МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

129337, Россия, Москва, Ярославское ш., д. 26, тел. (495) 781-80-07, факс (499) 183-44-38

УТВЕРЖДАЮ
Проректор НИУ МГСУ
_____ **М.Е. Лейбман**
«___» _____ 2019 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЕНОПОЛИЭТИЛЕНА ТОРГОВОЙ МАРКИ «ENERGOFLEX SUPER» ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

Шифр х/д: К.430-19 от 28.05.2019 г.

Арх. №: 10254/К. 430-19

Руководитель работ по договору:
доцент кафедры СМиМ,
к.т.н., доц. А.Д. Жуков

Зав. кафедрой СМиМ, к.т.н., доц. В.С. Семенов

МОСКВА 2019

Подготовка к заключению договоров на разработку проектной документации и выполнение инженерных изысканий от имени НИУ МГСУ осуществляется только Научно-техническим управлением
тел.: +7 (495) 739-03-14; e-mail: ntuinfo@mgsu.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Московский государственный строительный университет является одним из крупнейших центров развития строительной науки и образования в Российской Федерации. Научно-исследовательская и научно-производственная работа в Университете охватывает широкий спектр приоритетных направлений строительной отрасли.

В 2010 г. МГСУ была присвоена категория “Национальный исследовательский университет” (НИУ).

В научно-производственную деятельность Университета вовлечено более 30 научных подразделений - научно-исследовательские институты, научно-образовательные центры и лаборатории, действует головной региональный центр коллективного пользования научным оборудованием и установками и более 1200 специалистов (в том числе доктора наук, кандидаты наук и аспиранты).

Документы на осуществление деятельности:

1. Выписки из реестра членов саморегулируемой организации:
   - в области строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства
   - в области инженерных изысканий
   - в области архитектурно-строительного проектирования
2. Аттестаты аккредитации на исследования и на испытания.
3. Лицензия на осуществление деятельности по сохранению объектов культурного наследия

Направления научно-производственной деятельности НИУ МГСУ:

1. Научно-техническое сопровождение проектно-изыскательских работ и строительства.
2. Строительные материалы и технологии
3. Нанотехнологии в строительстве
4. Компьютерное моделирование в строительстве
5. Интеллектуальные системы в строительстве
6. Безопасность в строительстве (в т.ч. пожарная, производственная и сейсмическая и экологическая)
7. Мониторинг за состоянием зданий и сооружений
8. Строительная аэродинамика и аэроакустика
9. Водоснабжение и водоотведение
10. Механика грунтов, оснований и фундаментов. Геотехника
11. Гидротехнические сооружения, включая расположенные на шельфе морей
12. Исследование и проектирование строительных конструкций
13. Энергоэффективность и энергоресурсосбережение в строительстве
14. Судебно-техническая, негосударственная экспертиза и инжиниринг
15. Архитектура и градорегулирование
16. Механизация и автоматизация предприятий стройиндустрии
17. Энергетическое и специальное строительство
18. Управление недвижимостью и ЖКХ
19. Теплогазоснабжение и вентиляция

Контактная информация

Проректор НИУ МГСУ
М.Е.Лейбман…….....8 (495) 739-03-14
Научно-техническое управление НИУ МГСУ…….……8 (495) 739-03-14
Кафедра «Строительные материалы и материаловедение» ……...8 (499) 183-32-29

Введение

Настоящие рекомендации разработаны с учетом современных тенденций в проектировании промышленной тепловой изоляции и рекомендаций международных организаций по стандартизации и нормированию.

Рекомендации содержат требования к теплоизоляционным материалам, изделиям и конструкциям, правила проектирования тепловой изоляции, нормы плотности теплового потока с изолируемых поверхностей оборудования и трубопроводов при их расположении в помещении. В документе приведены методы расчета толщины тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, расчетные характеристики теплоизоляционных материалов.

Рекомендации выполнены авторским коллективом в составе: канд. техн. наук В.С. Семенов, канд. техн. наук А.Д. Жуков, канд. техн. наук Е.А. Шокодько, канд. техн. наук А.С. Пилипенко.

В работе принимали участие: доктор техн. наук Е.В. Ткач, канд. техн. наук Л.С. Григорьева, канд. техн. наук Б.А. Ефимов, канд. техн. наук М.Б. Каддо, канд. техн. наук О.Б. Ляпидевская, канд. техн. наук Н.А. Сканави, канд. техн. наук И.В. Степина.

1 Область применения

Настоящие рекомендации распространяются на конструкции тепловой изоляции трубопроводов с применением теплоизоляционных пенополиэтиленовых изделий «Energoflex Super ГОСТ Р 56729-2015 (EN 14313:2009).

Системные решения предполагают изоляцию поверхностей с температурой изолируемой поверхности от +50 °С до +95 °С, расположенных в помещениях категории В, Г, Д. Рекомендации устанавливают требования к элементам конструкций, их проектированию и выполнению работ по монтажу.

2 Нормативные ссылки

Нормативные документы, на которые в тексте настоящих рекомендаций имеются ссылки, приведены в приложении А.

При пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящих рекомендациях применены термины по ГОСТ 31913-2011, а также следующие термины с соответствующими определениями, приложение Б.

4 Общие положения

4.1 При проектировании и монтаже теплоизоляционных конструкций с применением теплоизоляционных изделий «Energoflex Super» следует соблюдать обязательные требования СП 61.13330.2012**,** СП 41-103-2000, а также санитарных, пожарных, технологических, экологических и других норм безопасности, утвержденных в соответствии с действующим порядком.

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

- соответствовать требованиям п. 6.1 СП 61.13330.2012 (обеспечивать выполнение условий по нормированной плотности теплового потока через изолированную поверхность);
- обеспечивать безопасную для человека температуру наружной поверхности теплоизоляционной конструкции.

