ROLS ISOMARKET

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«РОЛС ИЗОМАРКЕТ»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЕНОПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ «ЭНЕРГОФЛЕКС»

Проектирование и монтаж

СТО 59705183-001-2007

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

gost.e-ecolog.ru

Москва
2008

Предисловие

Настоящий стандарт организации разработан в соответствии с целями и принципами стандартизации в Российской Федерации, установленными Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании». Правила применения национальных стандартов Российской Федерации установлены в ГОСТ Р 1.0–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения» и ГОСТ Р 1.4–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН ОАО «Инжиниринговая компания по теплотехническому строительству ОАО «Теплопроект», ГУП МНИИТЭП, ООО «РОЛС Изомаркет» и группой специалистов.

2 ПРОШЕЛ ЭКСПЕРТИЗУ в Открытом Акционерном Обществе «Центр методологии нормирования и стандартизации в строительстве» (ОАО «ЦНС»).

3 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Техническим комитетом ТК 465 «Строительство»

4 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ с 17 марта 2008 г. приказом Генерального директора ООО «РОЛС Изомаркет» № Р8-001 от 17 марта 2008 г.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

ISBN 5-9685-0010-7

©ООО «РОЛС Изомаркет», 2008

Содержание

	Введение	V
1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	1
3	Термины и определения	2
4	Общие положения	2
5	Требования к теплоизоляционным конструкциям для оборудования и трубопроводов с применением изделий «Энергофлекс»	3
	5.1 Общие положения	3
	5.2 Теплоизоляционные конструкции для оборудования и трубопроводов тепловых сетей систем отопления, горячего и холодного водоснабжения, технологических систем	4
	5.3 Теплоизоляционные конструкции для оборудования, трубопроводов и воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования воздуха	6
6	Требования к теплоизоляционным пенополиэтиленовым изделиям «Энергофлекс»	7
7	Требования к покровным материалам и изделиям «Энергопак»	12
	7.1 Гибкий покровный материал «Энергопак ТК»	12
	7.2 Металлические оболочки «Энергопак»	12
8	Требования к аксессуарам для монтажа «Энергофлекс	15
	8.1 Клей «Энергофлекс»	15
	8.2 Лента армированная самоклеящаяся «Энергофлекс»	17
	8.3 Лента алюминиевая самоклеящаяся «Энергофлекс»	18
	8.4 Лента самоклеящаяся «Энергопак ТК»	18
	8.5 Очиститель «Энергофлекс»	18
	8.6 Герметик	18
	8.7 Саморезы	18
9	Проектирование тепловой изоляции с применением изделий «Энергофлекс»	19
10	Расчет тепловой изоляции с применением изделий «Энергофлекс»	20
	10.1 Физические величины и единицы измерения	20
	10.2 Расчет теплового потока через теплоизоляционную конструкцию	24
	10.3 Расчет тепловой изоляции по энергоэффективности	26
	10.4 Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной плотности теплового потока	28
	10.5 Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной температуре на поверхности теплоизоляции	28
	10.6 Определение толщины теплоизоляционного слоя, необходимой для предотвращения конденсации влаги на поверхности теплоизоляции	29
	10.7 Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами	30
	10.8 Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной величине охлаждения (нагревания) вещества, хранящегося в емкости	31

10.9 Определение толщины теплоизоляционного слоя, необходимого для предотвращения замерзания (твердения) вещества в трубопроводе в течение заданного времени в случае приостановки его движения или времени до начала замерзания (твердения) вещества в трубопроводе 32
10.10 Определение толщины теплоизоляционного слоя для предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях воздуховодов 33
11 Общие требования к производству теплоизоляционных работ с применением изделий «Энергофлекс» 34
Приложение А (рекомендуемое) Рекомендуемая экономичная толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях для оборудования и трубопроводов тепловых сетей и систем отопления (в помещении и на открытом воздухе) 36
Приложение Б (рекомендуемое) Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для обеспечения заданной (безопасной для человека) температуры на поверхности теплоизоляционного слоя..... ... 40
Приложение В (рекомендуемое) Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для предотвращения конденсации влаги на поверхности теплоизоляционного слоя оборудования, трубопроводов и воздухопроводов систем вентиляции и кондиционирования, расположенных в помещении 42
Приложение Г (обязательное) Расчетное время, в течение которого тепловая изоляция из изделий «Энергофлекс» предотвращает замерзание холодной воды с начальной температурой 5 °С, 10 °С и 15 °С при аварийной остановке ее движения в трубопроводах в зимнее время 46
Приложение Д (справочное) Примеры расчета толщины теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях 50
Д.1 Пример расчета толщины теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для предотвращения конденсации влаги на поверхности теплоизоляции 50
Д.2 Пример расчета толщины теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» по заданной температуре на поверхности теплоизоляции 51
Приложение Е (справочное) Значения функции $x \ln x$ (в пределах $x = 1 \div 4,5$) 53
Библиография 57

Введение

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» (№ 184-ФЗ от 27 декабря 2002 г.) стандарты организаций разрабатываются и утверждаются ими самостоятельно, исходя из необходимости применения этих стандартов для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг, а также для распространения и использования полученных в различных областях знаний результатов исследований (испытаний), измерений и разработок [1].

Требования стандарта организации подлежат соблюдению в организации, утвердившей данный стандарт, и в ее структурных подразделениях (в случае корпоративной или ведомственной подчиненности) с момента (даты) введения стандарта в действие [2].

Стандарты организации не входят в национальную систему стандартизации.

Настоящий стандарт разработан в соответствии с действующими нормами на проектирование тепловой изоляции, техническими условиями и техническим свидетельством на теплоизоляционные изделия «Энергофлекс» с учетом требований пожарной безопасности (НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности», СНиП 2.01.02-85* «Противопожарные нормы», СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений») и охраны окружающей среды, а также с учетом современных тенденций в проектировании тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, в том числе для обеспечения следующих требований:

энергоэффективности конструкций тепловой изоляции;

повышения уровня безопасности эксплуатируемых инженерных коммуникаций;

улучшения эксплуатационных свойств и повышения долговечности конструкций тепловой изоляции.

В разработке настоящего стандарта организации принимали участие: А.С. Мелех, Л.В. Ставрицкая (ОАО «Инжиниринговая компания по теплотехническому строительству ОАО «Теплопроект»), С.И. Прижижецкий (ГУП МНИИТЭП), Ф.В.Шведов, А.В. Самсоненко, Ю.О. Зуев (ООО «РОЛС Изомаркет»).

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЕНОПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ «ЭНЕРГОФЛЕКС» Проектирование и монтаж

Thermal insulation structures for equipment and pipelines with «Energoflex» thermal insulation polyethylene foam products. Design and assembly

Дата введения 2008–03–17

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на конструкции тепловой изоляции (далее – теплоизоляционные конструкции) с применением теплоизоляционных пенополиэтиленовых изделий «Энергофлекс» (далее – изделия «Энергофлекс»), изготавливаемых по ТУ 2244-069-04696843, предназначенные для оборудования, трубопроводов и воздуховодов инженерных сетей, систем вентиляции и кондиционирования воздуха, технологических систем с температурой изолируемой поверхности от минус 40 °С до + 95 °С, расположенных в помещениях категории В, Г, Д и на открытом воздухе при температуре окружающей среды от минус 60 °С до + 70 °С, и устанавливает требования к элементам конструкций, их проектированию и выполнению работ по монтажу.

Настоящий стандарт является обязательным для применения всеми организациями и предприятиями ООО «РОЛС ИЗОМАРКЕТ» независимо от места их расположения.

Требования настоящего стандарта подлежат соблюдению другими субъектами хозяйственной деятельности и приобретателями в случае, если данный стандарт указан в технической документации исполнителя работ или услуг или в договоре (контракте).

Примечание – Соответствие изделий «Энергофлекс» техническим требованиям, установленным в ТУ 2244-069-04696843, подтверждено Техническим свидетельством Росстроя, сертификатами пожарной безопасности и санитарно-эпидемиологическим заключением, выданными уполномоченными органами.

2 Нормативные ссылки

ГОСТ 12.1.044–89 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения

ГОСТ 21.405–93 Система проектной документации в строительстве. Правила выполнения рабочей документации тепловой изоляции оборудования и трубопроводов

ГОСТ 30244–94 Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть

ГОСТ 30402–96 Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость

ГЭСН 81-02-26–2001 Государственные элементные сметные нормы на строительные работы. Сборник 26. Теплоизоляционные работы

СНиП 23-01-99* Строительная климатология

СНиП 41-03–2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов

СП 41-103-2000 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов

ТУ 1811-081-04696843–2005 Энергопак ТК

ТУ 1811-085-04696843–2005 Лента алюминиевая самоклеящаяся «Энергофлекс»

ТУ 2244-069-04696843–2003 Энергофлекс. Изделия из пенополиэтилена

ТУ 2245-003-75290091–2006 Лента армированная самоклеящаяся «Энергофлекс»

ТУ 2388-062-13238275–2007 Очиститель «Энергофлекс»

ТУ 2513-028-13238275-03 Клей «Энергофлекс»

ТУ 4859-001-42793865-2004 Оболочки металлические тонколистовые «Энергопак» для защиты тепловой изоляции наружных поверхностей оборудования, трубопроводов и воздуховодов

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины, приведенные в СНиП 41-03 и СП 41-103, а также следующие термины:

рабочая температура: Температура вещества в изолируемом оборудовании или трубопроводе в соответствии с требованиями технологического режима.

фактор μ: Величина, характеризующая способность материала сопротивляться диффузии водяного пара и показывающая, во сколько раз материал меньше впитывает водяные пары из окружающей среды, чем воздух. Фактор μ определяют соотношением: $\mu = \frac{\sigma_в}{\sigma_м} = \frac{\text{паропроницаемость воздуха}}{\text{паропроницаемость материала}}$.

4 Общие положения

4.1 При проектировании и монтаже теплоизоляционных конструкций с применением теплоизоляционных изделий «Энергофлекс» следует соблюдать обязательные требования СНиП 41-03, СП 41-103, а также санитарных, пожарных, технологических, экологических и других норм безопасности, утвержденных в соответствии с действующим порядком.

4.2 Теплоизоляционные конструкции для оборудования и трубопроводов тепловых сетей и систем отопления должны:

- отвечать требованию энергоэффективности (иметь оптимальное соотношение между стоимостью теплоизоляционной конструкции и стоимостью тепловых потерь через тепловую изоляцию в течение расчетного срока эксплуатации);
- обеспечивать безопасную для человека температуру наружной поверхности теплоизоляционной конструкции.

4.3 Теплоизоляционные конструкции для оборудования и трубопроводов систем горячего водоснабжения должны обеспечивать безопасную для человека температуру наружной поверхности конструкции.

4.4 Теплоизоляционные конструкции для оборудования и трубопроводов систем холодного водоснабжения должны:

- предотвращать конденсацию влаги из наружного воздуха на поверхности теплоизоляционной конструкции для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении;
- предотвращать замерзание транспортируемой воды в случае приостановки ее движения в течение заданного времени.

4.5 Теплоизоляционные конструкции для трубопроводов систем кондиционирования воздуха, расположенных в помещении, должны предотвращать конденсацию влаги из наружного воздуха на поверхности конструкции.

4.6 Теплоизоляционные конструкции для воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования воздуха должны:

- предотвращать конденсацию влаги из наружного воздуха на поверхности конструкции для воздуховодов, расположенных в помещении;
- предотвращать конденсацию влаги на внутренних поверхностях воздуховодов, расположенных на открытом воздухе.

4.7 Теплоизоляционные конструкции для технологических аппаратов и трубопроводов должны:

- поддерживать требуемые параметры технологического режима;

- обеспечивать безопасную для человека температуру наружной поверхности конструкции;

- предотвращать конденсацию влаги из наружного воздуха на поверхности конструкции для аппаратов и трубопроводов, расположенных в помещении.

5 Требования к теплоизоляционным конструкциям для оборудования и трубопроводов с применением изделий «Энергофлекс»

5.1 Общие положения

5.1.1 Теплоизоляционные конструкции с применением изделий «Энергофлекс» должны выполняться в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Требования к изделиям «Энергофлекс» приведены в разделе 6.

5.1.2 Теплоизоляционные конструкции применяют для оборудования и трубопроводов промышленных предприятий, а также объектов ЖКХ, включая:

- технологические трубопроводы, расположенные в помещениях категорий В, Г, Д и на открытом воздухе;

- трубопроводы тепловых сетей с температурой теплоносителя в подающем трубопроводе не более 95°С при надземной (в помещениях, технических подпольях, чердаках, подвалах и на открытом воздухе) и подземной (в каналах и тоннелях) прокладках;

- трубопроводы систем отопления, горячего и холодного водоснабжения в жилищном и гражданском строительстве, а также на промышленных предприятиях;

- воздуховоды, трубопроводы и оборудование систем вентиляции и кондиционирования воздуха;

- газопроводы, нефтепроводы, трубопроводы с нефтепродуктами;

- фланцевые соединения трубопроводов, муфтовую и фланцевую арматуру;

- технологические аппараты и трубопроводы производств с технологическими процессами с повышенными требованиями к чистоте воздуха в помещениях (микробиология, радиоэлектроника, пищевая промышленность и т.д.);

- технологические аппараты различных отраслей промышленности с учетом допустимой температуры применения изделий, требований технологического проектирования и безопасности для конкретных объектов;

- резервуары для хранения холодной воды в системах водоснабжения.

5.1.3 В теплоизоляционных конструкциях с применением изделий «Энергофлекс» пароизоляционный слой не устраивают.

5.1.4 В теплоизоляционных конструкциях для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещениях, технических подпольях, чердаках, каналах и тоннелях, изделия «Энергофлекс» могут применяться без покрытия.

5.1.5 Для тепловой изоляции трубопроводов, проложенных в конструкциях полов и стен, рекомендуется применять изделия «Энергофлекс» с покрытием «Протект» красного или синего цвета в соответствии с 6.4.

5.1.6 В теплоизоляционных конструкциях для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, изделия «Энергофлекс» без покрытия должны быть защищены от воздействия ультрафиолетового излучения покровным слоем.

5.1.7 В теплоизоляционных конструкциях наружным диаметром до 500 мм включительно в качестве покровного слоя рекомендуется применять следующие материалы и изделия «Энергопак»:

- гибкий покровный материал «Энергопак ТК» по ТУ 1811-081-04696843;

- тонколистовые металлические оболочки «Энергопак СТ» или «Энергопак АЛ» по ТУ 4859-001-42793865.

При наружных диаметрах более 500 мм применяют:

- гибкий покровный материал «Энергопак ТК» по ТУ 1811-081-04696843;

покрытия из алюминиевых листов или лент, или оцинкованной стали толщиной 0,5–0,8 мм в зависимости от наружного диаметра теплоизоляционной конструкции в соответствии с таблицей 16 СНиП 41-03.

Требования к покровным материалам и изделиям «Энергопак» приведены в разделе 7.

5.1.8 Для крепления изделий «Энергофлекс» и элементов покровного слоя в проектном положении рекомендуется применять:

- клей «Энергофлекс» по ТУ 2513-028-13238275;
- армированную самоклеящуюся ленту «Энергофлекс» по ТУ 2245-003-75290091;
- алюминиевую самоклеящуюся ленту «Энергофлекс» по ТУ 1811-085-04696843;
- саморезы.

Требования к аксессурам для крепления изделий «Энергофлекс» приведены в разделе 8.

5.2 Теплоизоляционные конструкции для оборудования и трубопроводов тепловых сетей систем отопления, горячего и холодного водоснабжения, технологических систем

5.2.1 При проектировании теплоизоляционных конструкций, предназначенных для оборудования и трубопроводов тепловых сетей систем отопления, горячего и холодного водоснабжения, технологических систем следует учитывать следующие факторы:

- месторасположение изолируемого объекта;
- геометрические размеры изолируемого объекта;
- температуру изолируемой поверхности;
- температуру окружающей среды;
- требования пожарной безопасности;
- агрессивность окружающей среды или веществ, содержащихся в изолируемых объектах;
- влияние ультрафиолетового излучения;
- возможность коррозионного воздействия;
- материал поверхности изолируемого объекта;
- допустимые нагрузки на изолируемый объект;
- требования к механической прочности конструкции;
- наличие вибрации и ударных воздействий;
- требуемую долговечность конструкции;
- санитарно-гигиенические требования;
- наличие температурных деформаций оборудования и трубопроводов;
- относительную влажность окружающего воздуха;
- паропроницаемость теплоизоляционного материала.

5.2.2 Изделия «Энергофлекс» следует применять в составе теплоизоляционных конструкций в соответствии с требованиями СНиП 41-03, требований пожарной и экологической безопасности, в соответствии с нормами технологического проектирования соответствующих отраслей промышленности, а также требований, приведенных в 5.1.2 настоящего стандарта.

5.2.3 В теплоизоляционных конструкциях в качестве тепловой изоляции рекомендуется применять:

- трубки «Энергофлекс Супер» для трубопроводов с наружным диаметром от 15 до 159 мм включительно;
- листы (рулоны) «Энергофлекс Супер» и листы (рулоны) «Энергофлекс Супер АЛ» для оборудования и трубопроводов с наружным диаметром более 159 мм;
- трубки «Энергофлекс Супер Протект» для трубопроводов с наружным диаметром от 15 до 35 мм включительно, расположенных внутри строительных конструкций (перекрытия, стены).

5.2.4 В случае, если расчетная толщина теплоизоляционного слоя превышает толщину, предусмотренную номенклатурой трубок «Энергофлекс Супер», листов (рулонов) «Энергофлекс Супер» и листов (рулонов) «Энергофлекс Супер АЛ», следует применять двух или трехслойную конструкцию. В качестве второго и последующего слоев рекомендуется использовать листы (рулоны) «Энергофлекс Супер» или листы (рулоны) «Энергофлекс Супер АЛ». Листы (рулоны) «Энергофлекс Супер АЛ» следует применять только в качестве наружного слоя многослойной конструкции.

5.2.5 Для крепления трубок «Энергофлекс Супер» на трубопроводах продольные и поперечные швы изделий следует склеить клеем «Энергофлекс». Рекомендуется дополнительно проклеить швы изделий армированной самоклеящейся лентой «Энергофлекс».

5.2.6 Для крепления листов (рулонов) «Энергофлекс Супер» на трубопроводах швы изделий следует склеить клеем «Энергофлекс». Рекомендуется дополнительно проклеить швы изделий армированной самоклеящейся лентой «Энергофлекс», а также закрепить изделия бандажами из армированной самоклеящейся ленты «Энергофлекс», расположенных с шагом 500 – 600 мм.

5.2.7 В теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для трубопроводов подземной канальной прокладки, проклейка швов армированной самоклеящейся лентой «Энергофлекс» обязательна.

5.2.8 Для теплоизоляции отводов, тройников и переходов на месте выполнения монтажных работ изготавливают детали из трубок «Энергофлекс Супер» или листов (рулонов) «Энергофлекс Супер», швы которых склеивают клеем «Энергофлекс».

5.2.9 Несъемную тепловую изоляцию муфтовой арматуры, установленной на трубопроводах, выполняют изделиями «Энергофлекс» вместе с тепловой изоляцией трубопровода. Вырез под привод выполняют на месте выполнения монтажных работ.

5.2.10 В многослойных теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для трубопроводов, установку второго и последующего слоев тепловой изоляции выполняют с перекрытием швов каждого предыдущего слоя. Швы всех слоев тепловой изоляции склеивают клеем «Энергофлекс». Рекомендуется дополнительно проклеивать швы наружного слоя армированной самоклеящейся лентой «Энергофлекс».

5.2.11 Для тепловой изоляции емкостей применяют листы (рулоны) «Энергофлекс Супер» или самоклеящиеся листы (рулоны) «Энергофлекс Супер СК». Листы (рулоны) «Энергофлекс Супер» приклеивают к изолируемой поверхности емкости клеем «Энергофлекс». Швы между изделиями следует проклеить армированной самоклеящейся лентой «Энергофлекс».

