параметров воздуха в здании должно происходить за счет внутренних выделений теплоты и высоких параметров тепловой изоляции;
- использование узлов учёта тепловой энергии.

Эффективность и экономический расчет

При реализации мероприятий энергосбережения и повышения энергоэффективности различают:

- начальные инвестиции (или увеличение, прирост инвестиций из-за выбора более эффективного оборудования). Например, замена окон в существующем доме на пластиковые стеклопакеты - инвестиции в энергосбережение, а отказ от установки обычных светильников в пользу светодиодных в строящемся доме - увеличение инвестиций в энергосбережение (в доле превышения стоимости светодиодных светильников над обычными);
- единовременные затраты на проведение энергоаудита (энергообследования);
- единовременные затраты на приобретение и монтаж приборов учёта и систем автоматического контроля, удаленного снятия показаний приборов учёта;
- текущие расходы на премирование (поощрение) ответственных за энергосбережение.

Как правило, эффекты от мероприятий энергосбережения рассчитывают:

- как стоимость сэкономленных энергоресурсов или доля стоимости от потребляемых энергоресурсов, в т.ч. на единицу продукции;
- как количество тонн условного топлива (т.у.т.) сэкономленных энергоресурсов или доля от величины потребляемых энергоресурсов в т.у.т.;
- в натуральном выражении (кВт.ч., Гкал и т.д.);
- как снижение доли энергоресурсов в ВВП в стоимостном выражении, либо в натуральных единицах (т.у.т., кВт.ч.) на 1 руб. ВВП

Эффекты от мероприятий энергосбережения можно разделить на несколько групп:

- экономические эффекты у потребителей (снижение стоимости приобретаемых энергоресурсов);
- эффекты повышения конкурентоспособности (снижение потребления энергоресурсов на единицу производимой продукции, энергоэффективность производимой продукции при ее использовании);



- эффекты для электрической, тепловой, газовой сети (снижение пиковых нагрузок приводит к снижению риска аварий, повышению качества энергии, снижению потерь энергии, минимизации инвестиций в расширение сети, и, как следствие, снижению сетевых тарифов);
- рыночные эффекты (например, снижение потребления электроэнергии, особенно в пиковые часы, приводит к снижению цен на энергию и мощность на оптовом рынке электроэнергии - особенно важным является снижение потребления электроэнергии населением на освещение в вечернем пике);
- эффекты, связанные с особенностями регулирования (например, снижение потребления электроэнергии населением уменьшает нагрузку перекрестного субсидирования на промышленность - в настоящее время в России население платит за электроэнергию ниже ее себестоимости, дополнительная финансовая нагрузка включается в тарифы для промышленности);
- экологические эффекты (например, снижение потребления электрической и тепловой энергии в зимнее время приводит к разгрузке наиболее дорогих и "грязных" электростанций и котельных, работающих на мазуте и низкокачественном угле.);
- связанные эффекты (внимание к проблемам энергосбережения приводит к повышению озабоченности проблемами общей эффективности системы - технологии, организации, логистики на производстве, системы взаимоотношений, платежей и ответственности в ЖКХ, отношения к домашнему бюджету у граждан).

Обычно началу реализации мероприятий по энергосбережению предшествует проведение энергоаудита.

В России и других странах в настоящее время наиболее насущным является бытовое энергосбережение (энергосбережение в быту), а также энергосбережение в сфере ЖКХ. Препятствием к его осуществлению является сдерживание роста тарифов для населения на отдельные виды ресурсов (электроэнергия, газ), отсутствие средств у предприятий ЖКХ на реализацию энергосберегающих программ, низкая доля расчетов по индивидуальным приборам учёта и применение нормативов, а также отсутствие массовой бытовой культуры энергосбережения.

Выполнение практической работы осуществляется с помощью специального прибора учета потребления электроэнергии – электрического счетчика.

Электрический счетчик – электроизмерительный прибор, предназначен для учета потребленной электрической энергии электрической энергии (переменного или постоянного тока (измеряется в кВт·ч или А·ч). Электросчетчики применяются там, где осуществляется легальное потребление электроэнергии и появляется возможность экономить бюджет, следя за потреблением электроэнергии в заданный период времени. Выпускаются однофазные и трехфазные счетчики, индукционные или электронные. Включаются в сеть через трансформаторы тока (непрямого включения) и без них (прямого включения). Для включения в сеть напряжением до 380 В применяются счетчики на ток от 5 до 20 А. На лицевой стороне счетчика указывается число оборотов диска, соответствующее 1 кВт·ч электроэнергии. Например, 1 кВт·ч – 1250 оборотов диска.

В настоящее время используются главным образом два типа электросчетчиков – индукционные и электронные. При этом первые занимают доминирующее положение, поскольку они устанавливались вплоть до середины 90-х годов.

