

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Кафедра проектирования и эксплуатации газонефтепроводов

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ /А.Н. Сокольников

«____»_____ 2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Методы снижения тепловых потерь магистральных, внутрипромысловых и
технологических трубопроводов

Руководитель

ст. преподаватель кафедры Р. Н. Шакиров

Выпускник

К. А. Смирнов

Красноярск 2021

Продолжение титульного листа бакалаврской работы по теме: «Методы снижения тепловых потерь магистральных, внутрипромысловых и технологических трубопроводов»

Консультанты по
разделам:

Экономическая часть

И. В. Шадрина

Безопасность жизнедеятельности

Е. В. Мусияченко

Нормоконтролер

О. Н. Петров

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Методы снижения тепловых потерь магистральных, внутрипромысловых и технологических трубопроводов» содержит 80 страницы текстового документа, и графический материал на 4 листах.

Цель работы – ознакомиться с перечнем теплоизоляционных материалов, выполнить расчет толщины теплоизоляционного материала.

Задачи:

- изучить особенности перекачки нефти в северных регионах;
- провести анализ применения печей подогрева;
- рассмотреть основные виды применяемой теплоизоляции;
- провести сравнительный анализ теплоизолирующих материалов с технической и экономической сторон.

В результате проделанной работы было произведено экономическое обоснование решения по выбору теплоизоляционного материала, была рассчитана толщина теплоизоляционного материала, произведен сравнительный анализ теплоизоляционных материалов по стоимости.

Итог работы: расчет толщины теплоизоляционного материала, определены затраты на теплоизоляционный материал и выполнено сравнение по стоимости.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Особенности перекачки нефти в северных регионах.....	7
2 Печи подогрева.....	7
2.1 Принципиальные схемы возможного размещения печей подогрева в обвязке нефтеперекачивающих станций	8
2.2 Печь Г9П02В.....	9
2.3 Печь ПТБ-10	14
3 Основные виды применяемой теплоизоляции	22
3.1 Монолитный пенобетон	22
3.2 Каменная вата	23
3.3 Стекловата.....	26
3.4 Пенополистирол	30
3.5 Пенополиуретан	33
3.6 Полиизоцианурат	36
3.7 Целлюлозный утеплитель	38
3.8 Вспененный каучук	40
3.9 Вспененный полиэтилен.....	42
3.10 Экранно-вакуумная изоляция	44
3.11 Аэрогель	46
4 Сравнительный анализ теплоизолирующих материалов.....	50
5 Расчетная часть.....	52
6 Экономическая часть	56
6.1 Расчет толщины теплоизоляционных материалов	56
6.2 Расчет стоимости теплоизоляционных материалов	59
7 Безопасность жизнедеятельности.....	63
7.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	63

7.2 Инженерные и организационные решения по обеспечению безопасности работ	64
7.3 Санитарно-гигиенические требования к помещению и размещению используемого оборудования.....	66
7.4 Обеспечение безопасности технологического процесса	69
7.5 Обеспечение пожарной и взрывопожарной безопасности	70
7.6 Обеспечение безопасности в аварийных и чрезвычайных ситуациях	71
7.7 Экологичность проекта.....	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	76
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	77

ВВЕДЕНИЕ

Транспортировка нефти с высоким содержанием парафина в условиях холодного климата создаёт большие проблемы из-за высокой вязкости нефти. Одним из способов снижения вязкости является нагрев нефти до 50 °С. Однако при транспортировке по нефтепроводу, вследствие тепловых потерь в окружающую среду, температура нефти снизится, её вязкость возрастёт, что может привести к увеличению гидравлических потерь по длине нефтепровода.

Теплоизоляция трубопровода – по сути, та же изоляция, но ее отличительная особенность, способность не пропускать тепло от стенки трубы в окружающую среду. В отличие от обычной изоляции, теплоизоляция состоит из высокоэффективных материалов, обладающих теплоизоляционными свойствами.

Теплоизоляция нефтепроводов должна выполнять ряд функций:

- уменьшение плотности нефти до нормативных величин;
- стабилизация температуры нефти в трубопроводе;
- выполнение всех свойств что и обычная изоляция.

У нефти с северных месторождений очень большая вязкость и, следовательно, при транспортировке ее необходимо нагревать до +60 градусов, поэтому при строительстве нефтепровода применяются трубы с дополнительным теплоизолирующим покрытием.

Цель работы – ознакомиться с перечнем теплоизоляционных материалов, выполнить расчет толщины теплоизоляционного материала.

Задачи:

- изучить особенности перекачки нефти в северных регионах;
- провести анализ применения печей подогрева;
- рассмотреть основные виды применяемой теплоизоляции;
- провести сравнительный анализ теплоизолирующих материалов с технической и экономической сторон.

1 Особенности перекачки нефти в северных регионах

В зависимости от содержания высокомолекулярных соединений нефть может иметь как малую вязкость, по своему течению напоминающую дизельное топливо, так и очень вязкую форму, как густой сироп. Десятилетиями нефтяники предпочитали добывать маловязкую нефть. Однако к настоящему времени сложилась ситуация, когда в структуре запасов углеводородов резко возросла доля именно вязких сортов.

Месторождения вязкой нефти расположены в Канаде, США, Венесуэле, Китае и других странах, а также в России. Вязкая нефть создаёт целый ряд проблем как на стадии её добычи, подготовки к транспортировке, так и при перекачке по трубопроводам. Самая главная — это рост её вязкости при снижении температур. Она загустевает и процесс её продвижения по трубам становится крайне сложным, энергозатратным, а иногда и вообще невозможным. Поэтому специалисты всего мира ищут способы более эффективной перекачки высоковязкой нефти.

Самый логичный и понятный способ — это повышение температуры нефти. Считается, что содержащиеся в нефти парафины при понижении температуры формируют кристаллические структуры, которые и повышают её вязкость. В свою очередь, при повышении температуры эти структуры разрушаются и вязкость нефти падает, она становится более текучей [1].

2 Печи подогрева

Одним из более распространенных способов перекачки высоковязких и высокозастывающих нефтей и нефтепродуктов является так называемая горячая перекачка, предусматривающая периодический нагрев жидкости по мере ее остывания в трубопроводе. Для этого используются печи подогрева, устанавливаемые как на нефтеперекачивающих станциях, так и на промежуточных пунктах подогрева нефти (ППН) [2].

2.1 Принципиальные схемы возможного размещения печей подогрева в обвязке нефтеперекачивающих станций

На НПС без резервуарного парка на рисунке 1 печи подогрева 1 могут размещаться как до основной насосной, так и после нее. Первый вариант используется в случае, если вязкость перекачиваемой нефти на входе в НПС слишком велика, что приводит к ухудшению параметров работы основных (магистральных) насосов. В этом случае подогрев на входе в НПС позволяет увеличить их напор, подачу и коэффициент полезного действия. Недостатком данного варианта является уменьшение подпора основной насосной.

Второй вариант более предпочтителен при высокой температуре нефти на входе в НПС, когда параметры работы насосов не ухудшаются. Поэтому что-бы не создавать дополнительного гидравлического сопротивления на стороне всасывания насосов, печи подогрева размещают после основной насосной.

На НПС с резервуарным парком печи подогрева размещают и до насосных, и после них. В данном случае печи подогрева, располагаемые на входе в НПС, служат для того, чтобы нагреть нефть, поступающую в резервуарный парк, до такой температуры, которая даже после остывания нефти в резервуарах обеспечит бескавитационную работу подпорных насосов. Печи, располагаемые после основной насосной, обеспечивают нагрев нефти до температуры, обеспечивающей оптимальные условия ее перекачки на данном перегоне между НПС.

При «горячей» перекачке высоковязких и высокозастывающих нефтей, в основном, используются печи подогрева Г9ПО2В и ПТБ-10 [2].

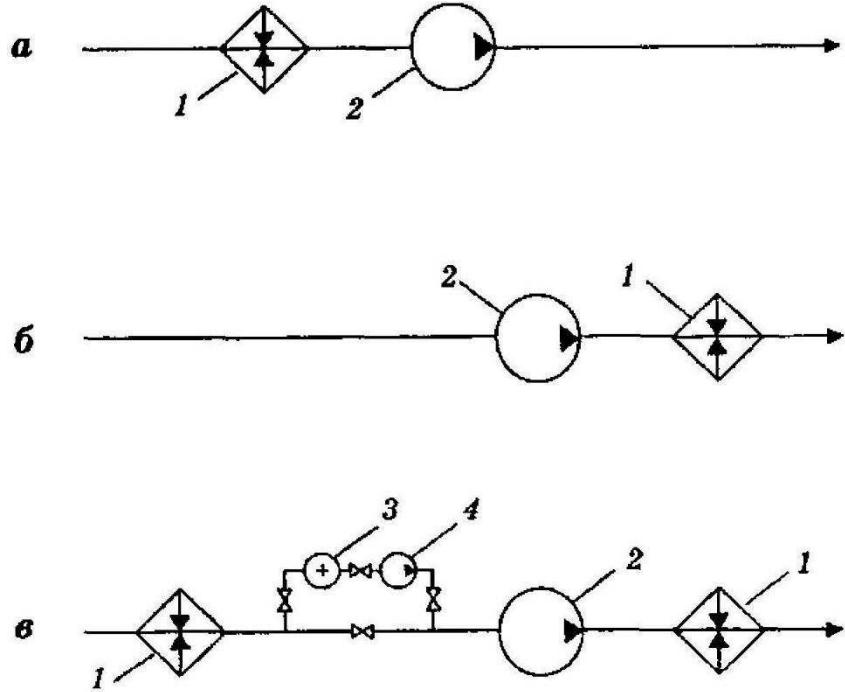


Рисунок 1 – Принципиальные схемы размещения печей подогрева в обвязке НПС

а, б – НПС без резервуарного парка; в – НПС с резервуарным парком; 1 – печи подогрева; 2 – основная насосная; 3 – резервуарный парк; 4 – подпорная насосная

2.2 Печь Г9П02В

Марка печи означает: Г - верхний отвод газов сгорания; 9 - примерная длина печи в метрах; П - пламенное горение; О - объемно-настенный способ сжигания топлива; 2 - две камеры радиации; В - распыл топлива предусмотрен в основном воздухом. Разрез печи показан на рисунке 2.

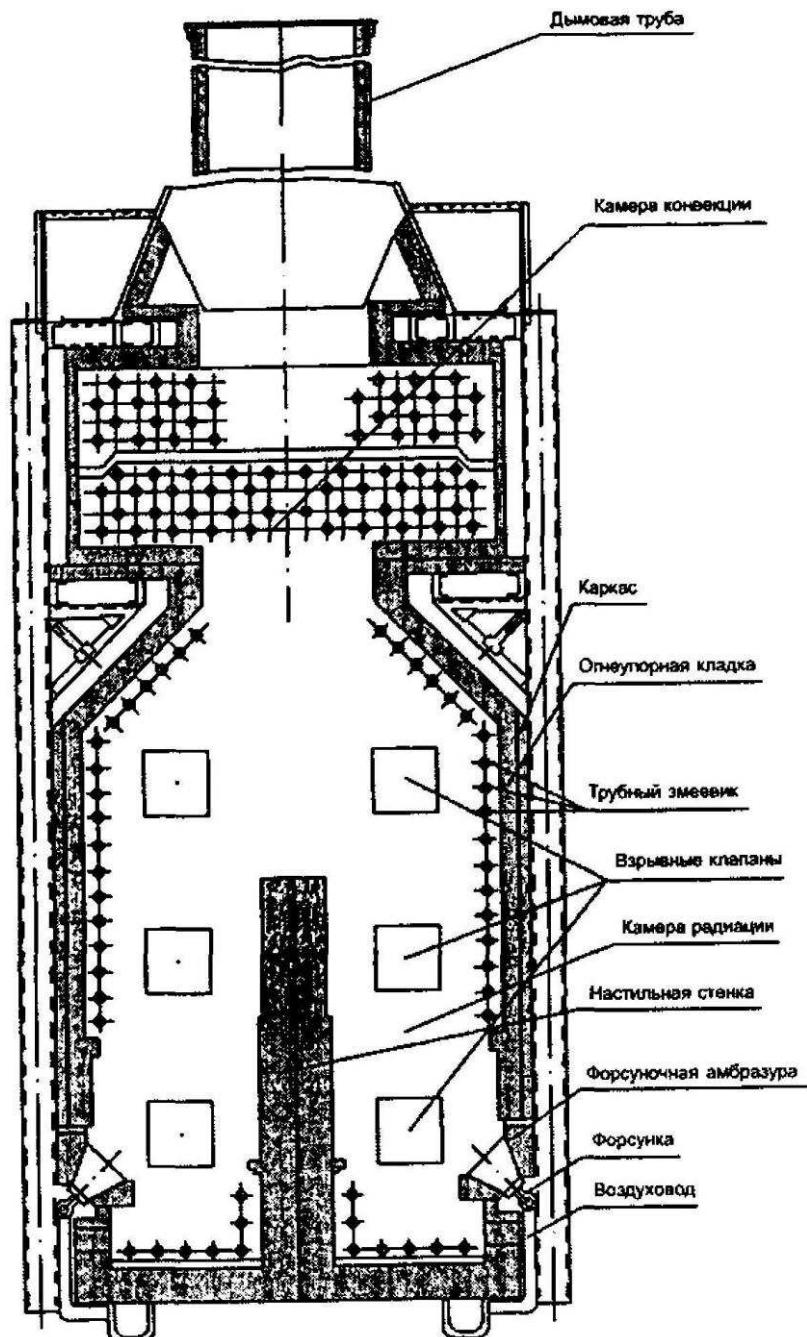


Рисунок 2 – Разрез печи Г9ПО2В

Она имеет несущий металлический каркас, внутри которого находится огнеупорная кладка. Внутреннее пространство печи разделено на две камеры: радиации и конвекции. В камере радиации, разделенной пополам вертикальной настильной стенкой, находятся форсунки для сжигания газового или жидкого топлива, трубный змеевик, по которому движется нефть, и взрывные клапаны, предназначенные для сброса давления в печи при нештатной ситуации («хлопки»). Трубный змеевик находится и в камере конвекции.

Особенностью печей объемно-настильного пламени (Г9ПО2В) является метод сжигания топлива в объеме топки с последующим настилом на стену. Топливо сгорает до настильной стены, затем пламя настилается на стену, которая, нагреваясь, излучает тепло трубному змеевику» по которому циркулирует нефть (передача тепла радиацией). В камере конвекции горячие газы омывают трубный змеевик печи, отдавая тепло (передача тепла конвекцией).

Печь, должна быть снабжена сигнализацией, срабатывающей при прекращении подачи топлива к форсункам или при падении давления ниже установленных норм [2]. Схема расположения змеевика печи Г9ПО2В приведена на рисунке 3.