5.2.12 В многослойных теплоизоляционных конструкциях для емкостей установку второго и последующего слоев тепловой изоляции выполняют с перекрытием швов предыдущего слоя. Листы (рулоны) «Энергофлекс Супер» каждого последующего слоя приклеивают к предыдущему клеем «Энергофлекс». Швы между изделиями «Энергофлекс» одного слоя проклеивают армированной самоклеящейся лентой «Энергофлекс».

5.2.13 При тепловой изоляции оборудования и трубопроводов торцы изделий «Энергофлекс» на краевых конструкциях и места их примыкания к металлическим поверхностям (люки, патрубки, штуцера, фланцевые соединения) должны быть проклеены армированной самоклеящейся лентой «Энергофлекс».

5.2.14 При тепловой изоляции оборудования и трубопроводов листами (рулонами) «Энергофлекс Супер АЛ» или самоклеящимися листами (рулонами) «Энергофлекс Супер СК АЛ» и при использовании этих изделий в качестве наружного слоя в многослойной конструкции швы изделий следует проклеивать алюминиевой самоклеящейся лентой «Энергофлекс». При необходимости лента может быть использована в качестве бандажей, выполненных с шагом 500 – 600 мм.

5.2.15 Требования к применению изделий «Энергофлекс» с покрытием и без покрытия приведены 5.1.4 – 5.1.7.

В теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для снижения до заданных значений температуры изолируемой поверхности оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, рекомендуется предусматривать окраску металлического покрытия красками или эмалями, не содержащими алюминиевую пудру.

5.2.17 Установка гибкого покровного материала «Энергопак ТК» должна производиться с нахлестом 40–50 мм по продольным и поперечным швам. Крепление материала «Энергопак ТК» в исполнении без клеевого слоя осуществляют проклеиванием нахлестов клеем «Энергофлекс».

Продольные и поперечные швы покровного материала могут быть дополнительно проклеены самоклеящейся лентой «Энергопак ТК». При необходимости лента может быть использована в качестве бандажей, выполненных с шагом 500 – 600 мм.

В теплоизоляционных конструкциях для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, все швы покровного материала «Энергопак ТК» и самоклеящейся ленты «Энергопак ТК» должны быть герметизированы силиконовым герметиком. Требования к герметикам приведены в подразделе 8.6.

5.2.18 Крепление покровного слоя из тонколистовых металлических оболочек «Энергопак» или других металлических покрытий должно производиться при помощи саморезов или бандажей.

Саморезы используют при толщине теплоизоляционного слоя 13 мм и выше и устанавливают с шагом 250 – 300 мм по направляющей и 150 мм по окружности.

Бандажи устанавливают с шагом 500 – 600 мм.

5.2.19 При тепловой изоляции вертикальных трубопроводов и оборудования с металлическим покровным материалом в зависимости от толщины теплоизоляции и высоты трубопровода могут быть предусмотрены опорные конструкции (разгружающие устройства), предотвращающие деформацию и сползание покровного материала.

Разгружающие устройства располагают с шагом 3 – 4 метра по высоте трубопровода или оборудования. В этих же местах в металлическом покровном материале предусматривают температурные швы. Конструкция разгружающих устройств не должна иметь сквозных теплопроводных включений.

Разгружающие устройства выполняют из металла или пиломатериалов. Разгружающие устройства, изготовленные из пиломатериалов, должны быть пропитаны антисептическими составами или антипиренами.

При применении покровного материала «Энергопак ТК» разгружающие устройства не предусматривают.

5.3 Теплоизоляционные конструкции для оборудования, трубопроводов и воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования воздуха

5.3.1 При проектировании теплоизоляционных конструкций, предназначенных для оборудования, трубопроводов и воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования воздуха, следует руководствоваться требованиями 5.2.1 и 5.2.2.

5.3.2 В теплоизоляционных конструкциях рекомендуется применять:

- трубки «Энергофлекс Блэк Стар» для тепловой изоляции трубопроводов с наружным диаметром от 6 до 28 мм включительно;
- листы (рулоны) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт» и листы (рулоны) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт АЛ» для тепловой изоляции воздуховодов.

5.3.3 Теплоизоляционные конструкции для трубопроводов должны быть герметичными.

5.3.4 Трубки «Энергофлекс Блэк Стар» следует устанавливать без продольного разреза. Продольные и поперечные швы трубок «Энергофлекс Блэк Стар» должны быть склеены клеем «Энергофлекс». Края трубок «Энергофлекс Блэк Стар» должны быть приклеены к изолируемой поверхности клеем «Энергофлекс» на ширину клеевого слоя не менее толщины трубки.

ем «Энергофлекс». Края трубок «Энергофлекс Блэк Стар» должны быть приклеены к изолируемой поверхности клеем «Энергофлекс» на ширину клеевого слоя не менее толщины трубки.

Все швы трубок «Энергофлекс Блэк Стар» должны быть проклеены армированной самоклеящейся лентой «Энергофлекс».

5.3.5 Швы листов (рулонов) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт», а также места их примыкания к фланцам воздуховодов следует проклеивать армированной самоклеящейся лентой «Энергофлекс».

Швы листов (рулонов) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт АЛ», а также места их примыкания к фланцам воздуховодов следует проклеивать алюминиевой самоклеящейся лентой «Энергофлекс».

5.3.6 В случае, если расчетная толщина теплоизоляционного слоя превышает толщину, предусмотренную номенклатурой трубок «Энергофлекс Блэк Стар», листов (рулонов) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт» и листов (рулонов) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт АЛ», следует применять двух- или трехслойную теплоизоляционную конструкцию. В качестве второго и последующего слоев рекомендуется использовать листы (рулоны) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт» или листы (рулоны) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт АЛ».

При тепловой изоляции воздуховодов для улучшения адгезии между слоями в качестве нижних слоев многослойной конструкции рекомендуется использовать листы (рулоны) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт АЛ».

5.3.7 Требования к установке покровного слоя теплоизоляционной конструкции приведены в 5.1.4 – 5.1.7.

5.3.8 В теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для предотвращения конденсации влаги из окружающего воздуха на поверхности теплоизоляционного слоя, рекомендуется применять трубки «Энергофлекс Блэк Стар» и листы (рулоны) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт» без покровного слоя.

5.3.9 При необходимости применения покровного слоя в теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для трубопроводов систем кондиционирования, рекомендуется использовать армированную самоклеящуюся ленту «Энергофлекс». Допускается использовать другие виды покровных материалов.

При необходимости применения покровного слоя в теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для воздуховодов, рекомендуется использовать покровный материал «Энергопак ТК» в самоклеящемся исполнении.

Требования к установке материала «Энергопак ТК» приведены в 5.2.17.

5.3.10 Требования к установке разгружающих устройств приведены в 5.2.19.

6 Требования к теплоизоляционным пенополиэтиленовым изделиям «Энергофлекс»

6.1 В зависимости от формы изделия «Энергофлекс» подразделяют на виды, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование вида	Описание вида
Трубка	Полая цилиндрическая трубка
Лист (рулон)	Лист, свернутый в рулон

6.2 В зависимости от цвета и физико-технических показателей свойств изделия «Энергофлекс» подразделяют на марки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование марки изделия	Цвет изделия	Область применения
Супер	Серебристо-серый	Оборудование и трубопроводы тепловых сетей систем отопления, горячего и холодного водоснабжения, технологических систем
Блэк Стар	Черный	Оборудование, трубопроводы и воздуховоды систем вентиляции и кондиционирования воздуха

Физико-технические показатели свойств изделий «Энергофлекс» приведены в таблице 6.

6.3 Листы (рулоны) «Энергофлекс» могут быть в простом и самоклеящемся исполнении. Листы (рулоны) в самоклеящемся исполнении должны быть покрыты с одной стороны клеевым слоем, защищенным антиадгезионным материалом.

Листы (рулоны) «Энергофлекс» марки «Блэк Стар» в самоклеящемся исполнении имеют обозначение «Дакт», марки «Супер» – «СК».

6.4 Изделия «Энергофлекс» изготавливают с покрытиями или без них. Виды применяемых покрытий приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование покрытия	Обозначение покрытия
Полированная алюминиевая фольга	АЛ
Полимерная пленка	Протект

Покрытие «Протект» может быть синего (обозначение «С») или красного цвета (обозначение «К»).

Изделия с покрытием «Протект» красного цвета рекомендуется использовать для тепловой изоляции трубопроводов горячего водоснабжения и подающих трубопроводов систем отопления, с покрытием «Протект» синего цвета – для тепловой изоляции трубопроводов холодного водоснабжения и обратных трубопроводов систем отопления.

6.5 Размеры трубок «Энергофлек» в зависимости от вида покрытия и марки изделий приведены в таблице 4.

Таблица 4

Внутренний диаметр			Толщина стенки		Длина трубок, мм
Обозначение	Номинальное значение, мм	Предельные отклонения, мм	Номинальное значение, мм	Предельные отклонения, мм	
Марка «Супер»					
15	17	+2	6; 9; 13	+2	2000+50; 1000+50
18	20	+2	6; 9; 13	+2	2000+50; 1000+50
22	24	+2	6; 9; 13; 20	+2	2000+50; 1000+50
25	27	+3	6; 9; 13; 20	+2	2000+50
28	30	+3	6; 9; 13; 20	+2	2000+50; 1000+50
30	32	+3	6; 9; 13; 20	+2	2000+50
35	35	+3	6; 9; 13; 20	+2	2000+50; 1000+50
42	42	+3	9; 13; 20	+3	2000+50; 1000+50
45	45	+3	9; 13; 20	+3	2000+50
48	48	+3	9; 13; 20	+3	2000+50
54	54	+5	9; 13; 20	+3	2000+50

Окончание таблицы 4

Внутренний диаметр			Толщина стенки		Длина трубок, мм
Обозначение	Номинальное значение, мм	Предельные отклонения, мм	Номинальное значение, мм	Предельные отклонения, мм	
60	60	+5	9; 13; 20	+3	2000+50
64	64	+5	9; 13; 20	+3	2000+50
76	76	+6	9; 13; 20	+3	2000+50
89	89	+6	9; 13; 20	+3	2000+50
110	110	+6	9; 13; 20	+3	2000+50
114	114	+6	9; 13; 20	+5	2000+50
133	133	+6	9; 13; 20	+5	2000+50
140	140	+6	9; 13; 20	+5	2000+50
160	*160*	*+6*	*9; 13; 20*	*+5*	*2000+50*
Марка «Супер» с покрытием «Протект»					
15	17	+2	4	+2	10000+100
			6; 9	+2	2000+50
18	20	+2	4	+2	10000+100
			6; 9	+2	2000+50
22	24	+2	4	+2	10000+100
			6; 9	+2	2000+50
28	30	+3	4	+2	10000+100
			6; 9	+2	2000+50
35	35	+3	4	+2	10000+100
			6; 9	+2	2000+50
Марка «Блэк Стар»					
6	7	+2	6; 9	+2	2000+50
8	9	+2	6; 9	+2	2000+50
10	11	+2	6; 9	+2	2000+50
12	14	+3	6; 9	+2	2000+50
15	17	+3	6; 9	+2	2000+50
18	20	+3	6; 9	+2	2000+50
22	24	+3	6; 9	+2	2000+50
25	27	+3	6; 9	+2	2000+50
28	30	+3	6; 9	+2	2000+50

6.6 Размеры листов (рулонов) «Энергофлекс» в зависимости от марки, исполнения и покрытия приведены в таблице 5.

Таблица 5

Толщина, мм		Ширина, мм		Длина, м	
Номинальное значение	Предельные отклонения	Номинальное значение	Предельные отклонения	Номинальное значение	Предельные отклонения
Марка «Супер», марка «Супер» в исполнении «СК»					
10	±1	1000; 1200	±5	20	+0,2
13	±1	1000; 1200	±5	14	+0,2
20	±1	1000; 1200	±5	10	+0,1
Марка «Супер» с покрытием «АЛ», марка «Супер» в исполнении «СК» с покрытием «АЛ»					
3	±0,5	1000; 1200	±5	30	+0,3
5	±0,5	1000; 1200	±5	30	+0,3
10	±1	1000; 1200	±10	20	+0,2

Окончание таблицы 5

Толщина, мм		Ширина, мм		Длина, м	
Номинальное значение	Предельные отклонения	Номинальное значение	Предельные отклонения	Номинальное значение	Предельные отклонения
15	±1	1000; 1200	±10	10	+0,1
20	±1,5	1000; 1200	±10	10	+0,1
Марка «Блэк Стар» в исполнении «Дакт», марка «Блэк Стар» в исполнении «Дакт» с покрытием «АЛ»					
3	±0,5	1000; 1200	±5	15	+0,2
5	±0,5	1000; 1200	±5	15	+0,2
8	±0,5	1000; 1200	±5	20	+0,2
10	±1	1000; 1200	±5	20	±0,2
15	±1	1000; 1200	±5	20	±0,2
20	±1	1000; 1200	±5	10	±0,1

6.7 Физико-технические показатели свойств изделий «Энергофлекс» в зависимости от марки должны соответствовать приведенным в таблице 6.

Таблица 6

Наименование показателя	Значение для марок	
	Супер	Блэк Стар
Плотность, кг/м^3	25±5	25±5
Прочность при разрыве, МПа, не менее	0,10	0,10
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	50	50
Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/(м·°С), не более, при температуре:		
10 °С	0,037	0,041
25 °С	0,040	0,044
50 °С	0,045	0,048
Расчетный коэффициент теплопроводности в теплоизоляционной конструкции, Вт/(м·°С)	0,035+0,0002 $t_{ср}$*	0,038+0,0002 $t_{ср}$*
Коэффициент сопротивления диффузии водяного пара (фактор μ), не менее	3000**	3000**
Коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па), не более	0,0002**	0,0002**
Усадка при 70°С, %:		
за 2 ч	0,7	0,7
за 2 сут	1,3	1,3
за 42 сут	2,0	2,0
Водопоглощение по объему при полном погружении в течение 24 ч, %, не более	2,0	2,0
Группа горючести	По 6.9	По 6.9

* $t_{ср}$ – средняя температура теплоизоляционного слоя, °С.
** По данным Заключения «НИИМосстрой» №2-07/35 от 22.01.04 [3].

6.8 Методы определения физико-технических показателей свойств изделий «Энергофлекс» приведены в ТУ 2244-069-04696843.

6.9 Изделия «Энергофлекс» в соответствии с ГОСТ 30244 относятся к следующим группам горючести:

- листы (рулоны) «Энергофлекс Супер», листы (рулоны) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт» – Г2;

- трубки «Энергофлекс Супер», трубки «Энергофлекс Блэк Стар», трубки «Энергофлекс Супер Протект», листы (рулоны) «Энергофлекс Супер АЛ», листы (рулоны) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт АЛ», трубки «Энергофлекс Супер» и листы (рулоны) «Энергофлекс Супер» в сочетании с покровным материалом «Энергопак ТК» – Г1.

По воспламеняемости изделия «Энергофлекс» в соответствии с ГОСТ 30402 относятся к группам:

- трубки «Энергофлекс Супер», «Энергофлекс Супер Протект», «Энергофлекс Блэк Стар», листы (рулоны) «Энергофлекс Супер», «Энергофлекс Блэк Стар Дакт» – В2;

- листы (рулоны) «Энергофлекс Супер АЛ», « Энергофлекс Блэк Стар Дакт АЛ», трубки «Энергофлекс Супер» и листы (рулоны) «Энергофлекс Супер» в сочетании с покровным материалом «Энергопак ТК» – В1.

По дымообразующей способности изделия «Энергофлекс» в соответствии с ГОСТ 12.1.044 относятся к группе Д3.

Изделия «Энергофлекс» не поддерживают самостоятельного горения.

Изделия «Энергофлекс» в процессе эксплуатации не поглощают вещества, содержащиеся в изолируемом оборудовании и трубопроводах.

6.10 Изделия «Энергофлекс» не содержат хлорфторуглеводородов и безопасны для окружающей среды.

6.11 Изделия «Энергофлекс» обладают долговечностью 20–25 лет эксплуатации в диапазоне рабочих температур [4].

6.12 Условное обозначение изделий «Энергофлекс» принимают по следующей схеме:



Пример условного обозначения изделия марки «Супер» в виде полой цилиндрической трубки с внутренним диаметром 35 мм, толщиной стенки 4 мм, длиной 10 м и покрытием из полимерной пленки «Протект» синего цвета:

Трубка ЭНЕРГОФЛЕКС Супер Протект-С 35/4-10/ ТУ 2244-069-04696843

Пример условного обозначения изделия марки «Блэк Стар» в виде листа, свернутого в рулон, толщиной 10 мм, шириной 1,2 м и длиной 20 м, покрытого с одной стороны клеевым слоем, защищенным антиадгезионным материалом, с другой – полированной алюминиевой фольгой:

Лист (рулон) ЭНЕРГОФЛЕКС Блэк Стар Дакт АЛ 10/1,2-20/ ТУ 2244-069-04696843.

7 Требования к покровным материалам и изделиям «Энергопак»

7.1. Гибкий покровный материал «Энергопак ТК»

7.1.1 Гибкий покровный материал «Энергопак ТК» по ТУ 1811-081-04696843 применяют для защиты теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» от ультрафиолетового излучения и механических повреждений.

7.1.2 Материал «Энергопак ТК» изготавливают из высокопрочной стеклоткани, покрытой алюминиевой фольгой, в виде рулонов шириной 1000 мм и длиной 25 м.

Материал «Энергопак ТК» может быть в простом и самоклеящемся исполнении. Материал в самоклеящемся исполнении должен быть покрыт с одной стороны клеевым слоем, защищенным антиадгезионным материалом.

Условное обозначение материала «Энергопак ТК» шириной 1000 мм и длиной 25 м:

Энергопак ТК 1000-25:

материала «Энергопак ТК» в самоклеящемся исполнении шириной 1000 мм и длиной 25 м:

Энергопак ТК самоклеящийся 1000-25

7.1.3 Материал «Энергопак ТК» применяют в качестве покровного слоя в теплоизоляционных конструкциях для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещениях, тоннелях, каналах и на открытом воздухе, а также оборудования и трубопроводов тепловых сетей систем отопления, горячего и холодного водоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха.

7.1.4 Показатели свойств материала «Энергопак ТК» приведены в таблице 7.

Таблица 7

Наименование показателя	Значение
Толщина фольги, мкм	11
Температурные пределы применения, °С	От минус 40 до + 80
Группа горючести (по ГОСТ 30244)	Г1
Прочность сцепления алюминиевой фольги с основой, Н/м, не менее	100 (или превышает прочность фольги)
Адгезия клеевого слоя к металлической поверхности (для материала «Энергопак ТК» в самоклеящемся исполнении), Н/м, не менее	300
Разрывная нагрузка, кгс, не менее	1000

7.1.5 Методы определения показателей свойств материала «Энергопак ТК» приведены в ТУ 1811-081-04696843.

7.2 Металлические оболочки «Энергопак»

7.2.1 Металлические оболочки «Энергопак» предназначены для защиты теплоизоляционных изделий «Энергофлекс» от ультрафиолетового излучения и механических повреждений.

Металлические оболочки «Энергопак» изготавливают из оцинкованной стали толщиной 0,5 мм (обозначение «СТ») или алюминиевого листа толщиной 0,8 мм (обозначение «АЛ»).

Металлические оболочки «Энергопак» изготавливают диаметрами от 70 до 500 мм с шагом 10 мм в виде:

- оболочек на трубы длиной 1000 мм (обозначение «Т»);
- отводов 90° (обозначение «О»);
- тройников 90° (обозначение «ТР»;
- конусных переходов (обозначение «П»);
- торцевых заглушек (обозначение «З»).

7.2.2 Номенклатура металлических оболочек «Энергопак» приведена в таблице 8.

