

УДК 699.86

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ.

Кемерова М. Е. студент гр. 13141/4 1 курс Магистратуры

Кутернега А.С. студент гр. 13141/4 1 курс Магистратуры

Научный руководитель: Шавва А.А. ассистент кафедры

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра великого
г.Санкт-Петербург

Введение

Начало 1960-х в России ознаменовалось появлением новой парадигмы градостроительства – микрорайонов. Для удешевления стоимости квадратного метра начали строить из панелей, при этом не уделяя внимания утеплению. Сегодня срок службы большинства из этих зданий подходит к концу. Вариантов решить назревающую проблему – два: сносить или ремонтировать. [22-27,32-34]

Дома не удовлетворяют современным теплотехническим нормам, которые в разы жёстче, чем в середине и конце прошлого столетия. Так, термическое сопротивление типичной для прошлых лет конструкции из керамзитобетона толщиной 350 мм – $0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{0C/Bt}$. [28-30] В этом случае, если сооружение потребляет на 60-75% энергии больше по сравнению с нормативным значением, оно нуждается в ремонте. Для решения данной проблемы требуется проводить утепление здания. [21 с.26-27,31]

Обзор литературы

В научной литературе проблема утепления зданий широко обсуждается. Гнездилова О.А. рассматривает оценку энергоэффективности ограждающих конструкций с различными теплоизоляционными материалами [4].

В статьях [5-10] рассматриваются достоинства и недостатки отдельно взятых материалов и проводится их сравнение.

Гагарин В.Г. и Козлов В.В. [38-40,43-49] в своих статьях так же обращают внимание на проблему утепления ограждающих конструкций, и приводят решения по уменьшению теплопотерь.

В своих работах [53,54,81] Немова Д.В. проводит анализ целесообразности увеличения толщины утеплителя при отделке наружных стен системой вентилируемого фасадом.

Проблема теплоизоляции ограждающих конструкций касается не только российских городов. Иностранные исследователи так же изучают проблемы энергоэффективности и энергосбережения [72-80].

Сегодня на рынке существует широкий спектр теплоизоляционных товаров, который с каждым годом пополняется, так как особое внимание уделяется разработке инновационных теплоизоляционных материалов [1,2]. Исследуется технология деревообработки для получения новых теплоизоляционных материалов [11-12]. За рубежом в качестве утеплителя предлагают использовать аэрогель, перлит и пемзу. [15-16]

Теплоизоляция является важным этапом строительства поэтому при выборе материалов стоит учитывать общепринятые требования. [3,35-37]. Показатели основных параметров наиболее распространённых видов теплоизоляционных плит представлены в Таблице 1. [13-14].

Таблица 1
Основные характеристики теплоизоляционных материалов

Название материала	Срок эксплуатации	Коэффициент теплопроводности	Водопоглощение	Огнестойкость
Органические материалы				
1.Арбалитовый утеплитель	35-40 лет	0,08-0,12	40-85%	0,75-1,5 ч
2.Утеплитель из ДВИП	10-15 лет	До 0,07	25%	Горючие
3.Пенополиуретановый утеплитель	50 лет	0,019-0,028	1-3%	Самогасящиеся
4.Пеноизол	50 лет	0,03-0,04	10,5-20%	Г-1
5.Пенополистирол	8-10 лет	0,037-0,042	0,4%	Самогасящиеся
6.Вспененный полиэтилен	25 лет	0,044-0,051	1-3,5%	Трудновоспламеняющийся
7.Фибролит	50-60 лет	0,08-0,1	35-45%	высокая
8.Эковата	10-15 лет	0,032-0,041	9-15%	Невоспламеняющаяся
Не органические материалы				

1.Минеральная вата	50 лет	0,036	До 40%	Не горит
2.Стекловата	10-15 лет	0,03-0,052	До 15%	Не горит
3.Базальтовая вата	50 лет	0,02-0,04	1-5%	Не горит

Так же существует много материалов которые уже устарели или же только появились на строительном рынке. Определенные виды изоляции имеют как плюсы, так и минусы. Рассмотрим подробнее характеристики самых часто применяемых видов [82-102]:

1.Арболитовый утеплитель. В основе производства материала лежат опилки или стружка, мелко нарезанный камыш или солома. В качестве связующего выступает цемент. Так же вносятся химические добавки (жидкое стекло, глинозем сернокислый и кальций хлористый). Готовые блоки обрабатывают минерализатором.

