BOS

Выпуск №4
11/2019

Технические решения
Рекомендации к расчётам
Каталог материалов
Инструкции по монтажу
Сертификаты

АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

теплоизоляционные материалы

С момента создания нашей компании мы ориентируемся исключительно на безопасность людей и высокое качество предоставляемых материалов. Мы тщательно следим за тенденциями строительного рынка и прилагаем максимум усилий для создания инновационного производства, обеспечивающего бесперебойные поставки и высокий уровень лояльности наших клиентов.

Мы гордимся успехами наших партнёров и клиентов, достигнутых благодаря сотрудничеству с компанией «БОС» и надеемся на долгосрочное продолжение!

С уважением,
Генеральный Директор
А. В. Горбылёв.

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор
ООО «БОС»
_____ /А. В. Горбылёв/

«_11_» _ноября_ 2019 г.

АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

теплоизоляционные материалы

РАЗРАБОТАЛ:

Технический специалист
ООО «БОС»
_____ /Э.Р. Хазиахметова/

Казань, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1.1. Введение....3
1.2. О компании....4
1.3. Термины и определения....6
1.4. Сравнительные характеристики различного сырья для теплоизоляции....14

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ЗАВОДА «БОС»

2.1. Теплоизоляция трубопроводов. Вырезные цилиндры BOS PIPE....7
2.3. Теплоизоляция систем кондиционирования. Вырезные цилиндры BOS PIPE....8
2.4. Теплоизоляция промышленного оборудования. Базальтовые маты МПБ-БСТВ....11
2.5. Крепежные элементы....13

3. РЕКОМЕНДАЦИИ К РАСЧЁТАМ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИЗОЛЯЦИИ

3.1. Расчёт толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока....16
3.2. Расчёт толщины изоляции по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами....18
Расчёт толщины тепловой изоляции по заданной температуре наружной поверхности....18
3.3. Расчёт толщины изоляции, предотвращающий конденсацию влаги из воздуха на ее поверхности....20
3.4. Расчёт изоляции трубопроводов двухтрубных водяных сетей при подземной прокладке в непроходимых каналах....21
3.5. Расчёт тепловой изоляции с целью предотвращения замерзания содержащейся в них жидкости....24
3.6. Расчёт тепловой изоляции по заданной величине изменения температуры вещества в емкости....26

4. ЧЕРТЕЖИ

4.1. Теплоизоляция горизонтальных трубопроводов цилиндрами BOS PIPE....28
4.2. Теплоизоляция вертикальных трубопроводов цилиндрами BOS PIPE....29
4.3. Теплоизоляция горизонтальных трубопроводов цилиндрами BOS PIPE внутри помещений; трубопроводов с электрообогревом....30
4.4. Теплоизоляция отводов цилиндрами BOS PIPE....31
4.5. Теплоизоляция фланцевой арматуры цилиндрами BOS PIPE....32
4.6. Теплоизоляция трубопроводов матами МПБ-БСТВ....33
4.7. Теплоизоляция промышленного оборудования матами МПБ-БСТВ....34
4.8. Теплоизоляция стальных вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов матами МПБ-БСТВ....35

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 «Спецификация материалов»....37
Приложение 2 «Сертификаты»....39
Приложение 3 «Объекты с применением материалов «БОС»....42

ВВЕДЕНИЕ

Данный Альбом разработан для проектирования и квалификационного подбора теплоизоляционных материалов различных систем водоснабжения, отопления, систем кондиционирования и промышленного оборудования.

Технические решения предназначены для проектных, строительных и монтажных организаций, а также для служб Заказчика с целью контроля проектных и строительно-монтажных работ.

Альбом технических решений разработан в соответствии с действующей нормативно - технической документацией, в том числе СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

Представленные в данном Альбоме изделия не выделяют вредные вещества в процессе эксплуатации, превышающие нормы ПДК, а также болезнетворные бактерии, вирусы и грибки.

Продукция Завода "Базальтовые Огнезащитные Системы" изготавливается в виде матов, плит и цилиндров, которые являются высокоэффективными теплоизоляционными материалами с отличными теплофизическими и эксплуатационными характеристиками, предназначены для использования в качестве промышленной теплозвукоизоляции.

Материалы характеризуются устойчивостью к температурным, механическим, химическим, вибрационным воздействиям, высокой пожарной безопасностью.

Энергоэффективность конструкций с использованием материалов ООО "БОС" достигается за счет низкой теплопроводности и длительного срока эксплуатации.

Материалы ООО "БОС" соответствуют требованиям российских и европейских нормативных документов, имеют необходимые сертификаты и могут применяться на территории РФ без ограничений.

Базальтовые Огнезащитные Системы – лидирующая производственная компания, входит в Топ-5 крупнейших производителей огнезащитных и теплоизоляционных материалов на основе супертонкого базальтового волокна.

6 лет на рынке

Работаем с 2012 года

Собственное производство

Доставляем от Калининграда до Хабаровска

Более 100 специалистов

27 городов

Наши дилеры и представители

Наша продукция сертифицирована

5 000 клиентов

Нам доверяют свои объекты

Срок изготовления от 3 дней

Предоставляем калькулятор расчета изоляции

Помощь технического специалиста

Предоставляем шаблоны в формате AutoCAD, Revit

Программа лояльности для клиентов

ENKA

Аэропроект

Газпром проектирование

Казанский Гипрониавиапром

unidraft

Сбербанк
Всегда рядом

ПИК ГРУППА

УНИСТРОЙ

холдинг СУВАР 1991

Газпром

Емельяново
Международный аэропорт

РЖД Российские железные дороги

БОС следит за тенденциями строительного рынка России и стран СНГ и прилагает максимум усилий для внедрения новых технологий в производство, обеспечивая бесперебойные поставки материала в целях удовлетворения потребительского спроса на продукцию. Сегодня компания владеет заводами полного цикла в городах: Казань, Воткинск, Алексин. В структуре компании имеются службы по обеспечению и контролю качества производства, отдел по логистике и снабжению, эксплуатационные и ремонтные службы. Вся продукция проходит необходимые испытания качества, что подтверждено сертификатами соответствия о требованиях пожарной безопасности испытаний на огнестойкость и негорючесть.

С момента создания компании, в 2012 году, команда БОС ориентируется исключительно на безопасность людей. Огнезащитные и теплоизоляционные материалы БОС используются на объектах гражданского и промышленного строительства, сооружениях с повышенными требованиями к огнезащите и энергоэффективности (медицинские учреждения, предприятия общественного питания и пищевой промышленности, детские дошкольные и школьные учреждения).

Сотрудничество с проектными компаниями, техническое сопровождение процесса проектирования для компании БОС – приоритетное направление работы. Команда БОС обучает, оказывает информационную поддержку, помогает в расчетах.

Понимая потребности специалистов проектных организаций при работе в САПР, компания БОС разработала BIM-модели своих материалов для Revit.

Семейства компании BOS-PRO, файл содержит более 50 типоразмеров различных материалов, среди которых материалы для огнезащиты воздуховодов:

– система PRO-МБОР-VENT – двухкомпонентная комплексная система огнезащиты, состоящая из рулонного базальтового материала МБОР и огнезащитного клеевого состава Kleber – толщиной 5,10,13 мм.

– PRO-VENT – тепло-огнезащитное покрытие, представляет собой прошивной мат из супертонкого базальтового волокна (БСТВ) без добавления связующего – толщиной 20, 40, 60, 70 мм.

* Для выбора обкладки систем доступны материалы: неармированная фольга, комбинированная обкладка из неармированной фольги и металлической сетки.

Теплоизоляционные цилиндры BOS PIPE для систем тепло- и водоснабжения также включены в семейство BOS-PRO и доступны в диаметрах от 20-1020 мм, в обкладке из неармированной алюминиевой фольги, стеклоткани, кашированные фольгой, либо без обкладки.

* Для каждого вида материалов предусмотрены варианты крепления.

Помимо самих моделей, специалистами Библиотеки информационных моделей была разработана спецификация, соответствующая требованиям компании БОС.

В спецификации производится автоматический подсчет материалов и заполнение всех полей спецификации, что позволяет экономить время на проектирование при моделировании, исключая неточности в подсчете необходимых объемов.

Скачать семейства BOS можно на сайте bimlib.pro, выбрав в разделе «Производители» компанию «Базальтовые огнезащитные системы».

BOS PIPE – теплоизоляционные материалы в виде полых цилиндров или полуцилиндров с продольным разрезом для удобства монтажа. Производятся вырезным методом из базальтовых плит.

Группа горючести: НГ/Г1

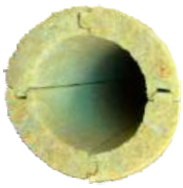
Внутренний диаметр: 18 – 1020 мм
Плотность: 100 кг/м³
Толщина: 20 – 100 мм
Длина: 1000 мм

Температура применения: от -260°С до +900°С

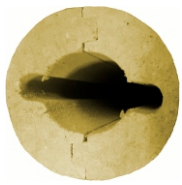
В зависимости от диаметра изолируемой трубы, цилиндры BOS PIPE производятся из одного, двух и более сегментов. Также мы предоставляем решение для изоляции труб с обогревом, так называемым «спутником».

Цилиндр
из 1 сегмента

Цилиндр
из 2-х сегментов



Цилиндр
из 4-х сегментов



Цилиндр для труб
с обогревом

Теплопроводность – количество теплоты, которое передается за единицу времени через единицу площади изотермической поверхности при температурном градиенте, равном единице.

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЦИЛИНДРОВ BOS PIPE

T, °C	50	100	150	200	250	300	350
λ, Вт/(м*К)	0,032	0,038	0,042	0,051	0,069	0,076	0,081

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

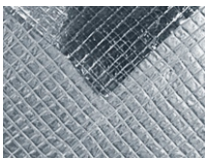
Цилиндры BOS PIPE рекомендованы в качестве импортозамещающего изоляционного материала

Используются для тепловой изоляции труб:

- в системах отопления
- в системах горячего водоснабжения

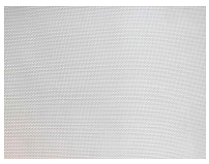
ВИДЫ ПОКРЫТИЯ

Без покрытия (НГ)
(При последующей обкладке покрывным материалом)



Кашированные фольгой (Г1)

Покрытие неармированной фольгой (НГ)



Покрытие стеклотканью (НГ)

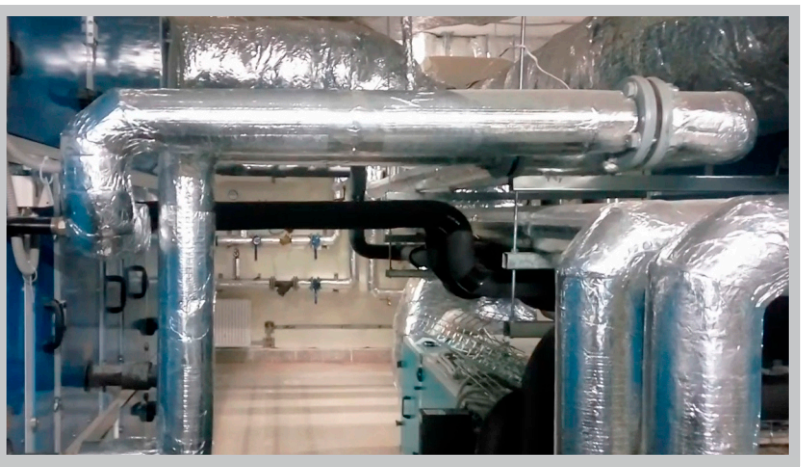
Металлический кожух (НГ)

ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЁТОВ

ТОЛЩИНА ЦИЛИНДРА, ММ	ВНУТРЕННИЙ ДИАМЕТР ЦИЛИНДРА, ММ																														
	18	21	25	28	32	35	38	42	45	48	54	57	60	64	70	76	89	108	114	133	159	219	273	325	356	426	457	530	630	720	820	920	1020
20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
40	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
50	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
60	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
70	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
80	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
90	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
100	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

При толщине цилиндров более 100 мм предусматривается изоляция в 2 и более слоя

Таблицы по температуре и толщинам смотреть в разделе «Расчет толщины изоляции трубопроводов» на 27 странице

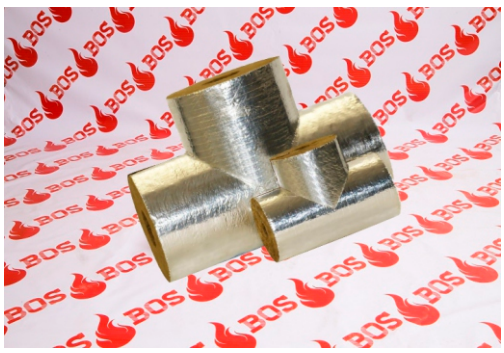


Пример изоляции труб.
Цилиндры BOS PIPE, кашированные фольгой.