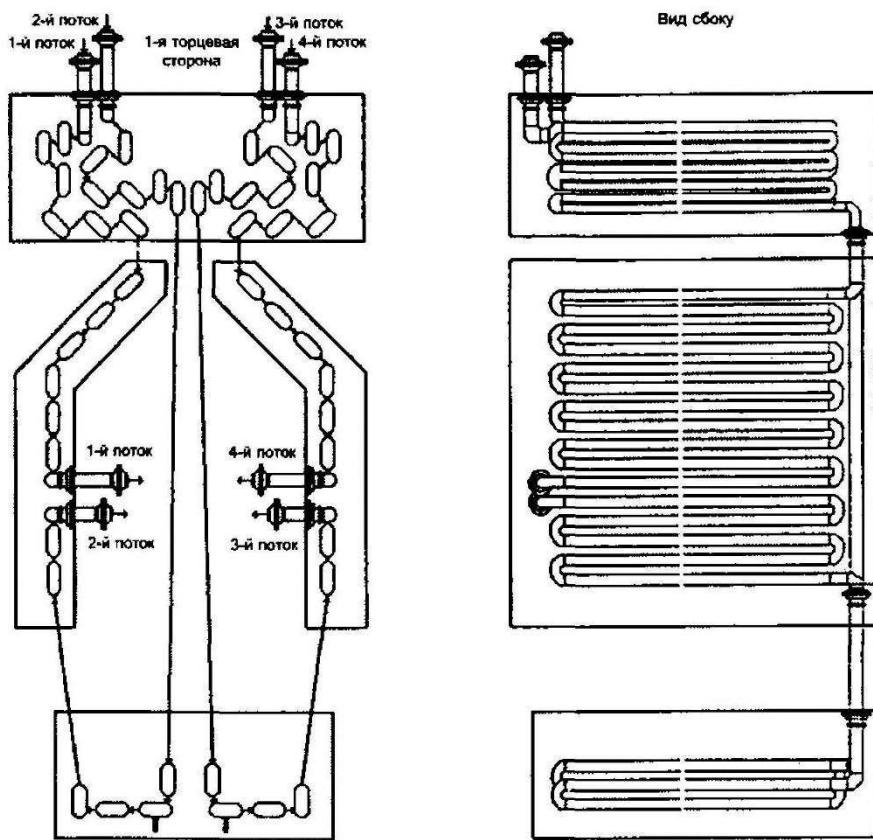


Рисунок 3 – Схема расположения змеевиков печи Г9ПО2В

Он выполнен 4-поточным, расположение труб змеевика $D_u = 150$ мм горизонтальное. Нефть движется по нему сверху вниз. Соединение труб в змеевике производится посредством калачей на сварке.

Печь оборудована 12 газомазутными форсунками (горелками) с воздушным распылом топлива. Форсунки установлены под углом 45° .

На каждую печь устанавливаются два вентилятора подачи воздуха для поддержания процесса горения. Расход вентиляторного воздуха - 600-2400 м³/ч на 1 горелку, в зависимости от производительности. Разряжение в топке печи должно быть в пределах 1-2 мм вод. столба. Коэффициент избытка воздуха в камере радиации - не более 1,2; после камеры конвекции - не выше 1,3.

Подача топлива к горелкам осуществляется по циркуляционной схеме (емкость - насос - горелки - емкость) с постоянным учетом расхода сжигаемой нефти через счетчик типа «Турбоквант» диаметром 50 мм. Для придания

гибкости системе топливоснабжения подпитка должна осуществляться с «горячего» коллектора диаметром 800 мм (500 мм).

На случай «хлопка» в печи на торцевых стенках предусмотрены взрывные клапаны. Нижний застопоренный ряд клапанов с гляделками служит для наблюдения за состоянием трубных подвесок, кладки и продуктowego змеевика, во время ремонта используется как лазы.

Каркас печи является несущей конструкцией и воспринимает нагрузки от обмуровки печи, трубного змеевика с нефтью, а также дымовой трубы. Каркас рассчитан и может быть применен в условиях III ветрового района с сейсмичностью до 8 баллов при расчетной температуре не ниже минус 40 °C [2].

Основные технические параметры печи Г9ПО2В приведены в таблице 2.1 [2].

Таблица 2.1 - Основные технические параметры печи Г9ПО2В

Параметры	Величина
Производительность, м ³ /ч	600
Мощность, МВт, (млн ккал/ч)	9,3 МВт (8)
Рабочее давление, МПа (кг/см ²)	До 6,4 (64)
Температура нефти на входе в печь, К (°C)	308-313(35—40)
Температура нефти на выходе из печи, К (°C)	не выше 343 (70)
Поверхность нагрева, м ²	406
Температура газов на перевалах печи, К (°C)	не выше 1063 (790)
Температура газов на входе в дымовую трубу, К (°C)	не выше 763 (490)
Тип форсунок	ГВ-1; ГП-1; ГКВР; ФГМ-95 ВП
Вид топлива	нефть, газ

2.3 Печь ПТБ-10

Марка печи обозначает: П - печь; Т - трубчатая; Б - блочное исполнение; 10 - номинальная тепловая мощность в млн ккал/час.

Печь трубчатая блочная ПТБ-10 представляет собой комплексное изделие, состоящее из двух основных блоков: печи трубчатой ПТ-10 и системы автоматизации печи.

Печь трубчатая ПТ-10 поставляется и транспортируется к месту ее применения в разобранном виде. В комплект поставки входят три крупногабаритных блока (сборочные единицы): камера теплообменная, блок основания печи и блок вентиляторного агрегата. Кроме того, в комплект поставки входят колена ввода и вывода нефти, угольники, дымовые трубы, площадка обслуживания, стремянка, вставка воздуховода, камерная диафрагма, монтажные детали, прокладки, крепежные и другие изделия.

Корпус теплообменной камеры рисунок 4 представляет собой металлическую пространственную конструкцию, состоящую из каркаса, сваренного из профильного проката, наружных и внутренних ограждающих обшивок, пространство между которыми заполнено теплоизолирующим материалом. Наружная обшивка, выполненная из листовой стали толщиной 4 мм, герметична и воспринимает как механические нагрузки, так и нагрузки от действия избыточного давления продуктов сгорания топлива в теплообменной камере. Внутренняя обшивка корпуса камеры выполнена из жаропрочной стали толщиной 0,7 мм. Также как и наружная обшивка, она выполнена сплошной, но не является герметичной, а служит для защиты теплоизоляционного материала от разрушения. Крепление тепловой изоляции и внутренней обшивки к наружной осуществлено при помощи штырей из жаростойкой стали [2].

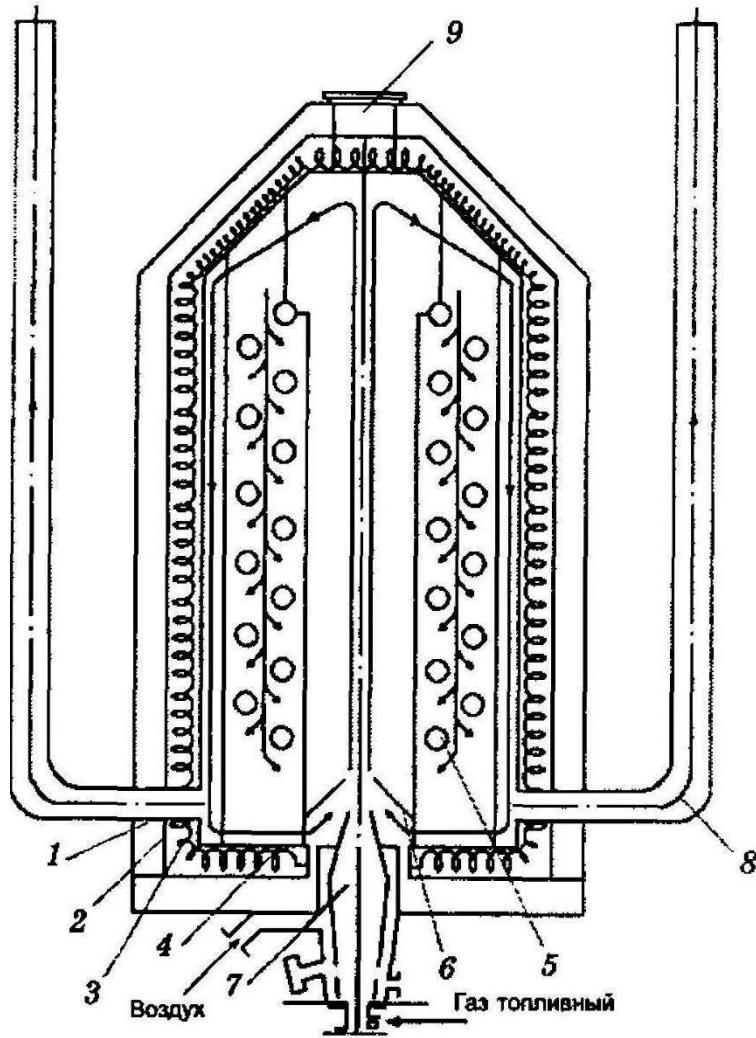


Рисунок 4 – Схема теплообменной камеры печи ПТБ-10

1 – каркас; 2 – обшивка внешняя; 3 – тепловая изоляция; 4 – обшивка внутренняя; 5 – змеевик; 6 – направляющая дефлектора; 7 – камера сгорания; 8 – труба дымовая; 9 – предохранительный (взрывной) клапан

В верхней части корпуса расположены три люка для размещения вкладышей предохранительных клапанов и их крышек.

В нижней части (в днище) корпуса камеры расположены четыре отверстия для установки и крепления камер сгорания.

Торцы корпуса камеры закрываются крышками, прикрепленными к корпусу сваркой.

Передняя торцевая крышка имеет восемь отверстий для прохода труб змеевиков, а задняя снабжена двумя смотровыми лючками с защитными

кварцевыми стеклами для осмотра внутреннего пространства теплообменной камеры в процессе работы печи.

Внутри теплообменной камеры расположены четыре змеевика, состоящих из стальных бесшовных труб диаметром 159 мм со спиральным оребрением, соединенных между собой при помощи отводов. Змеевики расположены симметрично, слева и справа от продольной оси камеры.

Оребренные трубы змеевиков по концам и в середине опираются на трубные доски, изготовленные из жаростойкой стали, и имеют возможность удлиняться при нагреве.

Принцип работы теплообменной камеры заключается в том, что от горячих продуктов сгорания топлива тепло через стенки труб змеевиков передается нагреваемой среде.

Рабочий процесс в теплообменной камере происходит следующим образом. Раскаленные продукты сгорания топлива из четырех камер сгорания через сопла-конфузоры, находящиеся в верхних частях последних, в виде плоских струй поступают во внутреннее пространство теплообменной кафедры. Скорость струй у устьев сопел-конфузоров составляет 100-120 м/с, а температура 1873-1973 К (1600-1700 °C).

Струи инжектируют уже охлажденные дымовые газы из нижних боковых зон теплообменной камеры, создавая интенсивную рециркуляцию продуктов сгорания, смешиваются с ними и охлаждаются. Таким образом, омывание труб змеевиков происходит охлажденными продуктами сгорания, имеющими температуру от 973 до 1173 К (700-900 °C).

Кратность рециркуляции продуктов сгорания в теплообменной камере составляет 2,5-3,0.

Продукты сгорания двигаются в камере поперек змеевиковых труб, проходя между их ребрами, что обеспечивает достаточно хороший конвективный теплообмен и исключает местный перегрев труб змеевиков.

Камера сгорания печи ПТБ-10 рисунок 5 является источником-генератором тепловой энергии для осуществления процесса нагрева нефти,

поступающей в змеевики печи. Она подает тепло в теплообменную камеру в виде высокоскоростного потока продуктов сгорания топлива с высокой температурой [2].

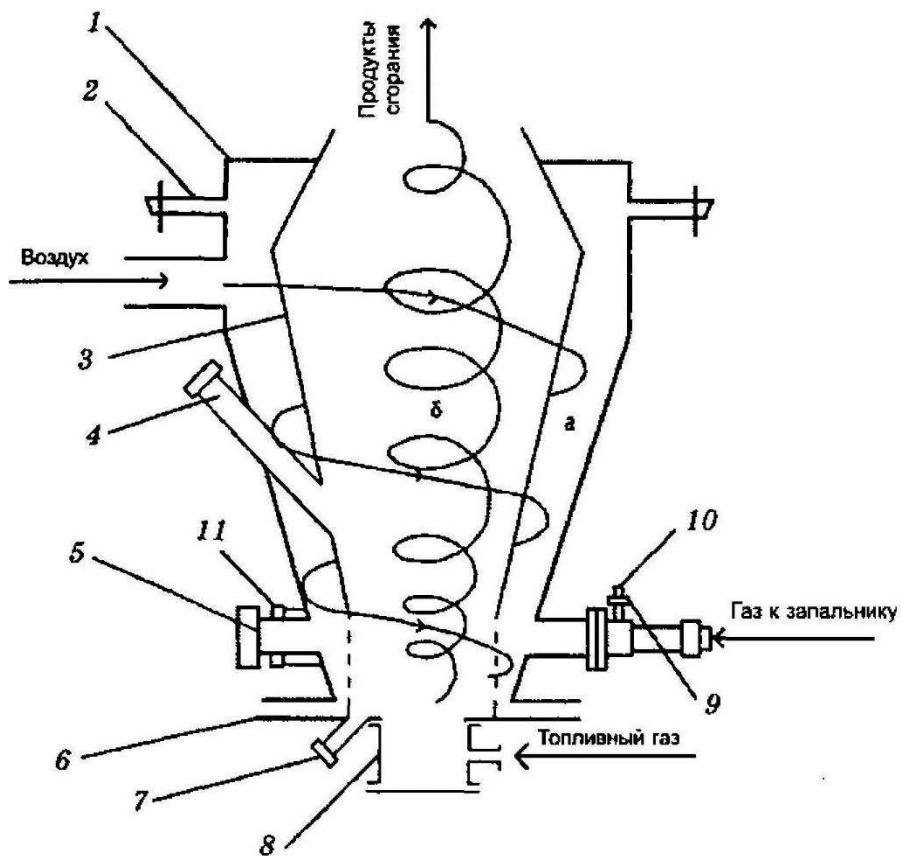


Рисунок 5 – Схема камеры сгорания печи ПТБ-10

1 – корпус камеры; 2 – фланец присоединительный; 3 – труба жаровая; 4, 7 – труба визирная; 5 – люк смотровой; 6 – днище камеры; 8 – тройник; 9 – горелка; 10 – свеча; 11 – люк ручного розжига

Камера сгорания состоит из следующих сборочных единиц: корпуса, трубы жаровой, днища и горелки запальной, соединенных между собой при помощи сварных и болтовых соединений.

Корпус камеры сгорания состоит из цилиндрической и конических обечаек, сваренных встык. Верхняя часть корпуса снабжена штуцером с фланцем и улиткообразным вводом воздуха, а также фланцем для подсоединения камеры сгорания к днищу теплообменной камеры. Нижняя

суженная часть конической обечайки корпуса снабжена фланцем для присоединения днища. На боковой стенке корпуса установлена визирная трубка фотодатчика.

Жаровая труба выполнена из жаропрочной стали 20Х23Н18 и состоит из двух основных частей: диффузора и сваренного из отдельных деталей конфузора. Нижняя часть диффузора снабжена решеткой с круглыми отверстиями. Жаровая труба размещается внутри корпуса камеры и соединяется с ними при помощи двух полудисков.