Принцип работы индукционного электросчетчика заключается во взаимодействии магнитных сил катушек индуктивности тока и напряжения с магнитными силами алюминиевого диска, в результате взаимодействия число оборотов диска прямо пропорционально от-

ражает расход электроэнергии специальным счетным механизмом. Многие потребители не спешат переходить на более современные электронные счетчики, хотя индукционные счетчики являются физически устаревшими и не поддерживают многотарифный учет и возмож-

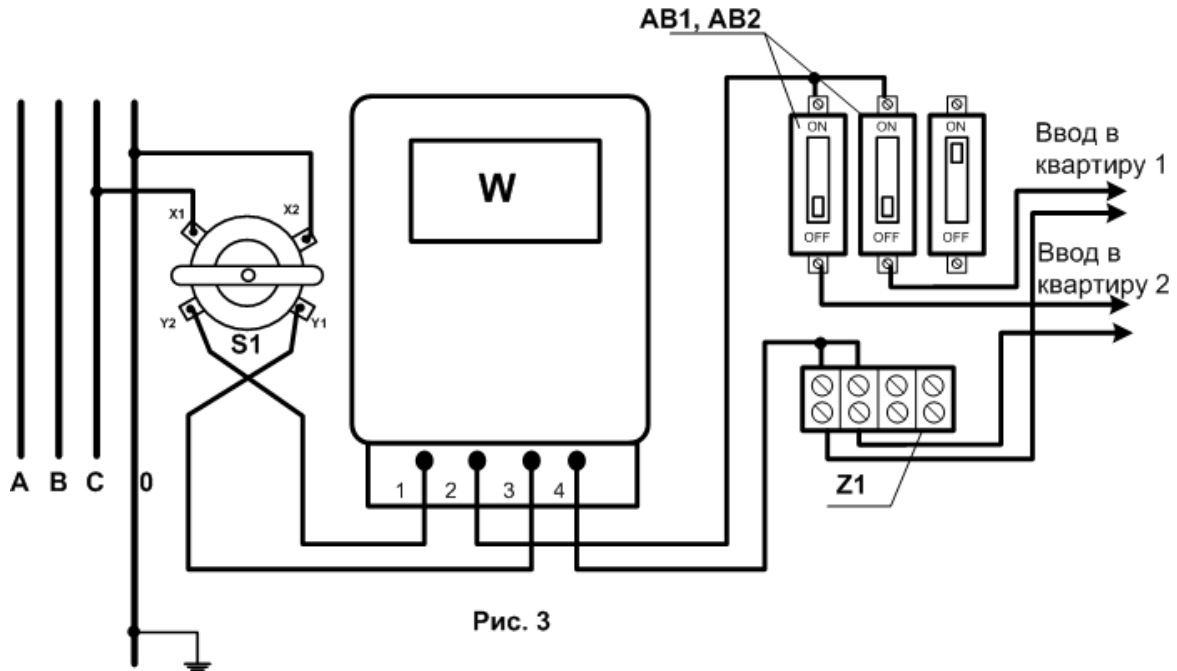


Рис. 3

ность дистанционной передачи показаний.

Рис.1 Счетчик индукционный

В отличие от индукционных счетчиков, электронные счетчики построены на основе микросхем, не содержат вращающихся частей и производят преобразование сигналов, поступающих с измерительных элементов, в пропорциональные мощности и Электронные счетчики отличаются от индукционных счетчиков более высокой точностью и надежностью по сравнению с индукционными счетчиками.

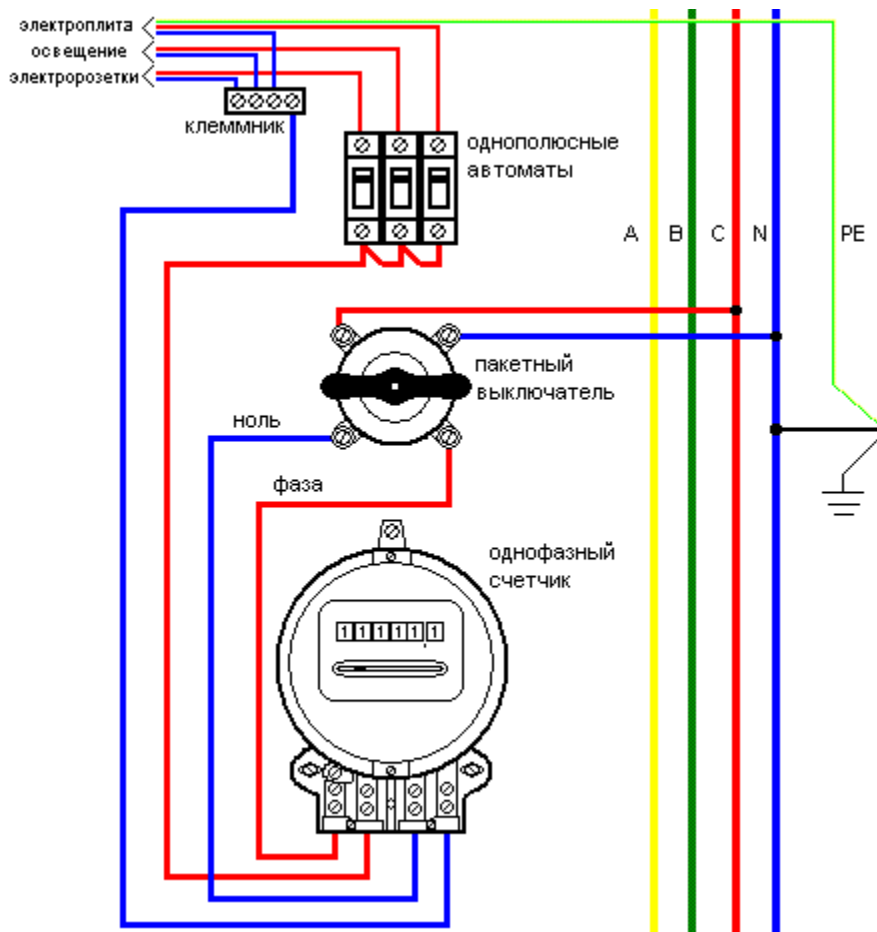




Рис.2 Электрический счетчик

Методика расчета

1. Изучить характеристики электробытовых приборов, объединить в группы (осветительные, нагревательные, прочие), определить их количество, установленную мощность и режим работы. Для удобства расчетов полученные данные рекомендуется занести в табл.1.1.