Пример изоляции труб со «спутником».
Цилиндры BOS PIPE с вырезом под кабель, в обкладке с металлическим кожухом

МОНТАЖ

1. Монтажные работы начинают от фланцевого соединения, при этом цилиндры устанавливаются вплотную друг к другу с разбежкой горизонтальных швов.
2. Конструкцию закрепляют на трубопроводе бандажами из проволоки или металлическими стяжками (по 2 на изделие)
3. Между бандажами необходимо выдерживать интервал в 500 мм



Удобный и быстрый монтаж цилиндрами, длиною 1 метр, позволяет снизить влияние человеческого фактора к минимуму. Защитные покрытия (аллюминиевая фольга, листовой аллюминий, оцинкованная сталь) обеспечивают сохранность изоляции от механического повреждения, предотвращает нарушения толщины изоляционного слоя от климатических воздействий.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПЛЮСЫ

- Являются негорючими, что соответствует СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов» П.4.66
- Защищают от перепадов температур и являются отличным теплоизоляционным материалом
- Предотвращают появление конденсата и, как следствие, коррозии
- Обладают низкими свойствами теплопроводности
- Устойчивы к внешним механическим, физическим и химическим воздействиям
- Легко нарезать на сегменты для изоляции трубных отводов

ПАКЕТ РАЗРЕШИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

- Сертификат на группу горючести (НГ, Г1)
- Заключение СанПин
- Сертификат на сейсмостойкость
- Сертификат на соответствие ТУ
- Технологический регламент 1302-1 BOS PIPE

BOS PIPE – теплоизоляционные материалы в виде полых цилиндров или полуцилиндров с продольным разрезом для удобства монтажа. Производятся вырезным методом из базальтовых плит. Используются для тепловой изоляции трубок кондиционирования.

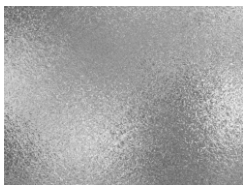
Группа горючести: НГ

Внутренний диаметр: 10 – 42 мм
Плотность: 120 – 150 кг/м³
Толщина: 17 – 30 мм
Длина: 1000 мм

Температура применения: от -260°С до +900°С

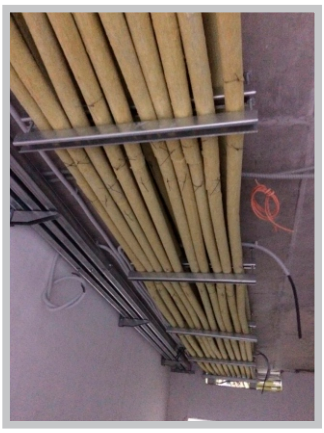
ВИДЫ ОБКЛАДОК

Без обкладки (НГ)



С покрытием из неармированной фольги (НГ)

МОНТАЖ



1. Цилиндры устанавливаются вплотную друг к другу с разбежкой горизонтальных швов.
2. Конструкцию закрепляют на трубке металлическими стяжками или проволокой (по 2 на изделие).
3. Между бандажами необходимо выдерживать интервал в 500 мм.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПЛЮСЫ

- Защищают от перепадов температур и являются отличным теплоизоляционным материалом
- Предотвращают появление конденсата и, как следствие, коррозии
- Обладают низкими свойствами теплопроводимости, поэтому их использование снижает риск получения ожогов персоналом
- Устойчивы к внешним механическим, физическим и химическим воздействиям

Согласно Нормам Пожарной Безопасности НПБ 110-03: «Пространства за подвесными потолками при прокладке в них воздуховодов, трубопроводов или кабелей (проводов) с изоляцией из горючих и трудногорючих материалов, в том числе при их совместной прокладке, с числом кабелей (проводов) 5 и более, напряжением 220 В и выше, подлежат оборудованию системой автоматического пожаротушения, но есть и исключения из правил:
1. Кабельные сооружения, пространства за подвесными потолками и под двойными полами, автоматическими установками не оборудуются:
б) при прокладке трубопроводов и воздухопроводов с негорючей изоляцией;

МПБ-БСТВ – теплизоляционное покрытие, представляет собой прошивной мат из супертонкого базальтового волокна (БСТВ). Применяется как тепловая изоляция трубопроводов, газопроводов, систем вентиляции, для технологического и энергетического оборудования, для резервуаров хранения горячей и холодной воды, нефти, нефтепродуктов, химических веществ.

Группа горючести: НГ/Г1

Плотность: 20 – 80 кг/м³
Толщина: 20 – 100 мм
Длина: 6000 мм, 10 000 мм
Ширина: 1000 мм

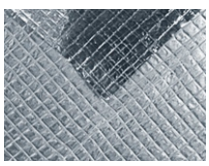
Температура применения: от -260°С до +1100°С

Коэффициенты теплопроводности:

λ_{25}, Вт/м*К – 0,031
λ_{125}, Вт/м*К – 0,042
λ_{300}, Вт/м*К – 0,097

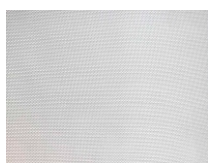
ВИДЫ ОБКЛАДКИ

Без обкладки (НГ)
(При последующей обкладке покрывным материалом)



Армированная фольга (Г1)

Неармированная фольга (НГ)

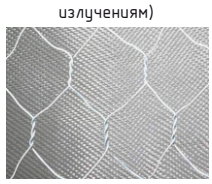


Стеклоткань (НГ)
(Устойчива к УФ-излучениям)

Базальтовая ткань (НГ)
(В химической промышленности)

Кремнеземная ткань (НГ)
(В атомной промышленности)

Металлическая сетка (НГ)
(В сухом закрытом помещении)



Комбинированная обкладка (НГ)
(В помещении с повышенной влажностью)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПЛЮСЫ

- Маты способны выдерживать температуру до +900°С, благодаря чему отлично подходят для использования в качестве пожарных перегородок и покрытия поверхностей конструкций, инженерных «пустот» – ниш, коробов
- Базальтовые маты обладают великолепными теплоизоляционными свойствами, поэтому могут успешно применяться для предотвращения потерь тепла. Высокая износоустойчивость и прочность позволяет использовать их длительное время. Благодаря тому, что их волокнистая структура хорошо «поглощает» звуковые колебания и вибрацию, эти материалы могут существенно понижать уровень шумов и предотвращать возникновение резонанса в конструкциях
- Химическая инертность, устойчивость к повышенной влажности и ультрафиолетовому излучению позволяют успешно эксплуатировать такие материалы даже при постоянном воздействии различных неблагоприятных факторов
- Маты БСТВ абсолютно безопасны с экологической точки зрения, поэтому их можно использовать в любых помещениях, включая детские сады, школы и больницы.

ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЁТОВ

Расход крепёжных элементов

- Металлическая проволока PRO-VOLOKA
- Стальная лента BOS-SOLID
- Алюминиевый скотч BOS-Master
- Металлическая сетка BOS-Manie

На 1 м² теплоизоляции используется 2 м крепежа (расход 1:2)

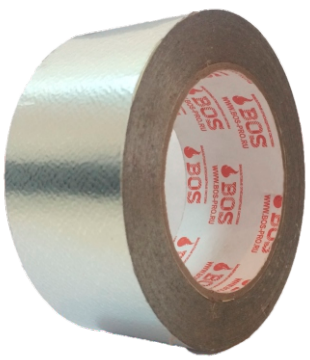
При толщине матов более 100 мм предусматривается изоляция в 2 и более слоя

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТОВ БСТВ И БТВ

- Энергетика (АЭС, ТЭС, турбины, паровые котлы, теплотрассы, термическое оборудование)
- Машиностроение (нагревательные, закалочные печи, тепловые магистрали)
- Авиационная промышленность (теплозвукоизоляция двигателей и фюзеляжа)
- Судостроение (судовые установки, оборудование, корпуса кораблей, переборки)
- Химическая и нефтяная промышленность (термическое оборудование, нагревательные печи, сушильные камеры, паровые котлы, паропровода)
- Криогенная техника (производство сжиженных газов, жидкого кислорода)
- Металлургия (технологические печи, термическое оборудование, регенераторы, рекуператоры)

ПАКЕТ РАЗРЕШИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

- Сертификат на негорючесть (НГ)
- Технологический регламент



Лента алюминиевая самоклеющаяся «BOS-Master»

Проволока металлическая «PRO-VOLOKA»

Сетка «Манье» «BOS-Manie»

Лента стальная «BOS-SOLID»

Сравнительная характеристика теплоизоляционной ваты из различного сырья

Наименование параметров	Производители материала	Предельная температура применения, °С	Средний диаметр волокна, мкм	Колкость	Необходимость использования связующего	Наличие связующего, %	Коэффициент теплопроводности, Вт/(мК)	Класс горючести	Выделение вредных веществ
Шлаковата		до +250°	от 4 до 12	да	да	от 2,5 до 10	0,46 - 0,48	НГ	да
Стекловата	ISOVER URSA Knauf Ивостекло	от -60° до +450°	от 4 до 12	да	да	от 2,5 до 10	0,038 - 0,46	НГ	да
Минеральная вата	URSA PAROC ROCKWOOL Технониколь	до +600	от 4 до 12	да	да	от 2,5 до 10	0,077 - 0,12	НГ	да
Базальтовые цилиндры BOS PIPE	BOS	от -260° до +900°	от 5 до 15	нет	да	от 2,5 до 10	0,032	НГ	да
Базальтовые маты МПБ-БСТВ	BOS	от -190° до +1100°	от 1 до 3	нет	нет	нет	0,033	НГ	нет

Потери тепла на участке прямого трубопровода с применением изоляции из традиционной минеральной ваты в 3,6 раза превышают потери на аналогичном участке с применением цилиндров BOS PIPE из базальтового волокна. На протяжении первого года эксплуатации потери при изоляции традиционной минеральной ватой составляют 10%, второго года - 30%, третьего - 45%. Таким образом, среднегодовой уровень составляет 28%. При изоляции цилиндрами BOS PIPE уровень теплопотерь равен 8% на протяжении всего срока эксплуатации, что свидетельствует о более высокой эффективности технологии. Это позволяет достичь ежегодной экономии в 20% на закупку энергоносителей.