Достоинства: Поглощение звука, негорючность, пластичность, не поддается гниению, малый вес, низкая стоимость.

Недостатки: высокий коэффициент водопоглощения, необходимость дополнительной отделки цоколя дома и выноса карниза, неустойчив к влиянию агрессивных газов.

2.ДВИП(ДВП). Древесноволокнистая изоляционная плита. В качестве связующего добавляются синтетические смолы, плюс антисептический и антиперенный растворы, а также гидрофобизаторы.

Достоинства: Лёгкий вес, простота обработки, низкая стоимость.

Недостатки: Высокое водопоглощение, низкая прочность.

3. Пенополиуретан- пенообразное жидкое вещество, которое наносится на конструкции зданий методом напыления. Это смесь воды, полиэфира, эмульгаторов, диизоцианата. В смесь добавляются катализаторы, возникает химическая реакция и получается пенополиуретан.

Достоинства: Легкий, повышает прочность стен, устойчив к изменениям температурного режима, не требуются крепежи.

Недостатки: Не устойчив к УФ излучению, повышенная горючесть.

Востребован при работе с большими объёмами, в частном строительстве используется редко.

4. Пенополистирол. Легкий газонаполненный продукт, получаемый из полистирола и его сополимеров.

Достоинства: Материал не поглощает влагу, небольшой вес, низкая стоимость.

Недостатки: Низкий уровень звукоизоляции, высокая горючесть, низкая паропроницаемость.

На сегодняшний день этот материал самый бюджетный материал из всех качественных теплоизоляционных материалов, широко применяется в строительстве.

5.Эковата. Изготавливается из отходов бумаги и картона. Чаще всего применяется для утепления венцов в деревянном строительстве.

Достиныства: Высокий уровень звукоизоляции, не большой расход материалов при утеплении, доступная стоимость, экологичность.

Недостатки: Маленький срок эксплуатации, высокий коэффициент водопоглощения.

6.Минеральная вата. Сырьем для производства служит базальт, известняк, доломит и прочие. Связующим является или карбамид, или фенол.

Достиныства: Негорючность, прочность, высокая звукоизоляция, простота при монтаже.

Недостатки: Потеря теплоизоляционных качеств при намокании.

7.Стекловата. Для получения стеклянного волокна используют то же сырьё, что и для производства обычного стекла или отходы стекольной промышленности.

Достиныства: Влагостойчивость, пожаробезопасность, не высокая цена, нетоксичность, удобство в транспортировке.

Недостатки: короткий срок эксплуатации, повышенная ломкость волокон.

Заключение

На этих материалах рынок утеплителей не заканчивается, представлены самые известные и широко применяемые материалы. Как видно из статьи многообразие теплоизоляционных материалов позволяет подобрать к каждому виду монтажа и конструкции свой идеально подходящий утеплитель. Каждый материал хорош по-своему это зависит от критериев, которые предъявляются к нему (доступность материала, условия монтажа, стоимость, скорость монтажа, снижение шума, биостойкость и т.д.).

Список литературы:

- 1.Ю.В.Селиванов, А.Д. Шильцина, В.М. Селиванов, Е.В. Логинова, Н.Н. Королькова. Составы и свойства керамических теплоизоляционных строительных материалов из масс низкотемпературного вспенивания на основе глинистого сырья//Инженерно-строительный журнал №3,2012 г.
- 2.В.П. Селяев, В.А. Неверов, О.Г.Маштаев, А.В. Колотушкин Свойства микрокремнезёма из природного диатомита и его применение в производстве вакуумных теплоизоляционных панелей//Инженерно-строительный журнал №7(с.15), 2013 г.