Таблица 1.1

Характеристики электробытовых приборов

Оборудование	$P_{уст}$, Вт	Кол-во k , шт.	Время работы в сутки t_p , час	$P_{сум}$ приб., Вт
Осветительные приборы				
Нагревательные приборы				
Прочие приборы				

2. Суммарная мощность приборов по группам потребителей определяется:

$$P_i = P_{уст_i} \times k_i, \text{ Вт}$$

где $P_{уст}$ - установленная мощность электроприбора, Вт;

k – количество приборов данного класса.

Данные расчетов заносятся в таблицу 1.1.

Для дальнейших расчетов заполняется таблица 1.2

Таблица 1.2

Расчет расхода электроэнергии

Оборудование	P , Вт	Кол-во k , шт.	Время работы в сутки t_p , час	Потребление, кВт-ч
Осветительные приборы				



ры					
Нагревательные приборы					
Прочие приборы					

3. Рассчитывается время работы каждой группой приборов в месяц:

$$T_i = t_{pi} \times N_i, \text{ ч}$$

где t_{pi} – время работы i -го прибора в сутки, ч;

N_i – количество дней, в которых прибор работал t_p часов в сутки.

4. Рассчитывается потребление электрической энергии каждой из групп приборов за определенный период времени (X):

$$P_i = \frac{\sum_{i=1}^X T_i \times P_i}{1000}, \text{ кВт} \times \text{ч}$$

5. Рассчитывается суммарное потребление электроэнергии всеми группами приборов:

$$P_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^X P_1 + P_2 + \dots + P_3, \text{ кВт} \times \text{ч}$$

6. Определяются годовые затраты на электроэнергию:

$$Z = P_T \times C, \text{ руб.}$$

где C – стоимость 1кВт×ч электроэнергии (тариф).

Данные расчетов занести в табл.1.2.

7. Рассчитывается процент потребления энергии каждой из групп потребителей от общего потребления электроэнергии.

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить основные направления и способы энергосбережения.
2. Ознакомиться с методикой проведения исследования.
3. Обработать результаты исследования.
4. По своим данным произвести расчет энергопотребления обозначенного оборудования.
5. На основе полученных данных в соответствии с методикой расчета вычислить годовые затраты на электроэнергию.
6. Предложить перечень мероприятий для экономии электроэнергии.

4. Указания по оформлению отчета

Отчет по работе должен содержать:

1. Название и цель практической работы.



2. Схему индукционного и схему электрического счетчиков.
3. Расчеты энергопотребления.
4. Таблицу характеристик исследуемого оборудования и таблицу расхода электроэнергии.
5. Построить графики.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4
«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ЗДАНИЙ С МИНИМИЗАЦИЕЙ
ТЕПЛОПOTЕРЬ. РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ УТЕПЛЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ
КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ»

1. Цели работы

1. Ознакомиться с этапами проектирования энергоэффективных зданий.
2. Изучить порядок проведения теплотехнического расчета ограждающих конструкций зданий и сооружений.
3. Ознакомиться с нормативными параметрами наружного и внутреннего воздуха в зданиях.
4. Ознакомиться с санитарно-гигиеническими показателями тепловой защиты зданий и сооружений
5. Рассчитать удельный расход тепловой энергии на отопление зданий и сооружений по вариантам.
6. Сделать выводы о необходимости применения энергоэффективных технологий и материалов при строительстве зданий и сооружений.

2. Общие положения

Введение новых, более жестких, нормативов по энергосбережению вызвало необходимость радикального пересмотра принципов проектирования и строительства зданий, т. к. применение традиционных для России строительных материалов и технических решений не обеспечивает требуемого по современным нормам термического сопротивления наружных ограждающих конструкций зданий.

В новом строительстве все большее распространение получают трехслойные конструкции стен из кирпича, легкобетонных блоков и панелей или монолитного железобетона, в которых предусмотрено применение эффективных утеплителей в качестве среднего слоя между несущей или самонесущей стеной и защитно-декоративной облицовкой.

Рациональным и эффективным способом повышения теплозащиты эксплуатируемых зданий является дополнительное наружное утепление их ограждающих конструкций.

При новом строительстве используется как наружное утепление, так и применение эффективных утеплителей в качестве среднего слоя в трехслойных ограждающих конструкциях из кирпича и бетона.

Существующие варианты утепления зданий отличаются как конструктивными решениями, так и используемыми в конструкциях материалами.

Необходимый уровень теплозащиты наружных ограждений зданий определяется требованиями СНиП II-3-79* в зависимости от продолжительности отопительного периода (ГСОП) для каждого региона.

В современной практике наибольшее применение получили следующие типы конструктивных решений по утеплению зданий:

- трехслойные стены с утеплителем в качестве среднего слоя и наружной облицовкой из кирпича. Различают конструкции с вентилируемым зазором и без него;



- наружное утепление зданий со штукатурным покрытием;

- наружное утепление стен с вентилируемым зазором и облегченной защитно-декоративной облицовкой изделиями типа “сайдинг”, “ранила”, “этернит” и др.