Наименование параметров	Вибростойкость	Температура спекания, °С	Длина волокон
Шлаковата	нет	250° - 300°	16
Стекловата	нет	450° - 500°	15 - 50
Минеральная вата	нет	600°	16
Базальтовые цилиндры BOS PIPE	да	1 000°	20 - 50
Базальтовые маты МПБ-БСТВ	да	1 100° - 1 500°	70 - 90

Расчет толщин тепловой изоляции оборудования и трубопроводов осуществляется в соответствии с СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

Расчёт толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока

Расчет толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока – q_F^H (нормированная поверхностная плотность через плоскую теплоизоляционную конструкцию, Вт/м2), q_L^H – нормированная линейная плотность через цилиндрическую теплоизоляционную конструкцию, Вт/м^2) – для однослойных конструкций выполняется по следующим формулам.

Для плоских и цилиндрических поверхностей с **диаметром 1 400 мм и более** используется формула:

$$\delta_{из} = \lambda_{из}\left[\frac{K*(t_в - t_н)}{q_F^H} - R_н\right]$$

$\delta_{из}$ – толщина стенки изолируемого объекта, мм;

$\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности однослойной изоляции, Вт/(м·°С);

K – коэффициент дополнительных теплопотерь, учитывающий теплопотери через теплопроводные включения в теплоизоляционных конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор. Коэффициент дополнительных тепловых потерь K через опоры трубопроводов в расчете толщины тепловой изоляции по нормативной плотности теплового потока принимается равным;

$t_в$ – температура среды внутри изолируемого объекта, °С. Температуру внутренней среды принимают в соответствии с техническим заданием на проектирование;

$t_н$ – температура окружающей среды, °С. Расчетную температуру наружной среды принимают: при круглогодичной работе тепловой сети – среднегодовую температуру наружного воздуха, при работе только в отопительный период – среднюю температуру отопительного периода. В расчетах для помещений температуру окружающей среды следует принимать равной температуре воздуха в помещении;

$R_н$ – сопротивление теплоотдаче на наружной поверхности теплоизоляции, м^2·°С/Вт.

Для однослойных цилиндрических поверхностей **диаметром менее 1 400 мм** предварительно определяют величину по формуле:

$$\ln B = 2\pi\lambda_{из}\left[\frac{K*(t_в - t_н)}{q_L^H} - R_н^L\right]$$

Приближенные значения $R_н^L$ принимаются по Таблице 1.

Затем находят величину B и определяют требуемую толщину изоляции по формуле:

$$\delta_{из} = \frac{d_н^{ст}\cdot(B-1)}{2}$$

Таблица 1 – «Ориентировочные значения R_L^H, м·°С/Вт»

Условный диаметр трубы, мм	Внутри помещений						На открытом воздухе		
	Для поверхностей с малым коэффициентом излучения			Для поверхностей с высоким коэффициентом излучения					
	при температуре теплоносителя, °С								
	100	300	500	100	300	500	100	300	500
32	0,50	0,35	0,30	0,33	0,22	0,17	0,12	0,09	0,07
40	0,45	0,30	0,25	0,29	0,20	0,15	0,10	0,07	0,05
50	0,40	0,25	0,20	0,25	0,17	0,13	0,09	0,06	0,04
100	0,25	0,19	0,15	0,15	0,11	0,10	0,07	0,05	0,04
125	0,21	0,17	0,13	0,13	0,10	0,09	0,05	0,04	0,03
150	0,18	0,15	0,11	0,12	0,09	0,08	0,05	0,04	0,03
200	0,16	0,13	0,10	0,10	0,08	0,07	0,04	0,03	0,03
250	0,13	0,10	0,09	0,09	0,07	0,06	0,03	0,03	0,02
300	0,11	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,03	0,02	0,02
350	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02
400	0,09	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02
500	0,075	0,065	0,06	0,05	0,045	0,04	0,02	0,02	0,016
600	0,062	0,055	0,05	0,043	0,038	0,035	0,017	0,015	0,014
700	0,055	0,051	0,045	0,038	0,035	0,032	0,015	0,013	0,012
800	0,048	0,045	0,042	0,034	0,031	0,029	0,013	0,012	0,011
900	0,044	0,041	0,038	0,031	0,028	0,026	0,012	0,011	0,010
1 000	0,040	0,037	0,034	0,028	0,026	0,024	0,011	0,010	0,009
2 000	0,022	0,020	0,017	0,015	0,14	0,013	0,006	0,006	0,005

Примечания:

1. Для промежуточных значений диаметров и температуры величина определяется интерполяцией;
2. Для температуры теплоносителя ниже 100 °С принимаются данные, соответствующие 100 °С

Для двухслойных теплоизоляционных конструкций расчет толщины слоев по нормированной плотности теплового потока производится в следующей последовательности:

В случае, когда максимальная температура применения одного из выбранных теплоизоляционных материалов ниже температуры стенки изолируемого объекта в двухслойных теплоизоляционных конструкциях в качестве первого слоя на изолируемую поверхность устанавливается материал с более высокой допустимой температурой применения.

Толщина первого слоя определяется из условия, чтобы температура между обоими слоями t_1, t_2 не превышала максимальной температуры применения основного изоляционного материала.

Для плоской стенки и цилиндрических объектов с диаметром 2 м и более для расчета толщины первого слоя применяется формула:

$$\delta_{из1} = \lambda_{из1}\left[\frac{(t_в - t_{1,2})}{q_F^н}\right]$$

При расчете цилиндрических объектов с диаметром менее 2 м – аналогично однослойной конструкции по уравнению:

$$\ln B_1 = 2\pi\lambda_{из1}\left[\frac{(t_в - t_{1,2})}{q_L^н}\right], \text{ в котором } B_1 = \frac{d_н^{ст} + 2\delta_{из1}}{d_н^{ст}}$$

определяют величину lnB, затем находят B1 и толщину первого слоя, мм:

$$\delta_{из1} = \frac{d_н^{ст}\cdot(B_1 - 1)}{2}$$

Расчет требуемой толщины тепловой изоляции по нормативной плотности теплового потока может быть выполнен методом последовательных приближений. Последовательность расчета для однослойной цилиндрической конструкции следующая:

Задаваясь начальным значением толщины изоляции δ_0, м, определяемой требуемой точностью расчета, например, 0,001 м, с помощью последовательных шагов 1, 2, 3, 4, ..., i для толщины изоляции: $\delta_1=\delta_{0\cdot1}$, $\delta_2=\delta_{0\cdot2}$, $\delta_3=\delta_{0\cdot3}$ ... $\delta_i=\delta_{0\cdot i}$ производят вычисление линейной плотности тепловых потоков q_L^1; q_L^2; ...; q_L^i по уравнению:

$$q_L^i = \frac{\pi\cdot(t_в - t_н)}{\frac{1}{\alpha_н(d_н^{ст} + 2\delta_{0\cdot i})} + \frac{1}{2\lambda_{из}}\ln\frac{(d_н^{ст} + 2\delta_{0\cdot i})}{d_н^{ст}}}$$

На каждом шаге вычислений i производится сравнение q_L^i с заданным значением нормативного удельного потока $q_L^н$. При выполнении условия:

$$q_L^i - q_L^н \le 0$$

вычисления заканчиваются, а найденная величина $\delta=\delta_{0\cdot i}$ является искомой, обеспечивающей заданную величину тепловых потерь.

Расчёт толщины изоляции по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами

Требуемое полное термическое сопротивление изоляции трубопровода длиной l, м, для обеспечения заданного снижения температуры транспортируемого по нему вещества от начальной $t_в'$ до конечной $t_в''$ при расходе вещества G, кг/ч, теплоёмкостью C, кДж/(кг·°C) определяется из выражений:

$$\text{при } \frac{t_в'-t_н}{t_в''-t_н} \geq 2 \quad , \quad R_1^L = \frac{3{,}6Kl}{GC\ln\frac{t_в'-t_н}{t_в''-t_н}}$$

$$\text{при } \frac{t_в'-t_н}{t_в''-t_н} < 2 \quad , \quad R_2^L = \frac{3{,}6Kl\left(\frac{t_в'+t_в''}{2}-t_н\right)}{GC(t_в'+t_в'')}$$

где $t_н$ – расчётная температура окружающей среды, °C.

Для определения требуемой толщины изоляции $\delta_{из}$, м, по найденным значениям R_1^L и R_2^L используется формула:

$$\ln B_{1,2} = 2\pi\lambda_{из}(R_{1,2}^L - R_н^L)$$

Принимая приближенные значения Rн по таблице 1 находят величину B и затем по формуле толщину изоляции:

$$\delta_{из1,2} = \frac{d_н^{ст}\cdot(B_{1,2}-1)}{2}$$

Расчёт толщины тепловой изоляции по заданной температуре наружной поверхности

Определение толщины изоляции по заданной температуре ее наружной поверхности $t_п$ производится в том случае, когда изоляция нужна как средство, предохраняющее обслуживающий персонал от ожогов. Расчет толщины тепловой изоляции выполняется по формулам:

– для плоских теплоизоляционных конструкций:

$$\delta_{из1,2} = \frac{\lambda_{из}(t_в-t_п)}{\alpha_н(t_п-t_н)}$$

– для цилиндрических:

$$\ln B = \ln \frac{d_н^{ст} + 2\delta_{из}}{d_н^{ст}} = 2\pi\lambda_{из} R_н^L \frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}$$

где ориентировочное значение $R_н^L$ принимается по Таблице 1.

$$\delta_{из} = \frac{d_н^{ст} \cdot (B-1)}{2}$$

Рассмотренный метод является приближенным. Более точные результаты могут быть получены методом последовательных приближений. Расчет выполняется по формуле:

$$\left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_i = \frac{\ln \frac{d_н^{ст} + 2\delta_0 i}{d_н^{ст}} \cdot \alpha_н (d_н^{ст} + 2\delta_0 i)}{2\alpha_{из}}$$

Задаваясь начальным значением толщины изоляции δ_0, м, определяемым требуемой точностью расчета, например, 0,001 м, последовательными шагами 1, 2, 3, ..., для толщин изоляции $\delta_1 = \delta_0 \cdot 1$, $\delta_2 = \delta_0 \cdot 2$, $\delta_3 = \delta_0 \cdot 3$ ... $\delta_i = \delta_0 \cdot i$ производится вычисление величин:

$$\left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_1; \left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_2; \left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_3; \ldots \left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_i$$

На каждом шаге вычислений i производится сравнение $\left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_i$

с заданным значением $\left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_р$ при выполнении условия:

$$\left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_i - \left(\frac{t_в - t_п}{t_п - t_н}\right)_р \geq 0$$

вычисления заканчиваются, а найденная величина $\delta_i = \delta_0 \cdot i$ является с точностью до 1 мм заданной, обеспечивающей требуемую температуру поверхности изоляции.

Расчёт толщины изоляции, предотвращающий конденсацию влаги из воздуха на ее поверхности

Данный расчет производится для изолированных объектов, расположенных в помещениях и содержащих вещества с температурой ниже температуры окружающего воздуха. В этом случае изоляция должна обеспечивать требуемый расчетный перепад между температурами наружного воздуха и поверхностью изоляции (tн-tп), при котором исключается конденсация влаги из воздуха (Таблица 2).