3. СНиП П-3-79. Строительная теплотехника.
4. Гнездилова О.А. Анализ энергоэффективности многослойных ограждающих конструкций с различными теплоизоляционными материалами//Грамота ,2015,№3 (с.72)
5. И.А. Бердюгин теплоизоляционные материалы в строительстве. Каменная вата или стекловолокно: сравнительный анализ//Инженерно-строительный журнал №1,2010г (26с)
6. А.С. Иванова,В.Н.Черных Новые теплоизоляционные материалы(их свойства и области применения)//Неделя науки СПбПУ. Материалы межвузовской научной конференции Ч2,2003г (116-117с).
7. М.С. Каменева,С.С.Вайсера,О.В.Пучка Пеностекло-универсальный теплоизоляционный материал//Сборник трудов научной конференции: Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015 (210-217с)
8. О.Ю.Бовина, В.Н. Черных Влияние теплоизоляционного материала(утепляющего слоя) на снижение теплопотерь через наружные стены здания.// Неделя науки СПбПУ. Материалы межвузовской научной конференции Ч2,2003г (117с).
9. Холдинг «Совби» Почему мы выбираем монолитный пенобетон в качестве утеплителя?// Инженерно-строительный журнал №2,2008г (38с)
10. Методические указания для студентов строительных специальностей ВУЗов. Теплоизоляционные плиты Пеноплекс для теплоизоляции кровель и стен.
11. Р.Г.Сафин, Н.Ф.Тимербаев,В.В.Степанов,Э.Р.Хайруллина; Высокоэффективный теплоизоляционный материал из древесного наполнителя//Вестник Казанского технологического университета,2012г.
12. Д.Ф.Зиатдинова, Р.Г.Сафин,Н.Ф.Тимербаев,Л.И. Левашко; Анализ современного состояния производства теплоизоляционных материалов на основе отходов деревообработки//Вестник Казанского технологического университета,2011г
13. Методические указания, Нижний Новгород НГАСУ,2014;
Теплоизоляционные материалы.
14. Ю.Л.Бобров, Е.Л.Овчаренко,Б.М.Шойхет,Е.Ю.Петухова;
Теплоизоляционные материалы и конструкции. Учебник.
15. Zhao-hui Liua, Yi-dong Dinga, Fei Wang a, Zhi-ping Deng b; Thermal insulation material based on SiO₂ aerogel// Construction and Building Materials 122 (2016) 548–555
16. SerdarCelik a,*; Roxana Family b, M. Pinar Menguc b; Analysis of perlite and pumice based building insulation materials// Journal of Building Engineering 6 (2016) 105–111
17. <http://x-teplo.ru/uteplenie/obzory-materialov/stroitelnyj.html>- интернет ресурс.
18. <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/76-vidy-uteplitelej.html>- интернет ресурс.

19. <http://ostroymaterialah.ru/utepliteli/vidy-uteplitelei.html>- интернет ресурс.
20. <http://sait-pro-dachu.ru/razbiraem-dostoinstva-i-nedostatki-sovremennoy-uteplitelej/>- интернет ресурс.
21. Ватин Н.И., Цейтин Д.Н., Немова Д.В., Рымкевич П.П., Горшков А.С.; Технико-экономическое обоснование утепления фасадов при реновации жилых зданий первых массовых серий . Строительство уникальных зданий и сооружений №40,2016г с 20-31.
22. Технико-экономическое обоснование мероприятий по утеплению ограждающих конструкций частного жилого дома / Немова Д.В., Ватин Н.И., Горшков А.С., Кашабин А.В., Рымкевич П.П., Цейтин Д.Н. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 8 (23). С. 93-115.
23. Технико-экономическое обоснование мероприятий по утеплению наружных стен жилого многоквартирного здания с устройством вентилируемого фасада / Немова Д.В., Горшков А.С., Ватин Н.И., Кашабин А.В., Рымкевич П.П., Цейтин Д.Н. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 11 (26). С. 70-84.
24. Горшков А.С., Рымкевич П.П., Ватин Н.И. Экономическая эффективность инвестиций в энергосбережение // Инженерные системы. АВОК - Северо-Запад. 2014. № 3. С. 32-36.
25. Романова А.А., Рымкевич П.П., Горшков А.С. Методика расчета прогнозируемых сроков окупаемости энергосберегающих мероприятий по утеплению зданий // Технико-технологические проблемы сервиса. 2014. № 4 (30). С. 68-74.
26. Горшков А.С., Рымкевич П.П. Методика и пример расчета окупаемости инвестиций при реализации энергосберегающих мероприятий в строительстве // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. № 9 (188). С. 40-45.
27. Ватин Н.И., Горшков А.С., Немова Д.В. Энергоэффективность ограждающих конструкций при капитальном ремонте// Строительство уникальных зданий и сооружений.2013.№3(8).С.1-11
28. СНиП II-А.7-62 Строительная теплотехника. Нормы проектирования.
29. СП 50.13330.2012. Актуализированная версия СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.
30. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
31. Ватин Н.И., Немова Д.В., Рымкевич П.П., Горшков А.С.; Влияние уровня тепловой защиты ограждающих конструкций на величину потерь тепловой энергии в здании//Инженерно-строительный журнал №8,2012,с.4-14
32. Сокольский В. А. Принципы Экономичности и их выражение в современном строительстве. С.Петербургъ. 1910. 538 С.
33. Богуславский Л. Д. Снижение расхода энергии при работе систем отопления и вентиляции. Москва, Стройиздат. 1985. 336 С.