Физико-технические свойства используемых теплоизоляционных материалов оказывают определяющее влияние на теплотехническую эффективность и эксплуатационную надежность конструкций, трудоемкость монтажа, возможность ремонта в процессе эксплуатации и в значительной степени определяют сравнительную технико-экономическую эффективность различных вариантов утепления зданий.

Теплоизоляционные материалы в конструкциях утепления зданий должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по СНиП 21-01-97, иметь гигиенические сертификаты, не выделять токсичные вещества в процессе эксплуатации и при горении.

На долговечность и стабильность теплофизических и физико-механических свойств теплоизоляционных материалов в конструкциях утепления зданий влияют как конструктивные особенности, так и эксплуатационные факторы, включая:

- знакопеременный температурно-влажностный режим теплоизоляционных конструкций;
- возможность капиллярного и диффузионного увлажнения теплоизоляционного материала в конструкции;
- воздействие ветровых нагрузок и температурных деформаций элементов ограждающих конструкций;
- механические нагрузки от собственного веса материала в конструкциях стен и внешние нагрузки (люди, оборудование при монтаже и ремонте) в конструкциях крыш и перекрытий.

С учетом указанных факторов теплоизоляционные материалы для утепления зданий должны отвечать следующим общим требованиям:

- теплоизоляционный материал должен обеспечивать требуемое сопротивление теплопередаче при возможно минимальной толщине конструкции, что достигается применением материалов с расчетным коэффициентом теплопроводности 0,04–0,06 Вт/(м•К);
- паропроницаемость материала должна иметь значения, исключающие возможность накопления влаги в конструкции в процессе ее эксплуатации;
- плотность теплоизоляционных материалов для утепления зданий ограничивается допустимыми нагрузками на несущие конструкции и имеет значение не более 200–250 кг/м³;
- прочностные и деформативные характеристики материала, определяемые такими показателями, как сжимаемость, предел прочности на сжатие при 10% деформации, предел прочности на растяжение, прочность на отрыв слоев, должны обеспечивать формостабильность и эксплуатационную надежность материала в ограждающих конструкциях;
- морозостойкость;
- гидрофобность и водостойкость;
- биостойкость и отсутствие токсичных выделений при эксплуатации.

В отечественной практике в строительных конструкциях наибольшее применение нашли теплоизоляционные изделия из минеральной ваты, стекловолокна и пенополистирола.

Реализация новой для России концепции строительства с использованием эффективных утеплителей должна осуществляться на основе детального анализа как свойств, рекомендуемых к



применению материалов, включая их долговечность и эксплуатационную надежность, так и применяемых конструктивных решений с учетом эксплуатационных особенностей конструкций, протекающих в них физических и химических процессов и требований экологической и пожарной безопасности.

При проектировании жилых, общественных, производственных зданий и сооружений (далее зданий и сооружений) необходимо обеспечивать их тепловую защиту с целью создания оптимальных санитарно-гигиенических условий при разумном расходовании энергоносителей на отопление зданий и сооружений.

К комплексу мероприятий, обеспечивающих надлежащую тепловую защиту зданий и сооружений, относятся:

- оптимальное объемно-планировочное решение зданий и сооружений при минимальной площади наружных ограждающих конструкций;
- применение рациональных наружных ограждающих конструкций с использованием в них эффективных теплоизоляционных материалов;
- применение современных методов расчета тепловой защиты зданий и сооружений, базирующихся на условиях энергосбережения.

Проектирование тепловой защиты зданий и сооружений осуществляется на основе требований СНиП 23-01–99 «Строительная климатология», СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий», СП 23-101–2004 «Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой защиты зданий», а также соответствующих ГОСТов и норм проектирования зданий и сооружений, в которых приведены необходимые для расчета параметры микроклимата помещений.

2. Порядок проведения теплотехнического расчета ограждающих конструкций зданий и сооружений

В СНиП 23-02–2003 установлены три обязательных взаимно увязанных нормируемых показателя по тепловой защите здания:

- а) нормируемое значение сопротивления теплопередаче для отдельных ограждающих конструкций;
- б) нормируемые величины температурного перепада между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающей конструкции и температурой на внутренней поверхности ограждающей конструкции выше температуры точки росы;
- в) нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания, позволяющий варьировать показатели теплозащитных свойств ограждающих конструкций с учетом поддержания требуемых параметров микроклимата в помещениях.

При проектировании тепловой защиты жилых и общественных зданий необходимо соблюдать требования показателей «а» и «б» или «б» и «в»; для производственных зданий – показателей «а» и «б». При этом требованиям показателя «б» должны удовлетворять все виды ограждающих конструкций.

Проверку соблюдения требований тепловой защиты ограждающих конструкций по показателю «а» проводят в следующей последовательности:



1) определяют нормируемые значения сопротивлений теплопередаче R_{req} ограждающих конструкций (наружных стен, покрытий, чердачных и цокольных перекрытий, окон, балконных дверей и фонарей, наружных дверей и ворот) по градусо-суткам отопительного периода;

2) проверяют на допустимую величину расчетного температурного перепада Δt_n ;

3) рассчитывают энергетические параметры для заполнения энергетического паспорта.