Таблица 2 – Расчетный перепад ($t_н - t_п$), °С

Температура, °С	Относительная влажность воздуха φ, %					
	40	50	60	70	80	90
10	13,4	10,4	7,8	5,5	3,5	1,6
15	14,2	10,9	9,1	5,7	3,6	1,7
20	14,8	11,3	8,4	5,9	3,7	1,8
25	15,3	11,7	8,7	6,1	3,8	1,9
30	15,9	12,2	9,0	6,3	4,0	2,0

Расчет выполняется по формулам:

– для плоской поверхности:

$$R_{из} = \left(\frac{t_п - t_в}{t_н - t_п}\right) \cdot R_н \qquad \delta_{из} = \frac{\lambda_{из}(t_п - t_в)}{\alpha_н(t_н - t_п)}$$

– для цилиндрической поверхности:

$$R^L_{из} = \left(\frac{t_п - t_в}{t_н - t_п}\right) \cdot R^L_н \qquad \ln B = 2\pi\lambda_{из} R^L_н \frac{t_п - t_в}{t_н - t_п}$$

В расчетах температуру наружной среды $t_н$ следует принимать равной температуре воздуха в помещении.

Температуру внутренней среды $t_в$ и относительную влажность воздуха в помещении φ принимают в соответствии с техническим заданием на проектирование.

Коэффициент теплоотдачи к наружной поверхности изоляции $\alpha_н$ принимается для поверхностей с низким коэффициентом излучения – 5 Вт/(м^2·°С), для поверхностей с высоким коэффициентом излучения – 7 Вт/(м^2·°С)

Расчёт изоляции трубопроводов двутрубных водяных сетей при подземной прокладке в непроходимых каналах

Тепловые потери через изолированную поверхность двухтрубных тепловых сетей, прокладываемых в непроходном канале шириной **b** и высотой **h**, м, на глубине **H**, м, от поверхности земли до оси канала определяются по формуле:

$$q^L_{1,2} = q^L_1 + q^L_2 = \frac{(t_{кан} - t_н)K}{R_{кан} + R^K_{гр}}$$

Температура воздуха в канале $t_{кан}$ определяется по формуле:

$$t_{кан} = \frac{\frac{t_{б1}}{R^L_{из1}+R^L_{н1}} + \frac{t_{б2}}{R^L_{из2}+R^L_{н2}} + \frac{t_н}{R_{кан}+R^K_{гр}}}{\frac{1}{R^L_{из1}+R^L_{н1}} + \frac{1}{R^L_{из2}+R^L_{н2}} + \frac{1}{R_{кан}+R^K_{гр}}}$$

где: $R^L_{из1} = \frac{1}{2\pi\lambda_{из}} \cdot \ln\frac{d_1+2\delta_{из1}}{d_1}$; $R^L_{из2} = \frac{1}{2\pi\lambda_{из}} \cdot \ln\frac{d_2+2\delta_{из2}}{d_2}$;

$R^L_{н1} = \frac{1}{2\pi\alpha_к(d_1+2\delta_{из1})}$; $R^L_{н2} = \frac{1}{2\pi\alpha_к(d_2+2\delta_{из2})}$; $R^L_{кан} = \frac{1}{\pi\alpha_к \frac{2bh}{b+h}}$

q^L_1, q^L_2 – линейные плотности теплового потока от подающего и обратного трубопроводов, Вт/м;
d_1, d_2 – наружные диаметры подающего и обратного трубопроводов, м;
$t_{б1}$, $t_{б2}$ – температуры подающего и обратного трубопроводов, °С;
K – коэффициент дополнительных потерь (Таблица 1);
$R^L_{из1}$, $R^L_{из2}$ – термические сопротивления изоляции подающего и обратного трубопроводов, м·°С/Вт;
$R^L_{н1}$, $R^L_{н2}$ – термические сопротивления теплоотдаче от поверхности изоляции подающего и обратного трубопроводов, м·°С/Вт;
$R_{кан}$ – термическое сопротивление теплоотдаче от воздуха к поверхности канала, м·°С/Вт;
h, b – высота и ширина канала, соответственно, м;
$\alpha_к$ – коэффициент теплоотдачи в канале, принимается равным 11 Вт/(м ·°С);
$\lambda_{из}$ – теплопроводность изоляции в конструкции, Вт/(м·°С);
$\lambda_{из1}$, $\lambda_{из2}$ – толщины изоляции подающего и обратного трубопроводов, м;
$R^K_{гр}$ – термическое сопротивление грунта, Вт/(м·°С), определяется по формуле

$$R^K_{гр} = \frac{\ln\left[3{,}5\frac{H}{h}\left(\frac{h}{b}\right)^{0{,}25}\right]}{\left(5{,}7+0{,}5\frac{b}{h}\right)\lambda_{гр}}$$

$\lambda_{гр}$ – теплопроводность грунта, Вт/(м·°С), Таблица 3
H – глубина заложения, расстояние от оси трубы до поверхности земли, м.

Таблица 3 – теплопроводность грунта

Вид грунта	Средняя плотность, кг/м	Весовое влагосодержание грунта, %	Коэффициент теплопроводности, ВТ/(м°С)
Песок	1480	4	0,86
	1600	5	1,11
		15	1,92
		23,8	1,92
Суглинок	1100	8	0,71
		15	0,9
	1200	8	0,83
		15	1,04
	1300	8	0,98
		15	1,2
	1400	8	1,12
		15	1,36
		20	1,63
	1500	8	1,27
		15	1,56
		20	1,86
	1600	8	1,45
		15	1,78
	2000	5	1,75
		10	2,56
		11,5	2,68
Глинистый	1300	8	0,72
		18	1,08
		40	1,66
	1500	8	1,0
		18	1,46
		40	2,0
	1600	8	1,13
		27	1,93

Расчет требуемой толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока в зависимости от технических требований может выполняться в двух вариантах:

а) по нормативным линейным плотностям теплового потока
б) по суммарной нормативной линейной плотности теплового потока от подающего и обратного трубопровода, в этом случае определяется толщина изоляции, одинаковая для обоих трубопроводов.

Расчет толщины изоляции по нормативным линейным плотностям теплового потока, заданным отдельно для подающего и обратного трубопроводов выполняется в следующей последовательности.

На первом этапе рассчитывают температуру в канале по формуле:

$$t_{кан} = t_н + K(q^L_1 + q^L_2)\cdot(R_{кан} + R_{гр})$$

Затем для каждого трубопровода вычисляются по формулам:

$$\ln B_1 = 2\pi\lambda_{из}\left(\frac{t_{б1} - t_{кан}}{q^L_1} - R^L_{н1}\right)$$

$$\ln B_2 = 2\pi\lambda_{из}\left(\frac{t_{б2} - t_{кан}}{q^L_2} - R^L_{н2}\right)$$

Далее рассчитывают требуемые толщины изоляции для подающего и обратного трубопроводов, обеспечивающие нормативные линейные потери тепла

$$\delta_{из1} = \frac{d_1\cdot(B_1 - 1)}{2} \qquad \delta_{из2} = \frac{d_2\cdot(B_2 - 1)}{2}$$

Расчет толщины изоляции подающего и обратного трубопроводов по суммарной нормативной линейной плотности теплового потока выполняется методом последовательных приближений (методом подбора).

На первом этапе задаются начальным значением толщины изоляции одинаковой для подающего и обратного трубопроводов, рассчитывают температуру в канале. Затем вычисляют суммарную линейную плотность теплового потока. Полученное расчетное значение сравнивают с нормативной линейной плотностью теплового потока.

На втором этапе увеличивают или уменьшают толщину изоляции в зависимости от результата сравнения и повторяют расчет в той же последовательности до получения нового расчетного значения.

Расчет повторяют до тех пор, пока расчетное значение плотности теплового потока будет отличаться от нормативного значения на заданную степень точности расчета, например, не более, чем на 1%. Последнее значение принимается в качестве расчетной толщины тепловой изоляции для подающего и обратного трубопроводов.

Расчетную температуру наружной среды принимают равной среднегодовой температуре грунта на глубине заложения трубопровода.

Коэффициент дополнительных тепловых потерь при расчете толщины изоляции по нормированной плотности теплового потока принимается равным 1. При расстоянии от поверхности грунта до перекрытия канала 0,7 м и менее за расчетную температуру наружной среды должна приниматься та же температура наружного воздуха, что и при надземной прокладке.

Расчёт тепловой изоляции трубопроводов с целью предотвращения замерзания содержащейся в них жидкости

Тепловую изоляцию с целью предотвращения замерзания жидкости при прекращении её движения предусматривают для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе.

Как правило, это актуально для трубопроводов малого диаметра, имеющих малый запас аккумулированного тепла. Время, на которое тепловая изоляция может предохранить транспортируемую жидкость от замерзания при остановке её движения, зависит от температуры жидкости и окружающего воздуха, скорости ветра, внутреннего диаметра, толщины и материала стенки трубопровода, параметров транспортируемой жидкости.

К параметрам, влияющим на длительность периода до начала замерзания, относятся: плотность, температура замерзания, удельная теплоёмкость, скрытая теплота замерзания. Чем больше диаметр трубопровода и выше температура жидкости, тем меньше вероятность замерзания. Чем больше скорость ветра и ниже температура жидкости (холодной воды) и окружающего воздуха, меньше диаметр трубопровода, тем больше вероятность замерзания жидкости. Уменьшает вероятность замерзания холодной воды применение изолированных неметаллических трубопроводов. Для расчета толщины тепловой изоляции используется формула:

$$\ln\frac{d_{из}}{d_н} = 2\pi\lambda_{из}\left\{\frac{3{,}6Kz}{\frac{2(t_т - t_з)\cdot(\upsilon_т\rho_т c_т + \upsilon_{ст}\rho_{ст}c_{ст})}{t_т + t_з - 2t_0} + \frac{0{,}25\cdot\upsilon_т\rho_т r_т}{t_з - t_0}} - \frac{1}{\pi d_{из}\alpha_н}\right\}$$

$\upsilon_т$ – объём жидкости на метр длины трубопровода, м^3;
$\rho_т$ – плотность жидкости, кг/м^3;
$c_т$ – удельная теплоемкость жидкости, кДж/(кг·К);
$\upsilon_{ст}$ – объём стенки на метр длины трубопровода, м^3;
$\rho_{ст}$ – плотность кг/м^3;
$c_{ст}$ – удельная теплоемкость материала стенки, кДж/(кг·К);
$r_т$ – скрытая теплота замерзания (плавления), кДж/кг;
z – время предполагаемой приостановки движения жидкости, час;
K – коэффициент, учитывающий дополнительные потери на опорах трубопроводов.

В частном случае для стального водопровода формула имеет вид:

$$\ln\frac{d_{из}}{d_н}=2\pi\lambda_{из}\left\{2326\left[\frac{t_m\cdot(\upsilon_m+0{,}9\upsilon_{cm})}{t_m-2t_0}-\frac{10\cdot\upsilon_m}{t_0}\right]\frac{Kz}{}-\frac{1}{\pi d_{из}\alpha_н}\right\}$$

Температуру окружающего воздуха следует принимать как среднюю наиболее холодной пятидневки с обеспечением 0,98 для региона, где расположен трубопровод.

Коэффициент К, учитывающий дополнительные потери на опорах, следует принимать:

- для стальных трубопроводов на подвижных опорах, условным проходом до 150 мм – 1,2;
- для неметаллических трубопроводов на подвижных и подвесных опорах – 1,05.