34. Гагарин В. Г. Экономический анализ повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Сборник «Труды I Всероссийской научно-технической конференции». 2008. С. 24-62.
35. Справочное пособие «Расчет и проектирование ограждающих конструкций» к СНиП 2-3-79 «Строительная теплотехника». НИИ строит, физики. М.: Стройиздат, 1990.
36. Гагарин В. Г., Козлов В. В. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» // Жилищное строительство. 2011. № 8. С. 2-6.
37. Гагарин В. Г., Козлов В. В. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» // Строительные материалы. 2011. № 8. С. 2-6.
38. Гагарин В. Г., Козлов В. В. Теоретические предпосылки расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // Строительные материалы. 2010. № 12. С. 4-12.
39. Гагарин В. Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы. 2010. № 3. С. 816.
40. Гагарин В. Г., Козлов В. В. О комплексном показателе тепловой защиты оболочки здания // АВОК: вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2010. № 4. С. 52-61.
41. Интернет-журнал "Строительство уникальных зданий и сооружений", 2013, №3 (8) Internet Journal "Construction of Unique Buildings and Structures", 2013, №3 (8)
42. Ватин Н. И., Горшков А. С., Немова Д. В. Энергоэффективность ограждающих конструкций при капитальном ремонте. / Vatin N. I., Gorshkov A. S., Nemova D. V. Energy efficiency of envelopes at major repairs. ©
43. Гагарин В. Г. К обоснованию повышения теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Страйпрофиль. 2010. № 1. С. 21.
44. Гагарин В. Г., Козлов В. В. О нормировании теплопотерь через оболочку здания // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 279-286.
45. Гагарин В. Г. Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий // АВОК: вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2009. № 1-3.
46. Гагарин В. Г. Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий - Ч. 2. // АВОК: вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2009. № 2. С. 14.
47. Гагарин В. Г. Экономический анализ повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий. // Строительные материалы. 2008. № 8. С. 41-47.

48. Гагарин В. Г. Об окупаемости затрат на повышение теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Новости теплоснабжения. 2002. № 1. С. 3.
49. Гагарин В. Г. Экономические аспекты повышения теплозащиты ограждающих конструкций зданий в условиях рыночной экономики // Светопрозрачные конструкции. 2002. № 3. С. 2.
50. Горшков А. С., Гладких А. А. Мероприятия по повышению энергоэффективности в строительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 246-250.
51. Горшков А. С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 1. С. 9-13.
52. Кнатько М. В., Ефименко М. Н., Горшков А. С. К вопросу о долговечности и энергоэффективности современных ограждающих стеновых конструкций жилых, административных и производственных зданий // Инженерно-строительный журнал. 2008. № 2. С. 50-53.
53. Немова Д. В. Анализ целесообразности увеличения толщины теплоизолирующего слоя в системах навесных вентилируемых фасадов (НВФ) в целях повышения энергоэффективности // Вестник Московского государственного строительного университета. 2011. № 7. С. 98-103.
54. Немова Д. В. Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 5. С. 7-11.
55. Гошка Л. Л. К вопросу об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности в зданиях // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 5. С. 38-42. 23. Гошка Л. Л. Системный подход к энергосбережению в инженерных сетях зданий // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 1. С. 66-71. 24. Табунщикова Ю. А. Лицом к проблеме энергосбережения // Архитектура и строительство Москвы. 2010. Т. 554. № 6. С. 2-13.
56. Дацюк Т. А. Инженерные аспекты энергосбережения зданий // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 5. С. 326-328.
57. Савин В. К. Новые подходы к оценке энергосбережения и энергетической эффективности в строительной отрасли // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 241-245.
58. Грызлов В. С. Технико-экономическая оценка повышения теплозащиты ограждающих конструкций в регионе // Вестник Череповецкого государственного университета. 2010. № 3. С. 74-78.
59. Савин В. К. Упрощенная модель минимизации расхода суммарной энергии, идущей на строительство и эксплуатацию зданий // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 1. С. 80-84.
60. Езерский В. А., Монастырев П. В., Клычников Р. Ю. Методика определения предельного срока службы здания, обеспечивающего безубыточность его термомодернизации // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 357-362.