Днище представляет собой фланец, сваренный с тройником для подачи топливного газа, решеткой с круглыми отверстиями и визирной трубой для установки дополнительного фотодатчика. Визирная трубка снабжена штуцером для подсоединения трубы подачи воздуха на охлаждение фотодатчика.

Из радиального вентилятора воздух, необходимый для горения, по воздуховоду подается в улиткообразный тангенциальный ввод камеры сгорания и поступает в кольцевое пространство «а», образованное внутренней поверхностью корпуса и внешней поверхностью жаровой трубы. По этому пространству воздух спиралеобразно движется вниз к днищу камеры, где смешивается с топливным газом, поступающим в камеру через тройник.

Далее топливная смесь поступает в пространство «б» жаровой трубы, в котором происходит ее сгорание и вихреобразное движение вверх к конфузору.

Вращение потока воздуха с большой скоростью обеспечивает его движение с высокой турбулентностью в нижней части камеры сгорания в зоне ввода топливного газа. В результате происходит интенсивное смешение воздуха с газом и обеспечивается высокая степень сгорания топливной смеси.

При входе в жаровую трубу быстро вращающаяся смесь газа с воздухом внезапно расширяется, и спиралеобразный поток создает вихрь, движущийся по направлению к выходу из камеры сгорания по периферии жаровой трубы. Эти газы затем рециркулируются в обратном направлении по центру вихря. Между этими двумя зонами потоков образуется газообразный слой, который остается неподвижным, потому что быстрее движутся газы в первом случае, тем

быстрее рециркулирующие газы вихрем оттягиваются вниз. Таким образом, газовые потоки проходят в различных направлениях относительно друг друга. Вихри играют роль держателей пламени, которое не гаснет даже в том случае, когда скорость движения горючей смеси в жаровой трубе во много раз превышает скорость распространения пламени.

Из камеры сгорания продукты сгорания топлива выходят в виде высокоскоростной плоской струи инертных газов с температурой до 1973 К (1700°C).

Теплообменная камера рисунок 5 устанавливается на блок основания печи и крепится к нему при помощи болтов. На фланцах, расположенных на боковых стенках теплообменной камеры, установлены четыре дымовых трубы.

Для осмотра состояния предохранительных (взрывных) клапанов, расположенных в верхней части теплообменной камеры, печь снабжена площадкой обслуживания, а для доступа на нее и осмотра внутреннего пространства камеры через смотровые лючки, находящиеся на задней торцевой крышке, - стремянкой.

Для принудительной подачи воздуха к камерам сгорания в составе трубчатой печи предусмотрен блок вентиляторного агрегата.

Трубчатая печь ПТБ-10 работает следующим образом. Холодная нефть по трубопроводу ввода нефти в печь поступает в коллектор теплообменной камеры. Из коллектора нефть потоками поступает в нижние ветви змеевиков, расположенных параллельно в корпусе теплообменной камеры, проходит по змеевикам и собирается в выходном коллекторе.

При своем движении по змеевикам нефть нагревается за счет тепла, отдаваемого продуктами сгорания топливного газа, сжигаемого в четырех камерах сгорания.

Применение для змеевиков оребренных труб, определенным образом расположенных в пространстве теплообменной камеры, обеспечивает высокую теплоотдачу по-верхности нагрева. Интенсивная рециркуляция продуктов сгорания в печи достигается созданием высокой скорости движения продуктов

сгорания во внутреннем объеме теплообменной камеры, получаемой в результате сжигания топлива в специальных камерах сгорания и установки дефлекторов.

Сжигание топливного газа в камерах сгорания осуществляется с принудительной подачей воздуха радиальным вентилятором [2].

Технические данные печи ПТБ-10 представлены в таблице 2.2 [2].

Таблица 2.2 - Технические данные печи ПТБ-10

Параметры	Величина
Назначение	Нагрев нефтяных эмульсий и нефти
Нагреваемая среда	Нефтяные эмульсии, нефти с массовой долей серы до 1%, массовой долей сероводорода в попутном газе до 0,1%
Характеристика нагреваемой среды	Взрывоопасная, высокотоксичная
Номинальная тепловая мощность, МВт (ккал/ч)	11,6 (10×10^6)
Номинальная производительность при НГреве эмульсии, содержащей 50% пластовой воды, кг/с (т/ч)	115,7 (416,6)
Температура, К ($^{\circ}$ С) - нагрева среды, не выше - расчетная стенки, змеевика - окружающей среды (средняя наиболее холодной пятидневки) не ниже	363 (90) 523 (250) 233 (минус 40)
Давление для змеевика и элементов нефтепроводов, МПА (кгс/см ²) - рабочее, не более - расчетное 7,0 - пробное гидравлическое	6,4 (64) 7,0 (70) 8,0 (80)
Давление для трубопроводов топливного газа (до регулятора давления), МПа (кгс/см), не более	1,0 (10)

Продолжение таблицы 2.2

Параметры	Величина
Давление для трубопроводов топливного газа (перед камерами сгорания), МПа (кгс/см ²), не более	0,05 (0,5)
Количество камер сгорания, шт.	4
Топливо	Природный или попутный нефтяной газ с содержанием сероводорода, г/100 м ³ , не более 2
Тягодутьевое устройство	Вентилятор радиальный В-Ц6-28-10
Количество вентиляторов, шт.	1
Двигатель привода вентилятора	Электродвигатель 4А250S4У3
Количество электродвигателей, шт.	1
Количество блоков печи трубчатой ПТБ-10, шт. в том числе: - камера теплообменная - блок основания печи - блок вентиляторного агрегата - система автоматизации	4 1 1 1 1
Масса, кг, не более - камеры теплообменной - блока основания печи - блока вентиляторного агрегата - системы автоматизации	29050 9000 1400 2000
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм - камеры теплообменной - блока основания печи - блока вентиляторного агрегата - системы автоматизации	30775x3250x3580 11830x3150x2712 2400x1320x2025 3080x2000x2450
Число потоков продуктового змеевика	4

3 Основные виды применяемой теплоизоляции

3.1 Монолитный пенобетон

Монолитный пенобетон показан на рисунке 6 — это ячеистый бетон, изготовленный на основе портландцементов, других вяжущих и пенообразователя, а также при необходимости, минеральных и полимерных наполнителей и добавок, с использованием мобильных установок [3].



Рисунок 6 — Утепление трубопроводов монолитным пенобетоном

Монолитный пенобетон получают на основе портландцемента воды и пены. Пена получается с применением органического или синтетического пенообразователя. Монолитный пенобетон заливается в несъёмную опалубку или другие ограждающие конструкции непосредственно на стройплощадке при помощи мобильных установок [3].

Монолитный пенобетон — это долговечный негорючий теплоизоляционный материал. Он находит своё применение в следующих областях:

- каркасное домостроение
- теплоизоляция трубопроводов и оборудования
- строительство автомобильных дорог
- теплоизоляция кровли, чердаков и мансард
- дорожное строительство
- стяжки перекрытий

Достоинства:

- негорючность
- долговечный материал
- технологичный материал
- экологичность используемых материалов
- является постоянно сохнущим и набирающим прочность материалом
- низкая сорбционная влажность
- низкая гигроскопичность

Недостатки:

- зачастую рассматривается как конструкционный, чем не является
- требует обязательного использования защитных слоев покровного материала
- поскольку материал готовят на месте, то зачастую не проводят контроль качества

3.2 Каменная вата

Каменная вата показана на рисунке 7 — тепло- звукоизоляция, изготовленная преимущественно из расплава изверженных горных пород. Разновидность минеральной ваты.

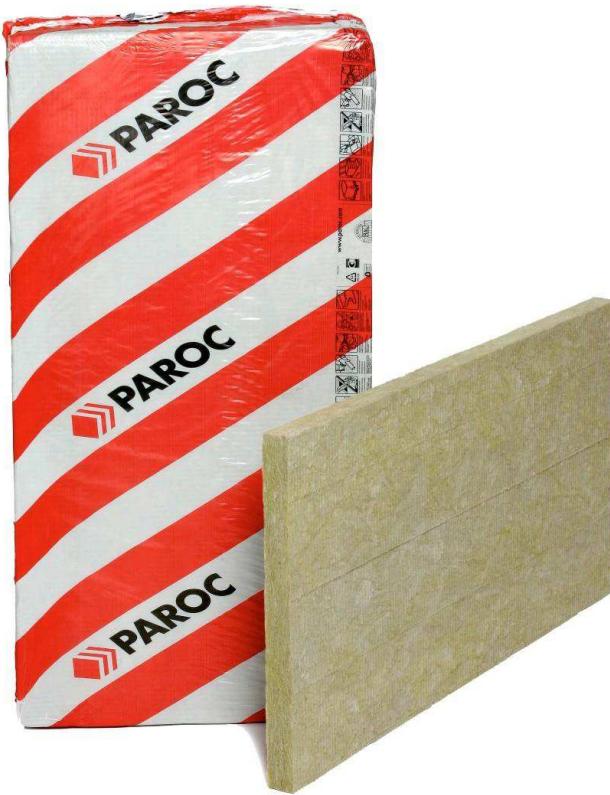


Рисунок 7 — Каменная вата Paroc Linio 20

Исходным сырьем для производства волокна каменной ваты служат габбро-базальтовые горные породы.

Методика производства волокна из камня была основана на природных процессах: после вулканических извержений на Гавайских островах были найдены так называемые «Волосы Пеле» — вата из тонких нитей вулканических пород, которые и оказались «предшественниками» современного материала. Впервые вату из горных пород получили в США в 1897 г. Современное производство каменной ваты основано на принципе действия, схожем с работой вулкана: в печи, где температура достигает примерно 1500 °C, из горных пород получают огненно-жидкий расплав, который затем вытягивают в волокно различными способами:

- дутьевой способ
- центробежно-валковый способ
- центробежно-дутьевой способ
- центробежно-фильтерно-дутьевой способ

-инные модифицированные способы

Производство изделий: после процесса волокнообразования вводится связующее путём распыления связующего на волокна, полива ковра из каменной ваты или приготовления гидромасс. Ковёр из каменной ваты с нанесённым на волокна связующим проходит этап формирования структуры изделия. Технологически могут быть заданы горизонтально-слоистая, вертикально-слоистая, пространственная или гофрированная структуры, а также создана комбинированная плотность, что увеличивает возможности применения изделий в тех или иных конструкциях.

После формования каменная вата подвергается термообработке, где теплоноситель с температурой 180-230 °C провоцирует реакцию поликонденсации связующего. Содержание органических веществ в готовой продукции, как правило, составляет 3-4 % по массе. Затем происходит резка изделий на необходимые размеры, упаковка и складирование.

Из каменной ваты, кроме плит и матов, могут изготавливаться формованные изделия (цилиндры, сегменты).

Применение каменной ваты в качестве утеплителя получило широкое распространение с начала 20-го столетия ввиду того, что этот натуральный материал (примерно на 95 % состоящий из камня) является негорючим и долговечным. Основное распространение каменная вата получила в качестве утеплителя для ограждающих конструкций зданий (фасадов, кровли). Благодаря своим теплоизоляционным способностям материал позволяет предотвращать теплопотери через поверхности в холодное время года и сохранять прохладу помещения в течение теплого периода года. В настоящее время каменная вата широко применяется в следующих конструкциях:

Стены. В вентилируемых фасадных системах, фасадах с тонким или толстым штукатурным слоем, лёгких внешних каркасных конструкциях, трёхслойных кирпичных стенах, стеновых ж/б панелях, металлических сэндвич-панелях, панелях поэлементной сборки.

Перегородки. Внутри помещения в качестве звукоизоляции в перегородках в офисных и жилых помещениях.

Полы. Для утепления полов по лагам или плитам перекрытия, с возможностью устройства стяжек. Для звукоизоляции в конструкциях «плавающего» пола.

Кровли (скатные, плоские). Возможна укладка утеплителя на плоские кровли по железобетонным плитам или профилированному настилу с дальнейшей гидроизоляцией битумными материалами или ПВХ-мембранами.

Огнезащита стальных несущих колонн и балок, транзитных воздуховодов, ж/б перекрытий, трубных и кабельных проходок

Изоляция оборудования и трубопроводов. Благодаря негорючести и высокой температуре плавления волокон каменная вата может применяться при изоляции поверхности с температурой до +700 °C.

Для изоляции криволинейных поверхностей могут применяться цилиндры, сегменты или маты (для больших радиусов) [4].

3.3 Стекловата

Стекловата показана на рисунке 8 — волокнистый минеральный теплоизоляционный материал, разновидность минеральной ваты. Для получения стеклянного волокна используют то же сырьё, что и для производства обычного стекла или отходы стекольной промышленности.



Рисунок 8 — Стекловата Isover

Стекловата имеет высокую химическую стойкость, её плотность в рыхлом состоянии не превышает 130 кг/м³.

Исходное сырьё для производства стекловаты — песок, сода, доломит, известняк, бура (или этибор). Современные производства используют до 80 % стеклобоя.

В бункер засыпаются основные компоненты. Далее наступает этап плавления массы. Дозаторы загружают плавильную печь в строгом соответствии с рецептурой, чтобы при достижении температуры в 1400 °С смесь имела заданные механические свойства для получения тончайших нитей. Нити получаются при помощи раздувания паром расплавленного стекла, вылетающего из центрифуги.

Процесс волокнообразования сопровождается обработкой полимерными аэрозолями. В качестве связующего применяются водные растворы фенол-альдегидного полимера, модифицированного мочевиной. Пропитанная

аэрозолем нить попадает на валки. На конвейере она проходит несколько этапов выравнивания. Формируется однородный стеклополимерный «ковёр». Дальше наступает этап полимеризации при температуре 250 °C. Высокая температура — катализатор для образования полимерных связей. Попутно в температурной камере испаряется остаток влаги, полученной вместе с аэрозолем. После полимеризации ваты становятся твёрдыми и приобретают янтарно-жёлтый оттенок.

Следующий этап — охлаждение, где стекловата остужается до температуры окружающей среды, после чего поступает на раскрой. Продольные фрезы и поперечные пилы раскраивают бесконечную ленту на маты и рулоны.

Полученный утеплитель имеет большой объём, поскольку весь пронизан воздухом. Прессование готовой продукции позволяет значительно экономить пространство при транспортировке и хранении. По европейским нормам предусматривается шестикратное сжатие. Упругих свойств теплоизоляции достаточно для полного восстановления первоначальных размеров.

Недостатком стекловаты является высокая ломкость волокон, острые и тонкие обломки которых легко проникают в одежду (из которой их трудно удалить) и далее в кожу, вызывая зуд. Вдыхание воздуха с обломками волокон стекловаты может вызвать длительное раздражение лёгких, поскольку они выходят из лёгких очень медленно. Опасно также попадание волокон стекловаты в глаза.

Для профилактики этих явлений работа со стекловатой должна проводиться в плотной спецодежде, не оставляющей открытых участков тела, брезентовых рукавицах, защитных очках и респираторе.