Проектирование тепловой защиты здания на основе нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление здания по показателям «б» осуществляют в следующей последовательности:

– устанавливают нормируемые значения сопротивлению теплопередаче R_{req} ограждающих конструкций (наружных стен, покрытий, чердачных и цокольных перекрытий, окон, балконных дверей и фонарей, наружных дверей и ворот) в зависимости от градусо-суток отопительного периода;

– назначают требуемый воздухообмен и определяют бытовые тепловыделения;

– устанавливают класс здания (А, В или С) по энергетической эффективности. В случае выбора класса А или В определяют процент снижения нормируемых удельных расходов;

– определяют нормируемое значение удельного расхода тепловой энергии на отопление здания q_n^{req} в зависимости от класса здания, его типа, этажности и его подключения к системе теплоснабжения;

– рассчитывают удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период q_n^{des} и сравнивают его с нормируемым значением q_n^{req} .

По показателю «в» проектирование тепловой защиты зданий и сооружений сводится к определению комплексной величины энергосбережения от использования архитектурных, строительных, теплотехнических и инженерных решений, направленных на экономию энергетических ресурсов. Это позволяет снизить, по сравнению с показателем «а», нормируемые значения сопротивления теплопередаче для конкретных видов ограждающих конструкций, но не ниже минимальных величин, установленных в п. 5.13 СНиП 23-02–2003.

Схема проектирования тепловой защиты зданий и сооружений в зависимости от принятого показателя тепловой защиты приведена на рис. 1.

Общие положения

1. Определяют тип здания
2. Выбирают наружные климатические параметры
3. Выбирают влажностный режим здания
4. Выбирают класс здания по энергетической эффективности

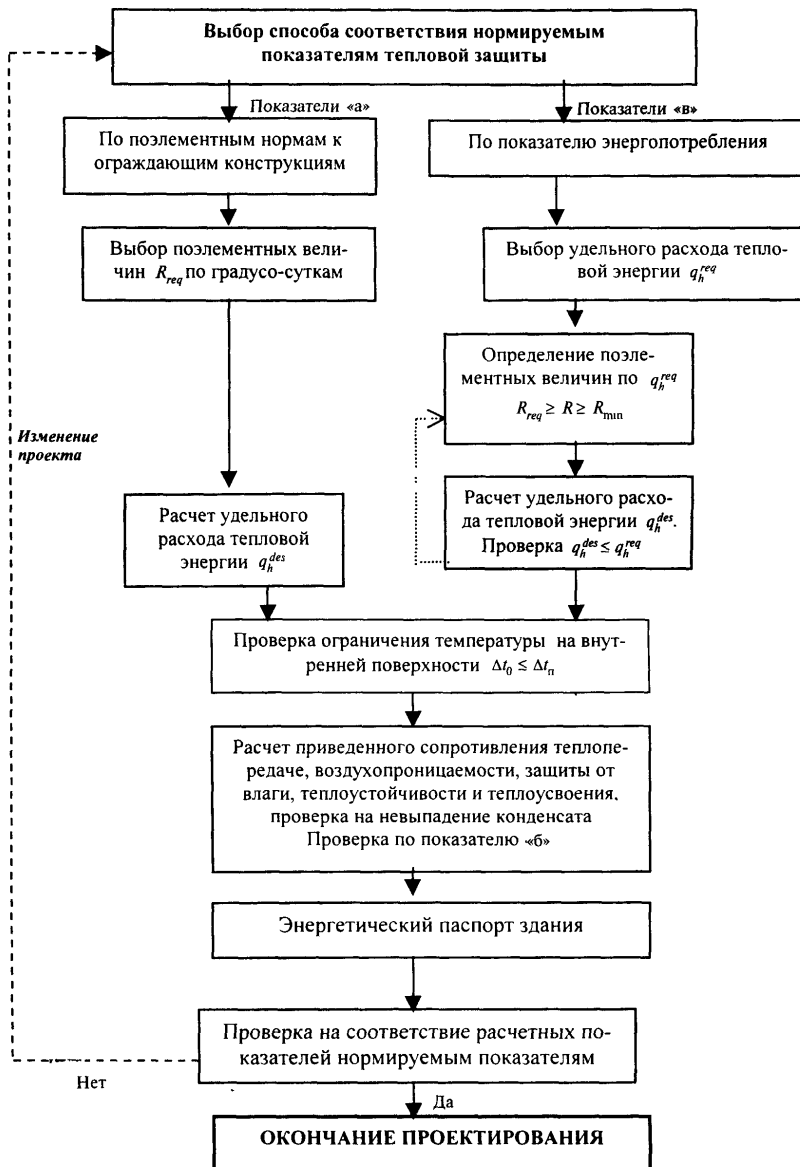


Рис. 1. Схема проектирования тепловой защиты зданий

Классы энергетической эффективности жилых и общественных зданий приведены в табл. 1.



Таблица 1 Классы энергетической эффективности зданий

Обозначение класса	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания q_h^{des} от нормативного, %	Рекомендуемые мероприятия органами администрации субъектов РФ
Для новых и реконструированных зданий			
A	Очень высокий	Менее минус 51	Экономическое стимулирование
B	Высокий	От минус 10 до минус 50	То же
C	Нормальный	От плюс 5 до минус 9	—
Для существующих зданий			
D	Низкий	От плюс 6 до плюс 75	Желательна реконструкция здания
E	Очень низкий	Более 76	Необходимо утепление здания в ближайшей перспективе

Классы А и Б устанавливаются для вновь проектируемых и реконструируемых зданий, а класс С – при эксплуатации вышеуказанных зданий. К классам D и E относятся здания, возведенные до 2000 г. с целью разработки мероприятий по реконструкции этих зданий.