61. Тепловая эффективность эксплуатируемых жилых зданий / Береговой А. М., Береговой В. А., Мальцев А. В., Петрянина М. А. // Региональная архитектура и строительство. 2012. № 1. С. 107-111.
62. Езерский В. А., Монастырев П. В., Клычников Р. Ю. Влияние параметров теплоизоляции элементов жилого дома на расход тепловой энергии // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 5. С. 291296.
63. Бутовский И. Н. Особенности теплотехнического расчета теплозащиты и энергопотребления современных жилых и общественных зданий при оценке их энергоэффективности // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 5. С. 356-361.
- Интернет-журнал "Строительство уникальных зданий и сооружений", 2013, №3 (8) Internet Journal "Construction of Unique Buildings and Structures", 2013, №3 (8)
- Ватин Н. И., Горшков А. С., Немова Д. В. Энергоэффективность ограждающих конструкций при капитальном ремонте. / Vatin N. I., Gorshkov A. S., Nemova D. V. Energy efficiency of envelopes at major repairs. ©
64. Петрухин А. Б., Опарина Л. А. Формирование интегрального показателя энергетической эффективности зданий // Известия высших учебных заведений. Серия: Экономика, финансы и управление производством. 2011. № 3. С. 92-95.
65. Ерофеев П. Ю. Особенности и основные направления ресурсосбережения в концепции устойчивого развития экономики. // Экономическое возрождение России. 2006. № 3. С. 31-32.
66. Федяева П. В., Шеина С. Г. Комплексная оценка энергосберегающих мероприятий при эксплуатации объектов недвижимости // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 165-166.
67. Аверьянова О. В. Экономическая эффективность энергосберегающих мероприятий // Инженерностроительный журнал. 2011. № 5. С. 53-59.
68. Самарин О. Д. О влиянии изменения климата на окупаемость дополнительного утепления несветопрозрачных ограждений // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 5. С. 561-563.
69. Самарин О. Д., Зайцев Н. Н. Влияние ориентации остекленных фасадов на суммарное энергопотребление жилых зданий // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 8. С. 16-20.
70. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. Дмитриев А.Н., Табунщикова Ю.А., Ковалев И.Н., Шилкин Н.В. Москва, АВОК-ПРЕСС. 2005. 122 с.
71. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
72. Ehringer H., Hoyaux G., Zegers P. Energy Conservation in Buildings Heating, Ventilation and Insulation // Springer. 1983. 512 p. 42. Govan F. A. Thermal Insulation, Materials, and Systems for Energy Conservation in the '80s. Astm Intl. 1983. 890 p. 43. Eastop D., Croft D. R. Energy Efficiency. Longman. 1990. 400 p.