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

5 Требования к теплоизоляционным конструкциям для трубопроводов с применением изделий «Energoflex Super»

5.1 Общие положения

5.1.1 Теплоизоляционные конструкции с применением изделий «Energoflex Super» должны выполняться в соответствии с требованиями настоящих рекомендаций.

Требования к изделиям «Energoflex Super» приведены в разделе 6.

5.1.2 Теплоизоляционные конструкции применяют для 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;
- фланцевые соединения трубопроводов, муфтовую и фланцевую арматуру.

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

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

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

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

5.1.7 В теплоизоляционных конструкциях включительно в качестве покровного слоя рекомендуется применять следующие материалы и изделия «Energopack»:

- гибкий покровный материал «Energopack ТК» по ТУ 5763-009-59705109;
- тонколистовые металлические оболочки «Energopack ST» или «Energopack AL» по ТУ 4859-001-42793865.

Требования к аксессуарам для крепления изделий «Energoflex Super» приведены в разделе 8.

5.2 Теплоизоляционные конструкции для трубопроводов тепловых сетей систем отопления

5.2.1 При проектировании теплоизоляционных конструкций, предназначенных для 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 «Energoflex Super» следует применять в составе теплоизоляционных конструкций в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012, требований пожарной и экологической безопасности, в соответствии с нормами технологического проектирования соответствующих отраслей промышленности, а также требований, приведенных в 5.1.2 настоящих рекомендаций.

5.2.3 В теплоизоляционных конструкциях в качестве тепловой изоляции рекомендуется применять:

- трубки «Energoflex Super» для трубопроводов с наружным диаметром от 15 до 159 мм включительно;
- листы (рулоны) «Energoflex Super» и листы (рулоны) «Energoflex Super AL» для трубопроводов с наружным диаметром более 159 мм.

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

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

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

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

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

5.2.9 Несъемную тепловую изоляцию муфтовой арматуры, установленной на трубопроводах, выполняют изделиями «Energoflex Super» 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 тепло-

вой изоляции выполняют с перекрытием швов каждого предыдущего слоя. Швы всех слоев тепловой изоляции склеивают клеем «Energoflex Extra». Рекомендуется дополнительно проклеивать швы наружного слоя армированной самоклеящейся лентой «Energoflex».

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

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

5.2.15 Требования к применению изделий «Energoflex Super» с покрытием и без покрытия приведены 5.1.4-5.1.7.

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

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

В теплоизоляционных конструкциях для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, все швы покровного материала «Energopack ТК» и самоклеящейся ленты «Energopack ТК» должны быть герметизированы силиконовым герметиком. Требования к герметикам приведены в подразделе 8.4.

5.2.17 Крепление покровного слоя из тонколистовых металлических оболочек «Energopack» 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.

5.2.18 При тепловой изоляции вертикальных трубопроводов 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. 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 «Energopack ТК» разгружающие устройства не предусматривают.

6 Требования к теплоизоляционным пенополиэтиленовым изделиям «Energoflex Super»

6.1 В зависимости от формы изделия «Energoflex Super» подразделяют на виды: полые цилиндрические трубки и листы, свернутые в рулоны.

6.2 Изделия «Energoflex Super» выпускаю серебристо серого цвета, и применяют для изоляции оборудования и трубопроводов тепловых сетей систем отопления, горячего и холодного водоснабжения, технологических систем.

Декларация соответствия № РИ.ДКС.2959-2016. Действующий стандарт ГОСТ Р 56729-2015 (EN 14313:2009). Свойства изделий представлены в таблице 1.

Декларация соответствия № РИ.ДКС.2959-2016. Действующий стандарт ГОСТ Р 56729-2015 (EN 14313:2009). Свойства изделий представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-технические свойства изделий «Energoflex Super»

Наименование показателя	Значение	
	Трубка	Лист
Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/(м·К), не более, при температуре:		
10 °С	0,038	0,039
20 °С	0,039	0,040
30 °С	0,040	0,041
Расчетный коэффициент теплопроводности в теплоизоляционной конструкции, Вт/(м·К)	$0,037+0,0001\times t_{ср}$*	$0,038+0,0001\times t_{ср}$*
Максимальная температура изолируемой поверхности, °С	+95	+95
Коэффициент сопротивления диффузии водяного пара (фактор μ), не менее	MU 4000 ($\mu \geq 4000$)	MU 4000 ($\mu \geq 4000$)
Водопоглощение, кг/м^2	0,06	0,09
Группа горючести	Г1	Г1
Группа воспламеняемости	В2	В2
Группа дымообразующей способности	Д3	Д3
Группа токсичности продуктов горения	Т2	Т3
* $t_{ср}$ – средняя температура теплоизоляционного слоя, °С		

6.3 Изделия «Energoflex Super» устойчивы по отношению к агрессивным строительным материалам – цементу, бетону, гипсу, извести.

6.4 Изделия «Energoflex Super» не содержат хлорфторуглеводородов и безопасны для окружающей среды.

7 Требования к покровным материалам и изделиям «Energopack»

7.1. Гибкий покровный материал «Energopack ТК»

7.1.1 Гибкий покровный материал «Energopack ТК» по ТУ 5763-009-59705109 применяют для защиты теплоизоляционного слоя из изделий «Energoflex Super» от ультрафиолетового излучения и механических повреждений.

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

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

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

7.1.4 Показатели свойств материала «Energopack ТК» приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели свойств материала «Energopack ТК»

Наименование показателя	**Значение**
Температурные пределы применения, °С	От минус 40 до +100 (от минус 40 до +90 для материала в самоклеящемся исполнении)
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 «Energopack ТК» в самоклеящемся исполнении), Н/м, не менее	600
Разрывная нагрузка, кгс, не менее	В продольном направлении -1000, В поперечном направлении - 500

7.1.5 Методы определения показателей свойств материала «Energopack ТК» приведены в ТУ 5763-009-59705109.