Расчетное время, в течение которого тепловая изоляция позволит предохранить от замерзания холодную воду с начальной температурой 5 и 10°С при аварийной остановке её движения в трубопроводах в зимнее время при расчетной температуре окружающего воздуха до минус 30°С, приведены в Таблицах 4,5,6

Примечание: При расчетах толщины изоляции трубопроводов коэффициент К, учитывающий дополнительные потери на опорах, принят – 1,2 (стальные трубопроводы с условным проходом до 150 мм на подвижных опорах)

При расчетной температуре окружающего воздуха ниже минус 30°С или для других жидких вязких веществ необходимо проведение расчетов по формулам:

$$\ln\frac{d_{из}}{d_н}=2\pi\lambda_{из}\left\{2326\left[\frac{t_m\cdot(\upsilon_m+0{,}9\upsilon_{cm})}{t_m-2t_0}-\frac{10\cdot\upsilon_m}{t_0}\right]\frac{Kz}{}-\frac{1}{\pi d_{из}\alpha_н}\right\}$$

$$\ln\frac{d_{из}}{d_н}=2\pi\lambda_{из}\left\{\frac{2(t_m-t_э)\cdot(\upsilon_m\rho_m c_m+\upsilon_{cm}\rho_{cm}c_{cm})}{t_m+t_э-2t_0}+\frac{0{,}25\cdot\upsilon_m\rho_m r_m}{t_э-t_0}\frac{3{,}6Kz}{}-\frac{1}{\pi d_{из}\alpha_н}\right\}$$

Расчёт тепловой изоляции по заданной величине изменения температуры вещества в ёмкости

Расчет производится с целью определения толщины изоляции, необходимой для поддержания температуры вещества, хранимого в емкости, в течение заданного времени. Расчет толщины теплоизоляционного слоя следует производить по формуле:

$$\delta_{из} = \lambda_{из}\left(\frac{3{,}96(t_{m\,ср}-t_e)\cdot F\cdot Z}{(t_{m1}-t_{m2})\cdot(\upsilon_m\rho_m c_m+\upsilon_m\rho_{cm}c_{cm})}-\frac{1}{\alpha_н}\right)$$

$\lambda_{из}$ – теплопроводность изоляционного слоя, Вт/(м·°С);
$t_{m\,ср}$ – средняя температура теплоносителя по трассе трубопровода, °С;
t_e – температура окружающей среды, °С;
v_m – объем хранимого вещества в емкости, м^3;
v_{cm} – объем стенки емкости, м^3;
F – площадь теплоотделяющей поверхности изолируемого объекта, м^2.

Коэффициент теплопроводности следует определять исходя из средней температуры хранящихся веществ и температуры на поверхности изоляции.

Температуру окружающего воздуха следует принимать:
- при расположении на открытом воздухе – среднюю наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98;
- при расположении в помещении – в соответствии с техническим заданием.

Расчет производится по нормам плотности теплового потока.

НАРУЖНЫЙ ДИАМЕТР, ММ	ТОЛЩИНА ИЗОЛЯЦИИ (ММ) ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ, °С ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ +20 °С											
	+5	+15	+45	+60	+70	+90	+95	+100	+110	+130	+150	+200
18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30
21	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	30
25	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	40
28	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	30	40
32	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	30	40
35	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	30	40
38	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	30	40
42	20	20	20	20	20	20	30	20	30	40	40	50
45	20	20	20	20	20	20	30	20	30	40	40	50
48	20	20	20	20	20	20	30	20	30	40	40	50
54	20	20	20	20	20	20	30	30	30	40	40	50
57	20	20	20	20	20	20	30	30	30	40	40	50
60	20	20	20	20	20	20	30	30	30	40	50	50
64	20	20	20	20	20	30	30	30	30	40	50	50
70	20	20	20	20	30	30	30	30	40	40	50	50
76	20	20	20	20	30	30	30	30	40	40	50	50
89	20	20	20	20	30	40	40	40	40	50	50	60
108	30	30	30	30	30	40	40	40	40	50	50	60
114	30	30	30	30	30	40	40	40	40	50	50	60
133	30	30	30	30	30	40	40	40	40	50	60	70
159	30	30	30	30	40	50	50	40	50	60	60	70
219	30	30	30	30	40	50	50	50	50	60	70	80
273	30	30	30	30	40	50	50	50	50	60	70	80
325	30	30	30	30	40	50	50	50	60	60	70	80
356	30	30	30	30	40	50	50	50	60	60	70	80
426	30	30	30	30	40	50	50	60	60	70	70	80
457	30	30	30	30	40	50	50	60	60	70	70	90
530	30	30	30	30	40	50	50	60	60	70	70	90

СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов

6.7 Расчет толщины тепловой изоляции по заданной температуре на поверхности изоляции*

_____

* Измененная редакция, Изм N 1.

6.7.1 Температуру на поверхности тепловой изоляции следует принимать не более, °С:

а) для изолируемых поверхностей, расположенных в рабочей или обслуживаемой зонах помещений и содержащих вещества с температурой:

выше 500 °С 55

от 150 до 500 °С 45

150 °С и ниже 40

вспышки паров ниже 45 °С 35

б) для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе в рабочей или обслуживаемой зоне:

при металлическом покровном слое 55

для других видов покровного слоя 60.

Температура на поверхности тепловой изоляции трубопроводов, расположенных за пределами рабочей или обслуживаемой зоны, не должна превышать температурных пределов применения материалов покровного слоя, но не выше 75 °С.

6.7.2 Расчетную температуру окружающего воздуха следует принимать для поверхностей, расположенных:

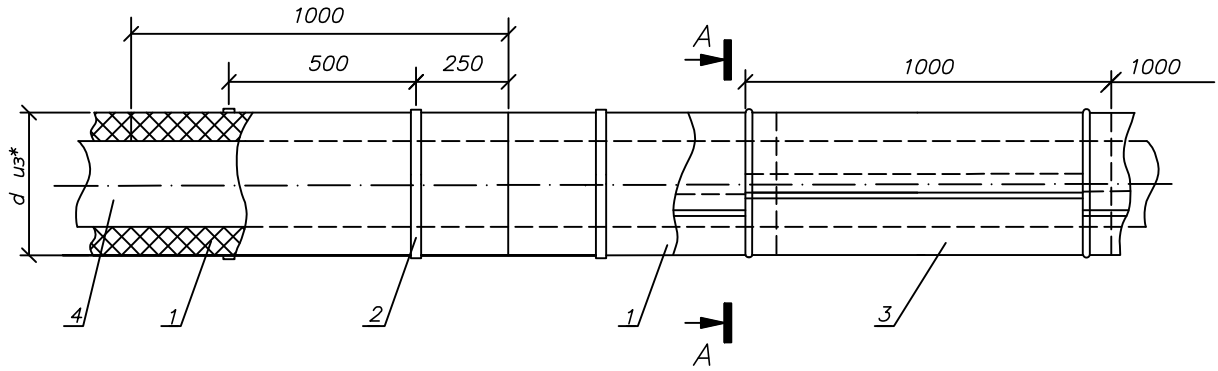
на открытом воздухе – среднюю максимальную наиболее жаркого месяца;

в помещении – в соответствии с 6.3.

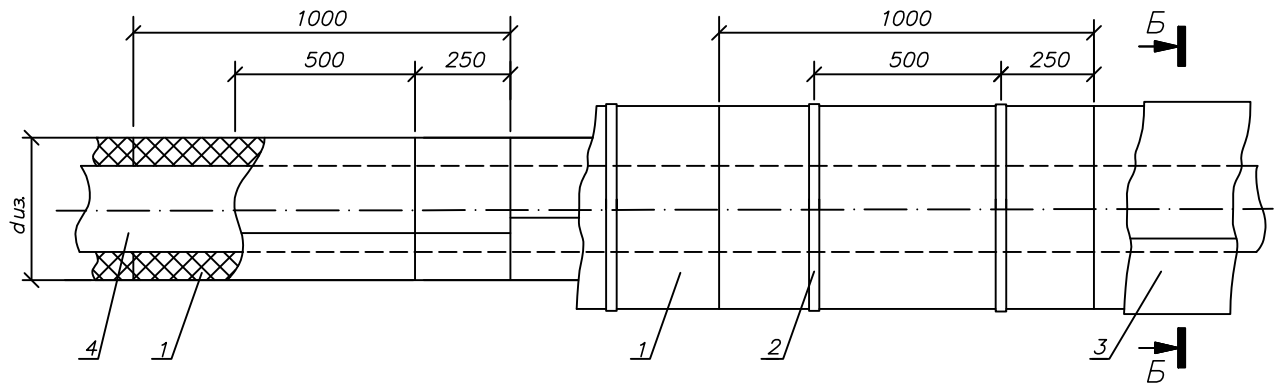
6.7.3 При необходимости одновременного выполнения требований 6.1–6.5 и 6.7 принимается большее значение расчетной толщины изоляции.

1. Теплоизоляция горизонтальных трубопроводов цилиндрами BOS PIPE

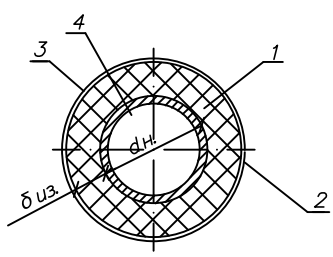
В 1 слой



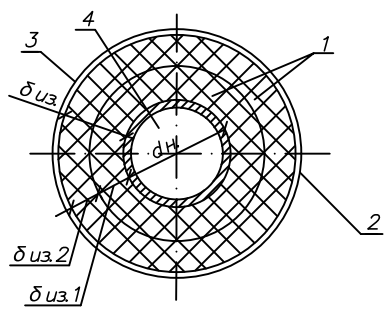
В 2 слоя



А – А
в 1 слой



Б – Б
в 2 слоя



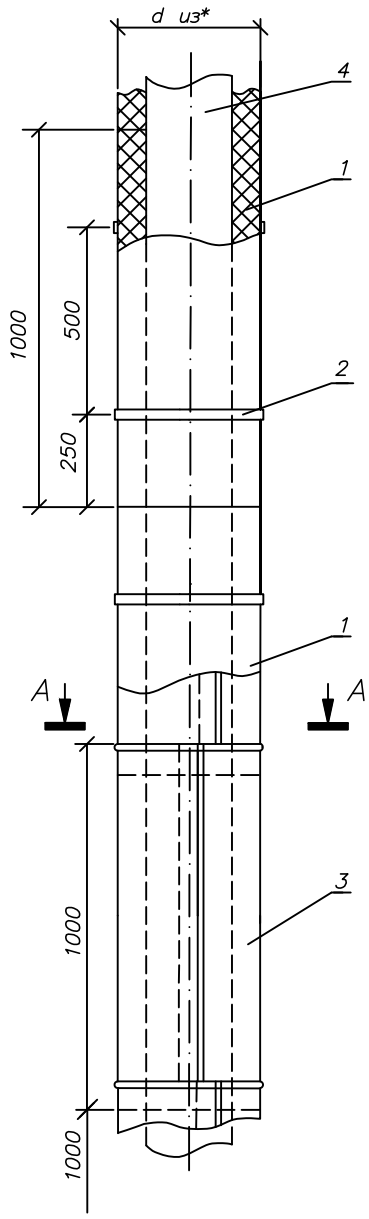
1. Цилиндр BOS PIPE
2. Проволока оцинкованная PRO–VOLOKA
3. Обкладка неармированной фольгой или металлическим кожухом
4. Трубопровод

δ из. – толщина изоляции
dн. – наружный диаметр трубы
dиз – диаметр трубы с изоляцией.