Таблица 8

Диаметр оболочки мм	Вид оболочки									
	Прямой участок		Тройник		Отвод 90°		Переход		Заглушка	
	Материал оболочки									
	сталь	алюминий	сталь	алюми-ний	сталь	алюминий	сталь	алюминий	сталь	алюми-ний
	Обозначение вида и материала									
	Т-СТ	Т-АЛ	ТР-СТ	ТР-АЛ	О-СТ	О-АЛ	П-СТ	П-АЛ	З-СТ	З-АЛ
	Обозначение типоразмера									
70	70/05	70/08	70/05	70/08	70/05(R..)	70/08(R..)	70-…/05	70-…/08	70/05	70/08
80	80/05	80/08	80/05	80/08	80/05(R..)	80/08(R..)	80-…/05	80-…/08	80/05	80/08
90	90/05	90/08	90/05	90/08	90/05(R..)	90/08(R..)	90-…/05	90-…/08	90/05	90/08
100	100/05	100/08	100/05	100/08	100/05(R…)	100/08(R…)	100-…/05	100-…/08	100/05	100/08
110	110/05	110/08	110/05	110/08	110/05(R…)	110/08(R…)	110-…/05	110-…/08	110/05	110/08
120	120/05	120/08	120/05	120/08	120/05(R…)	120/08(R…)	120-…/05	120-…/08	120/05	120/08
130	130/05	130/08	130/05	130/08	130/05(R…)	130/08(R…)	130-…/05	130-…/08	130/05	130/08
140	140/05	140/08	140/05	140/08	140/05(R…)	140/08(R…)	140-…/05	140-…/08	140/05	140/08
150	150/05	150/08	150/05	150/08	150/05(R…)	150/08(R…)	150-…/05	150-…/08	150/05	150/08
160	160/05	160/08	160/05	160/08	160/05(R…)	160/08(R…)	160-…/05	160-…/08	160/05	160/08
170	17/05	170/08	170/05	170/08	170/05(R…)	170/08(R…)	170-…/05	170-…/08	170/05	170/08
180	180/05	180/08	180/05	180/08	180/05(R…)	180/08(R…)	180-…/05	180-…/08	180/05	180/08
190	190/05	190/08	190/05	190/08	190/05(R…)	190/08(R…)	190-…/05	190-…/08	190/05	190/08
200	200/05	200/08	200/05	200/08	200/05(R…)	200/08(R…)	200-…/05	200-…/08	200/05	200/08
220	220/05	220/08	220/05	220/08	220/05(R…)	220/08(R…)	220-…/05	220-…/08	220/05	220/08
220	220/05	220/08	220/05	220/08	220/05(R…)	220/08(R…)	220-…/05	220-…/08	220/05	220/08
230	230/05	230/08	230/05	230/08	230/05(R…)	230/08(R…)	230-…/05	230-…/08	230/05	230/08
240	240/05	240/08	240/05	240/08	240/05(R…)	240/08(R…)	240-…/05	240-…/08	240/05	240/08
250	250/05	250/08	250/05	250/08	250/05(R…)	250/08(R…)	250-…/05	250-…/08	250/05	250/08
260	260/05	260/08	260/05	260/08	260/05(R…)	260/08(R…)	260-…/05	260-…/08	260/05	260/08

Окончание таблицы 8

Диаметр оболочки мм	Вид оболочки									
	Прямой участок		Тройник		Отвод 90°		Переход		Заглушка	
	Материал оболочки									
	сталь	алюминий	сталь	алюми-ний	сталь	алюминий	сталь	алюминий	сталь	алюми-ний
	Обозначение вида и материала									
	Т-СТ	Т-АЛ	ТР-СТ	ТР-АЛ	О-СТ	О-АЛ	П-СТ	П-АЛ	З-СТ	З-АЛ
	Обозначение типоразмера									
270	270/05	270/08	270/05	270/08	27005(R...)	27008(R...)	270-.../05	270-.../08	270/05	270/08
280	280/05	280/08	280/05	280/08	28005(R...)	28008(R...)	280-.../05	280-.../08	280/05	280/08
290	290/05	290/08	290/05	290/08	29005(R...)	29008(R...)	290-.../05	290-.../08	290/05	290/08
300	300/05	300/08	300/05	300/08	30005(R...)	30008(R...)	300-.../05	300-.../08	300/05	300/08
310	310/05	310/08	310/05	310/08	31005(R...)	31008(R...)	310-.../05	310-.../08	310/05	310/08
320	320/05	320/08	320/05	320/08	32005(R...)	32008(R...)	320-.../05	320-.../08	320/05	320/08
330	330/05	330/08	330/05	330/08	33005(R...)	33008(R...)	330-.../05	330-.../08	330/05	330/08
340	340/05	340/08	340/05	340/08	34005(R...)	34008(R...)	340-.../05	340-.../08	340/05	340/08
350	350/05	350/08	350/05	350/08	35005(R...)	35008(R...)	350-.../05	350-.../08	350/05	350/08
360	360/05	360/08	360/05	360/08	36005(R...)	36008(R...)	360-.../05	360-.../08	360/05	360/08
370	370/05	370/08	370/05	370/08	37005(R...)	37008(R...)	370-.../05	370-.../08	370/05	370/08
380	380/05	380/08	380/05	380/08	38005(R...)	38008(R...)	380-.../05	380-.../08	380/05	380/08
390	390/05	390/08	390/05	390/08	39005(R...)	39008(R...)	390-.../05	390-.../08	390/05	390/08
400	400/05	400/08	400/05	400/08	40005(R...)	40008(R...)	400-.../05	400-.../08	400/05	400/08
410	410/05	410/08	410/05	410/08	41005(R...)	41008(R...)	410-.../05	410-.../08	410/05	410/08
420	420/05	420/08	420/05	420/08	42005(R...)	42008(R...)	420-.../05	420-.../08	420/05	420/08
430	430/05	430/08	430/05	430/08	43005(R...)	43008(R...)	430-.../05	430-.../08	430/05	430/08
440	440/05	440/08	440/05	440/08	44005(R...)	44008(R...)	440-.../05	440-.../08	440/05	440/08
450	450/05	450/08	450/05	450/08	45005(R...)	45008(R...)	450-.../05	450-.../08	450/05	450/08
460	460/05	460/08	460/05	460/08	46005(R...)	46008(R...)	460-.../05	460-.../08	460/05	460/08
470	470/05	470/08	470/05	470/08	47005(R...)	47008(R...)	470-.../05	470-.../08	470/05	470/08
480	480/05	480/08	480/05	480/08	48005(R...)	48008(R...)	480-.../05	480-.../08	480/05	480/08
490	490/05	490/08	490/05	490/08	49005(R...)	49008(R...)	490-.../05	490-.../08	490/05	490/08
500	500/05	500/08	500/05	500/08	50005(R...)	50008(R...)	500-.../05	500-.../08	500/05	500/08

7.2.3 Металлические оболочки «Энергопак» применяют в качестве покровного материала теплоизоляционных конструкций для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещениях, тоннелях, каналах и на открытом воздухе.

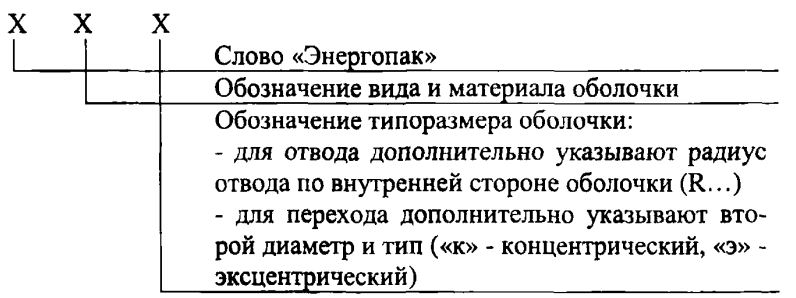
Для крепления оболочек рекомендуется использовать специальные оцинкованные саморезы.

7.2.4 Типоразмеры отводов в зависимости от наружного диаметра трубопровода и толщины теплоизоляционного слоя выбирают по таблице 9.

Таблица 9

Наружный диаметр трубопровода, мм, не более	Толщина теплоизоляционного слоя, мм											
	6	9-10	13-15	20	23-25	30	33-35	40	45	50	55	60
	Типоразмер отвода											
32	70(R30)	70(R30)	80(R30)	90(R30)	100(R30)	110(R30)	120(R30)	140(R30)	150(R30)	160(R30)	170(R30)	190(R30)
38	70(R30)	70(R30)	80(R30)	90(R30)	100(R30)	120(R30)	120(R30)	130(R30)	140(R30)	150(R30)	160(R30)	180(R30)
45	70(R30)	70(R30)	80(R30)	100(R30)	110(R30)	120(R30)	130(R30)	140(R30)	160(R30)	170(R30)	180(R30)	190(R30)
57	70(R40)	80(R35)	90(R30)	100(R30)	120(R30)	130(R30)	140(R30)	150(R30)	160(R30)	180(R30)	190(R30)	200(R30)
76	90(R55)	100(R50)	110(R45)	120(R40)	130(R35)	140(R30)	150(R30)	160(R30)	180(R30)	190(R30)	200(R30)	210(R30)
89	110(R65)	110(R65)	120(R60)	130(R55)	140(R50)	150(R45)	160(R40)	170(R35)	180(R30)	200(R30)	210(R30)	220(R30)
108	120(R90)	130(R85)	140(R80)	150(R75)	160(R70)	170(R65)	180(R60)	190(R55)	200(R50)	210(R45)	220(R40)	230(R35)
114	130(R85)	140(R80)	150(R75)	160(R70)	170(R65)	180(R60)	190(R55)	200(R50)	210(R45)	220(R40)	230(R35)	240(R30)
133	150(R115)	160(R110)	170(R105)	180(R100)	190(R95)	200(R90)	210(R85)	220(R80)	230(R75)	240(R70)	250(R65)	260(R60)
159	180(R135)	180(R135)	190(R130)	200(R125)	210(R120)	220(R115)	230(R110)	240(R105)	250(R100)	260(R95)	270(R90)	280(R85)
168	180(R135)	190(R130)	200(R125)	210(R120)	220(R115)	230(R110)	240(R105)	250(R100)	260(R95)	270(R90)	280(R85)	290(R80)
219	240(R180)	240(R180)	250(R175)	260(R170)	270(R165)	280(R160)	290(R155)	300(R150)	310(R145)	320(R140)	330(R135)	340(R130)
273	290(R230)	300(R225)	310(R220)	320(R215)	330(R210)	340(R205)	350(R200)	360(R195)	370(R190)	380(R185)	390(R180)	400(R175)
325	340(R280)	350(R275)	360(R270)	370(R265)	380(R260)	390(R255)	400(R250)	410(R245)	420(R240)	430(R235)	440(R230)	450(R225)
377	390(R330)	400(R325)	410(R320)	420(R315)	430(R310)	440(R305)	450(R300)	460(R295)	470(R290)	480(R285)	490(R280)	500(R275)
426	440(R380)	450(R375)	460(R370)	470(R365)	480(R360)	490(R355)	500(R350)	-	-	-	-	-

7.2.5 Условное обозначение металлических оболочек «Энергопак» принимают по следующей схеме:



Пример условного обозначения тройника «Энергопак» диаметром 90 мм, изготовленного из стали оцинкованной толщиной 0,5 мм:

Энергопак ТР-СТ 90/05

8 Требования к аксессуарам для монтажа «Энергофлекс»

8.1 Клей «Энергофлекс»

8.1.1 Клей «Энергофлекс» применяют для соединения швов тепловой изоляции, покровного материла и приклейки теплоизоляционных изделий к изолируемой поверхности.

Клей «Энергофлекс» применяют в виде раствора в органических растворителях модифицированного бутадиенстирольного термоэластопласта в присутствии адгезионных и модифицирующих добавок, расфасованного в металлические банки или металлические тубы.

8.1.2 Показатели свойств клея «Энергофлекс» приведены в таблице 10.

Таблица 10

Наименование показателя	Значение
Внешний вид	Вязкая жидкость от желтого до светлокоричневого цвета
Условная вязкость по ВЗ-246 (сопло 4 мм), с	90 – 180
Содержание нелетучих веществ, % по массе	33 – 43
Прочность при отслаивании клеевого соединения при склеивании пенополиэтилена с пенолиэтиленом и пенополиэтилена со сталью Ст.3	Должна превышать прочность пенополиэтилена

8.1.3 Методы определения показателей свойств клея «Энергофлекс» приведены в ТУ 2513-028-13238275.

8.1.4 Правила работы с клеем «Энергофлекс» приведены в 11.6.

Расход клея «Энергофлекс» в литрах на 100 м длины изолируемого трубопровода в зависимости от наружного диаметра трубы и толщины теплоизоляционного слоя принимают по таблице 11.

Таблица 11

Наружный диаметр трубы, мм	Расход клея, л, при толщине теплоизоляционного слоя, мм			
	6	9	13	20
15	0,33	0,50	0,73	1,14
18	0,34	0,51	0,74	1,14
22	0,34	0,51	0,74	1,15
25	0,34	0,51	0,74	1,16
28	0,34	0,51	0,75	1,16
30	0,34	0,52	0,75	1,16
35	0,34	0,52	0,75	1,17
42	0,35	0,52	0,76	1,19
45	0,35	0,53	0,77	1,19
48	0,35	0,53	0,77	1,20
54	0,35	0,53	0,78	1,21
60	0,36	0,54	0,78	1,22
64	0,36	0,54	0,79	1,22
70	0,36	0,55	0,79	1,23
76	0,37	0,55	0,80	1,24
89	0,37	0,56	0,81	1,26
110	0,38	0,58	0,84	1,30
114	0,39	0,58	0,84	1,31
133	0,39	0,59	0,86	1,34
140	0,40	0,60	0,87	1,35
160	0,41	0,61	0,89	1,39

Примечание – В случае, если наружный диаметр трубы или толщина теплоизоляционного слоя не предусмотрены в таблице, расход клея в литрах для монтажа изделий «Энергофлекс» на 1 м длины трубопровода рекомендуется определять по формуле

$$V_{кл} = 0,54 \cdot \left\{ \delta_{из} + \frac{\pi}{4} \left[\left(d_{тр} + 2\delta_{из} \right)^2 - \left(d_{тр} \right)^2 \right] \right\}. \qquad (1)$$

Физические величины и единицы их измерения приведены в таблице 14.

8.1.5 Рекомендуемый расход клея при монтаже листов (рулонов) «Энергофлекс» на плоские и криволинейные поверхности – 0,2 л на 1 м^2 изолируемой поверхности.

Рекомендуемый расход клея при монтаже изделий «Энергофлекс» на фитинги и арматуру в соответствии с ГЭСН 26-01-019 – 0,425 л на 10 шт. фитингов или арматуры.

8.2 Лента армированная самоклеящаяся «Энергофлекс»

8.2.1 Армированную самоклеящуюся ленту «Энергофлекс» применяют для соединения швов теплоизоляционных изделий «Энергофлекс».

Допустимая температура при монтаже должна быть не ниже + 5 °С.

8.2.2 Расход ленты в метрах на 100 м длины изолируемого трубопровода в зависимости от толщины теплоизоляционного слоя приведен в таблице 12.

Таблица 12

Наружный диаметр трубы, мм	Расход ленты, м, при толщине теплоизоляционного слоя, мм			
	6	9	13	20
15	115	116	117	119
18	115	116	118	120
22	116	117	118	121
25	116	117	119	121
28	117	118	119	122
30	117	118	120	122
35	118	119	121	123
42	119	120	122	124
45	120	121	122	125
48	120	121	123	125
54	121	122	124	126
60	122	123	125	127
64	123	124	126	128
70	124	125	127	129
76	125	126	128	130
89	127	128	130	132
110	131	132	133	136
114	132	133	134	137
133	135	136	137	140
140	136	137	139	141
160	140	141	142	145

Примечание – В случае, если наружный диаметр трубы или толщина теплоизоляционного слоя не предусмотрены в таблице, расход ленты в метрах для монтажа изделий «Энергофлекс» на 1 м трубопровода рекомендуется определять по формуле

$$L_{л} = 1{,}1 \cdot \left[1 + \pi \cdot \left(d_{тр} + 2\delta_{из}\right)\right]. \qquad (2)$$

Физические величины и единицы их измерения приведены в таблице 14.

8.2.3 Расход ленты при монтаже листов (рулонов) «Энергофлекс» на плоские и криволинейные поверхности в соответствии с ГЭСН 26-01-018 – 26 м на 10 м^2 изолируемой поверхности.

Расход ленты при монтаже изделий «Энергофлекс» на фитинги и арматуру в соответствии с ГЭСН 26-01-019 – 44,2 м на 10 шт. фитингов или арматуры.

8.3 Лента алюминиевая самоклеящаяся «Энергофлекс»

Алюминиевую самоклеящуюся ленту «Энергофлекс» применяют для проклейки швов теплоизоляционных изделий «Энергофлекс» с покрытием АЛ.

Допустимая температура при монтаже должна быть не ниже + 5°С.

Расход ленты принимают в соответствии с требованиями 8.2.2 и 8.2.3.

8.4 Лента самоклеящаяся «Энергопак ТК»

Самоклеящуюся ленту «Энергопак ТК» применяют для проклейки швов покровного материала «Энергопак ТК».

Допустимая температура монтажа должна быть не ниже + 5°С.

Расход ленты принимают в соответствии с требованиями 8.2.2 и 8.2.3.

8.5 Очиститель «Энергофлекс»

Очиститель «Энергофлекс» предназначен для очистки и обезжиривания изолируемых поверхностей, для очистки инструментов от следов клея «Энергофлекс», а также для разбавления клея «Энергофлекс» в случае его загустевания.

Расход очистителя:

- при тепловой изоляции трубопроводов – 0,02 л на 10 м длины трубопровода в соответствии с ГЭСН 26-01-017;
- при тепловой изоляции плоских и криволинейных поверхностей – 0,057 л на 10 м^2 изолируемой поверхности в соответствии с ГЭСН 26-01-018;
- при тепловой изоляции фитингов и арматуры – 0,096 л на 10 шт фитингов или арматуры в соответствии с ГЭСН 26-01-019.

8.6 Герметик

Для герметизации стыков и швов покровного материала «Энергопак ТК» или самоклеящейся ленты «Энергопак ТК» при расположении изолируемых поверхностей на открытом воздухе применяют однокомпонентный силиконовый герметик кислотного отверждения с диапазоном рабочих температур от минус 40 до + 100 °С. Правила работы с герметиком – в соответствии с требованиями фирмы-производителя.

Расход герметика, мл, при изоляции трубопроводов рассчитывают по формуле

$$V_{\text{герм}} = 25 \cdot \left[1 + \pi \cdot \left(d_{\text{тр}} + 2\delta_{\text{из}}\right)\right]. \quad (3)$$

Физические величины и единицы их измерения приведены в таблице 14.

При тепловой изоляции плоских и криволинейных поверхностей расход герметика – 650 мл на 10 м^2 изолируемой поверхности, при изоляции фитингов и арматуры – 1105 мл на 10 шт. фитингов или арматуры.

8.7 Саморезы

Для соединения металлических оболочек «Энергопак» применяют оцинкованные саморезы со сверлом. Для монтажа саморезов рекомендуется использовать крестовую отвертку с размером «НР 2».

Расход саморезов приведен в таблице 13.

Таблица 13

Изолируемый объект	Расход саморезов, шт.
1 м прямого участка трубы	8–12
Отвод 90°	2 на сегмент (число сегментов – от 4 до 6)
Тройник	8 – 16 (в зависимости от типоразмера)
Конусный переход	2 – 4 (в зависимости от типоразмера)
Торцевая заглушка	2

9 Проектирование тепловой изоляции с применением изделий «Энергофлекс»

9.1 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с теплоизоляционным слоем из изделий «Энергофлекс» следует выполнять на основании технического задания на проектирование, которое должно содержать следующие необходимые исходные данные:

- перечень изолируемого оборудования, линий трубопроводов с указанием геометрических размеров: для трубопроводов – наружный (или условный) диаметр и длина, для арматуры и фланцевых соединений – диаметр условного прохода, для оборудования (аппаратов) – габаритные размеры или площадь поверхности и объем (в случае сложной конфигурации);
- вид и температуру веществ, находящихся в изолируемом объекте;
- расположение изолируемого объекта (на открытом воздухе, в помещении, канале, тоннеле), расчетную температуру* и относительную влажность** окружающего воздуха;
- если трубопровод или аппарат имеют наружный обогрев – указание о его виде и температуре греющих поверхностей;
- указание о назначении теплоизоляционной конструкции:

обеспечение экономической эффективности теплоизоляционной конструкции;

сохранение заданного значения теплового потока с поверхности тепловой изоляции;

обеспечение заданного изменения температуры вещества, транспортируемого трубопроводом или сохраняемого в емкости;

обеспечение заданной температуры на поверхности тепловой изоляции;

предотвращение замерзания вещества, содержащегося в изолируемом трубопроводе, при приостановке его движения в течение определенного времени;

предотвращение конденсации влаги на поверхности тепловой изоляции;

предотвращение конденсации влаги внутри воздуховода;

- специальные требования к теплоизоляционным конструкциям, при необходимости (требования экологической или пожарной безопасности, сейсмостойкость, допустимые нагрузки на тепловую изоляцию, стойкость к вибрации и т.п.).