7.2 Металлические оболочки «Energopack»

7.2.1 Металлические оболочки «Energopack» предназначены для защиты теплоизоляционных изделий «Energoflex Super» от ультрафиолетового излучения и механических повреждений.

Металлические оболочки «Energopack» изготавливают из оцинкованной стали толщиной 0,5 мм (обозначение «ST») или алюминиевого листа толщиной 0,8 мм (обозначение «AL»).

Металлические оболочки «Energopack» 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 «Energopack» приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Номенклатура металлических оболочек «Energopack»

Диаметр лочки, мм	Вид оболочки									
	Прямой участок		Тройник		Отвод 90°		Переход		Заглушка	
	Материал оболочки									
	сталь	алюминий	сталь	алюминий	сталь	алюминий	сталь	алюминий	сталь	алюминий
	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
270	270/05	270/08	270/05	270/08	270/05(R...)	270/08(R...)	270-.../05	270-.../08	270/05	270/08
280	280/05	280/08	280/05	280/08	280/05(R...)	280/08(R...)	280-.../05	280-.../08	280/05	280/08
290	290/05	290/08	290/05	290/08	290/05(R...)	290/08(R...)	290-.../05	290-.../08	290/05	290/08
300	300/05	300/08	300/05	300/08	300/05(R...)	300/08(R...)	300-.../05	300-.../08	300/05	300/08
310	310/05	310/08	310/05	310/08	310/05(R...)	310/08(R...)	310-.../05	310-.../08	310/05	310/08
320	320/05	320/08	320/05	320/08	320/05(R...)	320/08(R...)	320-.../05	320-.../08	320/05	320/08
330	330/05	330/08	330/05	330/08	330/05(R...)	330/08(R...)	330-.../05	330-.../08	330/05	330/08
340	340/05	340/08	340/05	340/08	340/05(R...)	340/08(R...)	340-.../05	340-.../08	340/05	340/08
350	350/05	350/08	350/05	350/08	350/05(R...)	350/08(R...)	350-.../05	350-.../08	350/05	350/08

360	360/05	360/08	360/05	360/08	360/05(R...)	360/08(R...)	360-.../05	360-.../08	360/05	360/08
370	370/05	370/08	370/05	370/08	370/05(R...)	370/08(R...)	370-.../05	370-.../08	370/05	370/08
380	380/05	380/08	380/05	380/08	380/05(R...)	380/08(R...)	380-.../05	380-.../08	380/05	380/08
390	390/05	390/08	390/05	390/08	390/05(R...)	390/08(R...)	390-.../05	390-.../08	390/05	390/08
400	400/05	400/08	400/05	400/08	400/05(R...)	400/08(R...)	400-.../05	400-.../08	400/05	400/08
410	410/05	410/08	410/05	410/08	410/05(R...)	410/08(R...)	410-.../05	410-.../08	410/05	410/08
420	420/05	420/08	420/05	420/08	420/05(R...)	420/05(R...)	420-.../05	420-.../08	420/05	420/08
430	430/05	430/08	430/05	430/08	430/05(R...)	430/05(R...)	430-.../05	430-.../08	430/05	430/08
440	440/05	440/08	440/05	440/08	440/05(R...)	440/05(R...)	440-.../05	440-.../08	440/05	440/08
450	450/05	450/08	450/05	450/08	450/05(R...)	450/05(R...)	450-.../05	450-.../08	450/05	450/08
460	460/05	460/08	460/05	460/08	460/05(R...)	460/05(R...)	460-.../05	460-.../08	460/05	460/08
470	470/05	470/08	470/05	470/08	470/05(R...)	470/05(R...)	470-.../05	470-.../08	470/05	470/08
480	480/05	480/08	480/05	480/08	480/05(R...)	480/05(R...)	480-.../05	480-.../08	480/05	480/08
490	490/05	490/08	490/05	490/08	490/05(R...)	490/05(R...)	490-.../05	490-.../08	490/05	490/08
500	500/05	500/08	500/05	500/08	500/05(R...)	500/05(R...)	500-.../05	500-.../08	500/05	500/08

7.2.3 Металлические оболочки «Energopack» применяют в качестве покровного материала теплоизоляционных конструкций для 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 5.

Таблица 4 – Типоразмеры отводов

Наружный диаметр трубопровода, мм,	Толщина теплоизоляционною 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)	100(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)	–	–	–	–	–

8 Требования к аксессуарам для монтажа «Energoflex Super»

8.1 Клей «Energoflex Extra»

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

Клей «Energoflex Extra» применяют в виде раствора в органических растворителях хлоропренового синтетического каучука в присутствии адгезионных и модифицирующих добавок, расфасованного в металлические банки.

8.1.2 Показатели свойств клея «Energoflex Extra» приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Свойства клея «Energoflex Extra»

Наименование показателя	**Значение**
Внешний вид	Вязкая жидкость от желтого до светлокоричневого цвета
Содержание нелетучих веществ, % по массе	23–30
Прочность при отслаивании клеевого соединения при склеивании пенополиэтилена с пенополиэтиленом и пенополиэтилена со сталью	Должна превышать прочность пенополиэтилена

8.1.3 Правила работы с клеем «Energoflex Extra» приведены в 11.6. Расход клея «Energoflex Extra» в литрах на 100 м длины изолируемого трубопровода в зависимости от наружного диаметра трубы и толщины теплоизоляционного слоя принимают по таблице 6.