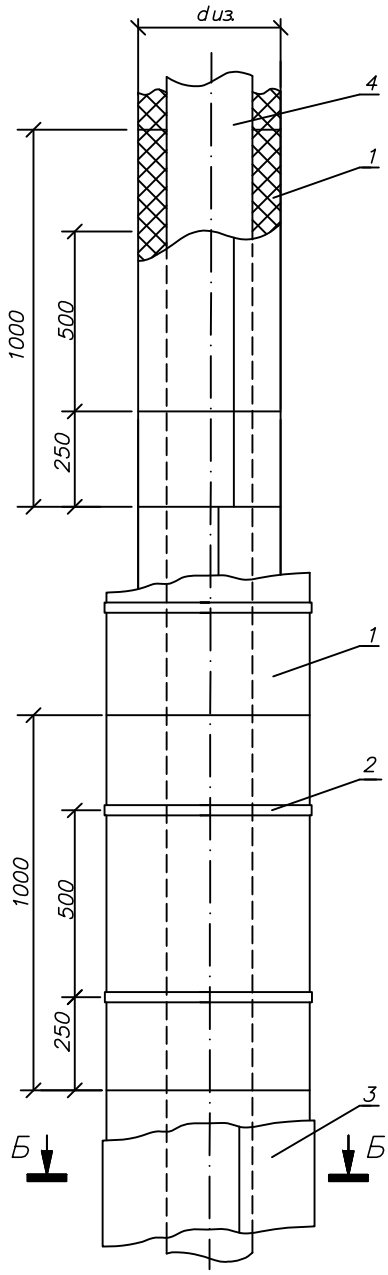
							Лист
					2018	Альбом технических решений	1
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

2. Теплоизоляция вертикальных трубопроводов цилиндрами BOS PIPE

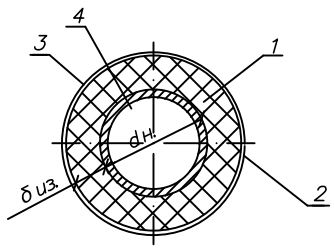
В 1 слой



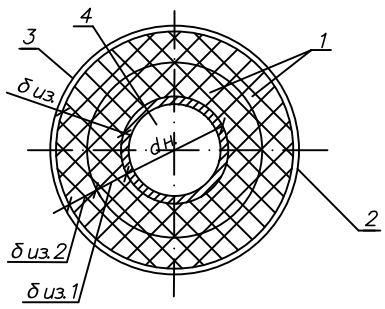
В 2 слоя



А – А
в 1 слой



Б – Б
в 2 слоя

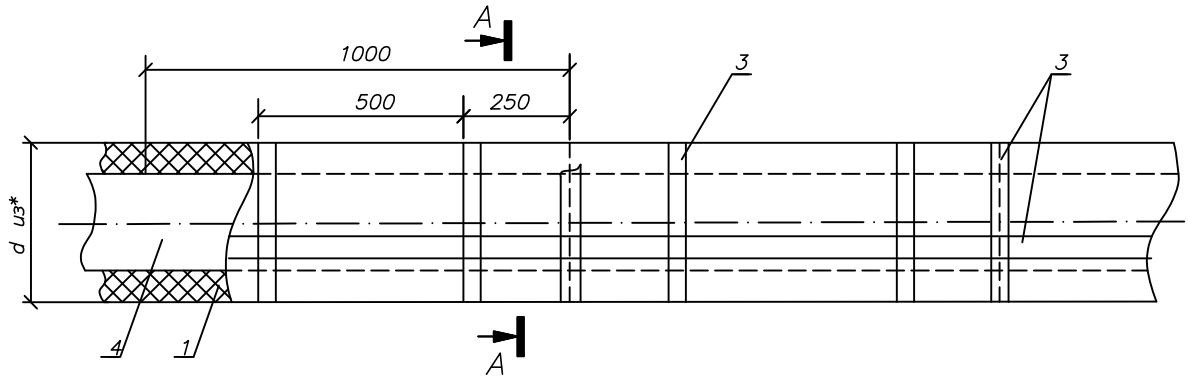


1. Цилиндр BOS PIPE
2. Проволока оцинкованная PRO–VOLOKA
3. Обкладка неармированной фольгой или металлическим кожухом
4. Трубопровод

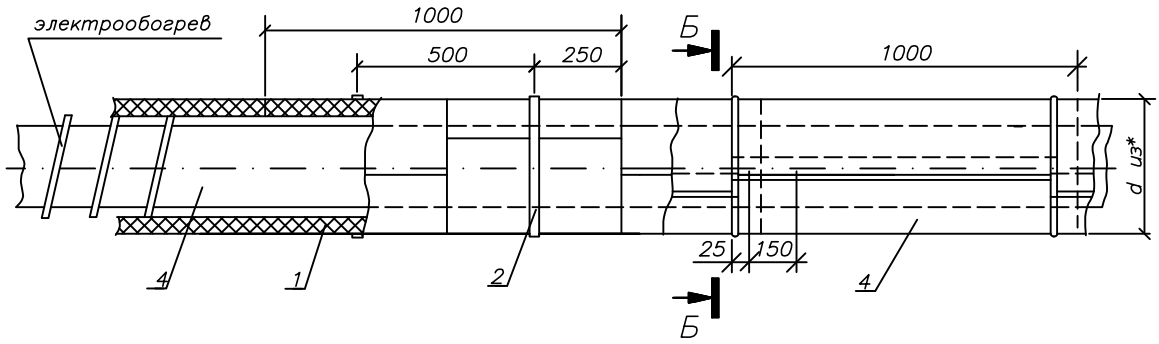
						Альбом технических решений	Лист
					2018		2
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

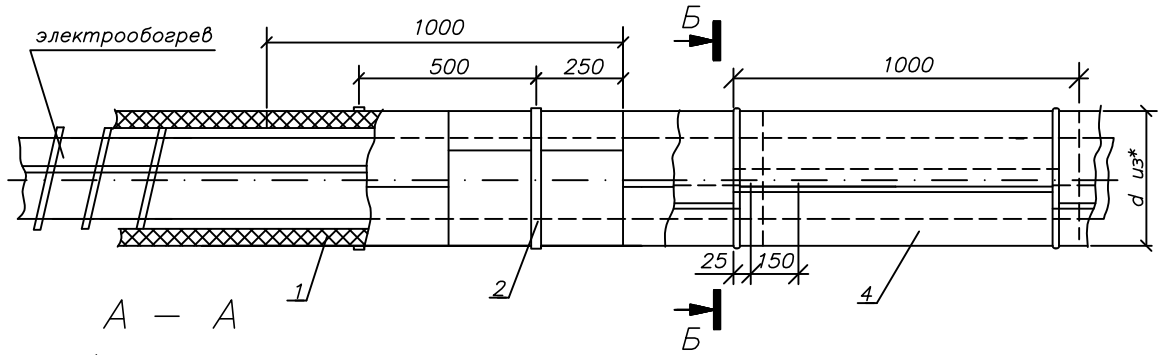
3. Теплоизоляция горизонтальных трубопроводов цилиндрами BOS PIPE внутри помещений и трубопроводов с электробогревом

Теплоизоляция цилиндрами BOS PIPE внутри помещений

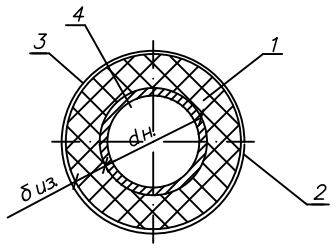


Теплоизоляция трубопроводов с электрообогревом

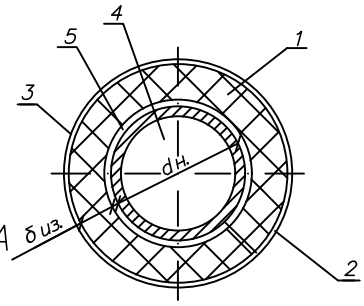




А – А



Б – Б

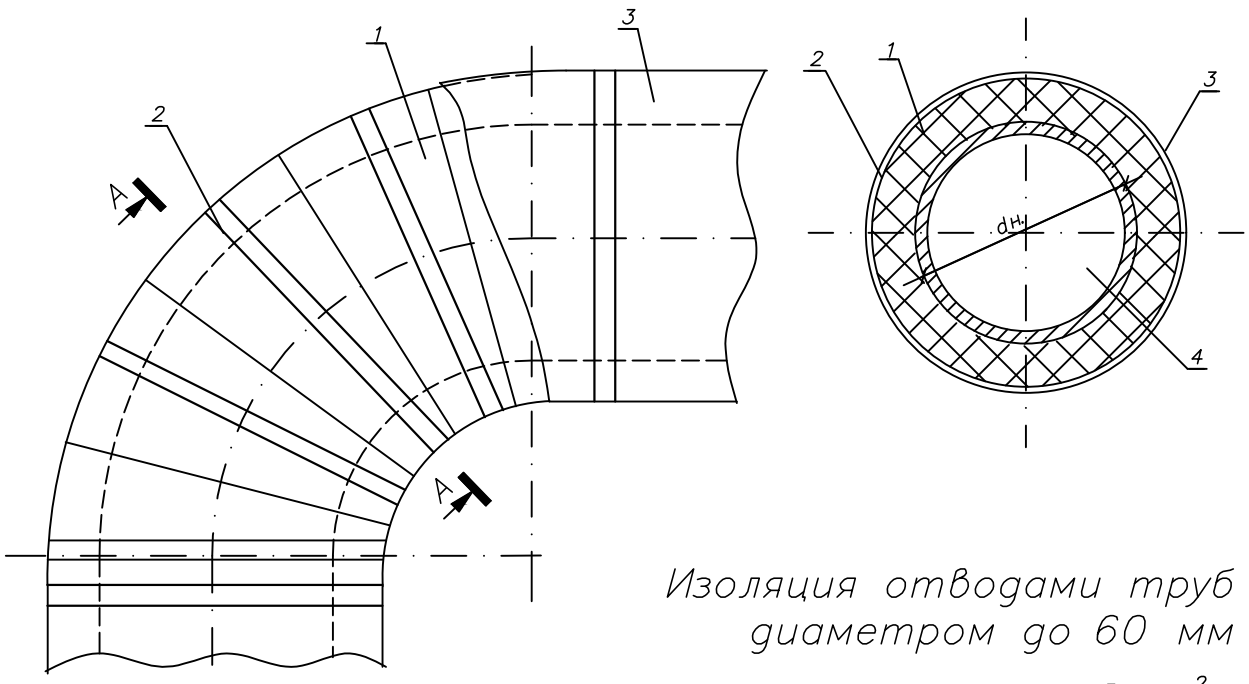


1. Цилиндр BOS PIPE
2. Проволока оцинкованная PRO–VOLOKA
3. Алюминиевый скотч BOS–Master
4. Трубопровод
5. Электрокабель