9.2 К техническому заданию на проектирование тепловой изоляции должны прилагаться чертежи общих видов подлежащего тепловой изоляции оборудования и наиболее сложных его узлов.

9.3 Состав и правила оформления рабочей документации по тепловой изоляции определяют по ГОСТ 21.405.

Рабочая документация по тепловой изоляции включает:

- основной комплект рабочих чертежей теплоизоляционных конструкций с применением изделий «Энергофлекс»;
- техномонтажную ведомость;
- спецификацию оборудования.

В составе рабочей документации могут быть разработаны чертежи полносборных конструкций с теплоизоляционным слоем из изделий «Энергофлекс» для люков, фланцевых соединений, арматуры, а также других элементов, входящих в состав теплоизоляционной конструкции или привариваемых к изолируемой поверхности.

9.4 Выбор типа изделия «Энергофлекс», покровного материала, вспомогательных материалов и изделий следует проводить в соответствии с подразделом 5.2.

---

* Температуру окружающего воздуха для объектов, расположенных на открытом воздухе, принимают в соответствии со СНиП 23-01.

** Относительную влажность окружающего воздуха задают для объектов, расположенных в помещениях.

9.5 Расчет требуемой толщины теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях в зависимости от их назначения выполняют по методикам и расчетным формулам, приведенным в подразделах 10.2 – 10.10.

9.6 Обязательными расчетами являются:

- для трубопроводов тепловых сетей и систем отопления – в соответствии с подразделами 10.3 и 10.5;
- для трубопроводов горячего водоснабжения – в соответствии с подразделом 10.5;
- для трубопроводов холодного водоснабжения – в соответствии с подразделами 10.6 и 10.9;
- для трубопроводов систем кондиционирования воздуха – в соответствии с подразделом 10.6;
- для воздуховодов систем вентиляции – в соответствии с подразделами 10.6 и 10.10;
- для технологических трубопроводов и аппаратов с температурами транспортируемого вещества 20 °С и выше – в соответствии с подразделом 10.5;
- для технологических трубопроводов и аппаратов с температурами вещества ниже 20 °С – в соответствии с подразделом 10.6.

За расчетную толщину теплоизоляционного слоя принимают наибольшее из полученных значений.

9.7 За проектную толщину теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» следует принимать ближайшую к расчетной большую номенклатурную толщину изделий при расчетах толщины тепловой изоляции для обеспечения:

- предотвращения конденсации влаги на поверхности тепловой изоляции;
- предотвращения конденсации влаги внутри воздуховода;
- предотвращения замерзания вещества, содержащегося в изолируемом трубопроводе, при приостановке его движения в течение заданного времени.

9.8 За проектную толщину теплоизоляционного слоя следует принимать ближайшую к расчетной номенклатурную толщину изделий при расчетах толщины тепловой изоляции для обеспечения:

- экономической эффективности теплоизоляционной конструкции;
- заданного значения теплового потока;
- заданной температуры на поверхности тепловой изоляции;
- обеспечения заданного изменения температуры вещества, транспортируемого трубопроводом или сохраняемого в емкости.

Ближайшую к расчетной меньшую номенклатурную толщину изделий допускается принимать, если разность между расчетной и номенклатурной толщиной не превышает 3 мм при толщине теплоизоляции более 9 мм.

9.9 Расход покровных материалов, клея, очистителя, лент, саморезов и герметиков приведены в разделах 7 и 8.

10 Расчет тепловой изоляции с применением изделий «Энергофлекс»

10.1 Физические величины и единицы измерения

10.1.1 Обозначения физических величин и единицы их измерения, применяемые в расчетных формулах, приведены в таблице 14.

Таблица 14

Обозначение физической величины	Единица измерения	Физическая величина
q	Вт/м^2	Поверхностная плотность теплового потока через плоскую теплоизоляционную конструкцию
q_l	Вт/м	Линейная плотность теплового потока через цилиндрическую теплоизоляционную конструкцию

Продолжение таблицы 14

Обозначение физической величины	Единица измерения	Физическая величина
Q	Вт	Полный тепловой поток с плоской поверхности теплоизоляции
Q_l	Вт	Полный тепловой поток с поверхности теплоизоляции трубопровода
K	–	Коэффициент дополнительных потерь, учитывающий потери через теплопроводные включения в теплоизоляционных конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор
$t_в$	°С	Температура вещества внутри изолируемого оборудования
$t_{в1}$	»	Начальная температура вещества внутри изолируемого оборудования
$t_{в2}$	»	Конечная температура вещества внутри изолируемого оборудования
$t_з$	»	Температура замерзания (твердения) вещества
$G_в$	кг/ч	Расход вещества, транспортируемого трубопроводом
ρ	кг/м^3	Плотность вещества, находящегося внутри изолируемого объекта
$c_в$	кДж/(кг·°С)	Теплоемкость вещества, находящегося внутри изолируемого объекта
$c_{ст}$	кДж/(кг·°С)	Теплоемкость стенки изолируемого объекта
$r_в$	кДж/кг	Скрытая теплота замерзания (плавления) вещества, находящегося внутри изолируемого объекта
$t_о$	°С	Температура окружающей среды
φ	%	Относительная влажность окружающего воздуха
$P_п$	кПа	Парциальное давление водяного пара в окружающем воздухе
$P_н$	кПа	Парциальное давление насыщенного водяного пара
$t_{ср}$	°С	Средняя температура теплоизоляционного слоя
$t_п$	°С	Температура на поверхности теплоизоляционной конструкции
$t_{т.р}$	°С	Температура точки росы
$t_{вн}$	°С	Температура внутренней поверхности изолируемого объекта
R	(м^2·°С)/Вт	Полное термическое сопротивление плоской теплоизоляционной конструкции
$R_{вн}$	(м^2·°С)/Вт	Термическое сопротивление теплоотдаче от вещества к внутренней поверхности стенки плоского изолируемого объекта
$R_н$	(м^2·°С)/Вт	Термическое сопротивление теплоотдаче от наружной поверхности плоской теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху
$R_{ст}$	(м^2·°С)/Вт	Термическое сопротивление теплопередаче стенки плоского изолируемого объекта
$R_{из}$	(м^2·°С)/Вт	Термическое сопротивление плоского слоя изоляции
R^l	(м^2·°С)/Вт	Полное термическое сопротивление цилиндрической теплоизоляционной конструкции

Продолжение таблицы 14

Обозначение физической величины	Единица измерения	Физическая величина
$R^{l}_{вн}$	(м^2·°С)/Вт	Линейное термическое сопротивление теплоотдаче от вещества к внутренней поверхности стенки цилиндрического изолируемого объекта
$R^{l}_{н}$	(м^2·°С)/Вт	Линейное термическое сопротивление теплоотдаче от наружной поверхности цилиндрической теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху
$R^{l}_{ст}$	(м^2·°С)/Вт	Линейное термическое сопротивление теплопередаче цилиндрической стенки изолируемого объекта
$R^{l}_{из}$	(м^2·°С)/Вт	Линейное термическое сопротивление цилиндрического теплоизоляционного слоя
$\delta_{из}$	м	Толщина теплоизоляционного слоя
$\delta_{ст}$	м	Толщина стенки изолируемого объекта
$d_{тр}$	м	Наружный диаметр трубопровода
$d^{вн}_{тр}$	м	Внутренний диаметр трубопровода
$d_{из}$	м	Наружный диаметр теплоизоляционного слоя (теплоизоляционной конструкции)
L	м	Длина изолируемого объекта
B	м	Ширина изолируемого объекта
H	м	Высота изолируемого объекта
$d_{экв}$	м	Эквивалентный диаметр изолируемого объекта
$d^{ц}_{экв}$	м	Эквивалентный диаметр изолируемого объекта цилиндрической формы
$d^{п}_{экв}$	м	Эквивалентный диаметр изолируемого объекта нецилиндрической формы
F	м^2	Теплоотдающая поверхность изолируемого объекта
$V_{в}$	м^3	Объем вещества, хранимого в емкости
$v_{в}$	м^3/м	Приведенный объем вещества к метру длины трубопровода
$V_{ст}$	м^3	Объём стенки емкости
$v_{ст}$	м^3/м	Приведенный объем стенки к 1 м длины трубопровода
$\lambda_{из}$	Вт/(м·°С)	Коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя
$\lambda_{ст}$	Вт/(м·°С)	Коэффициент теплопроводности стенки изолируемого объекта
$\lambda_{в}$	Вт/(м·°С)	Коэффициент теплопроводности воздуха
$\alpha_{н}$	Вт/(м^2·°С)	Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции
$\alpha_{вн}$	Вт/(м^2·°С)	Коэффициент теплоотдачи от вещества к внутренней поверхности стенки изолируемого объекта
$Э_{год}$	руб/(м·год)	Годовые эксплуатационные затраты по изоляции 1 м длины трубопровода
p	безразм.	Коэффициент, определяющий величину годовых эксплуатационных расходов по изоляции в долях от полной стоимости теплоизоляционной конструкции

Продолжение таблицы 14

Обозначение физической величины	Единица измерения	Физическая величина
$p_н$	1/год	Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений
$S_м$	руб/м	Стоимость 1 м длины теплоизоляционной конструкции
$S_{тп}$	руб/(м·год)	Стоимость потерь теплоты с 1 м длины трубопровода
m	–	Коэффициент, определяющий затраты на обслуживание и ремонт изоляции за весь срок ее службы в долях от полной стоимости теплоизоляционной конструкции
τ	год	Срок службы теплоизоляционной конструкции
$T_н$	год	Нормативный срок окупаемости теплоизоляционной конструкции
$S_к$	руб/м	Стоимость теплоизоляционной конструкции 1 м длины трубопровода с учетом транспортировки и монтажа
$S_и$	руб/м	Стоимость изделий и материалов, входящих в теплоизоляционную конструкцию 1 м длины трубопровода
$S_{тр}$	руб/м	Стоимость транспортировки изделий и материалов, входящих в теплоизоляционную конструкцию 1 м длины трубопровода
$S_у$	руб/м	Стоимость установки теплоизоляционной конструкции на 1 м длины трубопровода
$S_{ти}$	руб/м	Стоимость теплоизоляционных изделий, входящих в теплоизоляционную конструкцию 1 м длины трубопровода
$S^i_{ти}$	руб/м	Стоимость i-го слоя теплоизоляционного изделия, входящего в теплоизоляционную конструкцию 1 м длины трубопровода
$d^{i-1}_{из}$	м	Наружный диаметр предыдущего слоя тепловой изоляции
$\delta^i_{из}$	м	Толщина теплоизоляционного изделия i-го слоя
$S_{кл}$	руб/м	Стоимость клея, необходимого для монтажа теплоизоляционной конструкции 1 м длины трубопровода
$S_л$	»	Стоимость ленты, необходимой для монтажа теплоизоляционной конструкции 1 м длины трубопровода
$S_{оч}$	»	Стоимость очистителя, необходимого для монтажа теплоизоляционной конструкции 1 м длины трубопровода
$S_{покр}$	»	Стоимость покрытия, входящего в теплоизоляционную конструкцию 1 м длины трубопровода
$b_{тр}$	»	Стоимость 1 м длины теплоизоляционного изделия в виде трубки
$b_{рул}$	руб/м^2	Стоимость 1 м^2 площади теплоизоляционного изделия в виде листа (рулона)
$b_{кл}$	руб/л	Стоимость 1 л клея
$b_л$	руб/м	Стоимость 1 м длины ленты
$b_{оч}$	руб/л	Стоимость 1 л очистителя
$b_{покр}$	руб/м^2	Стоимость 1 м^2 покрытия
$K_{тр}$	–	Коэффициент, определяющий затраты на доставку в долях от стоимости изделий и материалов, входящих в теплоизоляционную конструкцию, на 1 м длины трубопровода

Окончание таблицы 14

Обозначение физической величины	Единица измерения	Физическая величина
N	шт.	Число слоев в теплоизоляционной конструкции, включая покровный материал
$T_у$	чел.-ч	Затраты труда рабочих-строителей и машинистов на установку одного слоя теплоизоляционной конструкции на 10 м длины трубопровода
Зп	руб/мес	Средняя месячная заработная плата рабочих-строителей и машинистов, включая отчисления
b	руб/Гкал	Стоимость 1 Гкал теплоты
z	ч/год	Число часов работы за год трубопроводов систем отопления или тепловых сетей
Z	ч	Заданное время хранения вещества в емкости или при остановке движения вещества в трубопроводе

10.2 Расчет теплового потока через теплоизоляционную конструкцию

10.2.1 Расчет теплового потока с поверхности теплоизоляционной конструкции проводят, если необходимо определить тепловые потери (или потери холода) при заданной толщине теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс».

Тепловой поток с 1 м^2 площади плоской поверхности теплоизоляционной конструкции рассчитывают по формуле

$$q = \frac{t_т - t_о}{R_{вн} + R_{ст} + R_{из} + R_н}; \qquad (4)$$

тепловой поток с 1 м длины цилиндрической теплоизоляционной конструкции рассчитывают по формуле

$$q_l = \frac{t_т - t_о}{R^l_{вн} + R^l_{ст} + R^l_{из} + R^l_н}; \qquad (5)$$

где для плоской поверхности:

$$R_{из} = \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}}, \qquad (6)$$

$$R_н = \frac{1}{\alpha_н}, \qquad (7)$$

$$R_{вн} = \frac{1}{\alpha_{вн}}, \qquad (8)$$

$$R_{ст} = \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}}; \qquad (9)$$

для цилиндрической поверхности:

$$R^l_{из} = \frac{1}{2\pi\lambda_{из}} \cdot \ln\frac{d_{из}}{d_{тр}}, \qquad (10)$$

$$R^l_н = \frac{1}{\pi d_{из}\alpha_н}, \qquad (11)$$

$$R^l_{вн} = \frac{1}{\pi d^{вн}_{тр}\alpha_{вн}}, \qquad (12)$$

$$R^{l}_{ст} = \frac{1}{2\pi\lambda_{из}} \cdot \ln\frac{d_{тр}}{d^{вн}_{тр}}. \qquad (13)$$

Наружный диаметр теплоизоляционной конструкции определяют по формуле

$$d_{из} = d_{тр} + 2\delta_{из} \ . \qquad (14)$$

Примечание – Для теплоизоляционной конструкции, состоящей из двух слоев (трубок и листов (рулонов) разных марок), термическое сопротивление тепловой изоляции определяют как сумму термических сопротивлений каждого слоя:

для плоской поверхности: $R_{из} = \frac{\delta_{1из}}{\lambda_{1из}} + \frac{\delta_{2из}}{\lambda_{2из}}$,

где $\delta_{1из}$ и $\delta_{2из}$ – толщина первого и второго слоев из изделий «Энергофлекс» соответственно,

$\lambda_{1из}$ и $\lambda_{2из}$ – коэффициент теплопроводности каждой марки материала;

для цилиндрической поверхности: $R^{l}_{из} = \frac{1}{2\pi\lambda_{1из}} \cdot \ln\frac{d_{1из}}{d_{тр}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{2из}} \cdot \ln\frac{d_{2из}}{d_{1из}}$,

где $d_{1из}$ и $d_{2из}$ – диаметр первого и второго слоев тепловой изоляции соответственно.

10.2.2 В расчетах допускается пренебрегать термическим сопротивлением стенки $R_{ст}$ и $R^{l}_{ст}$ (формулы 9 и 13) вследствие высокой теплопроводности материала стенки изолируемого объекта (по сравнению с теплопроводностью теплоизоляционного слоя) и ее небольшой толщины (по сравнению с толщиной теплоизоляционного слоя).

10.2.3 Полный тепловой поток с поверхности теплоизоляции трубопроводов и оборудования диаметром до 1020 мм включительно определяют по формуле

$$Q_l = q_l \cdot L \cdot K, \qquad (15)$$

где K – коэффициент дополнительных тепловых потерь.

Полный тепловой поток с поверхности теплоизоляции оборудования и трубопроводов с наружным диаметром более 1020 мм и объектов с плоскими стенками определяют по формуле

$$Q = q \cdot F \cdot K. \qquad (16)$$

Коэффициент дополнительных потерь K принимают по таблице 15.

Таблица 15

Вид изолируемой поверхности	Коэффициент K
Трубопроводы надземной прокладки на открытом воздухе, в непроходных каналах, тоннелях и помещениях:	
- стальные трубопроводы на подвижных опорах с условным проходом:	
до 150 мм,	1,2
150 мм и более;	1,15
- стальные трубопроводы на подвесных опорах;	1,05
- неметаллические трубопроводы на подвижных и подвесных опорах	1,7
Оборудование	1,1

10.2.4 Расчетный коэффициент теплопроводности изделий «Энергофлекс» для объектов с положительными температурами транспортируемого вещества следует принимать по таблице 6.

Коэффициент теплопроводности определяют при средней температуре теплоизоляционного слоя как среднеарифметическое значение между температурой изолируемой поверхности и температурой поверхности тепловой изоляции.

Для поверхностей, расположенных в помещении, среднюю температуру теплоизоляционного слоя рекомендуется определять по формуле $t_{ср} = \frac{t_в + 40}{2}$;

для поверхностей, расположенных на открытом воздухе в зимнее время, – $t_{ср} = \frac{t_в}{2}$.

10.2.5 Расчетный коэффициент теплопроводности изделий «Энергофлекс» для изолируемых поверхностей с температурой в диапазоне от 0 °С до + 19 °С при определении плотности теплового потока следует принимать по таблице 16.

Таблица 16

Марка изделия «Энергофлекс»	Расчетный коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С), при температуре, °С		
	10	5	0
«Супер»	0,037	0,036	0,035
«Блэк Стар»	0,041	0,039	0,038

10.2.6 За температуру транспортируемого вещества следует принимать среднее значение за один год.

10.2.7 Температуру окружающего воздуха следует принимать:

на основании технического задания на проектирование или при его отсутствии 20 °С – при расположении оборудования и трубопроводов в помещении,

среднюю за один год в соответствии со СНиП 23-01 или по данным местной метеостанции для конкретного населенного пункта – при расположении оборудования и трубопроводов на открытом воздухе.

10.2.8 Расчетный коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху следует принимать:

10 Вт/(м^2·°С) – для конструкций без покровного материала при расположении оборудования и трубопроводов в помещении,

6 Вт/(м^2·°С) – для конструкций с покровным материалом «Энергопак», «Энергопак ТК» или с применением изделий с покрытием «АЛ» при расположении оборудования и трубопроводов в помещении;

29 Вт/(м^2·°С) при расположении оборудования и трубопроводов на открытом воздухе.

10.3 Расчет тепловой изоляции по энергоэффективности

10.3.1 В соответствии с требованиями СНиП 41-03 теплоизоляционные конструкции должны отвечать требованиям энергоэффективности: иметь оптимальное соотношение между стоимостью теплоизоляционной конструкции и стоимостью тепловых потерь через тепловую изоляцию в течение расчетного срока эксплуатации.

Расчет теплоизоляционной конструкции по энергоэффективности проводят для определения толщины тепловой изоляции по минимуму затрат в зависимости от марки изделий «Энергофлекс», вида покровного материала, срока эксплуатации теплоизоляционной конструкции и стоимости тепловой энергии.