73. Raymond C. Bryant. *Managing Energy for Buildings*. Government Inst. 1983. 807 p.
74. Richard R. Vaillencourt. *Simple Solutions to Energy Calculations*, Fourth Edition. Fairmont Press. 2007. 225 p.
46. Study on energy saving effect of heat-reflective insulation coating on envelopes in the hot summer and cold winter zone / W. Guoa, X. Qiao, Y. Huang, M. Fanga, X. Hanb. // *Energy and Buildings*. 2012. Vol. 50. Pp.196203.
75. Wei Li, Jinzhong Zhu, Zhimin Zhu. The Energy-saving Benefit Evaluation Methods of the Grid Construction Project Based on Life Cycle Cost Theory // *Energy Procedia*. Vol.17. Part A. 2012. Pp. 227–232.
76. Na Na Kanga, Sung Heui Choa, Jeong Tai Kimb. The energy-saving effects of apartment residents' awareness and behavior // *Energy and Buildings*. Vol. 46. 2012. Pp. 112–122.
77. Energy Saving Methods and Results Analysis in the Hotel. Xinhong Zhaoa, Congyu Mab, Pingdao Gub. *Energy Procedia*. Volume 14. 2012. Pages 1523–1527.
78. Uygunoğlu T., Keçebaşb A. LCC analysis for energy-saving in residential buildings with different types of construction masonry blocks // *Energy and Buildings*. Vol. 43. Issue 9. 2011. Pp. 2077–2085.
79. Johannes Reichla, Andrea Kollmann. The baseline in bottom-up energy efficiency and saving calculations – A concept for its formalisation and a discussion of relevant options // *Applied Energy*. Vol. 88, Issue 2. 2011. Pp. 422–431.
80. Entropa A. G., Brouwersb H. J. H., Reindersc A. H. M. E. Evaluation of energy performance indicators and financial aspects of energy saving techniques in residential real estate // *Energy and Buildings*. Vol. 42. Issue 5. 2010. Pp. 618–629.
81. Влияние уровня тепловой защиты ограждающих конструкций на величину потерь тепловой энергии в здании / Ватин Н. И., Немова Д. В., Рымкевич П. П., Горшков А. С. // Инженерно-строительный журнал. 2012. №8(34). С. 4-14. References
- 82.Рахимов Р.З. Современные теплоизоляционные материалы. Казань 2006
- 83.Коледин В.В. Минераловатные теплоизоляционные материалы. Новосибирск 2002
- 84.Данные производителей теплоизоляционных материалов (Группа компаний ТехноНИКОЛЬ, ЗАО «Минеральная вата» –Rocwool,OO «Урса-Евразия»)
- 85.Демидович Б.К. Пеностекло//Наука и техника,1975, 248с
86. Кантер, К.Р. О тепловых свойствах древесины. / К.Р.Кантер // Деревообраб. пром-ть. – 1957. - № 7.
- 87.ГОСТ 16381-77 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования.
88. Закон Российской Федерации Технический регламент "О требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ.
89. ГОСТ 31309-2005 Материалы строительные теплоизоляционные на основе минеральных волокон. Общие технические условия.

-
- 90. ГОСТ 4640-2011 Вата минеральная. Технические условия.
 - 91. ГОСТ 21880-2011 Маты из минеральной ваты прошивные теплоизоляционные. Технические условия.
 - 92 ГОСТ 23307-78 Маты теплоизоляционные из минеральной ваты вертикально-слоистые. Технические условия.
 - 93. ГОСТ 9573-2012 Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия.
 - 94. ГОСТ 10499-95 Изделия теплоизоляционные из стеклянного штапельного волокна.
 - 95. ГОСТ 22950-95 Плиты минераловатные повышенной жёсткости на синтетическом связующем. Технические условия.
 - 96. ГОСТ 10140 -2003 Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на битумном связующем. Технические условия.
 - 97. ГОСТ 23208-2003 Цилиндры и полуцилиндры теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем. Технические условия.
 - 98. ГОСТ 23619-79 Материалы и изделия огнеупорные теплоизоляционные муллитокремнезёмистые стекловолокнистые. Технические условия.
 - 99. ГОСТ 24748-2003 Изделия известково-кремнезёмистые теплоизоляционные. Технические условия.
 - 100. ГОСТ 15588-86 Плиты пенополистирольные Технические условия.
 - 101. ГОСТ 20916-87 Плиты теплоизоляционные из пенопласта на основе резольных феноло-формальдегидных смол. Технические условия.
 - 102. ГОСТ 4598-86 Плиты древесноволокнистые. Технические условия.