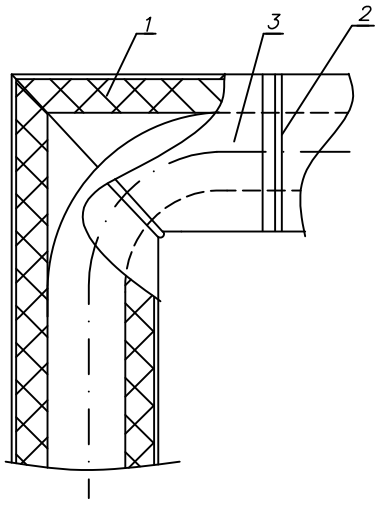
							Лист
					2018	Альбом технических решений	3
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

4. Теплоизоляция отводов цилиндрами BOS PIPE

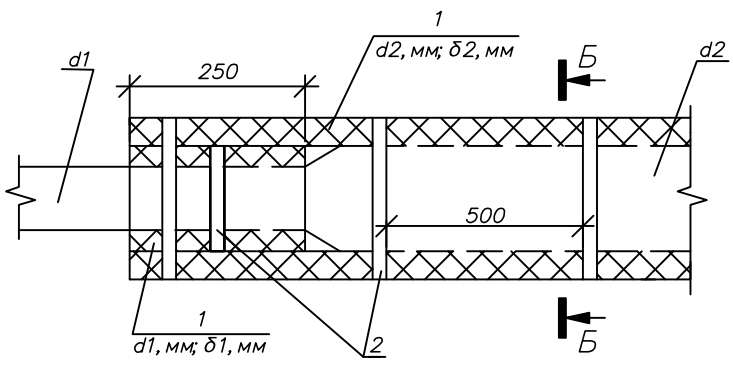
Изоляция отводами труб диаметром от 60 мм



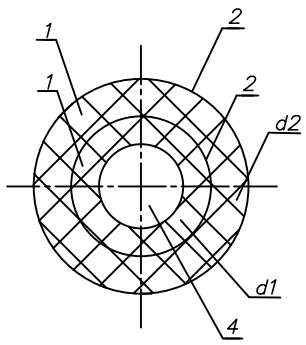
Изоляция отводами труб диаметром до 60 мм



Изоляция перехода цилиндрами BOS PIPE



Б – Б

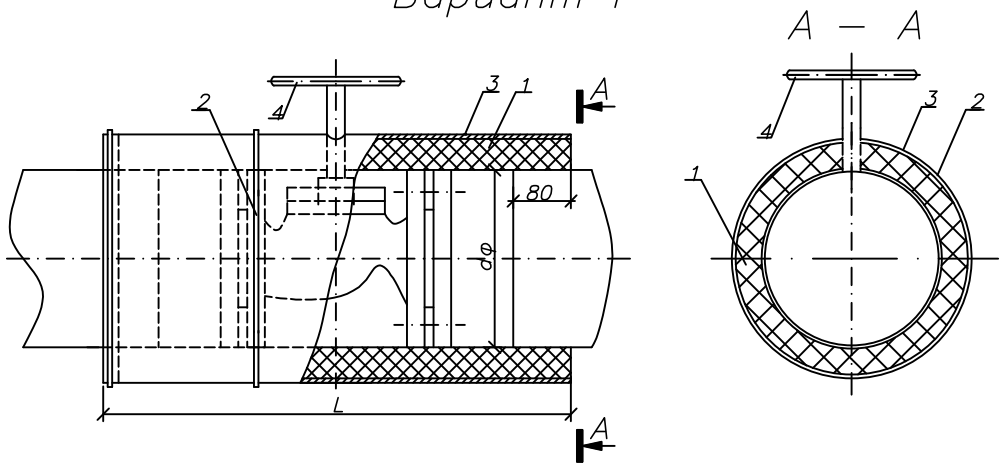


1. Цилиндр BOS PIPE
2. Проволока оцинкованная PRO–VOLOKA
3. Обкладка неармированной фольгой или металлическим кожухом
4. Трубопровод

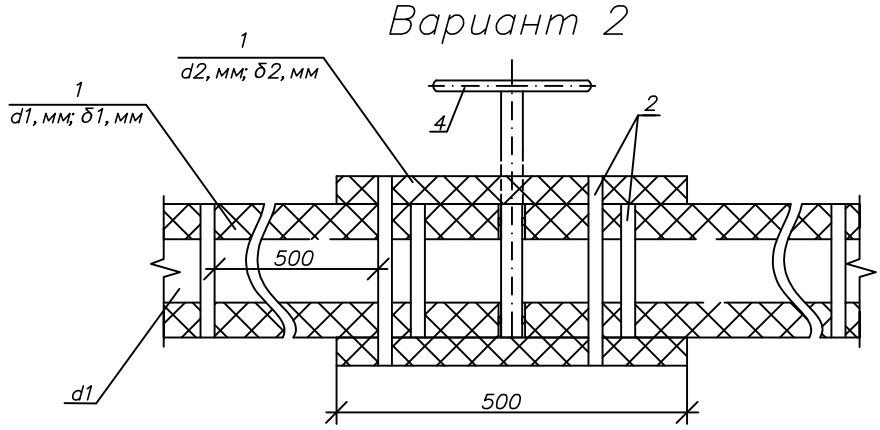
							Лист
					2018	Альбом технических решений	4
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

5. Изоляция арматуры цилиндрами BOS PIPE

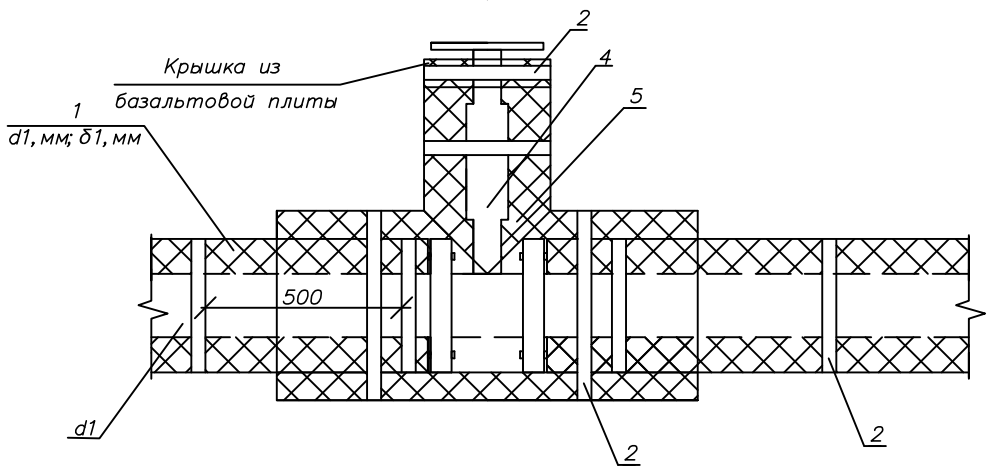
Вариант 1



Вариант 2



Вариант 3



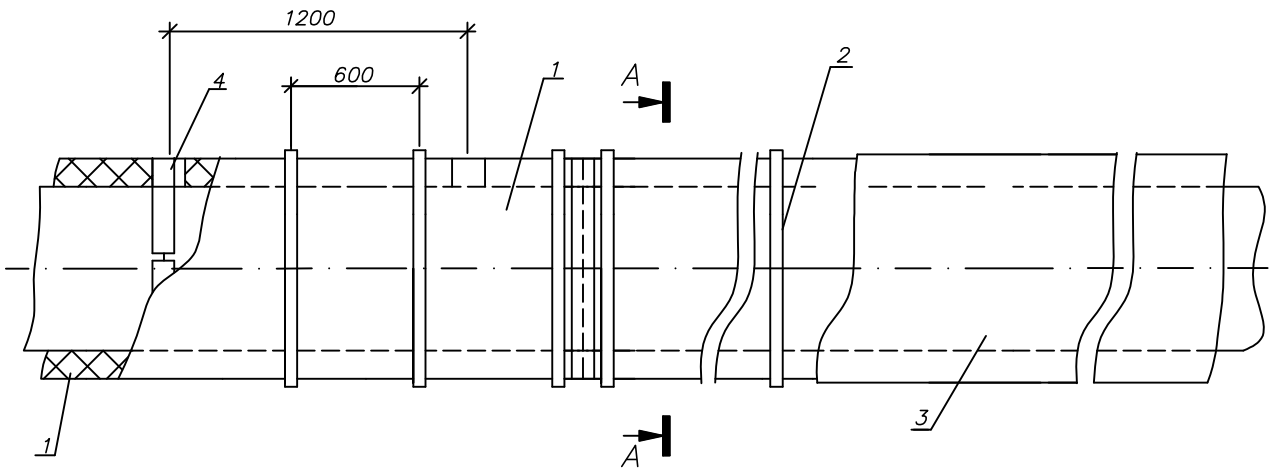
*При невозможности использования цилиндров при теплоизоляции арматуры необходимо использовать теплоизоляционные маты МПБ–БСТВ.

1. Цилиндр BOS PIPE
2. Проволока оцинкованная PRO–VOLOKA
3. Обкладка неармированной фольгой или металлическим кожухом
4. Фланец; 5. Тройник из BOS PIPE

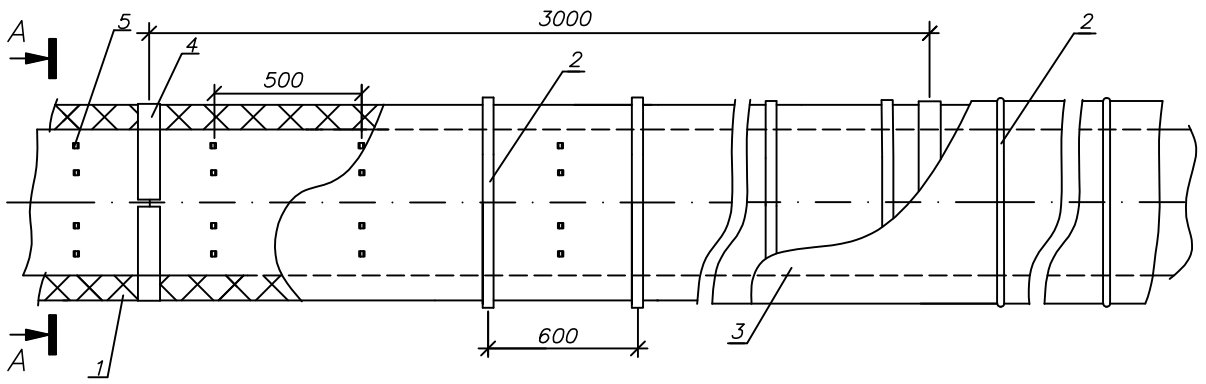
							Лист
					2018	Альбом технических решений	5
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