Таблица 6 – Расход клея

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

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

$$V_{Кл} = 0,54 \cdot \left[\delta_{Из} + \frac{\pi}{4} \left[\left(d_{Тр} + 2\delta_{из} \right)^2 - d_{Тр}^2 \right] \right] \quad (1)$$

Физические величины и единицы их измерения приведены в Приложении В.

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

Рекомендуемый расход клея при монтаже изделий «Energoflex Super» 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 «Energoflex»

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

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 7.

Таблица 7 – Расход ленты

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

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

$$L_{Л} = 1{,}1 \cdot \left[1 + \pi \left(d_{Тр} + 2\delta_{Из} \right) \right] \quad (2)$$

Физические величины и единицы их измерения приведены в приложении В.

8.2.3 Расход ленты при монтаже листов (рулонов) «Energoflex Super» 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 «Energoflex Super» на фитинги и арматуру в соответствии с ГЭСН 26-01-019 – 44,2 м на 10 шт. фитингов или арматуры.

Алюминиевую самоклеящуюся ленту «Energoflex» применяют для проклейки швов теплоизоляционных изделий «Energoflex Super» с покрытием AL.

Допустимая температура при монтаже должна быть не ниже +5 °С. Расход ленты принимают в соответствии с требованиями 8.2.2 и 8.2.3.

8.3 Очиститель «Energoflex»

Очиститель «Energoflex» предназначен для очистки и обезжиривания изолируемых поверхностей, для очистки инструментов от следов клея «Energoflex», а также для разбавления клея «Energoflex» 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.

8.4 Герметик

Для герметизации стыков и швов покровного материала «Energopack ТК» или самоклеящейся ленты «Energopack 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:

$$V_{Герм} = 25 \cdot \left[1 + \pi \left(d_{Тр} + 2\delta_{Из} \right) \right] \quad (3)$$

Физические величины и единицы их измерения приведены в приложении В.

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.

8.5 Саморезы

Для соединения металлических оболочек «Energopack» применяют оцинкованные саморезы со сверлом. Для монтажа саморезов рекомендуется

использовать крестовую отвертку с размером «HP 2». Расход саморезов приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Расход саморезов

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 «Energoflex Super»

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

- перечень изолируемых линий трубопроводов с указанием геометрических размеров: для трубопроводов – наружный (или условный) диаметр и длина, для арматуры и фланцевых соединений – диаметр условного прохода;
- 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 имеют наружный обогрев – указание о его виде и температуре реющих поверхностей;
- указание о назначении теплоизоляционной конструкции:
- специальные требования к теплоизоляционным конструкциям, при необходимости (требования экологической или пожарной безопасности, сейсмостойкость, допустимые нагрузки на тепловую изоляцию, стойкость к вибрации и т.п.).

Указание о назначении теплоизоляционной конструкции включает:

- 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;

Температуру окружающего воздуха для объектов, расположенных на открытом воздухе, принимают в соответствии со СП 131.13330.2012. Относительную влажность окружающего воздуха задают для объектов, расположенных в помещениях.

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 21.405-93 и ГОСТ Р 21.1101-2013.

Рабочая документация по тепловой изоляции включает:

- основной комплект рабочих чертежей теплоизоляционных конструкций с применением изделий «Energoflex Super»;

- техномонтажную ведомость;

- спецификацию оборудования.

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

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

9.5 Расчет требуемой толщины теплоизоляционного слоя из изделий «Energoflex Super» 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 10.4;

- для трубопроводов горячего водоснабжения – в соответствии с подразделом 10.3 и 10.4;

- для технологических трубопроводов и аппаратов с температурами транспортируемого вещества 20 °С и выше – в соответствии с подразделом 10.3 и 10.4;

За расчетную толщину теплоизоляционного слоя принимают наибольшее из полученных значений.

9.7 За проектную толщину теплоизоляционного слоя из изделий «Energoflex Super» 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 «Energoflex Super»

10.1 Расчет теплового потока через теплоизоляционную конструкцию

10.1.1 Обозначения физических величин и единицы их измерения, применяемые в расчетных формулах, приведены в приложении В.

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

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

$$q = \frac{t_T - t_0}{R_{Вн} + R_{Ст} + R_{Из} + R_H} \qquad (4)$$

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

$$q_l = \frac{t_T - t_0}{R^l_{Вн} + R^l_{Ст} + R^l_{Из} + R^l_H} \qquad (5)$$

- для плоской поверхности:

$$R_{Из} = \frac{\delta_{Из}}{\lambda_{Из}};\ R_{Ст} = \frac{\delta_{Ст}}{\lambda_{Ст}};\ R_H = 1/\alpha_H;\ R_{Вн} = 1/\alpha_{Вн} \qquad (6–8)$$

- для цилиндрической поверхности:

$$R^l_{Из} = \frac{1}{2\pi\lambda_{Вн}} \cdot \ln\frac{d_{Из}}{d^{Вн}_{Тр}};\ R^l_H = \frac{1}{\pi d_{Из}\alpha_H};\ R^l_{Вн} = \frac{1}{\pi d^{Вн}_{Тр}\alpha_B} \qquad (9–11)$$

Наружный диаметр теплоизоляционной конструкции определяют по формуле:

$$d_{из} = d_{тр} + 2\delta_{из} \qquad (12)$$

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:

$$R_{Из} = \frac{\delta_{1из}}{\lambda_{1из}} + \frac{\delta_{2из}}{\lambda_{2из}} \quad (13)$$

где: $\delta_{1из}$ и $\delta_{2из}$ – толщина первого и второго слоев из изделий «Energoflex Super» соответственно, $\lambda_{1из}$ и $\lambda_{1из}$ – коэффициент теплопроводности каждой марки материала;

- для цилиндрической поверхности:

$$R^{l}_{Из} = \frac{1}{2\pi\lambda_{1из}} \cdot \ln\frac{d_{1из}}{d_{Тр}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{2из}} \cdot \ln\frac{d_{2из}}{d_{1Из}} \quad (14)$$

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

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

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

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

где: K – коэффициент дополнительных тепловых потерь принимают по таблице 9.