Номенклатура теплоизоляционных изделий с использованием стеклянной ваты включает в себя: мягкие маты и плиты, полужёсткие и жесткие плиты на синтетическом связующем, позволяющие выдерживать значительные нагрузки. Жёсткие плиты, облицованные стекловолокном, являются хорошей ветрозащитой. По длинным сторонам плит возможно соединение в шпунт и

гребень, что обеспечивает надёжное крепление и отсутствие зазоров. Мягкие стекловолокнистые материалы, как правило, прессуются в рулоны. Благодаря высокой упругости, они выпрямляются и восстанавливают первоначальный объём практически сразу после вскрытия упаковки. Возможен выпуск изделий с наклейкой дополнительных слоев (кашировка) — фольга в качестве пароизоляции или стеклохолст в качестве ветрозащиты (слой, препятствующий миграции волокон).

Применяются для теплоизоляции и звукоизоляции строительных и прочих конструкций, трубопроводов и т.п. Облицовывание неровных поверхностей, применение в конструкциях любой формы и конфигурации. Области применения практически такие же, как для изделий из минеральной ваты, от которой отличается лучшими изолирующими свойствами, но худшей стойкостью к температуре и влажности.

Строительную стекловату можно разделить на три группы: кровельная, стеновая и под стяжку. Первая используется для горизонтальных поверхностей, не несущих нагрузку, на чердаках, а также в полах на лагах (но в последнем случае надо обращать внимание и на экологию - не все связующие вещества полезны в жилище). Выпускается в виде плит и рулонов. Низкая прочность. Вторая прочнее, используется для утепления стен. Третья применяется для шумоизоляции стяжек пола, самая прочная и самая плотная [5].

Положительные стороны:

- низкая стоимость
- универсальна для транспортировки
- хорошо подходит для облицовки неровных поверхностей
- обеспечивает сплошное покрытие площади

Отрицательные стороны:

- небезопасна и неудобна в работе
- усаживается, особенно при увлажнении

3.4 Пенополистирол

Пенополистирол представлен на рисунке 9, представляет собой газонаполненный материал, получаемый из полистирола и его производных, а также из сополимеров стирола. Пенополистирол является широко распространённой разновидностью пенопласта, каковым обычно и называется в обиходе.



Рисунок 9 — Пенополистирол ПСБ-С15У

Для получения пенополистирола чаще всего применяется полистирол. Другим сырьём служат полименохлорстирол, полидихлорстирол, а также сополимеры стирола с другими мономерами: акрилонитрилом и бутадиеном. В качестве вспенивающих агентов служат легкокипящие углеводороды (пентан, изопентан, петролейный эфир, дихлорметан) или газообразователи (диаминобензол, нитрат аммония, азобисизобутиронитрил). Кроме того, в

состав пенополиэтильных плит входят антиприрены (класс горючести Г1), красители, пластификаторы и различные наполнители.

Значительная доля получаемого пенополиэтилена производится вспениванием материала парами низкокипящих жидкостей. Для этого используется процесс суспензионной полимеризации в присутствии жидкости, которая способна растворяться в исходном стироле и нерастворима в полистироле, например, пентана, изопентана и их смеси. При этом образуются гранулы, в которых легкокипящая жидкость равномерно распределена в полистироле. Далее эти гранулы подвергают нагреванию паром, водой или воздухом, в результате чего они значительно увеличиваются в размерах — в 10-30 раз. Получившиеся объемные гранулы спекают с одновременным формированием изделий.

Пенополиэтилен, который был получен методом вспенивания легкокипящей жидкости, представляет собой материал, состоящий из тонкоячеистых гранул, спекшихся между собой. Внутри гранул пенополиэтилена есть микропоры, между гранулами — пустоты. Механические свойства материала определяются его кажущейся плотностью: чем она выше, тем больше прочность и ниже водопоглощение, гигроскопичность, паро- и воздухопроницаемость.

Пенополиэтилен чаще всего используется как теплоизоляционный и конструкционный материал. Области его применения: строительство, вагоностроение, судостроение, авиастроение. Довольно большое количество пенополиэтилена применяется как упаковочный и электроизоляционный материал.

В военной промышленности — как утеплитель; в системах индивидуальной защиты военнослужащих; как амортизатор в шлемах.

В производстве бытовых холодильников как теплоизолятор (в СССР это серийно производившиеся холодильники «Ярна-3», «Ярна-4», «Визма», «Смоленск» и «Арагац-71») до начала 1960-х гг., когда пенополиэтилен был вытеснен пенополиуретаном.

В производстве тары и одноразовой изотермической упаковки для замороженных продуктов

В строительстве зданий — применение пенополистирола в России в строительной отрасли регламентируется государственными стандартами и ограничивается использованием в качестве среднего слоя строительной ограждающей конструкции. Пенополистирол широко применяется для утепления фасадов (класс горючести Г1). Потенциально высокая пожароопасность этого материала требует обязательного проведения предварительных натуральных испытаний. В августе 2014 года ФГБУ ВНИИПО МЧС России отметил, что применение в конструкции СФТК («Системы фасадные теплоизоляционные композиционные») в качестве утеплителя (теплоизоляции) основной плоскости фасада плиточного пенополистирола (только тех марок, которые указаны в ТС), не являющегося материалом для отделки или облицовки внешних поверхностей наружных стен зданий и сооружений, противоречит требованиями Статьи 87, части 11 ФЗ № 123-ФЗ и пункта 5.2.3 СП 2.13130.2012. В июле 2015 года вступил в силу современный ГОСТ 15588-2014 «Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. Технические условия», указывающий на обязательное наличие в составе материала антиприреновых добавок, обеспечивающих пожаробезопасность (самозатухание, неспособность поддерживать самостоятельное горение) пенополистирольных плит при хранении и монтаже.

С 1970-х гг. пенополистирол применяется при строительстве дорог, устройстве искусственных рельефов и насыпей, прокладке транспортных путей на территориях со слабыми грунтами, при защите дорог от промерзания, для снижения вертикальной нагрузки на конструкцию и в ряде других случаев. Наиболее активно используют пенополистирол в дорожном строительстве США, Япония, Финляндия и Норвегия. Требования и нормы ГОСТ к данному продукту в этих странах кардинально отличаются от Российских и стран СНГ.

Служит материалом для производства детских игрушек, дизайнерской мебели и предметов интерьера. Также служит материалом для создания

объектов современного декоративно-прикладного и концептуального искусства [6].

3.5 Пенополиуретан

Пенополиуретан представлен на рисунке 10 — группа газонаполненных пластмасс на основе полиуретанов, на 85-90 % состоящих из инертной газовой фазы. В зависимости от вида исходного полиуретана могут быть жёсткими или эластичными («поролон»). Используются весьма широко: жёсткие — в качестве тепло- и звукоизоляции и лёгких формообразующих элементов, эластичные — в качестве мягких покрытий и набивки в быту и промышленности, как искусственные губки для мытья и пылевые фильтры, материал для покрасочных валиков и вставок в швейных изделиях, амортизирующая упаковка. Популярны самовспенивающиеся самотвердеющие составы для использования непосредственно на объекте в строительстве, машиностроении — как промышленные многокомпонентные, так и бытовая монтажная пена. Устойчивы к действию всех распространённых органических растворителей, застывшая смесь удаляется только механическим путём. В практических применениях требуют защиты от солнечного света и других УФ-источников. По сравнению с применяемыми в ограниченных сферах другими вспененными полимерами — жёстким полистироловым пенопластом, эластичным пенополиэтиленом, вспененным латексом, микропористой резиной, набухающей целлюлозной губкой, — область использования пенополиуританов, как правило, шире [7].



Рисунок 10 — Скорлупа ППУ

В качестве исходных компонентов пенополиуретана обычно применяются продукты нефтехимической промышленности (полиолы и полиизоцианаты), однако, не лишним будет отметить, что возможна выработка компонентов из масел растительного происхождения. В частности, прекрасно подходят для этой цели касторовые масла. Также возможно получение полиолов из соевого, рапсового и подсолнечного масел. Однако такой способ выработки компонентов пенополиуретана экономически нецелесообразен по причине значительного различия в стоимости растительного и нефтехимического сырья. Именно поэтому биогенные пено-компоненты и не нашли широкого применения и их использование ограничено очень узким кругом специфических задач.

Сфера использования пенополиуретанов весьма широка. В автомобильной промышленности его применяют в качестве наполнителя автокресел и шумоизоляции салона транспортных средств, для изготовления полужёстких панелей салона, подлокотников, рукояток и бамперов. В мебельной и лёгкой промышленности в основном используются поролоны в виде наполнителя и прокладочного материала мягкой мебели, подушек,

матрацев, при формовке манекенов, в мягких детских игрушках тоже часто используют поролон в качестве наполнителя. В обувной промышленности пенополиуретаны используются в качестве супинаторов и других элементов обуви.

В качестве хладоизолятора в бытовых, а также торговых холодильниках, крупных холодильных камерах и в транспортной холодильной технике применяются жёсткие пенополиуретаны. Другое важное применение жёстких пенополиуретанов — в качестве теплоизоляторов в магистральных трубопроводах, для изоляции низкотемпературных трубопроводов химической промышленности, в качестве теплоизоляции, а также акустической и гидроизоляции при строительстве, капитальном ремонте складов, ангаров, частных загородных домов, производственных цехов, гаражей, в качестве утеплителя, в металлических сэндвич-панелях для строительства быстровозводимых зданий, а также холодильных камер. Достаточно широко применяются уретановые столярные клеи, слегка вспенивающиеся при застывании и заполняющие неплотности пригонки деталей.

Применение жёстких пенополиуретанов с закрытой клеточной структурой для строительства мотивируется очень низкой, малой паропроницаемостью, хорошей адгезией и гидроизоляционными характеристиками. Используются как вязкие самовспенивающиеся составы для заливки или нанесения на месте, так и в виде готовых листов. Высокие коэффициенты адгезии делают этот материал весьма универсальным, он может с одинаковым успехом наноситься на бумагу, металл, древесину, штукатурку, кирпич, рувероид, черепицу, металлические трубы и многое другое. Возможность производить и наносить пенополиуретан непосредственно на строительной площадке значительно снижает сопутствующие расходы.

Однокомпонентные составы, отверждаемые влагой воздуха (монтажная пена), также нашли своё применение и часто используются в быту при мелких шумоизоляционных и теплоизоляционных хозяйственных работах, а также там, где требуется заполнение пустот (к примеру, при установке пластиковых окон и

дверных проёмов). Они обеспечивают также удовлетворительную механическую прочность и обжим монтируемого элемента [7].

3.6 Полиизоцианурат

Полиизоцианурат представлен на рисунке 11, известный также как PIR или ПИР — термореактивный полимерный материал с закрытыми ячейками, обладающий достаточно высокой степенью жёсткости и используемый, как правило, в качестве жёсткой теплоизоляции. Его химический состав близок к составу полиуретана (PUR), за исключением того, что доля метилендифенилдиизоцианата (MDI) выше, а вместо полиолов на простых эфирах в реакции используется разветвленный сложноэфирный полиол. Катализаторы и добавки, используемые для получения PIR, также отличаются от тех, которые используются в PUR [8].

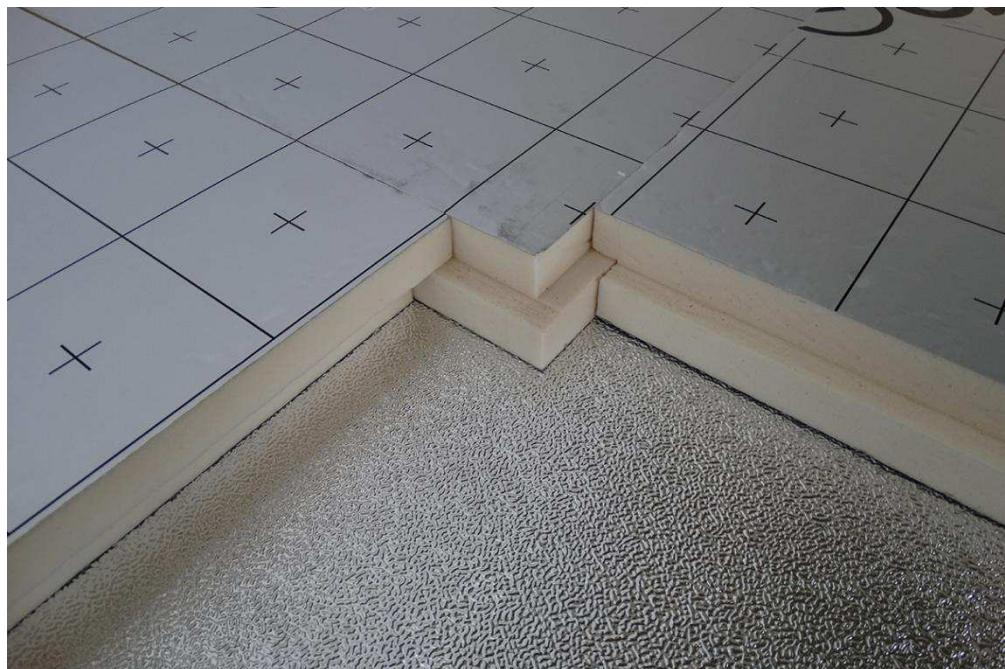


Рисунок 11 — Утеплитель ПИР PIR полиизоцианурат плита

Реакция MDI и полиола происходит при более высоких температурах по сравнению с температурой реакции для производства пенополиуретана. При этих повышенных температурах и в присутствии специальных катализаторов

MDI вначале реагирует сам с собой, образуя жёсткую кольцевую молекулу, представляющую собой реакционный интермедиат (три-изоцианатизоциануратное соединение). Оставшийся MDI и три-изоцианат вступают в реакцию с полиолом в форме сложного полимера, который вспенивается благодаря присутствию специального вспенивающего агента. Этот изоциануратный полимер имеет относительно жёсткую молекулярную структуру благодаря сочетанию прочных химических связей, кольцевой структуре изоцианурата и высокой плотности связей, причём каждый из этих факторов способствует большей жёсткости, чем у близких по формуле полиуретанов. Большая прочность связей затрудняет их разрушение, и, как следствие, полизоциануратная пена является химически и термически более стабильным материалом: разрыв изоциануратных связей, как считается, начинается при температуре выше 200 °C, по сравнению с примерно 100—110°C для полиуретана.

PIR обычно производится в виде пены или готовых плит и используется в качестве жёсткой теплоизоляции. Для облицовки PIR-пены при производстве панелей используются различные материалы, свойства которых определяют дальнейшее использование конечного продукта. Это может быть стальной профилированный лист для твёрдых сэндвич-панелей либо мягкие облицовки толщиной 50-100 мкм из тиснёной алюминиевой фольги, крафт-бумаги или стеклохолста, а также из сочетаний этих материалов.

Сэндвич-панели используются в строительстве легковозводимых зданий и сооружений в качестве предварительно утеплённых ограждающих конструкций. Плиты с мягкими облицовками используются большей частью для утепления кровель и фасадов зданий, а также трубопроводов и вентиляционных каналов. PIR-плита может служить и непосредственно материалом, из которого производятся сами воздуховоды, которые при этом не нуждаются в дополнительной термоизоляции.

Для повышения эффективности теплоизоляции и снижения вероятности появления мостиков холода на стыках плит, их снабжают специальными

замками типа шип-паз или четверть (внахлест). При использовании плит с мягкими облицовками возможна также укладка материала в несколько слоёв со смещением стыков [8].