3. Определение нормативных параметров наружного и внутреннего воздуха

3.1 Наружные климатические условия места строительства зданий и сооружений

Параметры наружного воздуха устанавливаются по СНиП 23-01-99 с учетом требований СНиП 23-02-2003.

3.1.1. В качестве расчетной температуры наружного воздуха в холодный период года для всех зданий, кроме производственных зданий сезонной эксплуатации, принимается средняя температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 по графе 5 табл. 1 СНиП 23-01-99 или по приложению 1 настоящих указаний для конкретного места строительства. При отсутствии данных для конкретного пункта расчетную температуру наружного воздуха следует принимать для ближайшего населенного пункта, который указан в СНиП 23-01-99.

3.1.2. Влажностный режим района строительства здания, необходимый для выбора тепло-технических показателей материалов наружных ограждений, следует принимать по карте влажности территории России, приведенной в приложении 2.

3.2 Внутренние температурно-влажностные условия зданий и сооружений

3.2.1. Параметры внутреннего воздуха и расчетные значения относительной влажности воздуха внутри жилых и общественных зданий для холодного периода года принимаются по табл. 2.

Таблица 2

Оптимальная температура и допустимая относительная влажность воздуха внутри здания для холодного периода года

Тип здания	Температура воздуха внутри здания t_{int} , °C	Относительная влажность воздуха внутри здания, %
1. Жилые, школьные и другие общественные (кроме приведенных в пп. 2, 3)	20*+2	55



2.Поликлиники и лечебные учреждения	21–22	55
3. Детские дошкольные учреждения	22–23	55

3.2.2. Параметры внутреннего воздуха и относительной влажности производственных зданий следует принимать согласно ГОСТ 12.1.005 и нормам проектирования соответствующих зданий.

3.2.3. Для теплых чердаков и техподполий, а также в неотапливаемых лестничных клетках жилых зданий с квартирной системой теплоснабжения расчетную температуру внутреннего воздуха следует принимать:

для технических подвалов – плюс 2 °С ;

для неотапливаемых лестничных клеток – плюс 5 °С;

для теплых чердаков для 6–8-этажных зданий – плюс 14 °С; для 9–12-этажных зданий плюс 15–16 °С; для 14–17-этажных зданий плюс 17–18 °С.

4. Определение нормируемого (требуемого) сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

4.1 Нормируемое сопротивление передаче (R_{req}) наружных стен, покрытий (чердачных перекрытий), цокольных перекрытий, окон и фонарей определяется по табл. 3 в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства (D_d), °С·сут.

Таблица 3

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения, коэффициенты а и б	Градусо-сутки отопительного периода D_d , °С·сут	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче R_{req} , м ² ·°С/Вт, ограждающих конструкций				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	окон и балконных дверей, витрин и витражей	фонарей с вертикальным остеклением
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
	а	–	0,00035	0,0005	0,00045	–
б	–	1,4	2,2	1,9	–	0,25
2. Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45



и помещения с влажным или мокрым режимом	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
a						
b	–	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
	–	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25
3.Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,2
	4000	,8	2,5	1,8	0,3	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,3
	8000	2,6	3,5	2,6	0,4	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,4
	12000	3,4	4,5	3,4	0,5	0,45
a	–	0,0002	0,00025	0,0002	0,000025	0,000025
b	–	1,0	1,5	1,0	2,0	0,15

Примечания:

1. Для окон и балконных дверей, витрин и витражей коэффициенты а и b для группы зданий в поз. 1 следует принимать при значениях D_d до 6000 °С·сут: а = 0,000075, b = 0,15; для значений $D_d = 6000 \dots 8000$ °С·сут: а = 0,00005, b = 0,3; для значений $D_d = 8000$ °С·сут и более: а = 0,000025, b = 0,5.

2. Допускается в отдельных случаях, связанных с конкретными конструктивными решениями заполнений оконных и других проемов, применять конструкции окон, балконных дверей и фонарей с приведенным сопротивлением теплопередаче на 5 % ниже установленного в таблице.

Таблица 4 Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

№ п/п	Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt_n , °С			
		для наружных стен	для покрытий и чердачных перекрытий	для перекрытия над проездами, подвалами и подпольями	для зенитных фонарей
1	Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0	$t_{int}-t_d$
2	Общественные, кроме указанных в поз. 1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5	$t_{int}-t_d$
3	Производственные помещения с сухим и нормальным режимом	$t_{int}-t_d$, но не более 7	0,8 ($t_{int}-t_d$), но не более 6	2,5	$t_{int}-t_d$
4	Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_{int}-t_d$	0,8 ($t_{int}-t_d$)	2,5	–
5	Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м ²) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха более 50 %	12	12	2,5	$t_{int}-t_d$

Таблица 5 Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции



№ п/п	Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи a_{int} , $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$
1	Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
2	Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
	Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи a_{int} , $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$
3	Окон	8,0
4	Зенитных фонарей	9,9

4.7. Для определения нормируемого сопротивления теплопередаче внутренних ограждающих конструкций (R_{req}) при разности расчетных температур воздуха между помещениями $6^\circ C$ и выше в формуле (6) следует принимать $n = 1$ и вместо t_{ext} – расчетную температуру воздуха более холодного помещения.