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

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

Таблица 9 – Коэффициент дополнительных потерь

Вид изолируемой поверхности	**Коэффициент *К***
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

10.1.5 Расчетный коэффициент теплопроводности изделий «Energoflex Super» для объектов с положительными температурами транспортируемого вещества следует принимать по таблице 2.

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 $t_{Cp} = (t_B + 40)/2$; для поверхностей, расположенных на открытом воздухе в зимнее время, $t_{Cp} = t_B/2$

10.1.6 Расчетный коэффициент теплопроводности изделий «Energoflex Super» для изолируемых поверхностей с температурой в диапазоне от 0 °С до +19 °С при определении плотности теплового потока следует принимать по таблице 10.

Таблица 10 – Расчетный коэффициент теплопроводности

Марка изделия	Расчетный коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К), при температуре, °С		
	10	5	0
Energoflex Super	0,037	0,036	0,035

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

10.1.8 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 с СП 131.13330.2012 или по данным местной метеостанции для конкретного населенного пункта – при расположении оборудования и трубопроводов на открытом воздухе.

10.1.9 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 «Energopack», «Energopack 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.

10.2 Расчет тепловой изоляции по энергоэффективности

10.2.1 В соответствии с требованиями СП 61.13330.2012 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 типа изделий «Energoflex Super», вида покровного материала, срока эксплуатации теплоизоляционной конструкции и стоимости тепловой энергии.

10.2.2 Расчет энергоэффективной толщины теплоизоляции проводят исходя из условия:

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

Коэффициент, определяющий величину годовых эксплуатационных расходов, определяют по формуле:

$$p = (1+m)/\tau \quad (18)$$

Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений определяют по формуле:

$$p_H = 1/T_H \quad (19)$$

10.2.3 Расчет стоимости теплоизоляционной конструкции для трубопроводов.

10.2.3.1 Стоимость теплоизоляционной конструкции на 1 м длины трубопровода определяют по формуле:

$$S_к = S_и + S_{тр} + S_у. \quad (20)$$

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

$$S_и = S_{ти} + S_{кл} + S_{оч} + S_л + S_{покр}. \quad (21)$$

10.2.3.3 Стоимость изделий «Energoflex Super» 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:

$$S_{ти} = 1{,}1 \cdot d_{тр}, \quad (22)$$

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

$$S_{ти} = 1{,}1 \cdot \pi \cdot (d_{тр} + \delta_{из}) \cdot d_{рул}. \quad (23)$$

Стоимость последующих слоев многослойной тепловой изоляции определяют по формуле:

$$S^i_{Из} = 1{,}1 \cdot \pi \left(d^{i-1}_{Из} + 2\delta^i_{Из} \right) \cdot b_{Рул} \quad (24)$$

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

$$S_{Кл} = 0,54 \cdot b_{Кл} \left[\delta_{Из} + \frac{\pi}{4} \left[\left(d_{Тр} + 2\delta_{Из} \right)^2 - d_{Тр}^2 \right] \right] \quad (25)$$

$$S_{Оч} = 0,08 \cdot b_{Оч} \left[\delta_{Из} + \frac{\pi}{4} \left[\left(d_{Тр} + 2\delta_{Из} \right)^2 - d_{Тр}^2 \right] \right] \quad (26)$$

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

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

10.2.3.5 Стоимость транспортировки определяют по формуле:

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

10.2.3.6 Затраты на монтаж теплоизоляционной конструкции определяют по формуле:

$$\ln \frac{d_{Из}}{d_{Тр}} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{Из} \left(\frac{t_B - t_0}{q_l} - \frac{1}{\pi \cdot d_{Из} \cdot \alpha_H} \right) C_У = N \frac{T_У З n}{1760} \quad (30)$$

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

$$S_m = \frac{3,6 \cdot b \cdot z \cdot q_l \cdot 10^{-6}}{4,184} \quad (31)$$

10.2.4 Тепловой поток (тепловые потери за год) с поверхности тепловой изоляции и расчетные параметры определяют в соответствии с 10.1.

10.3 Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной плотности теплового потока

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

$$\delta_{Из} = \lambda_{Из} \left(\frac{t_B - t_0}{q} - \frac{1}{\alpha_H} \right) \quad (32)$$

10.3.2 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:

$$\ln \left(\frac{d_{Тр} + 2\delta_{Из}}{d_{Тр}} \right) = 2\pi\lambda_{Из} K \left(\frac{t_B - t_o}{q} \right) = C \quad (33)$$

$$\delta_{Из} = \frac{d_{Тр}}{2} \left(\exp(C) - 1 \right) \quad (34)$$

λ – теплопроводность темплоизоляции, с учетом п.10.2.4 СТО принимаем равной 0,04 Вт/(м·К); K – коэффициент дополнительный потерь, согласно п.10.2.3 СТО (табл. 1.3) принимаем равным 1,05; q – плотности теплового потока, принимаем согласно СП 61-13330-2012 табл. 4 и 5; $t_В$ – расчетная температура теплоносителя (вещества): для обратного трубопровода – 50 °С; для прямого трубопровода 65 °С; $t_о$ – температура среды в помещении, 18 °С; $d_{тр}$

– наружный диаметр трубопровода, мм; *C* – константа, получаемая в результате промежуточных вычислений.