6. Теплоизоляция трубопроводов матами МПБ–БСТВ

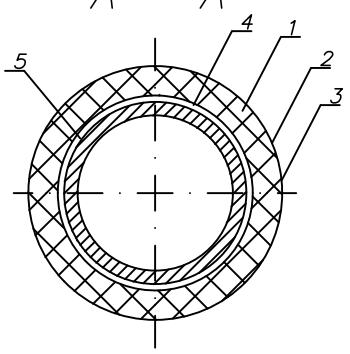
Крепление бандажом



Крепление на штырях



А – А

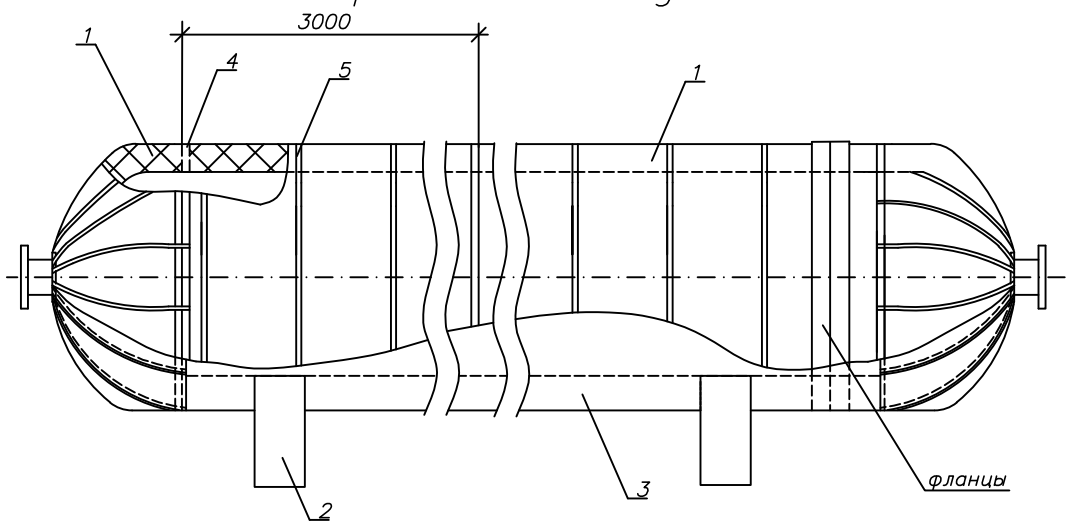


1. Мат МПБ–БСТВ
2. Стальная лента BOS–Solid
3. Металлический кожух
4. Опорное кольцо
5. Приварной штифт

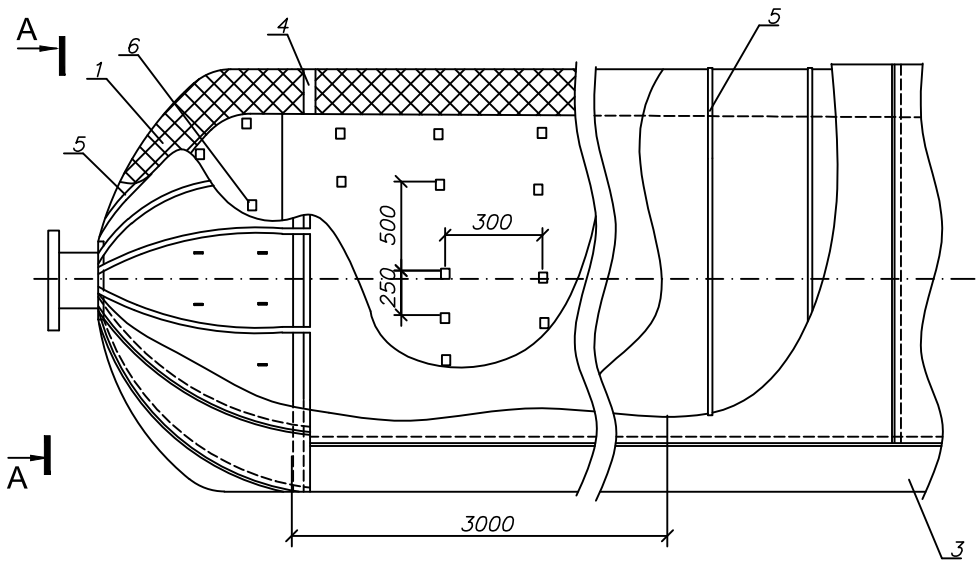
							Лист
					2018	Альбом технических решений	6
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

7. Теплоизоляция промышленного оборудования матами МПБ–БСТВ

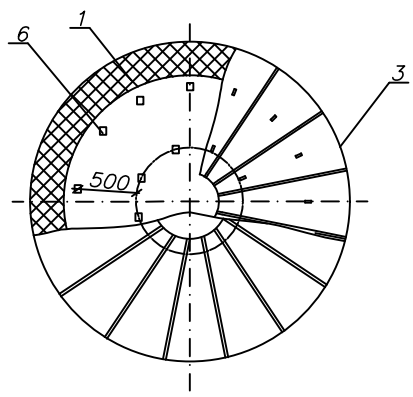
Крепление бандажом



Крепление штырями



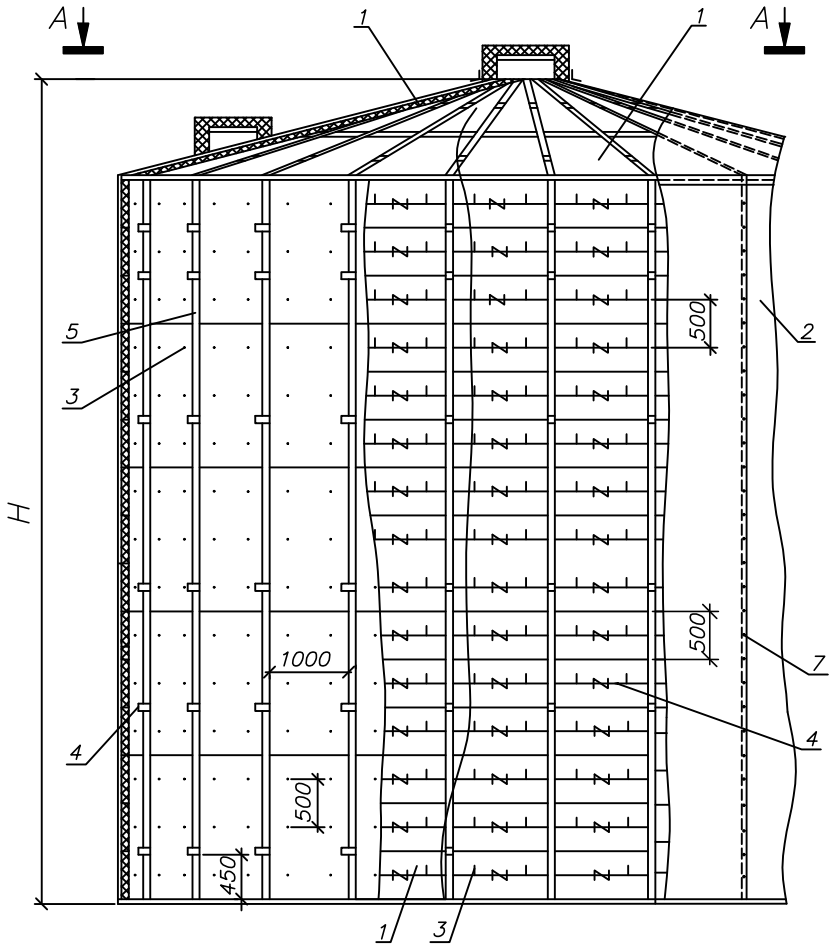
А – А



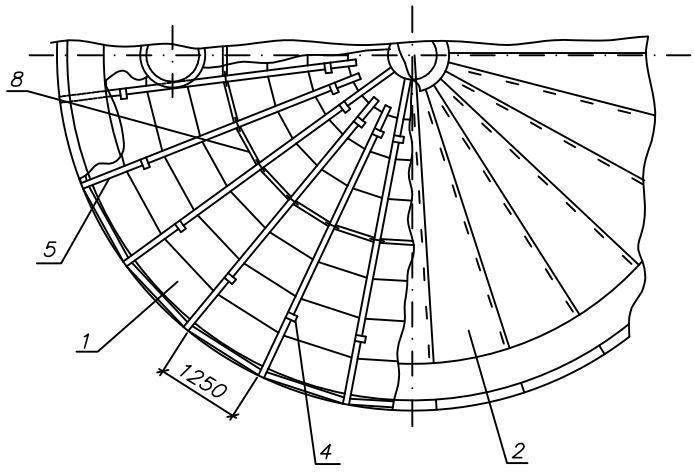
1. Мат МПБ–БСТВ
2. Опора
3. Металлический кожух
4. Опорное кольцо
5. Бандаж
6. Штырь

							Лист
					2018	Альбом технических решений	7
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

8. Теплоизоляция стальных вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов матами МПБ–БСТВ



А – А



1. Маты МПБ–БСТВ
2. Металлическое покрытие
3. Штырь
4. Скоба
5. Стойка/направляющая
6. Кольцо
7. Шуруп
8. Опорное кольцо

						Альбом технических решений	Лист
					2018		8
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
«Спецификация материалов»

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия материала	Завод – изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы кг	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Техническая теплоизоляция/для систем кондиционирования							
1	Базальтовые цилиндры для трубок систем кондиционирования,	BOS PIPE ø9*17		"БОС"	м	000	000	
	длина 1000мм, толщина 25 мм, диаметр 10 мм, некашированные	ТУ 5769-007-09740968-2015		8 (800) 775 14 72				
1.1	Базальтовые теплоизоляционные цилиндры, длина 1000 мм,	BOS PIPE ø21*20		"БОС"	м	000	000	
	толщина 20 мм, диаметр 21 мм, некашированные (НГ)	ТУ 5769-007-09740968-2015		8 (800) 775 14 72				
1.2	Базальтовые теплоизоляционные цилиндры, длина 1000 мм,	BOS PIPE–АФ ø21*20		"БОС"	м	000	000	
	толщина 20 мм, кашированные алюминиевой фольгой,	ТУ 5769-007-09740968-2015		8 (800) 775 14 72				
	диаметр 21 мм (класс горючести – Г1)							
1.3	Базальтовые теплоизоляционные цилиндры, длина 1000 мм,	BOS PIPE–НФ ø21*20		"БОС"	м	000	000	
	толщина 20 мм, диаметр 21 мм, с отдельной обкладкой	ТУ 5769-007-09740968-2015		8 (800) 775 14 72				
	алюминиевой неармированной фольгой (класс горючести – НГ)							
	Для крепления BOS PIPE используются:							
1.1.1	Проволока оцинкованная d=1,6, расход 2п.м/1м2	PRO–VOLOKA		"БОС"	п.м.	000	000	
1.1.2	Металлические стяжки, расход 2 шт/п.м			8 (800) 775 14 72	п.м.	000	000	
	Для стыковки кашированных BOS PIPE используются:							
1.1.3	Лента алюминиевая самоклеющаяся Н=50мм. Расход 2п.м/1п.м	BOS–Master		"БОС"	п.м.	000	000	
	Для обкладки BOS PIPE используются:			8 (800) 775 14 72				
1.1.4	Фольга алюминиевая неармированная	НФ		"БОС"	м2	000	000	
1.1.5	Стеклоткань Э3–200	СТ		"БОС"	п.м.	000	000	
1.1.6	Кожух металлический			"БОС"	шт	000	000	
	Техническая теплоизоляция прошивными матами							
2	Маты из базальтового супертонкого волокна, плотность	БОС–МПБ–БСТВ		"БОС"	м2	000	000	
	20–80 кг/м3, толщина 20–100 мм.	ТУ 5769–008–09740968–2015		8 (800) 775 14 72				

Примечание:

1НФ–Материал в обкладке неармированной фольгой с одной стороны

1МС–Материал в обкладке металлической сеткой с одной стороны

1НФ–МС–Материал в обкладке неармированной фольгой и металлической сеткой с одной стороны

1СТ–Материал в обкладке стеклянной тканью с одной стороны

1БТ–Материал в обкладке базальтовой тканью с одной стороны

1КТ–Материал в обкладке кремнеземной тканью с одной стороны

1БОЮ без обкладки

Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата
					2018

Спецификация материалов

Стадия	Лист	Листов

Формат А3

Взам. инв.N | Подпись и дата | Инв. N подл.