3.7 Целлюлозный утеплитель

Целлюлозный утеплитель (целлюлозная вата, «эковата») представлен на рисунке 12 — рыхлый, лёгкий волокнистый строительный изоляционный материал серого или светло-серого цвета, применяется как утеплитель.



Рисунок 12 — Эковата в плитах

Состоит примерно на 80 % из газетной бумаги/макулатуры и на 20 % из нелетучих пламегасящих веществ, в качестве которых чаще всего используются борная кислота и бура.

Изготовление утеплителя на основе целлюлозного волокна осуществляется как на больших заводах с производственной мощностью 5-10 т/ч, так и на малых или средних предприятиях (от 100 кг/ч). Цикл производства

начинается с расфасовки макулатуры с ручной фильтрацией общей массы от крупных предметов (компакт-диски, файлы, пластиковые зажимы и т. п.), а также неподходящих сортов бумаги. Далее сырье подается на конвейер и начинается полностью автоматический процесс переработки.

Сперва производится первичное смешивание и дробление бумаги, после чего крупным магнитом извлекаются металлические предметы малого размера (скрепки, скобки и т. п.). Далее — очередной этап порезки, где происходит измельчение на 5-сантиметровые фрагменты. Полученной массой заполняется ёмкость, куда также добавляется антисептик и борная кислота. Дальнейшее измельчение позволяет получить частицы размером 4-5 мм, после чего добавляется ещё немного борной кислоты.

Этот цикл обработки макулатуры занимает около 5 минут. До того как волокно покинет фабрику, образцы берут на проверку, часть которых отправляется на испытания. Тест проверяет волокно на открытое горение: материал нагревается до 50 °C, что симулирует нагревание солнечным светом. Бумага загорается, огонь распространяется, но быстро затухает благодаря буре, которая используется в качестве антиpirена и если это происходит достаточно быстро, тест считается пройденным. Также тесты выполняют независимые компании, чтобы проверить результаты испытаний компаний производителя. На последнем этапе производится упаковка материала в мешки с расфасовкой по 5-20 кг. Плотность материала в мешках в 3-4 раза выше чем в открытом виде, потому перед использованием целлюлозный утеплитель взрывают.

Целлюлозный утеплитель используется в России, Германии, Англии, Финляндии, Японии, США, Канаде и других европейских государствах. В разных странах утеплитель имеет различные торговые марки, при этом структурный состав утеплителя не везде одинаков.

В России данный утеплитель используется недавно, с 1992 года и технология, как и оборудование, да и само российское название данного утеплителя пришли из Финляндии. В последнее же время производство данного

утеплителя и его применение только набирают обороты. В Казахстане материал производится с 1999 года, в Эстонии — с 1990 года, в Литве — с 1994 года, а на Украине и в Белоруссии — начиная с 2007 года. Первая линия с полуавтоматической упаковкой в полиэтиленовые мешки была поставлена на Камский целлюлозно-бумажный комбинат в 1996 году. Позднее данная линия была перенесена в Тульскую область. В Екатеринбурге с 2007 года работает линия, производящая высококачественный целлюлозный утеплитель по современной финской технологии, которым прямо на заводе утепляются производимые там каркасно-панельные дома. Первое отечественное серийное оборудование, для производства эковаты, изготовлено в Тюмени, на сегодняшний день более 50 линий в СНГ, многие под маркой Эковата Экстра (желтый мешок). В Омске, Тюмени, Воронеже, Мытищах и Уфе выпускают утеплитель, для производства которого используется газетная бумага и природные борные минералы (целлюлоза 80 %, 10 % бура, 10 % борная кислота). С 2007 года производство освоено также в посёлке Пирогово Мытищинского района. С 2014 года производство налажено в Северодвинске [9].

3.8 Вспененный каучук

Теплоизоляция из каучука представлена на рисунке 13, позволяет снизить тепловые потери до минимума, защитить трубопровод от воздействия погодных явлений и дает минимальную нагрузку на окружающую среду. Прогрессивный материал выпускается в разных формах: трубы, жгуты, рулоны. Это позволяет подобрать подходящую термоизоляцию для каждого типоразмера.



Рисунок 13 — K-Flex Каучуковая изоляция для труб рулон

Еще одна важная особенность материала – он не подвержен горению. При нагревании не выделяет вредных веществ, в отличие от других используемых для утепления вспененных пластиков.

В ходе производства и эксплуатации вспененного каучука в окружающую среду не выделяется вредных или резко пахнущих веществ.

Монтаж теплоизоляции из вспененного каучука не представляет собой проблем благодаря высокой прочности и эластичности материала. Упругие трубы повторяют все изгибы трубопроводов. Он не сминается на внутренних радиусах и не снижает своей толщины на наружных, не снижая таким образом в этих местах параметры теплоизоляции.

Теплоизоляция из вспененного каучука используется в тех отраслях, где необходимо обеспечить качественную защиту от тепла или холода:

-теплоизоляция труб, сосудов и других технологических емкостей в промышленных установках;

-покрытие корпусов и деталей машин с целью снижения шума и вибрации;

- защита трубопроводов и деталей от возможного возгорания;
- использование в морозильных установках различного размера: от бытовых до промышленных холодильников большой мощности.

Кроме того, каучук в форме труб и листов используется в качестве эффективного пароизолятора, задерживающего пары воды и других жидкостей. Для обеспечения эффективной пароизоляции необходимо строго соблюдать технологию монтажа и применять специальные kleящие составы. После их использования материал становится монолитным, разъединить его по шву уже не удастся. Следует также правильно рассчитать толщину слоя изолирующего материала. Это позволит свести к минимуму возникновение конденсата [10].

3.9 Вспененный полиэтилен

Вспененный полиэтилен (пенополиэтилен) представлен на рисунке 14 — полиэтилен, подвергающийся вспениванию углеводородами в процессе производства. В результате получается упругое эластичное полотно, имеющее закрытопористую структуру ячеек. Выпускается в рулонах, листах, в виде скорлуп и жгутов. Материал получил широкое применение в разных отраслях промышленности, особенно, в строительстве, благодаря: высоким тепло-звукопоглощающим качествам, прочностным характеристикам, простоте монтажа и относительно невысокой стоимости. Выделяют сшитый и несшитый пенополиэтилен по способу производства [11].



Рисунок 14 — Вспененный полиэтилен Порилекс НПЭ Жгут/О (с отверстием)

В настоящее время известны два вида пенополиэтилена, получаемые разными способами. Условно их подразделяют на:

- сшитые пены (обозначается как ППЭ — пенополиэтилен)
- несшитые пены (обозначается как НПЭ — несшитый пенополиэтилен)

Сшитые пены:

Вспененный полиэтилен, производится на сложной технологической линии со ступенчатым нагревом. Его выходные параметры определяются соотношением полиэтилена и вспенивающих и функциональных добавок. Благодаря этому лист ППЭ можно сделать с минимальным отклонениями от заданных параметров ($\pm 0,1$ мм по толщине и ± 1 кг/м³ по плотности). Материал имеет ровную поверхность и мелкочешуйчатую структуру с закрытой порой. За счет этого более устойчив к необратимым разрушениям под действием высоких точечных нагрузок чем НПЭ. Экологически безопасен, из него изготавливают туристические и спортивные коврики. Имеет отличные эксплуатационные свойства.

Различают два вида сшитого пенополиэтилена:

- химически сплитый
- физически сплитый

Несплитые пены:

Получаются при вспенивании полиэтилена пропан-бутановой смесью или разрешенными фреонами. В экструдере под давлением происходит расплав и смещивание полиэтилена со вспенивающим реагентом (как правило, пропан-бутановой смесью). При выходе из экструдера за счет уменьшения внешнего давления газ расширяется, и, таким образом получается газонаполненный пузырь. Так как температура при выходе из экструдера резко падает, вышедшая пузырьковая пена затвердевает и образуется пенополиэтилен. По ряду целевых характеристик (теплопроводности, снижению уровня ударного шума, звукопоглощению, паронепроницаемости) не уступает ППЭ. За счет того, что НПЭ в 2,5-5 раз дешевле чем ППЭ широко применяется в качестве тепло-, звукоизоляции, ложементов, упаковки и т.д. [11].

3.10 Экранно-вакуумная изоляция

Экранно-вакуумная изоляция (ЭВИ), экранно-вакуумная теплоизоляция (ЭВТИ) представлена на рисунке 15 – тип теплоизоляции, предназначенный для ограничения притоков тепла от излучения. Состоит из множества параллельных отражающих экранов с низкой излучательной способностью и отделяющих их друг от друга прокладок. ЭВИ является наиболее эффективным типом изоляции, применяемым в резервуарах для сжиженных газов, криогенных трубопроводах, криостатах и других установках, использующих очень низкие температуры [12].



Рисунок 15 — Вакуумная изоляционная плита

Изоляция ЭВИ состоит из нескольких десятков чередующихся слоев отражающих экранов и прокладок. Отражающий экран изготовлен из синтетического материала толщиной 0,006 - 0,012 мм; (чаще всего полиэтиленовая пленка) покрытого слоем низкоэмиссионного металла. Наиболее часто используемый металл - это алюминий, реже медь, золото или серебро. Толщина металлического покрытия не более 0,1 мкм. Прокладки, разделяющие экраны, изготавливаются из волокнистых материалов с низкой теплопроводностью для минимизации тепловых потоков в зоне теплопроводности.

ЭВИ доступна в виде рулона, которые намотаны из многослойных изолирующих полос определенной ширины или в виде имеющих готовую к монтажу геометрию изоляционных матов. Изоляция в виде рулона используется главным образом для обмотки боковой поверхности больших резервуаров для сжиженного газа или трубопроводов с большими диаметрами. Маты используются в резервуарах, небольших трубопроводах и в лабораторных установках, таких как, например, криостаты.

Изоляция ЭВИ используется там, где существует большая разница температур между изолируемой системой и окружающей средой, и необходимо ограничивать приток тепла от излучения.

Эта изоляция находит все большее применение не только благодаря лучшей изоляционной способности, но и из-за низкой массы и объема, что приводит к уменьшению веса и размеров всей конструкции. К областям применения ЭВИ относятся, в основном:

Низкотемпературные криогенные системы особенно чувствительны к притоку тепла из-за очень высоких разности температур между системой и окружающей средой и высокой стоимости производства охлаждающей мощности при таких низких температурах. Применение ЭВИ вместе с вакуумной изоляцией является наиболее эффективным методом криогенной изоляции, также называемой суперизоляцией. ЭВИ является наиболее эффективным методом изоляции для:

-резервуаров для сжиженных газов (СПГ, жидкий азот, жидкий гелий, жидкий кислород и т.д.)

-криостатов

-криогенных трубопроводов

-криокамер

-сверхпроводниковых устройств

Космическая промышленность - в космическом вакууме излучение является единственным механизмом передачи тепла. По этой причине ЭВИ обычно используется для изоляции космических спутников, чтобы ограничить тепло, переносимое космическим излучением [12].

3.11 Аэрогель

Аэрогель представлен на рисунке 16 — класс материалов, представляющих собой гель, в котором жидкую фазу полностью замещена газообразной. Такие материалы обладают рекордно низкой плотностью и

демонстрируют ряд уникальных свойств: твёрдость, прозрачность, жаропрочность, чрезвычайно низкую теплопроводность и т. д. Распространены аэрогели на основе аморфного диоксида кремния, глинозёмов, а также оксидов хрома и олова. В начале 1990-х получены первые образцы аэрогеля на основе углерода [13].

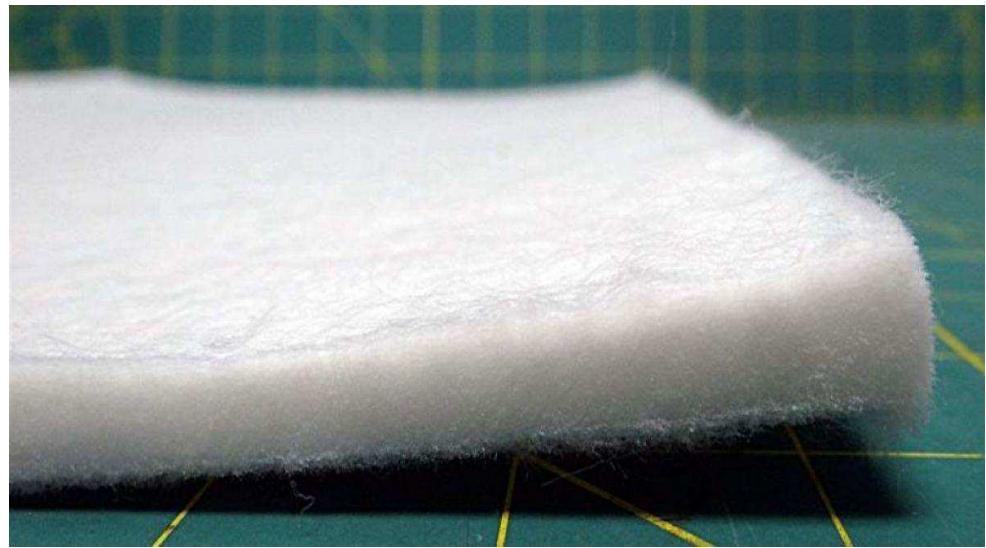


Рисунок 16 — Аэрогель для термоизоляции

Аэрогели относятся к классу мезопористых материалов, в которых полости занимают не менее 50 %, а как правило, 95—99 % объёма, а плотность составляет от 1 до 150 кг/м³. По структуре аэрогели представляют собой древовидную сеть из объединённых в кластеры наночастиц размером 2—5 нм и пор размерами до 100 нм.

На ощупь аэрогели напоминают легкую, но твёрдую пену, похожую на пенопласт. При сильной нагрузке аэрогель трескается, но в целом это весьма прочный материал — образец аэрогеля может выдержать нагрузку в 2000 раз больше собственного веса. Аэрогели, в особенности кварцевые, — хорошие теплоизоляторы. Они также очень гигроскопичны.

По внешнему виду кварцевые аэрогели полупрозрачны. За счёт рэлеевского рассеяния света на древовидных структурах они выглядят голубоватыми в отражённом свете и светло-жёлтыми в проходящем. Сходными

оптическими свойствами обладают аэрогели на основе оксидов алюминия (Al_2O_3), циркония (ZrO_2) и титана (TiO_2). Аэрогели из других оксидов металлов могут иметь различный цвет и прозрачность; так, железооксидный аэрогель непрозрачен и имеет цвет, сходный с ржавчиной, ванадиевооксидный аэрогель непрозрачен, оливково-зелёного цвета; хромооксидный аэрогель имеет тёмно-зелёный или тёмно-синий цвет, а аэрогели на основе оксидов редкоземельных металлов прозрачны (оксид самария жёлтый, оксид неодима фиолетовый, оксиды гольмия и эрбия — розовые). Углеродные аэрогели имеют глубокий чёрный цвет, поглощая 99,7 % падающего света.