10.3.2 Расчет энергоэффективной толщины теплоизоляции проводят исходя из условия

$$Э_{год} = (p + p_н) S_к + S_{ти} = \text{минимум}. \qquad (17)$$

Коэффициент, определяющий величину годовых эксплуатационных расходов, определяют по формуле

$$p = \frac{1 + m}{\tau}. \qquad (18)$$

Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений определяют по формуле

$$p_{\text{н}} = \frac{1}{T_{\text{н}}}. \qquad (19)$$

10.3.3 Расчет стоимости теплоизоляционной конструкции для трубопроводов

10.3.3.1 Стоимость теплоизоляционной конструкции на 1 м длины трубопровода определяют по формуле

$$S_{\text{к}} = S_{\text{и}} + S_{\text{тр}} + S_{\text{у}}. \qquad (20)$$

10.3.3.2 Стоимость материалов и изделий для теплоизоляционной конструкции на 1 м длины трубопровода определяют по формуле

$$S_{\text{и}} = S_{\text{ти}} + S_{\text{кл}} + S_{\text{оч}} + S_{\text{л}} + S_{\text{покр}}. \qquad (21)$$

10.3.3.3 Стоимость изделий «Энергофлекс» определяют с учетом коэффициента расхода материалов, равного 1,1.

Стоимость изделий при однослойной тепловой изоляции определяют:

для трубопроводов, изолируемых изделиями в виде трубок, по формуле

$$S_{\text{ти}} = 1,1 \cdot b_{\text{тр}}, \qquad (22)$$

для трубопроводов, изолируемых изделиями в виде листов (рулонов), по формуле

$$S_{\text{ти}} = 1,1 \cdot \pi \cdot \left(d_{\text{тр}} + 2\delta_{\text{из}}\right) \cdot b_{\text{рул}}. \qquad (23)$$

Стоимость последующих слоев многослойной тепловой изоляции определяют по формуле

$$S^{i}_{\text{ти}} = 1,1 \cdot \pi \cdot \left(d^{i-1}_{\text{из}} + 2\delta^{i}_{\text{из}}\right) \cdot b_{\text{рул}}. \qquad (24)$$

10.3.3.4 Стоимость клея, очистителя, ленты и покрытия определяют по формулам:

$$S_{\text{кл}} = 0,54 \cdot b_{\text{кл}} \cdot \left\{\delta_{\text{из}} + \frac{\pi}{4}\left[\left(d_{\text{тр}} + 2\delta_{\text{из}}\right)^2 - \left(d_{\text{тр}}\right)^2\right]\right\}, \qquad (25)$$

$$S_{\text{оч}} = 0,08 \cdot b_{\text{оч}} \cdot \left\{\delta_{\text{из}} + \frac{\pi}{4}\left[\left(d_{\text{тр}} + 2\delta_{\text{из}}\right)^2 - \left(d_{\text{тр}}\right)^2\right]\right\}, \qquad (26)$$

$$S_{\text{л}} = 1,1 \cdot b_{\text{л}} \cdot \left[1 + \pi \cdot \left(d_{\text{тр}} + 2\delta_{\text{из}}\right)\right], \qquad (27)$$

$$S_{\text{покр}} = 1,2 \cdot b_{\text{покр}} \cdot \left[0,05 + \pi\left(d_{\text{н}} + 2\delta_{\text{из}}\right)\right]. \qquad (28)$$

10.3.3.5 Стоимость транспортировки определяют по формуле

$$S_{\text{тр}} = K_{\text{тр}} \cdot S_{\text{и}}. \qquad (29)$$

10.3.3.6 Затраты на монтаж теплоизоляционной конструкции определяют по формуле

$$C_{\text{у}} = N \frac{T_{\text{у}} \text{З}\text{п}}{1760}. \qquad (30)$$

10.3.3.7 Годовую стоимость потерь теплоты с 1 м длины трубопровода определяют по формуле

$$S_{\text{тп}} = \frac{3,6 \cdot b \cdot z \cdot q_l \cdot 10^{-6}}{4,184}. \qquad (31)$$

10.3.4 Тепловой поток (тепловые потери за год) с поверхности тепловой изоляции и расчетные параметры определяют в соответствии с 10.2.

10.3.5 Рекомендуемая экономичная толщина тепловой изоляции из изделий «Энергофлекс» марки «Супер» для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и на открытом воздухе, приведена в приложении А.

10.4 Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной плотности теплового потока

10.4.1 Толщину теплоизоляционного слоя по заданной плотности теплового потока для оборудования с цилиндрической поверхностью наружным диаметром более 1400 мм или плоской поверхностью определяют по формуле

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \cdot \left(\frac{t_в - t_о}{q} - \frac{1}{\alpha_н} \right). \qquad (32)$$

10.4.2 Толщину теплоизоляционного слоя по заданной плотности теплового потока с поверхности теплоизоляции для трубопроводов и оборудования с наружным диаметром 1400 мм и менее определяют по формулам:

$$\ln \frac{d_{из}}{d_{тр}} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из} \cdot \left(\frac{t_в - t_о}{q_l} - \frac{1}{\pi \cdot d_{из} \cdot \alpha_н} \right), \qquad (33)$$

$$\delta_{из} = \frac{d_{тр}}{2} \cdot \left(\frac{d_{из}}{d_{тр}} - 1 \right). \qquad (34)$$

Примечание – Учитывая, что $d_{из}$ неизвестно, для расчета целесообразно использовать метод последовательных приближений. Задаваясь начальным значением толщины теплоизоляции $\delta_{0из}$, вычисляют линейную плотность тепловых потоков q_{1l}; q_{2l}; q_{3l}; ... q_{il} по формуле (36) с помощью последовательных шагов 1, 2, 3, ...i для толщины теплоизоляции $\delta_1 = \delta_{01}$; $\delta_2 = \delta_{02}$; $\delta_3 = \delta_{03}$; ... $\delta_i = \delta_{0i}$. На каждом шаге вычислений i проводят сравнение q_{il} с заданным значением плотности теплового потока $q_l^з$. При выполнении условия $q_{il} - q_l^з \le 0$ вычисления заканчивают, а найденную величину $\delta_{из} = \delta_{0i}$ считают искомой.

10.4.3 Расчетные параметры следует принимать в соответствии с 10.2.4 – 10.2.8.

Заданную плотность теплового потока определяют исходя из условий технологического процесса или общего баланса тепла всего объекта.

10.4.4 Теплоизоляционную конструкцию, состоящую из нескольких слоев изделий «Энергофлекс» одной марки, рассматривают как однослойную конструкцию.

10.4.5 При расчете толщины двухслойной теплоизоляционной конструкции из изделий «Энергофлекс» разных марок рекомендуется:

- по заданной плотности теплового потока определить ориентировочную толщину теплоизоляционного слоя;
- подобрать трубку ближайшего типоразмера;
- подобрать толщину листа (рулона);
- произвести уточняющий расчет теплового потока при установленных толщинах изделий.

При необходимости следует скорректировать толщину второго слоя и повторить расчет плотности теплового потока.

10.5 Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной температуре на поверхности теплоизоляции

10.5.1 Расчет толщины теплоизоляционного слоя по заданной температуре на поверхности тепловой изоляции следует проводить в случаях, когда тепловой поток с поверхности тепловой изоляции не регламентирован, а тепловая изоляция необходима для обеспечения нормальной температуры воздуха в рабочих помещениях и защиты обслуживающего персонала от ожогов.

10.5.2 Расчет выполняют по следующим формулам:

- для плоской и цилиндрической поверхности диаметром более 2 м

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}(t_в - t_о)}{\alpha_н (t_п - t_о)}; \qquad (35)$$

- для цилиндрической поверхности диаметром 2 м и менее

$$\frac{d_{из}}{d_{тр}} \ln \frac{d_{из}}{d_{тр}} = \frac{2\lambda_{из}(t_в - t_о)}{\alpha_н d_{тр}(t_п - t_о)}. \qquad (36)$$

Отношение $\frac{d_{из}}{d_{тр}}$ определяют в соответствии с приложением Е.

Толщину теплоизоляционного слоя определяют по формуле (34).

10.5.3 Температуру на поверхности тепловой изоляции принимают в соответствии с заданием на проектирование или:

- для изолируемых поверхностей, расположенных в рабочей или обслуживаемой зоне внутри помещений, 35 °С;

- для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе, 55 °С:

10.5.4 Температуру окружающего воздуха следует принимать:

среднюю максимальную наиболее жаркого месяца в соответствии со СНиП 23-01 или по данным местной метеостанции для конкретного населённого пункта – для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе;

в соответствии с заданием на проектирование или, если не указано в задании, 20 °С – для изолируемых поверхностей, расположенных в помещениях.

10.5.5 Расчетный коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху следует принимать:

10 Вт/(м^2·°С) – для конструкций без покровного слоя;

6 Вт/(м^2·°С) – для конструкций с покровным слоем из материалов «Энергопак» и «Энергопак ТК» или с применением изделий с покрытием «АЛ».

10.5.6 Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для обеспечения заданной температуры на поверхности тепловой изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных на открытом воздухе и в помещениях, приведена в приложении Б.

10.6 Определение толщины теплоизоляционного слоя, необходимой для предотвращения конденсации влаги на поверхности теплоизоляции

10.6.1 Расчет толщины теплоизоляционного слоя с целью предотвращения конденсации влаги из воздуха на поверхности тепловой изоляции следует выполнять для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и транспортирующих вещества с температурой ниже температуры окружающего воздуха.

Для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, указанный расчет не выполняют.

10.6.2 Расчет выполняют по следующим формулам:

- для плоской и цилиндрической поверхности диаметром более 2 м

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}}{\alpha_н}\left(\frac{t_о - t_в}{t_о - t_п} - 1\right); \qquad (37)$$

- для цилиндрической поверхности диаметром 2 м и менее

$$\frac{d_{из}}{d_{тр}} \ln \frac{d_{из}}{d_{тр}} = \frac{2\lambda_{из}}{\alpha_н d_{тр}}\left(\frac{t_о - t_в}{t_о - t_п} - 1\right). \qquad (38)$$

Отношение $\frac{d_{из}}{d_{тр}}$ определяют в соответствии с приложением Е.

10.6.3 При расчете толщины теплоизоляционного слоя следует принимать:

температуру и относительную влажность воздуха в соответствии с заданием на проектирование;

коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху:

- для конструкций без покровного слоя – 7 Вт/(м^2·°С);
- для конструкций с покровным слоем из материалов «Энергопак» и «Энергопак ТК» или с применением изделий с покрытием «АЛ» – 5 Вт/(м^2·°С).

10.6.4 При расчете необходимо учитывать, что температура поверхности теплоизоляционного слоя должна быть выше температуры точки росы (для предотвращения конденсации влаги из воздуха на поверхности теплоизоляционного слоя).

Для соблюдения указанного условия расчетный перепад температур $(t_о - t_п)$ при температуре окружающей среды $t_о$ и относительной влажности φ воздуха в помещении должен быть меньше перепада температур между температурой окружающего воздуха и температурой точки росы $(t_о - t_п) \le (t_о - t_{т.р})$.

Расчетный перепад температур $(t_о - t_п)$ рекомендуется принимать по таблице 17.

Таблица 17

Температура окружающей среды $t_о$, °С	Относительная влажность воздуха φ, %				
	50	60	70	80	90
	Расчетный перепад температур, °С				
4	8,7	6,5	4,8	3,0	1,4
6	9,0	6,8	5,0	3,1	1,4
8	9,4	7,1	5,0	3,1	1,4
10	9,8	7,2	5,1	3,2	1,4
16	10,2	7,6	5,3	3,3	1,5
18	10,4	7,7	5,4	3,3	1,5
20	10,5	7,8	5,4	3,4	1,5
22	10,7	7,9	5,5	3,4	1,5
24	10,9	8,0	5,6	3,5	1,6
26	11,0	8,2	5,7	3,5	1,6
28	11,2	8,3	5,8	3,6	1,6
30	11,4	8,4	5,9	3,6	1,6

При необходимости температуру точки росы определяют по формуле

$$t_{т.р} = \frac{233,77 \ln P_п + 115,72}{16,57 - 0,997 \ln P_п}; \quad (39)$$

парциальное давление водяного пара определяют по формуле

$$P_п = \frac{\varphi \cdot P_н}{100}; \quad (40)$$

парциальное давление насыщенного пара определяют по формуле

$$P_н = \exp \frac{16,57 t_о - 115,72}{223,77 + 0,997 t_о}. \quad (41)$$

10.6.5 Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя в теплоизоляционных конструкциях с покровным слоем из материалов «Энергопак», «Энергопак ТК» или с применением изделий «Энергофлекс» с покрытием «АЛ» для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещениях с температурой окружающего воздуха 20 °С и относительной влажностью 60 % и 75 %, приведена в приложении В.

10.7 Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами

10.7.1 Расчет проводят для трубопроводов, транспортирующих жидкие вещества, с целью предотвращения снижения (повышения) температуры вещества ниже допустимого значения, исходя из требований технологического процесса.

Расчет выполняют по следующим формулам:

$$\text{при } \frac{t_{в1}-t_о}{t_{в2}-t_о} \geq 2 \quad \ln\frac{d_{из}}{d_{тр}} = 2\pi\lambda_{из}\left(\frac{3,6LK}{G_в c_в \ln\frac{t_{в1}-t_о}{t_{в2}-t_о}} - \frac{1}{\alpha_н \pi d_{из}}\right), \tag{42}$$

$$\text{при } \frac{t_{в1}-t_о}{t_{в2}-t_о} < 2 \quad \ln\frac{d_{из}}{d_{тр}} = 2\pi\lambda_{из}\left[\frac{3,6LK\left(\left(\frac{t_{в1}+t_{в2}}{2}\right)-t_о\right)}{G_в c_в (t_{в1}-t_{в2})} - \frac{1}{\alpha_н \pi d_{из}}\right]. \tag{43}$$

Толщину теплоизоляционного слоя определяют по 10.4.2.

10.7.2 За температуру окружающего воздуха следует принимать:

среднюю наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98 в соответствии со СНиП 23-01 или по данным местной метеостанции для конкретного населенного пункта – для изолируемых поверхностей трубопроводов с положительными температурами, расположенных на открытом воздухе,

среднюю наиболее жаркого месяца в соответствии со СНиП 23-01 или по данным местной метеостанции для конкретного населенного пункта – для изолируемых поверхностей трубопроводов с отрицательными температурами, расположенных на открытом воздухе,

в соответствии с заданием на проектирование или, если не указано в задании, 20 °С – для изолируемых поверхностей трубопроводов, расположенных в помещениях.

10.7.3 Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху принимают равным:

29 Вт/(м^2·°С) – для конструкций, расположенных на открытом воздухе,

10 Вт/(м^2·°С) – для конструкций, расположенных в помещениях и не имеющих покровного слоя,

6 Вт/(м^2·°С) – для конструкций с покровным слоем из материалов «Энергопак» и «Энергопак ТК» или с применением изделий с покрытием «АЛ», расположенных в помещении.

10.7.4 Коэффициент K, учитывающий дополнительные потери на опорах, следует принимать по таблице 15.

10.8 Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной величине охлаждения (нагревания) вещества, хранящегося в емкости

10.8.1 Расчет проводят для определения толщины теплоизоляции, необходимой для поддержания температуры вещества, хранящегося в емкости в течение определенного времени.

Толщину теплоизоляционного слоя определяют по формуле

$$\delta_{из} = \lambda_{из}\left[\frac{3,96\left(\left(\frac{t_{в1}+t_{в2}}{2}\right)-t_о\right)FZ}{(t_{в1}-t_{в2})\cdot(V_в\rho_в c_в + V_{ст}\rho_{ст}c_{ст})} - \frac{1}{\alpha_н}\right]. \tag{44}$$

10.8.2 Температуру окружающего воздуха принимают по 10.7.2.

10.8.3 Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху принимают равным:

35 Вт/(м^2·°С) – для конструкций, расположенных на открытом воздухе,

10 Вт/(м^2·°С) – для конструкций, не имеющих покровного слоя и расположенных в помещениях,

6 Вт/(м^2·°С) – для конструкций с покровным слоем из материалов «Энергопак», «Энергопак ТК» или с применением изделий с покрытием «АЛ», расположенных в помещении.

10.8.4 Коэффициент K, учитывающий дополнительные потери на опорах, следует принимать по таблице 15.

10.9 Определение толщины теплоизоляционного слоя, необходимого для предотвращения замерзания (твердения) вещества в трубопроводе в течение заданного времени в случае приостановки его движения или времени до начала замерзания (твердения) вещества в трубопроводе

10.9.1 Расчет толщины теплоизоляционного слоя с целью предотвращения замерзания вещества при прекращении его движения проводят для трубопроводов наружным диаметром до 159 мм, имеющих малый запас аккумулированного тепла и расположенных на открытом воздухе или в не отапливаемых помещениях.

10.9.2 Исходными данными для расчета являются:

- температура вещества, определяющая его расчетные параметры (плотность, удельную теплоёмкость, температуру замерзания, скрытую теплоту замерзания);
- температура окружающего воздуха;
- скорость ветра, влияющая на коэффициент теплоотдачи от поверхности тепловой изоляции к окружающему воздуху;
- внутренний диаметр и толщина стенки трубопровода;
- марка и толщина изделий «Энергофлекс».

10.9.3 *Время (в часах) до начала замерзания вещества в трубопроводе при известной* толщине теплоизоляционного слоя определяют по формуле

$$Z = \frac{1}{3,6K}\left(\frac{1}{2\pi\lambda_{из}}\ln\frac{d_{из}}{d_{тр}} + \frac{1}{\pi d_{из}\alpha_н}\right)\left[\frac{2(t_в - t_з)(v_в\rho_в c_в + v_{ст}\rho_{ст}c_{ст})}{t_в + t_з - 2t_о} + \frac{0,25v_в\rho_в r_в}{t_з - t_о}\right]; \quad (45)$$

для стального трубопровода с водой – по формуле

$$Z = \frac{2326}{K}\left(\frac{1}{2\pi\lambda_{из}}\ln\frac{d_{из}}{d_{тр}} + \frac{1}{\pi d_{из}\alpha_н}\right)\cdot\left(\frac{t_в(v_в + 0,9v_{ст})}{t_в - 2t_о} + \frac{10v_в}{t_о}\right). \quad (46)$$

10.9.4 Отношение $\frac{d_{из}}{d_{тр}}$ определяют по формуле

$$\ln\frac{d_{из}}{d_{тр}} = 2\pi\lambda_{из}\cdot\left\{\frac{3,6KZ}{\frac{2(t_в - t_з)(v_в\rho_в c_в + v_{ст}\rho_{ст}c_{ст})}{t_в + t_з - 2t_о} + \frac{0,25v_в\rho_в r_в}{t_з - t_о}} - \frac{1}{\pi d_{из}\alpha_н}\right\}; \quad (47)$$

для стального трубопровода с водой – по формуле

$$\ln\frac{d_{из}}{d_{тр}} = 2\pi\lambda_{из}\left\{\frac{3,6KZ}{2326\frac{t_в(v_в + 0,9v_{ст})}{t_в - 2t_о} + \frac{10v_в}{t_о}} - \frac{1}{\pi d_{из}\alpha_н}\right\}. \quad (48)$$

Толщину теплоизоляционного слоя определяют по 10.4.2.

10.9.5 Температуру окружающего воздуха следует принимать как среднюю наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98 в соответствии со СНиП 23-01 или по данным местной метеостанции для конкретного населенного пункта.

10.9.6 Коэффициент K, учитывающий дополнительные потери на опорах, следует принимать по таблице 15.

10.9.7 Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху рекомендуется принимать равным 29 Вт/(м^2·°С).

10.9.8 Расчетное время, в течение которого тепловая изоляция из изделий «Энергофлекс» марки «Супер» предотвращает замерзание холодной воды с начальной температурой 5 °С и 10 °С при аварийной остановке ее движения в зимнее время в трубопроводах, расположенных в регионах со средней температурой наиболее холодной пятидневки не ниже минус 30 °С, приведено в приложении Г.