Теплоизоляционную конструкцию, состоящую из нескольких изделий Energoflex одной марки. следует рассматривать как однослойную конструкцию.

10.3.3 Расчетные параметры следует принимать в соответствии с 10.1.5-10.1.9. Заданную плотность теплового потока определяют исходя из условий технологического процесса или общего баланса тепла всего объекта.

10.3.4 Теплоизоляционную конструкцию, состоящую из нескольких слоев изделий «Energoflex Super» одной марки, рассматривают как однослойную конструкцию.

10.3.5 При расчете толщины двухслойной теплоизоляционной конструкции из изделий «Energoflex Super» 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.

10.3.6 Рекомендуемая энергоэффективная толщина тепловой изоляции из изделий «Energoflex Super» для трубопроводов, расположенных в помещении, приведена в приложении Г.

10.4 Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной температуре на поверхности теплоизоляции

10.4.1 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.

10.4.2 Расчет выполняют по следующим формулам:

- для плоской и цилиндрической поверхности диаметром более 2 м:

$$\delta_{Из} = \frac{\lambda_{Из}\left(t_В - t_0\right)}{\alpha_Н\left(t_П - t_0\right)} \qquad (35)$$

- для цилиндрической поверхности диаметром 2 м и менее:

$$\frac{d_{Из}}{d_{Тр}} \cdot \ln\frac{d_{Из}}{d_{Тр}} = \frac{2\lambda_{Из}\left(t_В - t_0\right)}{\alpha_Н d_{Тр}\left(t_П - t_0\right)} \qquad (36)$$

Отношение $\frac{d_{Из}}{d_{Тр}}$ определяют в соответствии с приложением Д. Толщину теплоизоляционного слоя определяют по формуле (34).

10.4.3 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.

10.4.4 Температуру окружающего воздуха следует принимать:

- среднюю максимальную наиболее жаркого месяца в соответствии с СП 131.13330.2012 или по данным местной метеостанции для конкретного населенного 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.

10.4.5 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 «Energopack» и «Energopack TK» или с применением изделий с покрытием «AL».

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

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

11.1 Теплоизоляционные работы должны выполняться в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001 и СП 12-135-2003.

11.2 При выполнении работ рекомендуется выполнять положения «Инструкции по монтажу теплоизоляционных изделий «Energoflex Super», разработанную ООО «РОЛС ИЗОМАРКЕТ», и настоящие рекомендации.

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 «Energoflex».

11.6 При работе с клеем «Energoflex Extra» 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 «Energoflex»;

- при склеивании швов теплоизоляционных изделий клей «Energoflex Extra» следует равномерно наносить на обе склеиваемые поверхности, которые плотно с надавливанием соединяют через 3–5 мин;

- при тепловой изоляции емкостей и оборудования клей «Energoflex Extra» следует наносить на изолируемую поверхность и поверхность теплоизоляционных изделий.

11.7 Крепление изделий «Energoflex Super» 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 «Energoflex» или алюминиевой самоклеящейся лентой «Energoflex».

11.9 При выполнении теплоизоляционных работ не допускается деформировать или растягивать изделия «Energoflex Super». 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) «Energoflex Super».

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 «Energoflex».

Содержание

Введение ... 3
1 Область применения ... 3
2 Нормативные ссылки ... 3
3 Термины и определения ... 4
4 Общие положения ... 4
5 Требования к теплоизоляционным конструкциям для трубопроводов с применением изделий «Energoflex Super» ... 4
6 Требования к теплоизоляционным пенополиэтиленовым изделиям «Energoflex Super» ... 8
7 Требования к покровным материалам и изделиям «Energopack» ... 9
8 Требования к аксессуарам для монтажа «Energoflex Super» ... 11
9 Проектирование тепловой изоляции с применением изделий «Energoflex Super» ... 15
10 Расчет тепловой изоляции с применением изделий «Energoflex Super» ... 17
11 Общие требования к производству теплоизоляционных работ с применением изделий «Energoflex Super» ... 23
Приложение А. Перечень нормативных документов, на которые имеются ссылки ... 27
Приложение Б. Термины и определения ... 28
Приложение В. Обозначение физических величин ... 30
Приложение Г ... 33
Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Energoflex Super» в теплоизоляционных конструкциях для трубопроводов тепловых сетей и систем отопления (в помещении) ... 33

Приложение А. Перечень нормативных документов, на которые имеются ссылки

1. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
2. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве.
3. ГОСТ 21.405-93. Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.
4. ГОСТ 7076-99. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме.
5. ГОСТ 17177-94. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний.
6. ГОСТ 17314-81. Устройства для крепления тепловой изоляции стальных сосудов и аппаратов. Конструкция и размеры. Технические требования.
7. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.
8. ГОСТ 25898-2012. Материалы и изделия строительные. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропроницанию
9. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.
10. ГОСТ 30402-96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.
11. ГОСТ 31913-2011 (EN ISO 9229:2007). Материалы и изделия теплоизоляционные. Термины и определения.
12. ГОСТ 32025-2012 (EN ISO 8497:1996). Тепловая изоляция. Метод определения характеристик теплопереноса в цилиндрах заводского изготовления при стационарном тепловом режиме.
13. ГОСТ Р 1.4-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.
14. ГОСТ Р 21.1101-2013. Система проектной документации для строительства (СПДС). Основные требования к проектной и рабочей документации
15. СП 41-103-2000. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.
16. СП 12-135-2003. Безопасность труда в строительстве.
17. СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003 (с Изменением N 1).
18. СП 124.13330.2012. Тепловые сети. Актуализированная редакция. СНиП 41-02-2003.
19. СП 131.13330.2018. СНиП 23-01-99 Строительная климатология.