Наиболее распространены кварцевые аэрогели. Их минимальная плотность равна 1 кг/м³ (вакуумированная версия), что в 1000 раз меньше плотности воды и даже в 1,2 раза меньше плотности воздуха (правда, указанная плотность не включает вес воздуха, включенного в структуру, потому аэрогели не плавают в воздухе). Среди твердых тел меньшую плотность имеют лишь металлические микрорешётки (чья плотность может достигать 0,9 кг/м³, что на одну десятую меньше лучших показателей плотности аэрогелей), аэрографит (чья плотность составляет 0,18 кг/м³) и аэрографен (0,16 кг/м³). Кварцевые аэрогели пропускают свет в мягком ультрафиолете, видимой области (с длиной волны больше 300 нм) и инфракрасном диапазоне, однако в инфракрасной области присутствуют типичные для кварца, получаемого обезвоживанием силикагелей, полосы гидроксила при 3500 см⁻¹ и 1600 см⁻¹. Благодаря чрезвычайно низкой теплопроводности, меньшей, чем теплопроводность воздуха, они применяются в строительстве в качестве теплоизолирующих и теплоудерживающих материалов. Температура плавления кварцевого аэрогеля составляет 1200 °C.

Углеродные аэрогели (аэро графиты) состоят из наночастиц, ковалентно связанных друг с другом. Они электропроводны и могут использоваться в качестве электродов в конденсаторах. За счёт очень большой площади внутренней поверхности (до 800 м²/грамм) углеродные аэрогели нашли применение в производстве суперконденсаторов (ионисторов) ёмкостью в

тысячи фарад. В настоящее время достигнуты показатели в 104 Ф/грамм и 77 Ф/см³. Углеродные аэрогели отражают всего 0,3 % излучения в диапазоне длин волн от 250 до 14 300 нм, что делает их эффективными поглотителями солнечного света.

Глинозёмные аэрогели из оксида алюминия с добавками других металлов используются в качестве катализаторов. На базе алюмооксидных аэрогелей с добавками гадолиния и тербия в НАСА был разработан детектор высокоскоростных соударений: в месте столкновения частицы с поверхностью происходит флюоресценция, интенсивность которой зависит от скорости соударения.

Помимо многочисленных технических применений, обусловленных вышеперечисленными уникальными свойствами, аэрогель известен прежде всего использованием в проекте «Стардарт» в качестве материала для ловушек космической пыли.

Поскольку показатель преломления аэрогелей занимает промежуточное положение между показателями преломления газообразных и жидкых (твёрдых) веществ, аэрогель используется как радиатор в черенковских детекторах заряженных частиц.

Аэрогели могут использоваться в качестве газовых и жидкостных фильтров.

Аэрогель на основе оксида железа с алюминиевыми наночастицами может служить взрывчаткой (разработка Ливерморской национальной лаборатории им. Э. Лоуренса, США).

В начале 2006 некоторые компании, например, United Nuclear, заявили о начале продаж аэрогеля организациям и частным лицам. В зависимости от размера и формы образца, цена составляет от \$25 (фрагменты) до \$125 (кусочек, помещающийся на ладони) [13].

В настоящее время на основе аэрогеля изготавливаются теплоизоляционные материалы для промышленного применения.

4 Сравнительный анализ теплоизолирующих материалов

Таблица 4.1 – Перечень изоляционных материалов, их коэффициент теплопроводности.

Название материала	Коэффициент теплопроводности, Вт/м
Монолитный пенобетон	0,1
Каменная вата	0,037
Столовата	0,04
Пенополистирол	0,04
Пенополиуретан	0,02
Полиизоцианурат	0,023
Целлюлозный утеплитель	0,039
Вспененый каучук	0,036
Вспененый полиэтилен	0,05
Экранно-вакуумная изоляция	0,007
Аэрогель	0,015

Сравнительная диаграмма по коэффициенту теплопроводности представлена на рисунке 18.

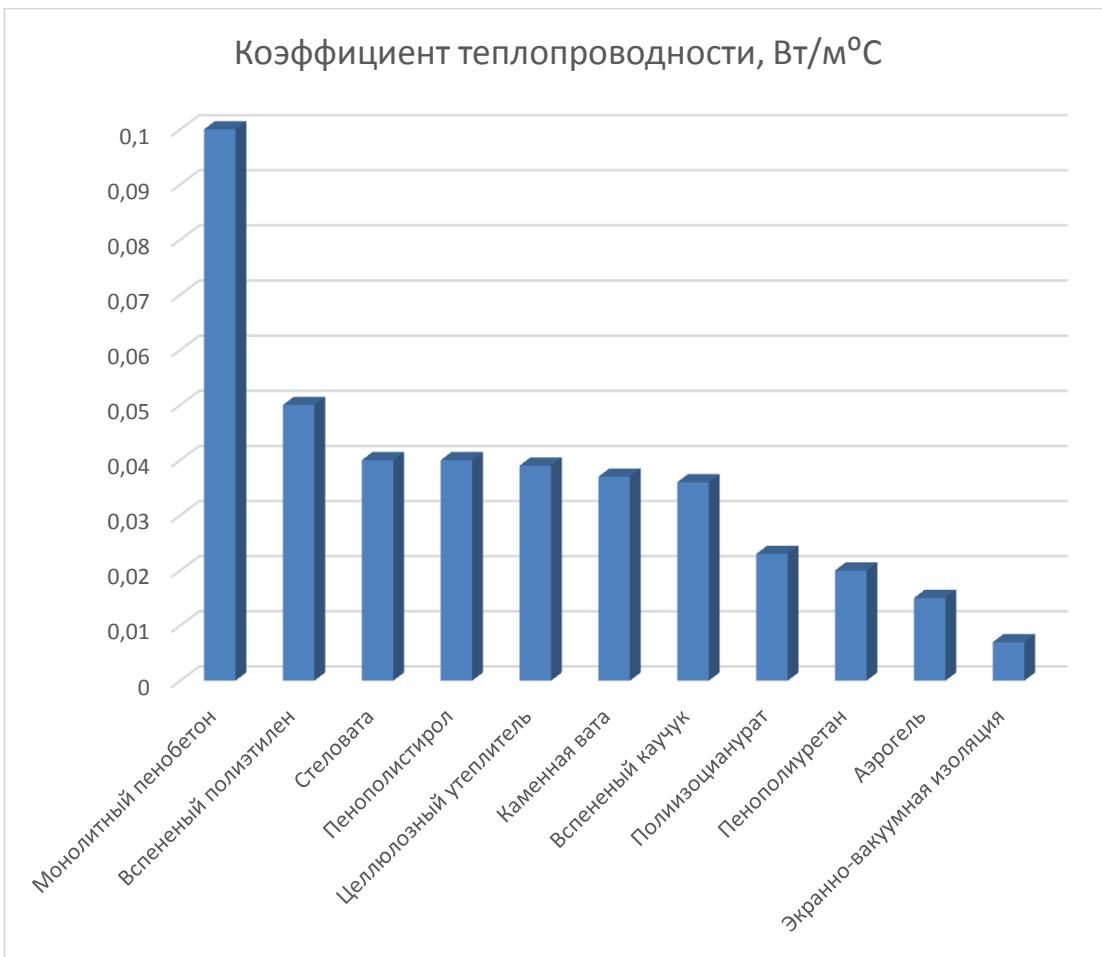


Рисунок 18 — Сравнительная диаграмма теплоизоляционных материалов по коэффициенту теплопроводности

Исходя из этих данных, наиболее предпочтительным будет пенополиуретан, так как он обладает превосходными теплоизоляционными свойствами. Так же широко распространен в тех сферах, где необходимо применение качественной теплоизоляции. Еще стоит отметить, что пенополиуретановая теплоизоляция не требует особых навыков при монтаже.

5 Расчетная часть

Произведем расчет тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока согласно СП 61.13330.2012

Таблица 5.1 – Исходные данные

Наименование показателя, единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя
Диаметр трубопровода, мм	D_h	800
Температура перекачиваемого продукта, °С	t_b	60
Температура окружающего воздуха, °С	t_h	-55

Расчет толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока для однослойных цилиндрических поверхностей диаметром менее 2 м используется формула:

$$\ln B = 2\pi \lambda_{uz} \left[\frac{K_{(t_b - t_h)}}{q_h^L} - R_h^L \right] \quad (5.1)$$

где K — коэффициент, учитывающий изменение стоимости теплоты и теплоизоляционной конструкции;

R_h^L — линейное термическое сопротивление теплоотдаче внутренней стенки изолируемого объекта наружной изоляции, $\text{м}\cdot\text{°C}/\text{Вт}$;

q_h^L — значение нормативного удельного потока;

λ_{uz} — теплопроводность изоляционного материала $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

При расчете по формуле (5.1) предварительно определяют величину $\ln B$, где

$$B = \frac{\alpha_h^{cm} + 2\delta_{uz}}{\alpha_h^{uz}} \quad (5.2)$$

где a_h^{cm} — наружный диаметр стенки изолируемого объекта, мм;
 a_h^{uz} — наружный диаметр изоляции, мм;
 δ_{uz} — толщина изоляции, мм.

Требуемую толщину изоляции определяют по формуле:

$$\delta_{uz} = \frac{a_h^{cm} (B-1)}{2} \quad (5.3)$$

где a_h^{cm} — то же, что и в формуле (5.2).

$R_h^L = 0,048 \text{ м}^2/\text{Вт}$, в соответствии с таблицей Б.3 [14, с. 32]

$\lambda_{uz} = 0,046 \text{ Вт}/\text{м}^2$, для пенополиуретана средней плотностью 70 кг/м³ в соответствии с таблицей Б.1 [14, с. 26]

$q_h^L = 93,8$, определена методом интерполяции при значениях при 50 \square – 83 и при 100 \square – 137 в соответствии с таблицей 2 [14, с. 10]

$K = 0,98$, в соответствии с таблицей 13 [14, с. 18]

Выполним расчет толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока в соответствии с формулой (5.1):

$$\ln B = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,046 \left[\frac{0,98 (60 - (-55))}{93,8} - 0,048 \right] = 0,333$$

Соответственно $B = 1,4$

Подставим все значения в формулу (5.3) и получим:

$$\delta_{uz} = \frac{800(1,4-1)}{2} = 160 \text{ мм.}$$

6 Экономическая часть

В экономической части бакалаврской работы будет рассчитана разница в стоимости теплоизоляционных материалов, а именно пенополиуретана, вспененного каучука и пеностекла, при расчете ее объема на погонный метр трубы.

6.1 Расчет толщины теплоизоляционных материалов

Произведем расчет тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока согласно СП 61.13330.2012

Таблица 6.1 – Исходные данные

Наименование показателя, единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя
Диаметр трубопровода, мм	D_h	800
Температура перекачиваемого продукта, °C	t_b	60
Температура окружающего воздуха, °C	t_h	-55

Расчет толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока для однослоиных цилиндрических поверхностей диаметром менее 2 м используется формула:

$$\ln B = 2\pi \lambda_{uz} \left[\frac{K_{(t_b - t_h)}}{q_h^L} - R_h^L \right] \quad (6.1)$$

где K — коэффициент, учитывающий изменение стоимости теплоты и теплоизоляционной конструкции;

R_h^L — линейное термическое сопротивление теплоотдаче внутренней стенки

изолируемого объекта наружной изоляции, $\text{м}\cdot\text{°}/\text{Вт}$;

q_h^L — значение нормативного удельного потока;

λ_{uz} — теплопроводность изоляционного материала Вт/(м·К).

При расчете по формуле (6.1) предварительно определяют величину $\ln B$, где

$$B = \frac{a_h^{cm} + 2\delta_{uz}}{a_h^{uz}} \quad (6.2)$$

где a_h^{cm} — наружный диаметр стенки изолируемого объекта, мм;
 a_h^{uz} — наружный диаметр изоляции, мм;
 δ_{uz} — толщина изоляции, мм.

Требуемую толщину изоляции определяют по формуле:

$$\delta_{uz} = \frac{a_h^{cm} (B-1)}{2} \quad (6.3)$$

где a_h^{cm} — то же, что и в формуле (6.2).

$R_h^L = 0,048 \text{ м}^2/\text{Вт}$, в соответствии с таблицей Б.3 [14, с. 32]

$\lambda_{nn} = 0,046 \text{ Вт}/\text{м}^2$, для пенополиуретана средней плотностью 70 кг/м³ в соответствии с таблицей Б.1 [14, с. 26]

$\lambda_{вк} = 0,08 \text{ Вт}/\text{м}^2$, для вспененного каучука в соответствии с таблицей Б.1 [14, с. 27]

$\lambda_{nc} = 0,062 \text{ Вт}/\text{м}^2$, для пеностекла с таблицей Б.1 [14, с. 27]

$q_h^L = 93,8$, определена методом интерполяции при значениях при 50 — 83 и при 100 — 137 в соответствии с таблицей 2 [14, с. 10]

$K=0,98$, в соответствии с таблицей 13 [14, с. 18]

Выполним расчет толщины тепловой изоляции из пенополиуретана по нормированной плотности теплового потока в соответствии с формулой (6.1):

$$\ln B = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,046 \left[\frac{0,98(60-(-55))}{93,8} - 0,048 \right] = 0,333$$

Соответственно $B=1,4$

Подставим все значения в формулу (6.3) и получим:

$$\delta_{nn} = \frac{800(1,4-1)}{2} = 160 \text{ мм.}$$

Выполним расчет толщины тепловой изоляции из вспененного каучука по нормированной плотности теплового потока в соответствии с формулой (6.1):

$$\ln B = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,08 \left[\frac{0,98(60-(-55))}{93,8} - 0,048 \right] = 0,579$$

Соответственно $B=1,78$

Подставим все значения в формулу (6.3) и получим:

$$\delta_{ek} = \frac{800(1,78-1)}{2} = 312 \text{ мм.}$$

Выполним расчет толщины тепловой изоляции из пеностекла по нормированной плотности теплового потока в соответствии с формулой (6.1):

$$\ln B = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,062 \left[\frac{0,98(60-(-55))}{93,8} - 0,048 \right] = 0,449$$

Соответственно $B=1,56$

Подставим все значения в формулу (6.3) и получим:

$$\delta_{nc} = \frac{800(1,56-1)}{2} = 224 \text{ мм.}$$

6.2 Расчет стоимости теплоизоляционных материалов

Для расчета стоимости теплоизоляционного материала на погонный метр трубы нужно высчитать объем теплоизоляционного материала на изоляцию участка трубы.

Посчитаем площадь внешней стенки соответственно формуле, для расчета площади цилиндра:

$$V = \delta_{uz} \cdot \frac{2\pi D_h l}{2} \quad (6.4)$$

где δ_{uz} — то же, что и в формуле (6.2);

D_h — диаметр трубопровода, м;

l — длина участка, м.

Выполним расчет объема тепловой изоляции из пенополиуретана в соответствии с формулой (6.4):

$$V_{nn} = 0,16 \cdot \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,8 \cdot 1}{2} = 0,4 \text{ м}^3$$

Выполним расчет объема тепловой изоляции из вспененного каучука в соответствии с формулой (6.4):

$$V_{\text{вк}} = 0,312 \cdot \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,8 \cdot 1}{2} = 0,78 \text{ м}^3$$

Выполним расчет объема тепловой изоляции из пеностекла в соответствии с формулой (6.4):

$$V_{nc} = 0,224 \cdot \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,8 \cdot 1}{2} = 0,56 \text{ м}^3$$

Теплоизоляционные материалы и их стоимость за м^3 представлены в таблице 6.2 [15; 16; 17].