При расчетах толщины теплоизоляционного слоя стальных трубопроводов с условным проходом до 150 мм на подвижных опорах коэффициент K, учитывающий дополнительные потери на опорах, принимают равным 1,2.

10.10 Определение толщины теплоизоляционного слоя для предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях воздуховодов

10.10.1 Расчет толщины теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» проводят для воздуховодов, расположенных на открытом воздухе и транспортирующих воздух с температурой выше температуры окружающей среды.

10.10.2 Температура на внутренней поверхности воздуховода должна быть выше температуры точки росы для исключения конденсации влаги из транспортируемого воздуха, определяемой по формуле (39).

10.10.3 Толщину теплоизоляционного слоя определяют:

для воздуховодов с плоскими стенками и цилиндрическсих воздуховодов диаметром 2 м и более по формуле

$$\delta_{из} = \lambda_{из}\left(R - \frac{1}{\alpha_н}\right); \qquad (49)$$

для цилиндрических воздуховодов диаметром менее 2 м по формуле

$$\delta_{из} = \frac{d_{тр}}{2}\left(\exp\left\{2\pi\lambda_{из}\left[R^{l} - \frac{1}{\alpha_н \pi\left(d_{тр} + 2\delta_{из}\right)}\right]\right\} - 1\right). \qquad (50)$$

10.10.4 Величины R и R^l в зависимости от исходных условий определяют:

для воздуховодов с плоскими стенками и цилиндрических воздуховодов диаметром 2 м и более по формуле

$$R = \frac{t_{вн} - t_о}{\alpha_в\left(t_в - t_{int}\right)}; \qquad (51)$$

для цилиндрических воздуховодов диаметром менее 2 м по формуле

$$R^{l} = \frac{t_{вн} - t_о}{\alpha_в \pi d_{тр}^{вн}\left(t_в - t_{int}\right)}. \qquad (52)$$

Коэффициент теплоотдачи от транспортируемого воздуха к внутренней поверхности изолируемого воздуховода определяют по формуле

$$\alpha_в = 0{,}018\left(\frac{\omega_в d_{экв}}{\nu_в}\right)^{0{,}8} \cdot \frac{\lambda_в}{d_{экв}}. \qquad (53)$$

10.10.5 Значения эквивалентных диаметров определяют:

- для воздуховодов с плоскими стенками и цилиндрических воздуховодов диаметром 2 м и более по формуле

$$d_{экв}^{п} = 2\frac{H \cdot B}{H + B}; \qquad (54)$$

для цилиндрических воздуховодов диаметром менее 2 м по формуле

10.10.6 Температуру окружающего воздуха следует принимать как среднюю наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98 в соответствии со СНиП 23-01 или по данным местной метеостанции для конкретного населенного пункта.

10.10.7 Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху рекомендуется принимать равным 29 Вт/(м^2·°С).

11 Общие требования к производству теплоизоляционных работ с применением изделий «Энергофлекс»

При монтаже теплоизоляционных конструкций с применением изделий «Энергофлекс» следует соблюдать следующие требования.

11.1 Теплоизоляционные работы должны выполняться в соответствии с требованиями СНиП 12-03.

11.2 При выполнении работ рекомендуется выполнять положения «Инструкции по монтажу теплоизоляционных изделий «Энергофлекс», разработанную ООО «РОЛС ИЗОМАРКЕТ», и настоящий стандарт.

11.3 Теплоизоляционные работы следует выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С. При работе на открытом воздухе в зимнее время следует устанавливать тепляки для устройства местного обогрева.

11.4 Антикоррозийное покрытие наносят на поверхность, подлежащую тепловой изоляции, в соответствии с проектной документацией до начала теплоизоляционных работ.

11.5 Поверхность, подлежащая тепловой изоляции, должна быть очищена от пыли, грязи, ржавчины, масел и т.п. Для очистки поверхности следует использовать очиститель «Энергофлекс» по ТУ 2388-062-13238275, характеристики которого приведены в подразделе 8.5.

11.6 При работе с клеем «Энергофлекс» следует соблюдать следующие условия:

- работы следует проводить в хорошо проветриваемом помещении вдали от источников огня с использованием резиновых перчаток;
- клей наносят на чистую, сухую и обезжиренную поверхность;
- клей рекомендуется использовать при температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С;
- оптимальная температура для проведения работ с клеем – + 20 °С, время высыхания клея – 24 ч;
- для разбавления загустевшего клея рекомендуется использовать очиститель «Энергофлекс»;
- при склеивании швов теплоизоляционных изделий клей «Энергофлекс» следует равномерно наносить на обе склеиваемые поверхности, которые плотно с надавливанием соединяют через 3–5 мин;
- при тепловой изоляции емкостей и оборудования клей «Энергофлекс» следует наносить на изолируемую поверхность и поверхность теплоизоляционных изделий.

11.7 Крепление изделий «Энергофлекс» и покровных материалов следует осуществлять в соответствии с проектной документацией.

11.8 Открытые торцевые поверхности теплоизоляционных изделий при тепловой изоляции воздуховодов прямоугольных сечений и низкотемпературных трубопроводов следует проклеивать армированной самоклеящейся лентой «Энергофлекс» или алюминиевой самоклеящейся лентой «Энергофлекс».

11.9 При выполнении теплоизоляционных работ не допускается деформировать или растягивать изделия «Энергофлекс». Изделия должны быть слегка сжаты, так как в процессе эксплуатации возможна тепловая усадка изделий.

11.10 Тепловую изоляцию фитингов (отводов, переходов, тройников) рекомендуется проводить дополнительными изделиями, заранее изготовленными в условиях мастерских из трубок или листов (рулонов) «Энергофлекс».

11.10 Тепловую изоляцию фитингов (отводов, переходов, тройников) рекомендуется проводить дополнительными изделиями, заранее изготовленными в условиях мастерских из трубок или листов (рулонов) «Энергофлекс».

11.11 При выполнении теплоизоляционных работ до начала монтажа трубопроводов (домонтажная тепловая изоляция) края трубопровода следует оставлять неизолированными на длину не менее 250 – 300 мм для обеспечения безопасного производства сварочных работ. При производстве сварочных работ края тепловой изоляции следует закрывать негорючим материалом.

Домонтажную тепловую изоляцию рекомендуется выполнять в мастерских или на производственных базах.

11.12 При тепловой изоляции крупноразмерных вентиляционных коробов прямоугольного сечения рекомендуется выполнять тепловую изоляцию нижней поверхности воздуховода, а затем боковые и верхнюю поверхности.

11.13 При креплении металлического покровного слоя винтами элементы покровного слоя должны иметь отверстия под крепеж.

11.14 Для придания жесткости элементам металлического покровного слоя по их кромкам выполняют зиг.

Покровный слой из алюминиевых лент или листов толщиной 0,25 – 0,3 мм применяют в виде гофрированных оболочек.

11.15 Для монтажа тепловой изоляции используют следующий набор инструментов:

- нож с лезвием длиной 10 – 15 см;
- набор пробойников;
- линейка;
- транспортир;
- циркуль;
- кронциркуль;
- кисточка с жесткой щетиной длиной 20 – 25 мм;
- шариковая ручка для разметки изоляции;
- стусло «Энергофлекс».

Приложение А
(рекомендуемое)

Рекомендуемая экономичная толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях для оборудования и трубопроводов тепловых сетей и систем отопления (в помещении и на открытом воздухе)

А.1 Толщину теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях для трубопроводов тепловых сетей и систем отопления, расположенных в помещениях, на чердаках, в подвалах, тоннелях, технических подпольях, следует определять исходя из условия обеспечения минимума эксплуатационных затрат, включающих стоимость теплоизоляционной конструкции и тепловых потерь.

А.2 Толщину теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях для промышленных трубопроводов при отсутствии требований, определяемых производственно-технологическими и технологическими нуждами, рекомендуется определять по минимальным эксплуатационным затратам.

А.3 Толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» марки «Супер» без покрытия в теплоизоляционных конструкциях для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении, приведена в таблице А.1.

А.4 Толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» марки «Супер» в теплоизоляционных конструкциях с покровным слоем из материала «Энергопак ТК» для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, приведена в таблице А.2.

А.5 Расчет толщины теплоизоляционного слоя проведен исходя из следующих условий:

1) За расчетную температуру окружающей среды принята температура:

+ 20 °С – для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении;

минус 3,1 °С – для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе, при работе в течение менее 5000 ч в год (средняя температура за период со среднесуточной температурой наружного воздуха 8°С и ниже в Москве);

+ 4,1 °С – для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе, при работе течение 5000 ч в год и более (среднегодовая температура в Москве).

2) За расчетную температуру теплоносителя для температурного режима тепловых сетей 95 °С – 70 °С в соответствии с 6.1.6 СНиП 41-03 принята температура:

+ 65 °С – для подающего трубопровода;

+ 50 °С – для обратного трубопровода.

3) Коэффициент, определяющий затраты на обслуживание и ремонт теплоизоляционной конструкции, m =0,1.

4) Срок эксплуатации τ принят равным 20 годам.

5) Стоимость изделий «Энергофлекс», покровных материалов и аксессуаров $b_{тр}$, $b_{рул}$, $b_{кл}$, $b_{л}$, $b_{покр}$ и $b_{оч}$ приняты в соответствии с прайс-листом ООО «РОЛС Изомаркет».

Коэффициент, определяющий затраты на доставку, $K_{тр}$ принят равным 0,05.

Затраты труда рабочих строителей и машинистов $T_{у}$ приняты в соответствии с ГЭСН 26-01-017.

6) Стоимость тепловой энергии b для теплоносителя с температурой ниже + 95 °С принята равной 500 руб/Гкал.

Таблица А.1

Наружный диаметр трубопровода или оборудования, мм	Число часов работы в год			
	5000 и менее		более 5000	
	Расчетная температура теплоносителя, °С, для температурного режима тепловых сетей 95—70 °С			
	50 (обратный трубопровод)	65 (прямой трубопровод)	50 (обратный трубопровод)	65 (прямой трубопровод)
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм			
15	$13^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$
18	$13^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$
22	$13^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$
25	$13^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$
28	$13^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$
30	$13^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$
35	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$
42	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}+10^{л}$
45	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}+10^{л}$
48	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}+10^{л}$
54	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}+10^{л}$
60	$20^{т}$	$20^{т}$	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+10^{л}$
64	$20^{т}$	$20^{т}$	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+10^{л}$
70	$20^{т}$	$20^{т}$	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+10^{л}$
76	$20^{т}$	$20^{т}$	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+10^{л}$
89	$20^{т}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+10^{л}$
110	$20^{т}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+10^{л}$
114	$20^{т}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+10^{л}$
133	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+13^{л}$
140	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+13^{л}$
160	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+13^{л}$	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+13^{л}$
219	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+13^{л}$
273	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+13^{л}$
325	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+13^{л}$
377	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+13^{л}$
426	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+13^{л}$
473	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+13^{л}$
530	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+13^{л}$
630	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+13^{л}$
720	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+13^{л}$
820	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+13^{л}$
920	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+13^{л}$
1020	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+13^{л}$
Более 1020	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+13^{л}$

Примечание — ^{т} – трубки; ^{л} – листы (рулоны).

Таблица А.2

Наружный диаметр трубопровода или оборудования, мм	Число часов работы в год			
	5000 и менее		более 5000	
	Расчетная температура теплоносителя, °С, для температурного режима тепловых сетей 95—70 °С			
	50 (обратный трубопровод)	65 (прямой трубопровод)	50 (обратный трубопровод)	65 (прямой трубопровод)
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм			
15	$6^{т}$	$9^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$
18	$9^{т}$	$9^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$
22	$9^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$
25	$9^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$
28	$13^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$
30	$13^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$
35	$13^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$
42	$13^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$
45	$13^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$
48	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$
54	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$
60	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$
64	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$
70	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$
76	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$
89	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$13^{т}+13^{л}$
110	$13^{т}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+13^{л}$
114	$13^{т}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+13^{л}$
133	$13^{т}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+13^{л}$
140	$13^{т}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+13^{л}$
160	$13^{т}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+13^{л}$
219	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$
273	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$
325	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$
377	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$
426	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$
473	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$
530	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$
630	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$
720	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$
820	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$
920	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$
1020	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$
Более 1020	$13^{л}+10^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$	$13^{л}+13^{л}$

Примечание — ^{т} – трубки; ^{л} – листы (рулоны).

Приложение Б
(рекомендуемое)
Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для обеспечения заданной (безопасной для человека) температуры на поверхности теплоизоляционного слоя

Б.1 Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» марки «Супер» в теплоизоляционных конструкциях без покровного слоя приведена в таблице Б.1.

Б.2 Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» марки «Супер» в теплоизоляционных конструкциях с покровным слоем из материала «Энергопак ТК» или металлических оболочек «Энергопак» приведена в в таблице Б.2.

Б.3 Толщина теплоизоляционного слоя определена при следующих расчетных условиях:

температура окружающего воздуха t_0 :

- 20 °С при расположении объектов в помещении,

- 25 °С при расположении объектов на открытом воздухе;

температура поверхности теплоизоляционной конструкции принята в соответствии с требованиями 10.5.3:

- 35 °С для объектов, расположенных в помещении,

- 55 °С для объектов, расположенных на открытом воздухе, в теплоизоляционных конструкциях с покровным слоем из материала «Энергопак ТК» или оболочек «Энергопак».

Таблица Б.1

Наружный диаметр трубопровода или оборудования, мм	Месторасположение оборудования и трубопроводов						
	В помещении						На открытом воздухе
	Температура теплоносителя, °С						
	50	60	70	80	90	95	до 95
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
15— 32	6[т]	6[т]	9[т]	13[т]	13[т]	13[т]	6[т]
35— 60	6[т]	6[т]	9[т]	13[т]	13[т]	20[т]	6[т]
64	9[т]	9[т]	9[т]	13[т]	20[т]	20[т]	9[т]
70	9[т]	9[т]	9[т]	13[т]	20[т]	20[т]	9[т]
76— 160	9[т]	9[т]	13[т]	13[т]	20[т]	20[т]	9[т]
Более 219	10[л]	10[л]	10[л]	13[л]	20[л]	20[л]	10[л]

Примечание — [т] – трубки; [л] – листы (рулоны).

Таблица Б.2

Наружный диаметр трубопровода или оборудования, мм	Месторасположение оборудования и трубопроводов									
	В помещении						На открытом воздухе			
	Температура теплоносителя, °С									
	50	60	70	80	90	95	70	80	90	95
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм									
15	$6^{т}$	$9^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$9^{т}+10^{л}$	$9^{т}+10^{л}$	$6^{т}$	$6^{т}$	$9^{т}$	$9^{т}$
18	$6^{т}$	$9^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$9^{т}+10^{л}$	$9^{т}+10^{л}$	$6^{т}$	$6^{т}$	$9^{т}$	$9^{т}$
22	$6^{т}$	$9^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$6^{т}$	$6^{т}$	$9^{т}$	$9^{т}$
25	$6^{т}$	$9^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$6^{т}$	$6^{т}$	$9^{т}$	$9^{т}$
28—35	$6^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$13^{т}+10^{л}$	$6^{т}$	$6^{т}$	$9^{т}$	$9^{т}$
42—48	$9^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$13^{т}+10^{л}$	$9^{т}$	$9^{т}$	$9^{т}$	$9^{т}$
54	$9^{т}$	$13^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+10^{л}$	$9^{т}$	$9^{т}$	$9^{т}$	$9^{т}$
60—89	$9^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+10^{л}$	$9^{т}$	$9^{т}$	$9^{т}$	$9^{т}$
108—159	$9^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$	$13^{т}+10^{л}$	$13^{т}+10^{л}$	$9^{т}$	$9^{т}$	$9^{т}$	$13^{т}$
169—219	$10^{л}$	$13^{л}$	$20^{л}$	$20^{л}$	$20^{л}+10^{л}$	$20^{л}+10^{л}$	$10^{л}$	$10^{л}$	$10^{л}$	$10^{л}$
От 273 до 1020 вкл.	$10^{л}$	$13^{л}$	$20^{л}$	$10^{л}+13^{л}$	$20^{л}+10^{л}$	$20^{л}+10^{л}$	$10^{л}$	$10^{л}$	$10^{л}$	$10^{л}$
Более 1020	$10^{л}$	$13^{л}$	$20^{л}$	$10^{л}+13^{л}$	$20^{л}+10^{л}$	$20^{л}+13^{л}$	$10^{л}$	$10^{л}$	$10^{л}$	$10^{л}$

Примечание — ^{т} – трубки; ^{л} – листы (рулоны).

Приложение В
(рекомендуемое)
Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для предотвращения конденсации влаги на поверхности теплоизоляционного слоя оборудования, трубопроводов и воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования, расположенных в помещении

В.1 Толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» для трубопроводов холодного водоснабжения, трубопроводов и оборудования систем вентиляции и кондиционирования с температурой вещества до 15 °С приведена в таблицах В.1 – В.5.

При отсутствии специальных требований по плотности теплового потока и других технологических требований приведенные в указанных таблицах толщины теплоизоляционного слоя применяют в теплоизоляционных конструкциях для холодильных систем и технологических трубопроводов с отрицательными температурами, расположенными в помещении.

В.2 Изделия «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для предотвращения конденсации влаги на поверхности теплоизоляции, рекомендуется устанавливать без покрытия.

В.3 Толщина теплоизоляционного слоя определялась при следующих исходных условиях:

- расчетная температура воздуха в помещении t_o= 20 °С;

- коэффициент теплопроводности – в соответствии с таблицей 16;

- относительная влажность воздуха 50 %, 60 %, 70 %, 80 % и 90 %.

При условиях, отличающихся от приведенных выше, толщину теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» следует определять в соответствии с рекомендациями подраздела 10.6.

В.4 Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя трубопроводов и оборудования из изделий «Энергофлекс» марки «Супер» без покрытия и покрытием «Протект» приведена в таблице В.1.

В.5 Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя в теплоизоляционных конструкциях с покровным слоем из материала «Энергопак ТК» или с применением изделий «Энергофлекс» марки «Супер» с покрытием «АЛ» приведена в таблице В.2.

В.6 Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя в теплоизоляционных конструкциях без покровного слоя или с применением изделий «Энергофлекс» марки «Блэк Стар» без покрытия приведена в таблице В.3.

В.7 Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя в теплоизоляционных конструкциях с применением изделий «Энергофлекс» марки «Блэк Стар» в исполнении «ДАКТ» без покрытия приведена в таблице В.4.

В.8 Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя в теплоизоляционных конструкциях с применением изделий «Энергофлекс» марки «Блэк Стар» в исполнении «ДАКТ» с покрытием «АЛ» для воздуховодов приведена в таблице В.5.