Приложение Б. Термины и определения

Паропроницаемость, μ, мг/(м·ч·Па): свойство материала пропускать водяные пары, содержащиеся в воздухе, под действием разности их парциальных давлений на противоположных поверхностях слоя материала.

Паровые и водяные спутники: трубопроводы малого диаметра, предназначенные для обогрева основного трубопровода и расположенные в общей с основным трубопроводом теплоизоляционной конструкции.

Средняя плотность теплоизоляционного материала, ρ_m, кг/м^3: величина, определяемая отношением массы материала ко всему занимаемому им объему, включая поры и пустоты.

Слой покровный: элемент конструкции, устанавливаемый по наружной поверхности тепловой изоляции для защиты от механических повреждений и воздействия окружающей среды.

Слой пароизоляционный: элемент теплоизоляционной конструкции оборудования и трубопроводов с температурой ниже температуры окружающей среды, предохраняющий теплоизоляционный слой от проникновения в нее паров воды вследствие разности парциальных давлений пара у холодной поверхности и в окружающей среде.

Слой предохранительный: элемент теплоизоляционный конструкции, входящий, как правило, в состав теплоизоляционной конструкции для оборудования и трубопроводов с температурой поверхности ниже температуры окружающей среды с целью защиты пароизоляционного слоя от механических повреждений.

Слой выравнивающий: элемент теплоизоляционной конструкции, выполняемый из упругих рулонных или листовых материалов, устанавливается под мягкий покровный слой (например из лакостеклоткани) для выравнивания формы поверхности.

Температуростойкость: способность материала сохранять механические свойства при повышении или понижении температуры. Характеризуется предельными температурами применения, при которых в материале обнаруживаются неупругие деформации (при повышении температуры) или разрушение структуры (при понижении температуры) под сжимающей нагрузкой.

Температурные деформации: тепловое расширение или сжатие изолируемой поверхности и элементов конструкции под воздействием изменения температурных условий при монтаже и эксплуатации изолируемого объекта.

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

Теплопроводности коэффициент, (λ), Вт/(м·К): количество теплоты, передаваемое за единицу времени через единицу площади изотермической поверхности при температурном градиенте, равном единице;

Теплопроводность расчетная: коэффициент теплопроводности теплоизоляционного материала в эксплуатационных условиях с учетом его температуры, влажности, монтажного уплотнения и наличия швов в теплоизоляционной конструкции.

Теплоизоляционная конструкция: конструкция, состоящая из одного или нескольких слоев теплоизоляционного материала (изделия), защитно-покровного слоя и элементов крепления. В состав теплоизоляционной конструкции могут входить пароизоляционный, предохранительный и выравнивающий слои.

Теплоизоляционная конструкция многослойная: конструкция, состоящая из двух и более слоев различных теплоизоляционных материалов.

Уплотнение теплоизоляционных материалов: монтажная характеристика, определяющая плотность теплоизоляционного материала после его установки в проектное положение в конструкции. Уплотнение материалов характеризуется коэффициентом уплотнения, значение которого определяется отношением объема материала или изделия к его объему в конструкции.

Фактор сопротивления диффузии водяного пара μ: Величина, характеризующая способность материала сопротивляться диффузии водяного пара; определяют соотношением:

$$\mu = \frac{\sigma_B}{\sigma_M}$$

σ_B – паропроницаемость воздуха; σ_M – паропроницаемость материала.

Фактор μ – число, показывающее, во сколько раз материал хуже впитывает водяные пары из окружающей среды, чем воздух.

Приложение В. Обозначение физических величин

Обозначение физической величины	Единица измерения	Физическая величина
q	Вт/м^2	Поверхностная плотность теплового потока через плоскую теплоизоляционную конструкцию
q_1	Вт/м	Линейная плотность теплового потока через цилиндрическую теплоизоляционную конструкцию
Q	Вт	Полный тепловой поток с плоской поверхности теплоизоляции
Q_1	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
$t_{в1}$	°С	Начальная температура вещества внутри изолируемого оборудования
$t_{в2}$	°С	Конечная температура вещества внутри изолируемого оборудования
$t_З$	°С	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_0	°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
$R_{Вт}$	(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
$R^l_{Вн}$	(м·°С)/Вт	Линейное термическое сопротивление теплоотдаче от веще-

		ства к внутренней поверхности стенки цилиндрического изолируемого объекта
$R^{l}_{\text{Н}}$	(м·°С)/Вт	Линейное термическое сопротивление теплоотдаче от наружной поверхности цилиндрической теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху
$R^{l}_{\text{Ст}}$	(м·°С)/Вт	Линейное термическое сопротивление теплопередаче цилиндрической стенки изолируемого объекта
$R^{l}_{\text{Из}}$	(м·°С)/Вт	Линейное термическое сопротивление цилиндрического теплоизоляционного слоя
$\delta_{\text{Из}}$	м	Толщина теплоизоляционного слоя
$\delta_{\text{Ст}}$	м	Толщина стенки изолируемого объекта
$d_{\text{Тр}}$	м	Наружный диаметр трубопровода
$d^{\text{Вн}}_{\text{Тр}}$	м	Внутренний диаметр трубопровода
$d_{\text{Из}}$	м	Наружный диаметр теплоизоляционного слоя (теплоизоляционной конструкции)
L	м	Длина изолируемого объекта
B	м	Ширина изолируемого объекта
H	м	Высота изолируемого объекта
$d_{\text{Экв}}$	м	Эквивалентный диаметр изолируемого объекта
$d^{\text{Ц}}_{\text{Экв}}$	м	Эквивалентный диаметр изолируемого объекта цилиндрической формы
$d^{\text{П}}_{\text{Экв}}$	м	Эквивалентный диаметр изолируемого объекта нецилиндрической формы
F	$м^2$	Теплоотдающая поверхность изолируемого объекта
$V_{\text{В}}$	$м^3$	Объем вещества, хранимого в емкости
$v_{\text{В}}$	$м^3$/м	Приведенный объем вещества к метру длины трубопровода
$V_{\text{Ст}}$	$м^3$	Объем стенки емкости
$v_{\text{Ст}}$	$м^3$/м	Приведенный объем стенки к 1 м длины трубопровода
$\lambda_{\text{Из}}$	Вт/(м·К)	Коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя
$\lambda_{\text{Ст}}$	Вт/(м·К)	Коэффициент теплопроводности стенки изолируемого объекта
$\lambda_{\text{В}}$	Вт/(м·К)	Коэффициент теплопроводности воздуха
$\alpha_{\text{Н}}$	Вт/($м^2$·°С)	Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции
$\alpha_{\text{Вн}}$	Вт/($м^2$·°С)	Коэффициент теплоотдачи от вещества к внутренней поверхности стенки изолируемого объекта
$Э_{\text{год}}$	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
$p_{\text{н}}$	1/год	Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений
$S_{\text{м}}$	руб/м	Стоимость 1 м длины теплоизоляционной конструкции
$S_{\text{тп}}$	руб/(м·год)	Стоимость потерь теплоты с 1 м длины трубопровода
m	безразм.	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
$m_{\text{н}}$	год	Нормативный срок окупаемости теплоизоляционной конструкции
$S_{\text{к}}$	руб/м	Стоимость теплоизоляционной конструкции 1 м длины трубо-