5. Определение общего или приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Общее или приведенное сопротивление теплопередаче (R_o , R_o^r), $м^2 \cdot ^\circ C/Вт$, ограждающих конструкций, а также окон и фонарей следует принимать не менее нормируемых значений (R_{req}), $м^2 \cdot ^\circ C/Вт$, определяемых по табл. 3 приложения в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства (D_d), $^\circ C \cdot сут$.

В связи с тем, что в теплотехническом отношении ограждающие конструкции подразделяются на однородные однослойные или многослойные с последовательно расположенными однородными слоями и на неоднородные типа плоских ограждающих конструкций с теплопроводными включениями (3-слойные железобетонные, металлические или асбестоцементные панели с эффективным утеплителем на гибких или жестких связях; многослойные кирпичные стены облегченной (колодезной) кладки и т.п.), поэтому для однородных ограждающих конструкций определяется общее сопротивление теплопередаче (R_o), а для неоднородных – приведенное сопротивление теплопередаче (R_o^r).

5.1 Определение сопротивления теплопередаче однородных ограждающих конструкций

Общее сопротивление теплопередаче (R_o), однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями следует определять по формуле

$$R_o = R_{si} + R_k + R_{se} \quad , \quad (9)$$

где $R_{si} = 1/a_{int}$, a_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкций, $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$, принимаемый по табл. 8;

$R_{se} = 1/a_{ext}$, a_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемой по табл. 9 настоящих указаний;

Таблица 6 Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции

№ п/п	Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий a_{ext} , $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$
-------	--	--



1	Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в северной строительно-климатической зоне	23
2	Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в северной строительно-климатической зоне	17
3	Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	12
4	Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$, с последовательно расположенными однородными слоями, определяемое по формуле

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{a,1}, \quad (10)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n – термическое сопротивление отдельных слоев ограждающих конструкций, определяемое по формуле

$$R = \delta / \lambda, \quad (11)$$

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $Wt / m^2 \cdot ^\circ C$, принимаемый по приложению свода правил СП 23-101-2004 или по приложению 3 настоящих указаний;

$R_{a,1}$ – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, принимается по табл.

7.

Таблица 7 Термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{a,1}$, $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$			
	горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикально		горизонтальной при потоке тепла сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2–0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

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

При наличии в ограждающих конструкциях замкнутых воздушных прослоек рекомендуется руководствоваться следующими положениями:

- размер прослойки по высоте не должен превышать высоту этажа и быть не более 6 м; размер по толщине – не менее 60 мм и не более 100 мм;
- воздушную прослойку необходимо располагать ближе к холодной стороне ограждения.

Когда в ограждающих конструкциях имеются вентилируемые наружным воздухом прослойки, слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой и наружной поверхностью ограждающей конструкции, при определении термического сопротивления ограждающей конструкции не учитываются. Величина коэффициента теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции (α_{ext}) в этом случае принимается равной $10,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

5.2 Определение приведенного сопротивления теплопередаче неоднородных ограждающих конструкций

5.2.1. Для плоских ограждающих конструкций с теплопроводными включениями толщиной более 50 % толщины ограждения (типа кирпичной кладки с теплоизоляционным слоем) приведенное термическое сопротивление теплопередаче (R_0^) определяется следующим образом:*

- а) выбирается характерная часть ограждающей конструкции;*
- б) плоскостями, параллельными направлению теплового потока Q , ограждающая конструкция условно разрезается на характерные в теплотехническом отношении участки, из которых одни могут быть однородными (однослойными), а другие – неоднородными, из слоев с различными материалами (рис. 2).*

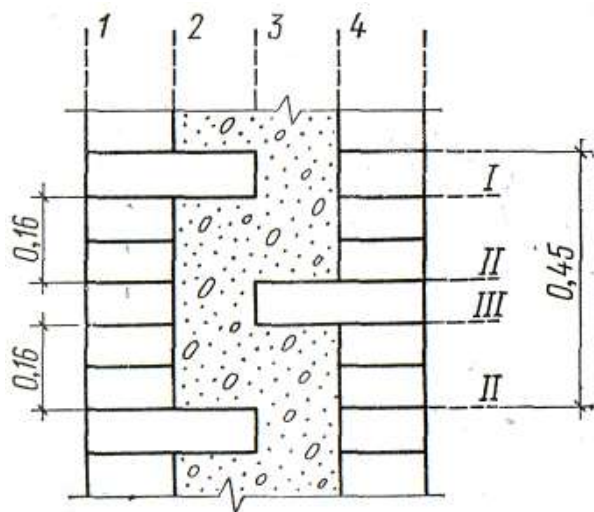


Рис. 2. Схема неоднородной ограждающей конструкции

5.2.2. Для кирпичных стен жилых зданий с утеплителем принимают следующие коэффициенты теплотехнической однородности (γ):

- при толщине стены 510 мм – 0,74;
- при толщине стены 640 мм – 0,69;



– при толщине стены 780 мм – 0,64.

В кирпичных стенах, как правило, утеплитель следует размещать с наружной стороны или внутри ограждающей конструкции. Не рекомендуется размещать теплоизоляцию с внутренней стороны из-за возможного накопления влаги в теплоизоляционном слое, однако в случае применения внутренней теплоизоляции поверхность ее со стороны помещения должна иметь сплошной пароизоляционный слой.

6. Определение санитарно-гигиенических показателей тепловой защиты зданий и сооружений

При теплотехническом расчете ограждающих конструкций необходимо проводить проверку на невыпадение конденсата на внутренних поверхностях ограждений и проверку температурного перепада между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций.