Таблица В.1

Наружный диаметр трубопровода или оборудования, мм	Температура теплоносителя, °С		
	≥10	5	0
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм		
Относительная влажность воздуха 50 %			
15 – 114	0	$6^{т}$	$6^{т}$
125 – 159	0	$9^{т}$	$9^{т}$
169 и более	0	$10^{л}$	$10^{л}$
Относительная влажность воздуха 60 %			
15 – 64	$6^{т}$	$6^{т}$	$6^{т}$
70 – 159	$9^{т}$	$9^{т}$	$9^{т}$
169 и более	$10^{л}$	$10^{л}$	$10^{л}$
Относительная влажность воздуха 70 %			
15 – 32	$6^{т}$	$9^{т}$	$13^{т}$
35 – 159	$9^{т}$	$9^{т}$	$13^{т}$
169 и более	$10^{л}$	$10^{л}$	$13^{л}$
Относительная влажность воздуха 80 %			
15 – 18	$9^{т}$	$13^{т}$	$6^{т}+10^{л}$
21 – 57	$9^{т}$	$13^{т}$	$20^{т}$
60 – 114	$9^{т}$	$20^{т}$	$20^{т}$
125 – 159	$9^{т}$	$20^{т}$	$9^{т}+13^{л}$
169 – 530	$10^{л}$	$20^{л}$	$13^{л}+10^{л}$
630 и более	$10^{л}$	$20^{л}$	$13^{л}+13^{л}$
Относительная влажность воздуха 90 %			
15 – 18	$9^{т}+10^{л}$	$13^{т}+13^{л}$	$13^{т}+20^{л}$
21	$9^{т}+10^{л}$	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+13^{л}$
25	$9^{т}+10^{л}$	$20^{т}+10^{л}$	$20^{т}+13^{л}$
28 – 48	$13^{т}+10^{л}$	$20^{т}+10^{л}$	$20^{т}+20^{л}$
54 – 60	$13^{т}+10^{л}$	$20^{т}+13^{л}$	$20^{т}+20^{л}$
64 – 70	$13^{т}+10^{л}$	$20^{т}+13^{л}$	$20^{т}+13^{л}+10^{л}$
76	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+20^{л}$	$20^{т}+13^{л}+10^{л}$
80 – 125	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+20^{л}$	$20^{т}+13^{л}+13^{л}$
133 – 159	$13^{т}+13^{л}$	$20^{т}+20^{л}$	$20^{т}+20^{л}+10^{л}$
169	$13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+20^{л}$	$20^{л}+20^{л}+10^{л}$
194 – 219	$20^{л}+10^{л}$	$20^{л}+20^{л}$	$20^{л}+20^{л}+10^{л}$
273	$20^{л}+10^{л}$	$20^{л}+20^{л}$	$20^{л}+20^{л}+13^{л}$
325	$20^{л}+10^{л}$	$20^{л}+20^{л}$	$20^{л}+20^{л}+20^{л}$
377 – 630	$20^{л}+10^{л}$	$20^{л}+13^{л}+10^{л}$	$20^{л}+20^{л}+20^{л}$
720 и более	$20^{л}+10^{л}$	$20^{л}+13^{л}+13^{л}$	$20^{л}+20^{л}+20^{л}$

Примечание — ^{т} – трубки; ^{л} – листы (рулоны).

Таблица В.2

Наружный диаметр трубопровода или оборудования, мм	Температура теплоносителя, °С		
	≥10	5	0
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм		
Относительная влажность воздуха 50 %			
15 – 42	0	6^{т}	6^{т}
45 – 159	0	9^{т}	9^{т}
169 и более	0	10^{л}	10^{л}
Относительная влажность воздуха 60 %			
15 – 35	6^{т}	6^{т}	9^{т}
42 – 54	9^{т}	9^{т}	9^{т}
89 – 159	9^{т}	9^{т}	13^{т}
169 – 219	10^{л}	10^{л}	10^{л}
273 и более	10^{л}	10^{л}	13^{л}
Относительная влажность воздуха 70 %			
15 – 21	6^{т}	9^{т}	13^{т}
25 – 32	6^{т}	13^{т}	13^{т}
35 – 159	9^{т}	13^{т}	20^{т}
169 и более	10^{л}	13^{л}	20^{л}
Относительная влажность воздуха 80 %			
15 – 18	13^{т}	6^{т}+10^{л}	9^{т}+10^{л}
21	13^{т}	20^{т}	20^{т}
25 – 35	13^{т}	20^{т}	13^{т}+10^{л}
42 – 89	13^{т}	20^{т}	13^{т}+13^{л}
108 – 133	13^{т}	20^{т}	20^{т}+10^{л}
140 – 159	13^{т}	13^{т}+10^{л}	20^{т}+10^{л}
169 – 219	13^{л}	13^{л}+10^{л}	20^{л}+10^{л}
273 – 473	13^{л}	13^{л}+10^{л}	20^{л}+13^{л}
530 и более	13^{л}	13^{л}+13^{л}	20^{л}+13^{л}
Относительная влажность воздуха 90 %			
15	13^{т}+10^{л}	13^{т}+20^{л}	13^{т}+13^{л}+13^{л}
18	13^{т}+13^{л}	13^{т}+20^{л}	13^{т}+20^{л}+10^{л}
21	13^{т}+13^{л}	13^{т}+20^{л}	20^{т}+13^{л}+10^{л}
25 – 28	13^{т}+13^{л}	13^{т}+20^{л}	20^{т}+13^{л}+13^{л}
32	13^{т}+13^{л}	20^{т}+20^{л}	20^{т}+13^{л}+13^{л}
35	13^{т}+13^{л}	20^{т}+20^{л}	20^{т}+20^{л}+10^{л}
42	20^{т}+10^{л}	20^{т}+20^{л}	20^{т}+13^{л}+13^{л}
45 – 48	20^{т}+10^{л}	20^{т}+20^{л}	20^{т}+13^{л}+13^{л}
54 – 60	20^{т}+10^{л}	20^{т}+13^{л}+10^{л}	20^{т}+13^{л}+13^{л}
64 – 70	20^{т}+13^{л}	20^{т}+13^{л}+10^{л}	20^{т}+20^{л}+20^{л}
76 – 89	20^{т}+13^{л}	20^{т}+13^{л}+13^{л}	20^{т}+20^{л}+20^{л}
108 – 114	20^{т}+13^{л}	20^{т}+20^{л}+10^{л}	20^{т}+20^{л}+20^{л}
133	20^{т}+13^{л}	20^{т}+20^{л}+10^{л}	–
140 – 159	20^{т}+20^{л}	20^{т}+20^{л}+10^{л}	–
169 – 219	20^{л}+20^{л}	20^{л}+20^{л}+13^{л}	
273	20^{л}+20^{л}	20^{л}+20^{л}+20^{л}	–
325 – 1020	20^{л}+20^{л}	20^{л}+20^{л}+20^{л}	–
Больше 1020	20^{л}+13^{л}+10^{л}	-	–

Примечание — ^{т} – трубки; ^{л} – листы (рулоны).

Таблица В.3

Наружный диаметр трубопровода или оборудования, мм	Температура теплоносителя, °С				
	≥10	5	0	–10	–20
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм				
Относительная влажность воздуха 50 %					
6 – 28	0	6	6	9	9
Относительная влажность воздуха 60 %					
6 – 15	6	6	6	9	–
18 – 28	6	6	9	–	–
Относительная влажность воздуха 70 %					
6 – 15	6	9	9	–	–
18 – 28	6	9	–	–	–
Относительная влажность воздуха 80 %					
6 – 28	9	–	–	–	–

Таблица В.4

Относительная влажность воздуха, %	Температура теплоносителя, °С						
	≥10	5	0	–10	–20	–30	–40
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
50	0	3	5	10	15	20	15+15
60	3	5	8	15	15+8	15+15	20+20
70	5	10	15	15+10	15+20	20+15+10	20+20+15
80	15	20	15+15	20+15+8	20+20+20	–	–
90	15+20	20+15+15	–	–	–	–	–

Таблица В.5

Относительная влажность воздуха, %	Температура теплоносителя, °С						
	≥10	5	0	–10	–20	–30	–40
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
50	0	3	8	15	20	15+15	15+20
60	3	8	15	15+8	20+15	20+20	20+20+10
70	8	15	20	15+20	20+15+15	–	–
80	20	15+15	20+20	20+20+20	–	–	–
90	20+15+15	–	–	–	–	–	–

Приложение Г
(обязательное)
Расчетное время, в течение которого тепловая изоляция из изделий «Энергофлекс» предотвращает замерзание холодной воды с начальной температурой 5 °С, 10 °С и 15 °С при аварийной остановке ее движения в трубопроводах в зимнее время

Г.1 Расчет времени до начала замерзания холодной воды в стальных трубопроводах с тепловой изоляцией из изделий «Энергофлекс» марки «Супер» при аварийной остановке ее движения в зимнее время проведен для следующих исходных условий:

- начальная температура воды в трубопроводе – 5 °С, 10 °С и 15 °С;

- температура окружающего воздуха – минус 20 и минус 30 °С.

Г.2 В качестве тепловой изоляции приняты трубки «Энергофлекс Супер» толщиной 6 – 20 мм и двухслойная тепловая изоляция с внутренним слоем из трубок толщиной 20 мм и наружным слоем из листов (рулонов) «Энергофлекс Супер».

Г.3 Время до начала замерзания воды при начальной температуре 5 °С приведено в таблице Г.1.

Г.4 Время до начала замерзания воды при начальной температуре 10 °С приведено в таблице Г.2.

Г.5 Время до начала замерзания воды при начальной температуре 15 °С приведено в таблице Г.3.

Таблица Г.1

Наружный диаметр трубопровода, мм	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
	6	9	13	20	30	33	40
	Время до начала замерзания, ч						
Температура наружного воздуха минус 20°С							
15	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	0,9	1,0
18	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	1,6	1,8
21	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,6	1,8
25	0,9	1,1	1,4	1,9	2,3	2,5	2,7
28	0,8	1,1	1,4	1,8	2,3	2,4	2,7
32	1,1	1,5	1,9	2,5	3,2	3,3	3,7
38	1,5	2,0	2,6	3,5	4,5	4,7	5,3
45	2,0	2,6	3,5	4,7	6,1	6,5	7,3
48	1,9	2,6	3,4	4,6	6,0	6,4	7,2
57	2,5	3,4	4,4	6,1	8,1	8,6	9,8
60	2,4	3,3	4,4	6,0	8,0	8,5	9,6
64	2,4	3,2	4,2	5,9	7,8	8,4	9,5
70	3,4	4,6	6,2	8,5	11,5	12,3	14,0
76	3,2	4,4	5,9	8,3	11,1	11,9	13,6

Окончание таблицы Г.1

Наружный диаметр трубопровода, мм	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
	6	9	13	20	30	33	40
	Время до начала замерзания, ч						
89	4,1	5,7	7,6	10,7	14,6	15,7	18,0
108	5,3	7,4	9,9	14,0	19,3	20,8	24,0
114	5,2	7,1	9,6	13,7	18,9	20,3	23,5
133	6,8	9,4	12,7	18,2	25,2	27,2	31,6
140	6,6	9,1	12,4	17,7	24,6	26,6	30,9
159	8,2	11,4	15,5	22,3	31,1	33,6	39,2
Температура наружного воздуха минус 30 °С							
15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7
18	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,1	1,2
21	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2
25	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	1,7	1,8
28	0,6	0,7	0,9	1,2	1,6	1,6	1,8
32	0,7	1,0	1,3	1,7	2,1	2,3	2,5
38	1,0	1,3	1,7	2,3	3,0	3,2	3,6
45	1,3	1,8	2,3	3,1	4,1	4,3	4,9
48	1,3	1,7	2,3	3,1	4,0	4,3	4,8
57	1,7	2,3	3,0	4,1	5,4	5,8	6,6
60	1,6	2,2	2,9	4,0	5,4	5,7	6,5
64	1,6	2,2	2,9	3,9	5,3	5,6	6,4
70	2,3	3,1	4,1	5,7	7,7	8,2	9,4
76	2,2	3,0	4,0	5,6	7,5	8,0	9,2
89	2,8	3,8	5,1	7,2	9,8	10,5	12,1
108	3,6	4,9	6,7	9,4	13,0	13,9	16,1
114	3,5	4,8	6,5	9,2	12,7	13,6	15,8
133	4,6	6,3	8,5	12,2	16,9	18,3	21,2
140	4,4	6,1	8,3	11,9	16,6	17,9	20,8
159	5,5	7,7	10,4	15,0	20,9	22,6	26,4

Таблица Г.2

Наружный диаметр трубопровода, мм	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
	6	9	13	20	30	33	40
	Время до начала замерзания, ч						
Температура наружного воздуха минус 20 °С							
15	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,1	1,2
18	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	1,9	2,0
21	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	1,9	2,1
25	1,0	1,3	1,7	2,2	2,7	2,8	3,1
28	1,0	1,3	1,7	2,2	2,8	2,9	3,2
32	1,3	1,7	2,2	2,9	3,7	3,9	4,3
38	1,7	2,3	3,0	4,0	5,1	5,4	6,0
45	2,2	3,0	3,9	5,3	6,9	7,3	8,2
48	2,2	2,9	3,8	5,2	6,8	7,3	8,2
57	2,8	3,8	5,0	6,9	9,1	9,7	11,0
60	2,8	3,8	5,0	6,8	9,1	9,7	11,0
64	2,7	3,7	4,9	6,8	9,1	9,7	11,0
70	3,8	5,2	6,9	9,5	12,8	13,6	15,6
76	3,7	5,1	6,7	9,4	12,6	13,5	15,5
89	4,7	6,4	8,6	12,0	16,4	17,6	20,2
108	6,0	8,2	11,1	15,6	21,5	23,1	26,7
114	5,9	8,1	10,9	15,4	21,3	22,9	26,5
133	7,6	10,5	14,1	20,2	28,0	30,2	35,1
140	7,4	10,3	13,9	19,9	27,7	29,9	34,7
159	9,1	12,7	17,2	24,7	34,6	37,3	43,5
Температура наружного воздуха минус 30 °С							
15	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8
18	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4
21	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,3	1,5
25	0,7	0,9	1,1	1,5	1,8	1,9	2,1
28	0,7	0,9	1,1	1,5	1,9	2,0	2,2
32	0,9	1,2	1,5	2,0	2,5	2,7	3,0
38	1,2	1,6	2,0	2,7	3,5	3,7	4,1
45	1,5	2,0	2,7	3,6	4,7	5,0	5,6
48	1,5	2,0	2,6	3,6	4,7	5,0	5,6
57	1,9	2,6	3,4	4,7	6,2	6,6	7,5
60	1,9	2,6	3,4	4,7	6,2	6,6	7,5
64	1,9	2,6	3,4	4,7	6,2	6,6	7,6
70	2,6	3,5	4,7	6,5	8,7	9,3	10,6
76	2,5	3,5	4,6	6,4	8,6	9,2	10,6
89	3,2	4,4	5,9	8,2	11,2	12,0	13,8
108	4,1	5,6	7,5	10,7	14,7	15,8	18,2
114	4,0	5,5	7,4	10,5	14,5	15,6	18,1
133	5,1	7,1	9,6	13,8	19,1	20,6	23,9
140	5,1	7,0	9,5	13,6	18,9	20,4	23,7
159	6,2	8,6	11,7	16,8	23,5	25,4	29,7

Таблица Г.3

Наружный диаметр трубопровода, мм	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
	6	9	13	20	30	33	40
	Время до начала замерзания, ч						
Температура наружного воздуха минус 20 °С							
15	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,2	1,3
18	0,8	1,0	1,3	1,6	1,9	2,0	2,2
21	0,8	1,0	1,3	1,7	2,1	2,2	2,4
25	1,1	1,4	1,8	2,4	3,0	3,1	3,4
28	1,1	1,5	1,9	2,4	3,1	3,2	3,6
32	1,4	1,9	2,4	3,2	4,0	4,3	4,7
38	1,9	2,5	3,2	4,3	5,5	5,9	6,5
45	2,4	3,2	4,2	5,7	7,4	7,8	8,8
48	2,4	3,2	4,2	5,7	7,4	7,9	8,9
57	3,0	4,1	5,4	7,4	9,8	10,5	11,9
60	3,0	4,1	5,4	7,4	9,9	10,5	12,0
64	3,0	4,1	5,4	7,5	10,0	10,6	12,1
70	4,1	5,5	7,3	10,2	13,7	14,6	16,6
76	4,0	5,5	7,3	10,1	13,7	14,6	16,7
89	5,0	6,9	9,2	12,9	17,6	18,9	21,7
108	6,4	8,8	11,8	16,7	23,0	24,7	28,5
114	6,3	8,7	11,8	16,7	22,9	24,7	28,5
133	8,1	11,2	15,1	21,5	29,9	32,2	37,4
140	8,0	11,1	15,0	21,4	29,8	32,1	37,3
159	9,8	13,5	18,4	26,4	36,8	39,8	46,4
Температура наружного воздуха минус 30 °С							
15	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9
18	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	1,4	1,5
21	0,6	0,7	0,9	1,2	1,4	1,5	1,7
25	0,8	1,0	1,3	1,6	2,1	2,2	2,4
28	0,8	1,0	1,3	1,7	2,1	2,3	2,5
32	1,0	1,3	1,7	2,2	2,8	3,0	3,3
38	1,3	1,7	2,2	3,0	3,8	4,1	4,6
45	1,7	2,2	2,9	3,9	5,1	5,4	6,1
48	1,7	2,2	2,9	3,9	5,2	5,5	6,2
57	2,1	2,9	3,8	5,2	6,8	7,3	8,2
60	2,1	2,9	3,8	5,2	6,9	7,3	8,3
64	2,1	2,9	3,8	5,2	7,0	7,4	8,4
70	2,8	3,8	5,1	7,0	9,5	10,1	11,5
76	2,8	3,8	5,1	7,1	9,5	10,2	11,6
89	3,5	4,8	6,4	9,0	12,2	13,1	15,0
108	4,4	6,1	8,2	11,6	15,9	17,1	19,8
114	4,4	6,1	8,2	11,6	15,9	17,1	19,8
133	5,6	7,7	10,5	14,9	20,7	22,3	25,9
140	5,5	7,7	10,4	14,8	20,6	22,3	25,9
159	6,8	9,4	12,7	18,2	25,5	27,5	32,1

Приложение Д
(справочное)

Примеры расчета толщины теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях

Д.1 Пример расчета толщины теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» в теплоизоляционных конструкциях, предназначенных для предотвращения конденсации влаги на поверхности теплоизоляции

Пример 1. Определить толщину теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» для трубопроводов наружным диаметром 89 мм с температурой транспортируемого вещества 0 °С, расположенного в помещении с температурой 20 °С и относительной влажностью воздуха 60 %.

Рекомендуемая конструкция: С теплоизоляционным слоем из трубок «Энергофлекс Супер» без покрытия с проклейкой швов изделия клеем «Энергофлекс» и лентой армированной самоклеящейся «Энергофлекс»

Исходные данные:

а) расчетный коэффициент теплоотдачи от поверхности теплоизоляционного слоя к окружающему воздуху в соответствии с 10.6.3 – 7 Вт/(м^2·°С);

б) расчетный перепад температур по таблице 17 – $(t_о - t_п)$=7,8 °С;

в) расчетный коэффициент теплопроводности по таблице 16 – $\lambda_{из}$= 0,036 Вт/(м·°С) при средней температуре теплоизоляционного слоя ≈ 6 °С:

$$t_в = 0\ °С; \quad t_п = 12{,}2\ °С; \quad \Delta t = 12{,}2\ °С; \quad t_{ср} = t_в + \frac{\Delta t}{2} = 0 + 6{,}1 = 6{,}1\ °С.$$

Расчет толщины теплоизоляционного слоя

Расчет выполняют по формуле (38)

$$\frac{d_{из}}{d_{тр}} \ln \frac{d_{из}}{d_{тр}} = \frac{2\lambda_{из}}{\alpha_н d_{тр}} \left(\frac{t_о - t_в}{t_о - t_п} - 1 \right) = \frac{2 \cdot 0{,}036}{7 \cdot 0{,}089} \left(\frac{20 - 0}{7{,}8} - 1 \right) = 0{,}18 .$$

По значению функции $x\ln x$, приведенной в приложении Е, определяют значение отношения $\frac{d_{из}}{d_{тр}} = 1{,}17$.

По формуле (34) определяют расчетную толщину теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» марки «Супер»:

$$\delta_{из} = \frac{d_{тр}}{2} \left(\frac{d_{из}}{d_{тр}} - 1 \right) = \frac{0{,}89}{2} (1{,}17 - 1) = 0{,}008\ м.$$

Ближайшая к расчетной толщина трубок «Энергофлекс Супер» по таблице 4 – 9 мм.

Принятая конструкция: С теплоизоляционным слоем из трубок «Энергофлекс Супер» 89/9-2, предназначенная для трубопровода диаметром 89 мм.

Пример 2. Определить толщину теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» для вентиляционных коробов прямоугольного сечения с температурой воздуха минус 20 °С. Короб проходит в вентиляционной камере с температурой 4 °С и относительной влажностью воздуха 60 %.