Таблица 6.2 – Теплоизоляционные материалы и их стоимость

Название материала	Стоимость, руб./ м^3
Пенополиуретан	7783 руб./ м^3
Вспененный каучук	4222.55 руб./ м^3
Пеностекло	7500 руб./ м^3

Далее выполним расчет стоимости теплоизоляционного материала на погонный метр трубы:

$$C = \varphi \cdot V \quad (6.5)$$

где C — стоимость теплоизоляционного материала руб.

φ — цена материала руб./ м^3

V — объем материала м^3

Выполним расчет для пенополиуретана в соответствии с формулой (6.5):

$$C_{nn} = 7783 \cdot 0,4 = 3113,2 \text{ руб.}$$

Выполним расчет для вспененного каучука в соответствии с формулой (6.5):

$$C_{вк}=4222,55 \cdot 0,78=3293,589 \text{ руб.}$$

Выполним расчет для пеностекла в соответствии с формулой (6.5):

$$C_{nc}=7500 \cdot 0,56=4200 \text{ руб.}$$

Диаграмма объема теплоизоляционных материалов представлена на рисунке 19.



Рисунок 19 — Сравнительная диаграмма теплоизоляционных материалов по объему на монтаж участка

Диаграмма стоимости теплоизоляционных материалов представлена на рисунке 20.

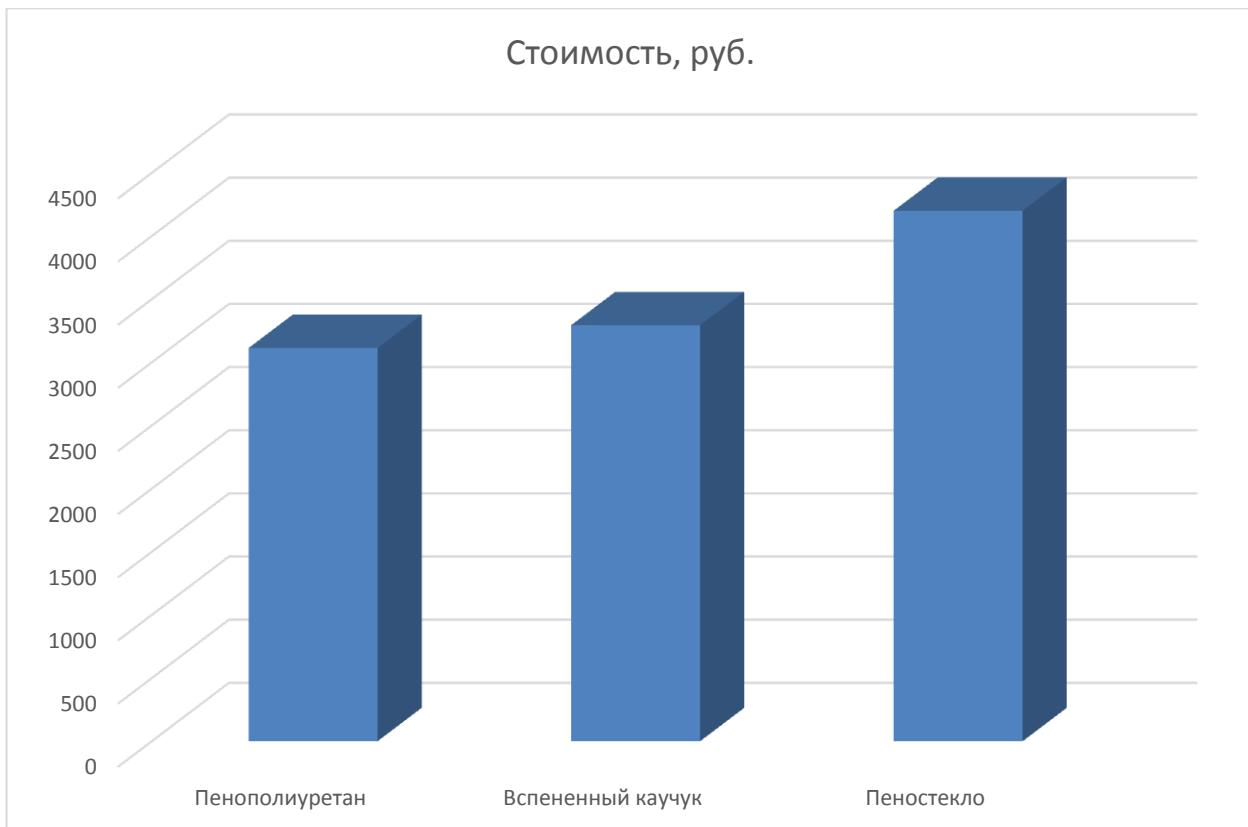


Рисунок 20 — Сравнительная диаграмма теплоизоляционных материалов по стоимости на объем теплоизоляции

В ходе сравнения объема теплоизоляционных материалов на участок изоляции, стоимости за объем теплоизоляционных материалов можно сделать вывод, что рациональным и менее затратным выглядит вариант с использованием пенополиуретановой тепловой изоляции, так как для изоляции погонного метра трубы потребуется меньший объем данной изоляции, а также этот вариант выглядит менее затратным.

7 Безопасность жизнедеятельности

Трубопроводный транспорт является одним из самых экономически целесообразных и востребованных видов транспорта, однако при нарушении техники безопасности он может стать источником техногенных аварий, приводящих к загрязнению окружающей среды, разрушениям, пожарам, гибели людей и значительным материальным потерям.

Одной из актуальных проблем при транспортировании нефти и газа является своевременное, достоверное прогнозирование, предупреждение и ликвидация последствий ЧС.

7.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Основные работы на площадке линейной части нефтепродуктопровода выполняются трубопроводчиком линейным на открытой площадке линейной части нефтепродуктопровода. Он выполняет монтажные и восстановительные работы с использованием сварки, проводит ревизию задвижек и кранов, демонтаж и установку контрольно-измерительных приборов, продувку и опрессовку участков трубопровода и монтажных узлов, монтаж переходов, захлестов и катушек, а также другие виды работ. Трубопроводчик линейный также выполняет работы в цехе технического обслуживания, эксплуатации и ремонта трубопроводов.

На рабочем месте трубопроводчик может быть подвержен воздействию вредных и опасных факторов: токсичные пары и газы, действующие на организм человека; повышенная или пониженная температура поверхностей, приводящая к ожогам; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, приводящая к обморожению, либо тепловому удару; повышенный уровень напряжения в электрической сети; пожаро- и взрывоопасность [18].

По основному виду экономической деятельности установлен 1 класс профессионального риска, характеризующий уровень производственного травматизма, профзаболеваемости и расходов по обеспечению по программе обязательного медицинского страхования. Страховые тарифы на обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний составляют 0,2% к начисленной оплате труда [38].

Причинами аварийных и чрезвычайных ситуаций, таких как взрыв, пожар, токсический выброс, утечка продукта через разрывы, свищи, трещины и другие повреждения оборудования, чаще всего являются: производственный дефект труб; брак сварки; механические повреждения; коррозия металла.

7.2 Инженерные и организационные решения по обеспечению безопасности работ

Проектируемый объект ГНПС МН «Пурпе-Самотлор» располагается в центральной части России, в г. Пурпе. Климатический регион показателям метеорологических условий относится к III категории [37]. Работы выполняются на открытом воздухе круглый год в дневное время суток, независимо от температурного режима и осадков.

Климат местности около г. Пурпе суровый и континентальный, с относительно холодной зимой и жарким, засушливым летом. Зима характеризуется неустойчивой погодой с заморозками и оттепелями, абсолютная минимальная температура воздуха холодного периода года достигает -56 °C. Средняя относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, января, 78%. Лето относительно теплое для этих широт, абсолютная максимальная температура воздуха +34 °C, средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца июля 69%. Среднегодовая температура воздуха -7,8 °C [33].

Работы в холодное время года проводятся при соблюдении требований к мерам защиты работников от охлаждения [37]. Лиц, приступающих к работе на

холода, необходимо проинформировать о его влиянии на организм и мерах предупреждения охлаждения. Работающим на открытой территории в холодный период года предоставляются:

- комплект средств индивидуальной защиты (СИЗ) от холода с учетом климатического пояса (теплозащитная специальная одежда и утепленная специальная обувь);
- место обогрева, где температура воздуха в целях нормализации теплового состояния организма работника должна поддерживаться на уровне 21...25 °C [37].

Характеристика выполняемых работ по энергозатратам представлена в таблице 9 [37].

Таблица 7.1 – Характеристика выполняемых работ по энергозатратам

Работа	Категория	Энергозатраты организма (расход энергии при выполнении работ)	Характеристика работ
Физическая средней тяжести	IIa	151-200 ккал/ч (175-232 Вт)	Работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения
	IIб	201-250 ккал/ч (223-290 Вт)	Работы, связанные с ходьбой и переноской тяжести до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением

В условиях нагревающего микроклимата работы следует проводить при соблюдении мер профилактики перегревания. Повышенные температуры зачастую приводят к обезвоживанию организма, поэтому для оптимального водообеспечения работающих целесообразно размещать устройства питьевого

водоснабжения максимально приближенными к рабочим местам, обеспечивая к ним свободный доступ.

Административные и вспомогательные помещения необходимо оснащать системами отопления и вентиляции для поддержания оптимальных параметров воздушной среды [30].

7.3 Санитарно-гигиенические требования к помещению и размещению используемого оборудования

Помещение цеха ЦТОЭиРТ имеет площадь $S = 45 \text{ м}^2$, высоту $H = 3,3 \text{ м}$.

В соответствии с нормами площадь помещения для одного работающего должна составлять не менее $4,5 \text{ м}^2$. Таким образом, в цехе одновременно могут присутствовать не более 10 человек. Высота производственных помещений должна быть не менее 3,25 м, следовательно, цех ЦТОЭиРТ отвечает нормативным требованиям [25].

Площади и цеха НПС МН оснащены:

- проходами и проездами шириной не менее 1,5 м и 2,5 м соответственно;
- тамбурами либо воздушными (тепловыми) завесами;
- свободными подходами к оборудованию, имеющими электропривод, не менее 1м со стороны рабочей зоны и 0,6 м – со стороны нерабочей зоны;
- шириной выходов из помещений высотой не менее 1м, а высотой – 2,2 м;
- полы помещений износостойкие, теплые, нескользкие, при необходимости влаго-, кислото- и огнестойкие, легко моются [34].

Фактическое состояние санитарно-гигиенических условий труда представлено в таблице 12 [19].

Таблица 7.2 – Фактическое состояние условий труда на рабочем месте

№ п/п	Наименование производственного фактора, единица измерения	ПДК, ПДУ, допустимый уровень	Фактический уровень производствен- ного фактора	Класс условий труда, степень вредности и опасности
1	Тяжесть трудового процесса			3.1
2	Напряженность трудового процесса			2
3	Шум, дБА	80	87	3.2
4	Температура, °C	20	22,4	2
5	Влажность, %	35	43	2
6	Скорость движения воздуха, м/с	0,1	0,1	2
7	Освещенность, лк	300	160	2
8	КЕО, %	0,6	1,3	2
9	THC, С	21	17,8	2
10	Тепловое излучение, Вт/см ²	140	1272	3.1
11	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м ³ Стирол	2	0.1	2

В цехе ЦТОЭиРТ выполняются работы по обслуживанию и ремонту трубопроводов. Чтобы способствовать повышению эффективности и безопасности слесарных работ, снизить травматизм и утомляемость, сохранить высокую работоспособность, необходимо рассчитать систему освещения в помещении цеха.

При расчете искусственного освещения в производственных помещениях используем метод светового потока.

Уровень освещения цеха должен соответствовать 300-500 лк [32]. Для расчетов примем минимальный уровень освещения $E_n=300$ лк.

В результате выполненных расчетов получаем: высота подвеса светильников $h_n = 0,96$ м; минимально необходимое количество светильников N

= 11 шт.; расположение светильников – в шахматном порядке; световой поток одной лампы $F_l = 1853,2$ лм; светильники типа ЛДОР; люминесцентные лампы ЛБ30, мощностью 30 Вт, световой поток одной лампы 2100 лм; процент отклонения от необходимого светового потока 11,8%; затраты на электроэнергию 660 Вт; общий световой поток светильника ЛДОР (2x30 Вт) 4200 лм.

В рабочих помещениях следует применять систему общего освещения. Светильники с люминесцентными лампами располагаются параллельно светонесущей стене на расстоянии 1,2 м от наружной стены и на расстоянии 1,5 м от внутренней.

Для защиты от шума, вибраций и излучений на НПС использованы следующие средства: звукопоглощающие конструкции (звукопоглощающие облицовки, кулисы, штучные поглотители); звукоизолирующие и не пропускающие излучение кабины наблюдения и дистанционного управления; звуко- и виброизолирующие кожухи на агрегатах; акустические экраны.; глушители шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и в аэрогазодинамических установках; виброизоляцией технологического оборудования [19].

Состав санитарно-бытовых помещений представлен в таблице 13 [25].

Таблица 7.3 – Санитарно-бытовые помещения

Помещение	Площадь, м ²
Бытовые помещения, в том числе:	
гардеробная	7
душевая с преддушевой	8,2
умывальная	4
сушилка	2
туалет	2
Помещения для обогрева	7
Комната для приема пищи	5
Буфет на 24 человека	10

Столовая на сырье с числом посадочных мест 150	68,5
--	------

7.4 Обеспечение безопасности технологического процесса

На НПС основным оборудованием являются насосы и их приводы. Приводами для подпорных насосов, обеспечивающих нормальные условия эксплуатации основные центробежные насосы, служат низковольтные и высоковольтные электродвигатели. Для основных насосов приводами используются асинхронные и синхронные двигатели.

Для того, чтобы исключить возможность образования электрической цепи через тело человека, выполняются требования электробезопасности [32].

Одним из необходимых условий безопасности является заземление оборудования, являющееся средством защиты персонала в помещении от возникновения искры и от напряжения, появление которого возможно на металлических частях оборудования.

Для безопасной и бесперебойной работы заземляющего устройства необходима его своевременная проверка и контроль сопротивления [23].

Для выполнения замеров чаще всего применяются следующие специальные виды приборов: МС-08; М-416 на полупроводниках и питанием от батареи; тестер СА-6415, оснащенный токовыми клещами.

Безопасность производства основана на соблюдении норм и правил безопасности. Для защиты персонала от производственных травм и профессиональных заболеваний необходимо использовать организационно-технические средства. Средства защиты делятся на индивидуальные (средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), специальная одежда, средства защиты рук и ног, средства защиты глаз, лица и головы, средства защиты органов слуха), и коллективные (знаки безопасности, предупредительные плакаты для электроустановок, предупреждающая окраска, знаки опасности для грузов) [21].

7.5 Обеспечение пожарной и взрывопожарной безопасности

Производственные помещения на нефтеперекачивающей станции относятся к категории «Б» – взрывопожароопасные и к категории «А» – обладающие повышенной взрывопожароопасностью [29].