		провода 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
$S_{л}$	руб/м	Стоимость ленты, необходимой для монтажа теплоизоляционной конструкции 1 м длины трубопровода
$S_{оч}$	руб/м	Стоимость очистителя, необходимого для монтажа теплоизоляционной конструкции 1 м длины трубопровода
$S_{покр}$	руб/м	Стоимость покрытия, входящего в теплоизоляционную конструкцию 1 м длины трубопровода
$b_{тр}$	руб/м	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
N	шт.	Число слоев в теплоизоляционной конструкции, включая покровный материал
$Т_{у}$	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
$T_{Н}$	год	Нормативный срок эксплуатации

Приложение Г

Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Energoflex Super» в теплоизоляционных конструкциях для трубопроводов тепловых сетей и систем отопления (в помещении)

Г.1 Толщину теплоизоляционного слоя из изделий «Energoflex Super» в теплоизоляционных конструкциях для трубопроводов тепловых сетей и систем отопления, расположенных в помещениях, следует определять исходя из условия обеспечения выполнения требований п. 6.1 СП 61.13330.2012 (обеспечивать выполнение условий по нормированной плотности теплового потока через изолированную поверхность).

Г.2 Толщина теплоизоляционного слоя из изделий «Energoflex Super» без покрытия в теплоизоляционных конструкциях для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении, приведена в таблицах Г.1 и Г.2.

Г.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;

2) За расчетную температуру теплоносителя для температурного режима тепловых сетей 95 °С – 70 °С в соответствии с СП 131.13330.2012 принята температура:

+65 °С – для подающего трубопровода;

+50 °С – для обратного трубопровода.

Таблица Г.1 – Толщина теплоизоляционного слоя для трубопроводов с положительными температурами при расположении в помещении и числе часов работы более 5000

Условный проход трубопровода, мм	**Наружный диаметр трубопровода, мм**	**Потоки тепла* при $t_в$, °С**		**Толщина теплоизоляции, мм при $t_в$, °С**	
		50	**65**	**50**	**65**
15	22	6	8,4	32	32
20	28	7	9,7	32	32
25	35	8	11,0	32	32
40	48	9	12,6	32	40
50	60	10	13,9	40	40
65	76	12	16,2	40	40
80	89	13	17,5	40	40
100	110	14	19,1	40	40
125	133	16	21,7	40	50
150	160	18	24,0	50	50
200	219	22	29,2	50	50
250	273	26	34,1	50	60
300	325	29	38,3	50	60
350	377	33	42,9	50	60
400	426	36	46,8	50	60

450	473	39	50,7	50	60
500	530	43	55,3	50	70
600	630	49	63,1	50	70
700	720	55	70,6	60	70
800	820	61	78,1	60	70
900	920	67	85,9	60	70
1000	1020	74	94,1	60	70

*Приняты по таблице 4 СП 61-13330-2012 с интерполяцией для 65 ^{o}C.

Таблица Г. 2 – Потоки тепла и толщина теплоизоляционного слоя для трубопроводов с положительными температурами при расположении в помещении и числе часов работы 5000 и менее

Условный проход трубопровода, мм	**Наружный диаметр трубопровода, мм**	**Потоки тепла* при t_B, ^{o}C**		**Толщина теплоизоляции, мм при t_B, ^{o}C**	
		50	**65**	**50**	**65**
15	22	6	9,0	32	32
20	28	7	10,3	32	32
25	35	8	11,6	32	32
40	48	10	13,9	32	32
50	60	11	15,2	32	40
65	76	13	17,8	32	40
80	89	14	19,4	32	40
100	110	16	21,7	40	40
125	133	18	24,3	40	40
150	160	21	27,9	40	40
200	219	26	34,1	40	50
250	273	30	39,6	40	50
300	325	34	44,8	50	50
350	377	38	49,7	50	50
400	426	42	54,9	50	50
450	473	46	59,8	50	50
500	530	51	65,7	50	50
600	630	58	74,8	50	50
700	720	65	83,6	50	60
800	820	73	93,4	50	60
900	920	81	103,5	50	60
1000	1020	89	113,3	50	60

*Приняты по таблице 5 СП 61-13330-2012 с интерполяцией для 65 ^{o}C.