При определении температуры точки росы t_d (°C) относительную влажность внутреннего воздуха φ (%) следует принимать:

- для помещений жилых зданий, больничных учреждений, диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов – 55 %, для помещений кухонь – 60 %, для ванных комнат – 65 %, для теплых подвалов и подполий с коммуникациями – 75 %;
- для теплых чердаков жилых зданий – 55 %;
- для помещений общественных зданий (кроме вышеуказанных) – 50 %.

7. Расчетные характеристики теплотехнических показателей строительных материалов и изделий

Расчетные характеристики теплотехнических показателей, наиболее часто применяемых в наружных ограждениях зданий строительных материалов и изделий, приведенные в приложении 3, необходимо принимать в зависимости от условия эксплуатации ограждающих конструкций (для условия эксплуатации А или Б) согласно табл. 8 и влажного режима помещений (табл. 9) и зоны влажности района строительства.

Влажностный режим помещений зданий в холодный период года в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха следует принимать по табл. 9.

Таблица 8 Условия эксплуатации ограждающих конструкций

Влажностный режим помещений здания	Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности района строительства		
	сухой	нормальный	влажный
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Таблица 9 Влажностный режим помещений зданий

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре (°C)		
	до 12	св.12 до 24	св.24



Сухой	до 60	до 50	до 40
Нормальный	св. 60 до 75	св. 50 до 60	св. 40 до 50
Влажный	св. 75	св. 60 до 75	св. 50 до 60
Мокрый	–	св. 75	св. 60

Зону влажности районов строительства на территории России необходимо принимать по приложению 2.

8. Порядок проведения расчетов по индивидуальному заданию

Определяем величину градусо-суток отопительного периода по формуле (2) СНиП 23-02–2003 [2]:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot Z_{ht}$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче наружных стен вычисляем по формуле (1) СНиП 23-02–2003 [2]:

$$R_{req} = aD_d + b, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Приведенное сопротивление теплопередаче R_0^r наружных кирпичных стен с эффективным утеплителем жилых зданий рассчитывается по формуле

$$R_0^r = R_0^{ycl} \cdot r,$$

где R_0^{ycl} – сопротивление теплопередаче кирпичных стен, условно определяемое по формулам (9) или (11) без учета теплопроводных включений, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$;

R_0^r - приведенное сопротивление теплопередаче с учетом коэффициента теплотехнической однородности r , который:

- при толщине стены 510 мм – 0,74;
- при толщине стены 640 мм – 0,69;
- при толщине стены 780 мм – 0,64.

Расчёт ведётся из условия равенства

$$R_0^r = R_{req}$$

следовательно,

$$R_0^{ycl} = \frac{R_{req}}{r}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_0^{ycl} = R_{si} + R_k + R_{se},$$

отсюда

$$R_k = R_0^{ycl} - (R_{si} + R_{se}), \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Термическое сопротивление наружной кирпичной стены слоистой конструкции может быть представлено как сумма термических сопротивлений отдельных слоев, т.е.

$$R_k = R_1 + R_2 + R_{yt} + R_4,$$

Определяем термическое сопротивление утеплителя:

$$R_{yt} = R_k - (R_1 + R_2 + R_4), \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Находим толщину утеплителя:

$$\delta_{\text{од}} = \lambda \cdot R_{yt}, \text{ м}.$$



Принимаем толщину утеплителя, мм (*определяется индивидуальным заданием*)

Окончательная толщина стены будет равна $(380+200+120) = 700$ мм.

Производим проверку с учетом принятой толщины утеплителя:

$$R_0^r = r(R_{si} + R_1 + R_2 + R_{ym} + R_4 + R_{se}), \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Условие $R_0^r = 3,67 > R_{reg}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ выполняется.

В. Проверка выполнения санитарно-гигиенических требований тепловой защиты здания

Проверяем выполнение условия $\Delta t \leq \Delta t_n$:

$$\Delta t = (t_{int} - t_{ext}) R_0^r / a_{int}, \text{ °C}.$$

Проверяем выполнение условия $\tau_{si}^p > t_d$:

$$\tau_{si} = t_{int} - [n(t_{int} - t_{ext}) / (R_0^r a_{int})], \text{ °C}.$$

Согласно приложению (Р) Сп 23-101-2004 для заданной температуры внутреннего воздуха t_{int} , °C и относительной влажности Φ , % температура точки росы t_d °C должна выполнять условие $\tau_{si} = 19,25 > t_d$.

После окончания расчетов необходимо сделать вывод о соответствии исследуемой ограждающей конструкции нормативным требованиям тепловой защиты здания.

9. Порядок выполнения работы

1. Изучить основные требования к строительству зданий.
2. Ознакомиться с методикой проведения исследования.
3. Ознакомиться с основными критериями, влияющими на выбор материалов ограждающих конструкций.
4. В соответствии с индивидуальным заданием произвести расчет ограждающих конструкций.
5. На основе полученных данных сделать вывод о соответствии ограждающих конструкций здания нормативам.

10. Указания по оформлению отчета

Отчет по работе должен содержать:

1. Название и цель практической работы.
2. Краткий конспект теоретической части работы.
3. Расчеты по индивидуальному заданию
4. Вывод об эффективности исследуемых ограждающих конструкций здания.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТУРИЗМА И СЕРВИСА»**

СМК РГУТиС

Лист 55 из