Пожары на объектах МН являются, как правило, следствием аварий, которые могут произойти по различным причинам:

- коррозионные повреждения,
- дефекты труб и сварных швов,
- нарушение правил эксплуатации,
- внешние воздействия и др.

Так же причинами пожаров могут являться несоблюдение правил пожарной безопасности, курение в неподложенном месте.

Нефтепродукты относятся к ЛВЖ категории пожаровзрывоопасных веществ, температура самовоспламенения перекачиваемого дизельного топлива от 242°C [22]. В таблице 14 приведены значения нижнего и верхнего концентрационного предела (НКПР и ВКПР) и предельно-допустимая взрывобезопасная концентрация (ПДВК) [22].

Таблица 7.4 – Характеристика огне- и взрывоопасных свойств ДТ

Вещество	Температура, °C			Пределы воспламенения (взрываемости) с воздухом			
	вспышки закрытом тигле	самовоспла- менения	температурные, °C		концентрационные, об. %		
			нижний	верхний	нижний	верхний	
Дизтопливо летнее	71	310	62	100	-	-	
Дизтопливо зимнее	48	240	69	119	-	-	

Взрывозащищенное электрооборудование, используемое на НПС, относится ко 2 группе [24].

В зданиях и сооружениях на НПС все помещения оборудованы системой пожарной сигнализации с тепловыми и ручными извещателями, сигналы от которых выводятся на приемно-контрольный пожарный прибор, установленный в операторной.

Станция оборудована современной автоматической системой противопожарной защиты высокократной полидисперсной пеной. Система включает в себя: резервуары для хранения противопожарного запаса воды; емкости для хранения запаса пенообразователя; систему дозирования и смешения пенообразователя с водой; магистральные и распределительные растворопроводы с необходимой арматурой; дымоустойчивые генераторы высокократной пены; пожарные извещатели, устройства дистанционного пуска; приборы и устройства контроля и управления; устройства звуковой и световой сигнализации и оповещения о срабатывании установки; шлейфы пожарной сигнализации, электрические цепи питания, управления, контроля [26].

7.6 Обеспечение безопасности в аварийных и чрезвычайных ситуациях

В результате возможных чрезвычайных ситуаций на МН могут возникнуть следующие поражающие факторы: механическое воздействие вследствие разлета осколков, зона действия поражающего фактора 30 м; термическое воздействие при пожаре прилива, зона действия 140 м; воздействие ударной волны при взрыве, зона действия 5 м.

Для исключения аварийных ситуаций на МН используют различные средства и новые технологии. Для гашения колебаний давления, вибрации и гидроударов применяют стабилизаторы давления. Для проверки состояния

трубопроводов, их элементов и деталей проводят гидравлические испытания, ультразвуковой контроль толщины стенки труб и деталей трубопровода, контроль состояния сварных швов [20].

Для защиты персонала на случай ЧС все работники обеспечиваются индивидуальными и медицинскими средствами защиты.

Цех ЦТОиРТ представляет собой одноэтажное здание из бетонных панелей, с перекрытиями из обетонированных металлических балок, по которым уложена бетонная плита. Кровля здания металлическая. По требованиям здание отвечает 2-ой степени огнестойкости [29].

На НПС имеется резервуарный парк, имеющий подключение к автоматической системе противопожарной защиты.

Для повышения устойчивости производства и защиты работающих в чрезвычайных ситуациях, на предприятии выполняются следующие мероприятия: прогнозирование возникновения и оценка возможных последствий ЧС для работы объекта; обеспечение защиты рабочих; разработка режимов работы рабочих при ЧС; подготовка к выполнению работ по восстановлению предприятия в чрезвычайных ситуациях; поддержание в готовности системы оповещения о ЧС; организация обучения рабочих и служащих правилам поведения и действиям в ЧС при работе на объекте; принятие мер по повышению устойчивости инженерно-технического комплекса к разрушительному действию источников ЧС; ограничение поражения от вторичных факторов от источников ЧС; поддержание трудовой и технологической дисциплины; внедрение новейших достижений науки и техники в безопасное производство, повышение надежности технологического оборудования; строительство необходимого количества защитных сооружений; планирование и подготовка эвакуации рабочих и служащих в условиях опасного производства; обучение рабочих действиям в ЧС; накопление средств индивидуальной защиты для рабочих и служащих и подготовка их к выдаче в

случае ЧС; поддержание в готовности локальной и центральной систем оповещения.

7.7 Экологичность проекта

При эксплуатации НПС используются механизмы и технологическое оборудование, являющиеся в процессе работы потенциальными источниками выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Загрязнение подземных вод на площадке может произойти в результате:

- утечки из резервуаров, через неплотности запорной арматуры;
- разливов нефтепродукта на узле учета, при чистке (промывке) резервуарного парка;
- фильтрации сточных вод из сетей канализации и очистных сооружений;
- разливы нефти на нефтеналивной эстакаде.

На НПС сформированы производственные ливневые, а также хозяйствственно-бытовые стоки.

В хозяйственно бытовые стоки вода поступает после использования ее персоналом, в результате которого питьевая вода приобретает ряд загрязнений. Затем хозяйственные стоки по системе водоотведения направляются на очистные сооружения биологической очистки, где содержание загрязняющих веществ уменьшается до предельно-допустимых концентраций [35].

Производственные стоки сформированы в здании насосной, основным видом которых на НПС являются подтоварные воды (с резервуаров). Загрязняются производственные стоки нефтепродуктами и взвешенными веществами, после чего отправляются на очистные сооружения.

Принципиальная технологическая схема очистки производственных сточных вод в соответствии с нормами представлена на рисунке 1 [35].



Рисунок 21 – Технологическая схема очистки производственных вод

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы была рассчитана толщина теплоизоляционного материала для участка магистрального нефтепровода.

Расчеты производились в соответствии с данной температурой воздуха, перекачивающей жидкости и диаметром трубопровода.

В ходе выполнения работы:

- был рассмотрен перечень теплоизоляционных материалов;
- был выбран наиболее предпочтительный теплоизоляционный материал;
- был выполнен сравнительный расчет на затраты при использовании разных материалов;
- представлен расчёт освещённости цеха эксплуатации трубопроводов;
- описаны возможные риски при эксплуатации надземного магистрального нефтепровода.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ППН –пункт подогрева нефти;
НПС – нефтеперекачивающая станция;
ПВХ – поливинилхлорид;
СФТК – системы фасадные теплоизоляционные композиционные;
ППУ – пенополиизоцетан;
ПИР – полиизоцианурат;
ППЭ – пенополиэтилен;
НПЭ – несшитый пенополиэтилен;
ЭВИ – экранно-вакуумная изоляция;
СПГ – сжиженный природный газ;
ГНПС – головная нефтеперекачивающая станция;
МН – магистральный нефтепровод;
СИЗ – средства индивидуальной защиты;
ЦТОиРТ – цех технического обслуживания и ремонта трубопроводов;
ЧС – чрезвычайная ситуация.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 «Транснефть» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о особенностях перекачки высоковязкой нефти. – Режим доступа: <https://discoverrussia.interfax.ru/wiki/67/>

2 «Роспайп» [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о печах подогрева нефти. – Режим доступа: <https://rospipe.ru/tekhnicheskie-stati/khranenie-i-transportirovka-nefteproduktov/pechi-podogreva/>

3 «Kladembeton.tu» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о монолитном пенобетоне и его характеристиках. – Режим доступа: <https://kladembeton.ru/vidy/penobeton/harakteristika-monolitnogo-penobetona.html>

4 «Кровельный гид» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о каменной вате и ее характеристиках. – Режим доступа: <https://krovgid.com/izolyaciya/kamennaya-vata.html>

5 «Знаток тепла» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о стекловате и ее характеристиках. – Режим доступа: <https://znatoktepla.ru/utepliteli/steklovata-primenenie-plyusy-i-minusy.html>

6 «Строительные материалы» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о пенополистироле и его характеристиках. – Режим доступа: <https://building-ooo.ru/uncategorized/penopolistirol-vidyfotoopisanieprimeneniexarakteristiki/.html>

7 «Стройка гид» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о пенополиуретане и его характеристиках. – Режим доступа: <https://stroyka-gid.ru/supplies/penopolyuretan-vidy-svoistva-uteplenie.html>

8 «Forum house» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о пенополизоцианурате и его характеристиках. – Режим доступа: <https://www.forumhouse.ru/journal/articles/6786-osobennosti-ppu-pur-i-pir-teploizolyacii>

9 «В-тепло.ру» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о целлюлозном утеплителе и его характеристиках. – Режим доступа: <https://v-teplo.ru/cellyuloznyj-uteplitel.html>

10 «Печи эксперт.ру» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о вспененном каучуке и его характеристиках. – Режим доступа: <https://pechiexpert.ru/teploizolyatsiya-iz-kauchuka-01/>

11 «Строй подсказка» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о вспененном полиэтилене и его характеристиках. – Режим доступа: <https://stroy-podskazka.ru/polietilen/vspenennyj/>

12 «MV&F» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о экранно-вакуумной изоляции и ее характеристиках. – Режим доступа: <https://mvif.ru/ekranno-vakuumnaya-izolyaciya-%E2%80%93-nastoyashhee-i-budushhee-kriogennoj-texniki>

13 «StroyDay.ru» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о аэрогеле и его характеристиках. – Режим доступа: <https://stroyday.ru/stroitelstvo-doma/yteplenie-doma/aerogel-proisxozhdenie-xarakteristiki-i-oblasti-primeneniya.html>

14 СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. – Введ. 01.01.2013. – Москва : МГСУ, 2013.

15 «Пульс цен» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о цене пенополиуретановой теплоизоляции. – Режим доступа: https://krasnoyarsk.pulscen.ru/products/polynor_napylyayemy_poliuretanovy_uteplitel_polinor_12_890_ml_92970649

16 «Prom portal» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о цене вспененного каучука. – Режим доступа: <https://promportal.su/goods/15766890/visokotemperaturnaya-teploizolyaciya-v-rulonah-energocell-ht-shirina-1-m-tolschina-10-mm-dlina-20-m.htm>

17 «Stroyportal» [Электронный ресурс]: База данных содержит сведения о цене пеностекла. – Режим доступа:

<https://krasnoyarsk.stroyportal.ru/catalog/section-penosteklo-2888/penosteklo-blochnoe-granulirovannoefasonnoe-684119336/>

18 ГОСТ 12.0.003 Системы стандартов безопасности труда. Опасные производственные факторы. - Введ. 01.01.1976. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1976. – 4 с.

19 ГОСТ 12.1.003 – 83 «Шум. Общие требования безопасности». – Введ. 06.06.1983. – Москва : Госстрой СССР, 1983. – 12 с.

20 ГОСТ 12.1.005 – 88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». – Взамен ГОСТ 12.1.005-76 : введ. 29.09.1988. – Министерство здравоохранения СССР, 1988. – 71 с.

21 ГОСТ 12.4.115 – 82 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты работающих. Общие требования к маркировке». – Введ. 01.01.83. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1983. – 3 с.

22 ГОСТ 305-2013 «Топливо дизельное. Технические условия» – Введ. 01.01.2015. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 9 с.

23 ГОСТ 12.1.013-78 «ССБТ. Строительство. Электробезопасность. Общие требования». – Введ. 01.01.1980. – Москва : Госстандарт СССР, 1980. – 4 с.

24 ГОСТ Р 51330.0-99 «Электрооборудование взрывозащищенное. Общие требования». – Введ. 01.01.2001. – Москва : Госстандарт, 2001. – 46 с.

25 Мусияченко, Е. В. Безопасность жизнедеятельности : учеб.-метод. пособие для выполнения раздела «Безопасность и экологичность» выпускной квалификационной работы / Е. В. Мусияченко, А. Н. Минкин – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. – 47 с.

26 ППБ 01 – 03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – Введ. 18.06.2003. – Москва : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 86с.

27 РД 13.220.00-КТН-575-06 «Правила пожарной безопасности на объектах магистральных нефтепроводов ОАО "АК "Транснефть" и дочерних

акционерных обществ (взамен ВППБ-01-05-99, ППБО-104-83) – Введ. 28.12.2006. – Москва : , 2006. – 12 с.

28 СП 2.2.1.1312 – 03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий». – Введ. 25.06.2003 – Москва : Стандартинформ, 2003. – 21 с.

29 СП 12.13.130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Актуализированная редакция СП 12.13130.2009». – Введ. 25.03.2009. – Москва : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 31с.

30 СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». – Введ. 01.01.2013. – Москва : Минрегион России, 2013. – 62 с.

31 СНиП 2.05.06-85* «Магистральные трубопроводы» – Введ. 01.01.1986. – Москва : Стандартинформ, 1986. – 60 с.

32 СНиП 23-05 – 95 «Естественное и искусственное освещение». – Введ. 01.01.1992. – Москва : Стандартинформ, 1995. – 83 с.

33 СНиП 23-01-99* «Строительная климатология». – Введ. 01.01.2003. – Москва : Минрегион России, 2003. – 113 с.

34 СНиП2.09.02-85* «Производственные здания». – Введ. 01.01.1987. – Москва : Госстрой СССР, 1987. – 15 с.

35 СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения». – Введ. 01.01.1986. – Москва : Госстрой СССР, 1987. – 91 с.

36 СанПиН 2.2.3.1384 – 03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ». – Введ. 30.03.1999. – Москва : Минздрав России, 1999. – 127с.

37 СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». – Введ. 01.10.1996. – Москва : Госкомсанэпиднадзор России, 1999. – 12 с.

38 Трудовой кодекс Российской Федерации. В ст.221 [Электронный ресурс] : федер. закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 29.07.2017). Справочная

правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа:
<http://www.consultant.ru>

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Кафедра проектирования и эксплуатации газонефтепроводов

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

/А.Н. Сокольников

«15» июня 2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Методы снижения тепловых потерь магистральных, внутрипромысловых и
технологических трубопроводов

Руководитель

ст. преподаватель кафедры Р. Н. Шакиров

Выпускник

К. А. Смирнов

Красноярск 2021

Продолжение титульного листа бакалаврской работы по теме: «Методы снижения тепловых потерь магистральных, внутрипромысловых и технологических трубопроводов»

Консультанты по
разделам:

Экономическая часть

И. В. Шадрина

Безопасность жизнедеятельности

Е. В. Мусиаченко

Нормоконтролер

О. Н. Петров

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Методы снижения тепловых потерь магистральных, внутрипромысловых и технологических трубопроводов» содержит 80 страницы текстового документа, и графический материал на 4 листах.

Цель работы – ознакомиться с перечнем теплоизоляционных материалов, выполнить расчет толщины теплоизоляционного материала.

Задачи:

- изучить особенности перекачки нефти в северных регионах;
- провести анализ применения печей подогрева;
- рассмотреть основные виды применяемой теплоизоляции;
- провести сравнительный анализ теплоизолирующих материалов с технической и экономической сторон.

В результате проделанной работы было произведено экономическое обоснование решения по выбору теплоизоляционного материала, была рассчитана толщина теплоизоляционного материала, произведен сравнительный анализ теплоизоляционных материалов по стоимости.

Итог работы: расчет толщины теплоизоляционного материала, определены затраты на теплоизоляционный материал и выполнено сравнение по стоимости.