Рекомендуемая конструкция: С теплоизоляционным слоем из листов (рулонов) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт» без покрытия с проклейкой швов армированной самоклеящейся лентой «Энергофлекс»

Исходные данные:

а) расчетный коэффициент теплоотдачи от поверхности теплоизоляционного слоя к окружающему воздуху в соответствии с 10.6.3 – 7 Вт/(м^2·°С);

б) расчетный перепад температур по таблице 17 – $(t_о - t_п) = 6,5$ °С;

в) расчетный коэффициент теплопроводности по таблице 16 – $\lambda_{из} = 0,038$ Вт/(м·°С) при средней температуре теплоизоляционного слоя ниже 0 °С.

Расчет толщины теплоизоляционного слоя

Расчет проводят по формуле (37)

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}}{\alpha_н}\left(\frac{t_о - t_в}{t_о - t_п} - 1\right) = \frac{0,038}{7}\left(\frac{4-(-20)}{6,5} - 1\right) = 0,015 \text{ м}.$$

Принятая конструкция: С теплоизоляционным слоем из листов (рулонов) «Энергофлекс Блэк Стар Дакт» 15/1,2-20, предназначенная для вентиляционного короба.

Д.2 Пример расчета толщины теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» по заданной температуре на поверхности теплоизоляции

Пример 1. Определить толщину теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» для трубопровода горячего водоснабжения наружным диаметром 76 мм с температурой воды 75 °С, расположенного в помещении с температурой 5 °С.

Рекомендуемая конструкция: С теплоизоляционным слоем из трубок «Энергофлекс марки «Супер» без покрытия с проклейкой швов изделия клеем «Энергофлекс» и армированной самоклеящейся лентой «Энергофлекс».

Исходные данные:

а) температура на поверхности теплоизоляции для трубопроводов горячего водоснабжения, расположенных в рабочей или обслуживаемой зоне помещений, в соответствии с 10.5.3 – $t_п = 35$ °С;

б) расчетный коэффициент теплопроводности изделий «Энергофлекс» марки «Супер» в соответствии с таблицей 6:

$\lambda_{из} = 0,035 + 0,0002 \cdot t_{ср}$, где $t_{ср}$ – средняя температура теплоизоляционного слоя, °С.

Расчетный коэффициент теплопроводности равен

$\lambda_{из} = 0,035 + 0,0002\dfrac{75+35}{2} = 0,046$ Вт/(м·°С) при температуре на изолируемой поверхности 35 °С ;

в) расчетный коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху в соответствии с 10.5.5: $\alpha_н = 10$ Вт/(м^2·°С).

Расчет толщины теплоизоляционного слоя

Расчет проводят по методике, приведенной в подразделе 10.5.

Для цилиндрической поверхности диаметром менее 2 м расчет проводят по формуле (38)

$$\frac{d_{из}}{d_{тр}}\ln\frac{d_{из}}{d_{тр}} = \frac{2\lambda_{из}(t_в - t_п)}{\alpha_н d_{тр}(t_п - t_о)} = \frac{2 \cdot 0,046 \cdot (75-35)}{10 \cdot 0,076 \cdot (35-5)} = 0,1614.$$

По значениям функции $x\ln x$, приведенным в приложении Е, определяют значение отношения $\frac{d_{из}}{d_{тр}} = 1{,}151$.

Толщину теплоизоляционного слоя $\delta_{из}$ определяют по формуле (34)

$$\delta_{из} = \frac{d_{тр}}{2}\left(\frac{d_{из}}{d_{тр}} - 1\right) = \frac{0{,}76}{2}(1{,}151 - 1) = 0{,}006 \text{ м}.$$

Расчетная толщина тепловой изоляции из трубок «Энергофлекс Супер» – 6 мм.

Принятая конструкция: С теплоизоляционным слоем из трубок «Энергофлекс Супер» 76/9-2 (толщина трубок, ближайшая к расчетному значению), предназначенная для трубопровода горячего водоснабжения.

Пример 2. Определить толщину теплоизоляционного слоя из изделий «Энергофлекс» для аппарата диаметром 2200 мм с температурой поверхности 75 °С, расположенного в помещении с температурой 20 °С.

Рекомендуемая конструкция: С теплоизоляционным слоем из листов (рулонов) «Энергофлекс Супер» без покрытия с приклейкой изделий к поверхности аппарата клеем «Энергофлекс» и проклейкой швов армированной самоклеящейся лентой «Энергофлекс».

Исходные данные:

а) температура на поверхности теплоизоляции из изделий «Энергофлекс» в соответствии с 10.5.3 для изолируемых поверхностей, расположенных в рабочей или обслуживаемой зоне помещений, – $t_п = 35°С$;

б) расчетный коэффициент теплопроводности изделий «Энергофлекс» марки «Супер» в соответствии с таблицей 6

$\lambda_{из} = 0{,}035 + 0{,}0002 \cdot t_{ср}$, где $t_{ср}$ – средняя температура теплоизоляционного слоя, °С.

При температуре на поверхности теплоизоляции 35 °С расчетный коэффициент теплопроводности равен $\lambda_{из} = 0{,}035 + 0{,}0002\frac{75+35}{2} = 0{,}046$ Вт/(м·°С).

в) расчетный коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху в соответствии с 10.5.5 – $\alpha_н = 10$ Вт/(м^2·°С).

Расчет толщины теплоизоляционного слоя

Расчет проводят по методике, приведенной в подразделе 10.5.

Для цилиндрической поверхности диаметром более 2 м расчет проводят по формуле (35)

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}(t_в - t_п)}{\alpha_н(t_п - t_о)} = \frac{0{,}046(75-35)}{10(35-20)} = 0{,}0123 \text{ м}.$$

Расчетная толщина теплоизоляции из листов (рулонов) «Энергофлекс Супер» – 12,3 мм.

Принятая конструкция: С теплоизоляционным слоем из листов (рулонов) «Энергофлекс» 13/1-14, предназначенная для аппарата диаметром 2200 мм.

Приложение Е
(справочное)

Значения функции $x\ln x$ (в пределах x=1÷4,5)

Таблица Е.1 – Значения функции $x\ln x^*$ (в пределах x=1÷4,5)

x	$x\ln x$	x	$x\ln x$	x	$x\ln x$	x	$x\ln x$
1,000	0,0000	1,185	0,2011	1,45	0,5388	1,80	1,0580
1,005	0,0050	1,190	0,2070	1,46	0,5525	1,81	1,0739
1,010	0,0100	1,195	0,2129	1,47	0,5663	1,82	1,0899
1,015	0,0151	1,200	0,2188	1,48	0,5802	1,83	1,1059
1,020	0,0202	1,205	0,2247	1,49	0,5942	1,84	1,1220
1,025	0,0253	1,210	0,2307	1,50	0,6082	1,85	1,1381
1,030	0,0304	1,215	0,2366	1,51	0,6223	1,86	1,1543
1,035	0,0356	1,220	0,2426	1,52	0,6364	1,87	1,1705
1,040	0,0408	1,225	0,2486	1,53	0,6507	1,88	1,1868
1,045	0,0460	1,230	0,2546	1,54	0,6649	1,89	1,2031
1,050	0,0512	1,235	0,2607	1,55	0,6793	1,90	1,2195
1,550	0,6793	1,240	0,2667	1,56	0,6937	1,91	1,2360
1,060	0,0618	1,245	0,2728	1,57	0,7082	1,92	1,2525
1,065	0,0671	1,250	0,2789	1,58	0,7227	1,93	1,2690
1,070	0,0724	1,255	0,2851	1,59	0,7373	1,94	1,2856
1,075	0,0777	1,260	0,2912	1,60	0,7520	1,95	1,3023
1,080	0,0831	1,265	0,2974	1,61	0,7667	1,96	1,3190
1,850	1,1381	1,270	0,3036	1,62	0,7815	1,97	1,3357
1,090	0,0939	1,280	0,3160	1,63	0,7964	1,98	1,3525
1,095	0,0994	1,285	0,3222	1,64	0,8113	1,99	1,3694
1,100	0,1048	1,290	0,3285	1,65	0,8263	2,00	1,3863
1,105	0,1103	1,295	0,3348	1,66	0,8413	2,01	1,4033
1,110	0,1158	1,30	0,3411	1,67	0,8564	2,02	1,4203
1,115	0,1214	1,31	0,3537	1,68	0,8716	2,03	1,4373
1,120	0,1269	1,32	0,3665	1,69	0,8868	2,04	1,4544
1,125	0,1325	1,33	0,3793	1,70	0,9021	2,04	1,4544
1,130	0,1381	1,34	0,3922	1,71	0,9174	2,06	1,4888
1,135	0,1437	1,35	0,4051	1,72	0,9328	1,07	0,0724
1,140	0,1494	1,36	0,4182	1,73	0,9483	2,08	1,5233
1,145	0,1550	1,37	0,4313	1,74	0,9638	2,09	1,5407
1,150	0,1607	1,38	0,4445	1,75	0,9793	2,10	1,5581
1,155	0,1664	1,39	0,4577	1,76	0,9950	2,11	1,5755
1,160	0,1722	1,40	0,4711	1,77	1,0106	2,12	1,5930
1,165	0,1779	1,41	0,4845	1,78	1,0264	2,13	1,6105
1,170	0,1837	1,42	0,4979	1,79	1,0422	2,14	1,6281

* $x = \frac{d_{из}}{d_{тр}}$.

Продолжение таблицы Е.1

x	*x*ln*x*	*x*	*x*ln*x*	*x*	*x*ln*x*	*x*	*x*ln*x*
1,175	0,1895	1,43	0,5115	1,78	1,0264	2,15	1,6458
1,180	0,1953	1,44	0,5251	1,79	1,0422	2,16	1,6634
2,17	1,6812	2,54	2,3677	3,01	3,3168	3,38	4,1164
2,18	1,6989	2,55	2,3870	3,02	3,3379	3,39	4,1386
2,19	1,7167	2,56	2,4064	3,03	3,3589	3,4	4,1608
2,20	1,7346	2,57	2,4258	3,04	3,3800	3,41	4,1831
2,21	1,7525	2,58	2,4453	3,05	3,4012	3,42	4,2054
2,22	1,7705	2,59	2,4648	3,06	3,4223	3,43	4,2277
2,23	1,7885	2,6	2,4843	3,07	3,4436	3,44	4,2500
2,24	1,8065	2,61	2,5039	3,08	3,4648	3,45	4,2724
2,25	1,8246	2,62	2,5235	3,09	3,4860	3,46	4,2948
2,26	1,8427	2,63	2,5432	3,1	3,5073	3,47	4,3172
2,27	1,8609	2,64	2,5629	3,11	3,5287	3,48	4,3397
2,28	1,8791	2,65	2,5826	3,12	3,5500	3,49	4,3622
2,29	1,8974	2,66	2,6023	3,13	3,5714	3,5	4,3847
2,30	1,9157	2,67	2,6221	3,14	3,5929	3,51	4,4072
2,31	1,9340	2,68	2,6420	3,15	3,6143	3,52	4,4298
2,32	1,9524	2,69	2,6619	3,16	3,6358	3,53	4,4524
2,33	1,9709	2,7	2,6818	3,17	3,6573	3,54	4,4750
2,34	1,9894	2,71	2,7017	3,18	3,6789	3,55	4,4977
2,35	2,0079	2,72	2,7217	3,19	3,7005	3,56	4,5203
0,36	-0,3678	2,73	2,7417	3,2	3,7221	3,57	4,5431
2,37	2,0450	2,74	2,7618	3,21	3,7437	3,58	4,5658
2,38	2,0637	2,75	2,7819	3,22	3,7654	3,59	4,5886
2,39	2,0824	2,76	2,8020	3,23	3,7871	3,6	4,6114
2,40	2,1011	2,77	2,8222	3,24	3,8089	3,61	4,6342
2,41	2,1199	2,78	2,8424	3,25	3,8306	3,62	4,6570
2,42	2,1387	2,79	2,8627	3,26	3,8524	3,63	4,6799
2,43	2,1576	2,8	2,8829	3,27	3,8743	3,64	4,7028
2,44	2,1765	2,81	2,9032	3,28	3,8961	3,65	4,7258
2,45	2,1954	2,82	2,9236	3,29	3,9180	3,66	4,7487
2,46	2,2144	2,83	2,9440	3,3	3,9399	3,67	4,7717
2,47	2,2334	2,84	2,9644	3,31	3,9619	3,68	4,7947
2,48	2,2525	2,85	2,9849	3,32	3,9839	3,69	4,8178
2,49	2,2716	2,86	3,0053	3,33	4,0059	3,7	4,8408
2,50	2,2907	2,87	3,0259	3,34	4,0279	3,71	4,8639
2,51	2,3099	2,88	3,0464	3,35	4,0500	3,72	4,8871
2,52	2,3291	2,89	3,0670	3,36	4,0721	3,73	4,9102
2,53	2,3484	3	3,2958	3,37	4,0943	3,74	4,9334

Продолжение таблицы Е.1

x	$x\ln x$	x	$x\ln x$	x	$x\ln x$	x	$x\ln x$
2,17	1,6812	2,54	2,3677	3,01	3,3168	3,38	4,1164
2,18	1,6989	2,55	2,3870	3,02	3,3379	3,39	4,1386
2,19	1,7167	2,56	2,4064	3,03	3,3589	3,4	4,1608
2,20	1,7346	2,57	2,4258	3,04	3,3800	3,41	4,1831
2,21	1,7525	2,58	2,4453	3,05	3,4012	3,42	4,2054
2,22	1,7705	2,59	2,4648	3,06	3,4223	3,43	4,2277
2,23	1,7885	2,6	2,4843	3,07	3,4436	3,44	4,2500
2,24	1,8065	2,61	2,5039	3,08	3,4648	3,45	4,2724
2,25	1,8246	2,62	2,5235	3,09	3,4860	3,46	4,2948
2,26	1,8427	2,63	2,5432	3,1	3,5073	3,47	4,3172
2,27	1,8609	2,64	2,5629	3,11	3,5287	3,48	4,3397
2,28	1,8791	2,65	2,5826	3,12	3,5500	3,49	4,3622
2,29	1,8974	2,66	2,6023	3,13	3,5714	3,5	4,3847
2,30	1,9157	2,67	2,6221	3,14	3,5929	3,51	4,4072
2,31	1,9340	2,68	2,6420	3,15	3,6143	3,52	4,4298
2,32	1,9524	2,69	2,6619	3,16	3,6358	3,53	4,4524
2,33	1,9709	2,7	2,6818	3,17	3,6573	3,54	4,4750
2,34	1,9894	2,71	2,7017	3,18	3,6789	3,55	4,4977
2,35	2,0079	2,72	2,7217	3,19	3,7005	3,56	4,5203
0,36	-0,3678	2,73	2,7417	3,2	3,7221	3,57	4,5431
2,37	2,0450	2,74	2,7618	3,21	3,7437	3,58	4,5658
2,38	2,0637	2,75	2,7819	3,22	3,7654	3,59	4,5886
2,39	2,0824	2,76	2,8020	3,23	3,7871	3,6	4,6114
2,40	2,1011	2,77	2,8222	3,24	3,8089	3,61	4,6342
2,41	2,1199	2,78	2,8424	3,25	3,8306	3,62	4,6570
2,42	2,1387	2,79	2,8627	3,26	3,8524	3,63	4,6799
2,43	2,1576	2,8	2,8829	3,27	3,8743	3,64	4,7028
2,44	2,1765	2,81	2,9032	3,28	3,8961	3,65	4,7258
2,45	2,1954	2,82	2,9236	3,29	3,9180	3,66	4,7487
2,46	2,2144	2,83	2,9440	3,3	3,9399	3,67	4,7717
2,47	2,2334	2,84	2,9644	3,31	3,9619	3,68	4,7947
2,48	2,2525	2,85	2,9849	3,32	3,9839	3,69	4,8178
2,49	2,2716	2,86	3,0053	3,33	4,0059	3,7	4,8408
2,50	2,2907	2,87	3,0259	3,34	4,0279	3,71	4,8639
2,51	2,3099	2,88	3,0464	3,35	4,0500	3,72	4,8871
2,52	2,3291	2,89	3,0670	3,36	4,0721	3,73	4,9102
2,53	2,3484	3	3,2958	3,37	4,0943	3,74	4,9334

Окончание таблицы Е.1

x	*x*ln*x*	*x*	*x*ln*x*	*x*	*x*ln*x*	*x*	*x*ln*x*
3,75	4,9566	4,12	5,8333	4,49	6,7433	4,86	7,6838
3,76	4,9798	4,43	6,5936	4,5	6,7683	4,87	7,7097
3,77	5,0031	4,14	5,8817	4,51	6,7934	4,88	7,7355
3,78	5,0264	1,15	0,1607	4,52	6,8185	4,89	7,7614
3,79	5,0497	4,16	5,9301	4,53	6,8436	4,9	7,7873
3,8	5,0730	4,17	5,9544	4,54	6,8687	4,91	7,8132
3,81	5,0964	4,18	5,9787	4,55	6,8938	4,92	7,8391
3,82	5,1198	4,19	6,0030	4,56	6,9190	4,93	7,8650
3,83	5,1432	4,2	6,0274	4,57	6,9442	4,94	7,8910
3,84	5,1666	4,21	6,0517	4,58	6,9694	4,95	7,9170
3,85	5,1901	4,22	6,0761	4,59	6,9946	4,96	7,9430
3,86	5,2136	4,23	6,1005	4,6	7,0199	4,97	7,9690
3,87	5,2371	4,24	6,1249	4,61	7,0451	4,98	7,9950
3,88	5,2606	4,25	6,1494	4,62	7,0704	4,99	8,0211
3,89	5,2842	4,26	6,1739	4,63	7,0957	5	8,0472
3,9	5,3078	4,27	6,1984	4,64	7,1211	–	–
3,91	5,3314	4,28	6,2229	4,65	7,1464	–	–
3,92	5,3551	4,29	6,2475	4,66	7,1718	–	–
3,93	5,3788	4,3	6,2720	4,67	7,1972	–	–
3,94	5,4025	4,31	6,2966	4,68	7,2226	–	–
3,95	5,4262	4,32	6,3213	4,69	7,2481	–	–
3,96	5,4499	4,33	6,3459	4,7	7,2735	–	–
3,97	5,4737	4,34	6,3706	4,71	7,2990	–	–
3,98	5,4975	4,35	6,3953	4,72	7,3245	–	–
3,99	5,5213	4,36	6,4200	4,73	7,3501	–	–
4	5,5452	4,37	6,4447	4,74	7,3756	–	–
4,01	5,5691	4,38	6,4695	4,75	7,4012	–	–
4,02	5,5930	4,39	6,4943	4,76	7,4268	–	–
4,03	5,6169	4,4	6,5191	4,77	7,4524	–	–
4,04	5,6408	4,41	6,5439	4,78	7,4780	–	–
4,05	5,6648	4,42	6,5687	4,79	7,5037	–	–
4,06	5,6888	4,43	6,5936	4,8	7,5294	–	–
4,07	5,7128	4,44	6,6185	4,81	7,5551	–	–
4,08	5,7369	4,45	6,6434	4,82	7,5808	–	–
4,09	5,7609	4,46	6,6684	4,83	7,6065	–	–
4,1	5,7850	4,47	6,6933	4,84	7,6323	–	–
4,11	5,8092	4,48	6,7183	4,85	7,6580	–	–

Библиография

[1] Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ, статья 17

[2] ГОСТ Р 1.4–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»

[3] Заключение ГУП «НИИМосстрой» по измерению паропроницаемости пенополиэтилена «Энергофлекс» различных марок от 22.01.04 № 2-07/35

[4] Отчет ГУП «НИИМосстрой» о научно-исследовательской работе «Проведение исследований пенополиэтилена «Энергофлекс». Этап 2. Методические исследования долговечности пенополиэтилена (с прогнозной оценкой срока службы теплоизоляции теплопроводов из пенополиэтилена «Энергофлекс») от 2002 г.

УДК [69+998.8] (083.74) ОКС 91.120.10 ОКП 57 6860

Ключевые слова: теплоизоляционные конструкции, теплоизоляционные изделия «Энергофлекс», проектирование, монтаж, примеры расчетов толщины теплоизоляционного слоя

Тираж 1000 экз. Заказ № 606.

Отпечатано в ОАО «ЦПП»

gost.e-ecolog.ru