

ТЕХНОЛОГИЯ

ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ ТРУБОПРОВОДОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Содержание.

	Стр.
1. Введение.	2
2. Тепловая изоляция.	4
3. Конструкции промышленной тепловой изоляции.	5
4. Классификация конструкций промышленной тепловой изоляции.	6
5. Технические требования к теплоизоляционным материалам в конструкциях теплоизоляции промышленного оборудования.	7
6. Области рационального применения отечественных мелкоизоляционных материалов.	11
7. Конструкции шелковой изоляции трубопроводов.	15
8. Технические характеристики некоторых марок минераловатных плит и матов.	19
9. Технические характеристики некоторых марок теплоизоляционных изделий из стекловолокна.	19
10. Теплоизоляционные конструкции на основе полуцилиндров и сегментов из жестких материалов.	30
11. Теплоизоляционные конструкции на основе алюминиевой фольги.	31
12. Конструкции тепловой изоляции технологических аппаратов.	34
13. Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования с целью обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции.	38
14. контроль качества теплоизоляционных работ.	40
15. Тепловая изоляция криволинейных и фасадных участков трубопроводов.	-
16. Список используемой литературы.	3

ВВЕДЕНИЕ

Тепловая изоляция в современном строительстве и промышленности играет важную роль. С ее помощью решают вопросы жизнеобеспечения, организации технологических процессов, экономии энергоресурсов. Теплоизоляционные конструкции являются неотъемлемой частью защитных элементов промышленного оборудования, трубопроводов, частей жилых, общественных и промышленных зданий. Благодаря изоляции значительно повышаются надежность, долговечность и эффективность эксплуатации зданий, сооружений и оборудования.

Тепловая изоляция выполняет следующие функции:

- создает комфортные условия для проживания людей в жилых домах;
- снижает тепловые потери в окружающую среду от объектов (здания, сооружения, оборудование, трубопроводы и др.);
- обеспечивает нормальный технологический процесс в аппаратах;
- поддерживает заданные температуры компонентов в технологических процессах;
- создает нормальные температурные условия для обслуживающего персонала;
- уменьшает температурные напряжения в металлических конструкциях, огнеупорной футеровке и т. д.;
- защищает от огня (противопожарная изоляция) строительные конструкции;
- сохраняет заданные температуры в холодильниках и хладопроводящих системах;
- защищает от испарения сжиженные газы и легкие нефтепродукты при их хранении в изотермических резервуарах.

В промышленности теплоизоляцию оборудования и трубопроводов применяют для того, чтобы обеспечить необходимый технологический режим производственного процесса. В жилых, общественных, промышленных и сельскохозяйственных зданиях утеплители обеспечивают заданные параметры микроклимата внутри помещения. Тепловая изоляция позволяет уменьшить толщину стен зданий, облегчить их массу, уменьшить массу и объем фундаментов, повысить сборность конструкций. Это позволяет при том же объеме строительства сократить затраты, в том числе и энергетические, на производство строительных материалов, на их перевозку и подъем, на возведение зданий.

Если изоляцию выполняют для предотвращения тепловых потерь от изолируемой поверхности в окружающую среду, она называется *тепловой*.

1. Борзов Ю.Л., Овчаренко Е.г., Шойхет Б.М., Петухова Е.Ю.
Теплоизоляционные материалы и конструкции – М.:ИНФРА – М, 2003г.

2. ВНИПИ ТЕПЛОПРОЕКТ

3. технологические процессы теплоизоляционных работ и механические средства для их выполнения 1990г.в.

Тепловая изоляция

Тепловая изоляция служит для покрытия нагреваемых поверхностей оборудования и всех трубопроводов, что обеспечивает уменьшение тепловых потерь в окружающую среду и создает необходимые санитарно-гигиенические условия для работы персонала станций.

Тепловая изоляция во многих случаях так же обеспечивает нормальные режимы работы оборудования (паровых турбин, паропроводов из высокопрочной стали и др.).

Изолируемые объекты имеют различные температурные режимы и поэтому должны применяться различные материалы для тепловой изоляции поверхностей в зависимости от температуры теплоносителя оборудования и трубопроводов. Приказом б. МЭС от 14/IX 1990г. предусматривается применение следующих материалов:

Для температур от 0 до 200 ° С

- а) маты минераловатные прошивные;
- б) диатомитовые обжиговые изделия-блоки, скорлупы;
- в) минеральная вата;
- г) изделия из стекловаты.

Для температуры от 200 до 450 ° С

- а) маты минераловатные прошивные на двойной металлической сетке;
- б) минеральная вата и изделия из нее;
- в) асбоцементные плиты и скорлупы;
- г) совелитовые плиты и скорлупы;
- д) вулканитовые плиты и скорлупы.

Для температур от 450 до 600 ° С

- а) маты минераловатные прошивные на металлической сетке;
- б) совелитовые плиты и скорлупы (до 500 ° С);
- в) вермикулитовые изделия и вермикулит.

Для температур от 600 до 900 ° С

- а) диатомитовые обжиговые изделия;
- б) теплоизоляционные бетоны (легковесные бетоны).

Конструкции промышленной тепловой изоляции

Конструкции промышленной тепловой изоляции включают следующие основные элементы:

- теплоизоляционный слой;
- защитно-покровный слой, предохраняющий теплоизоляционный слой от внешних механических воздействий, атмосферных осадков, воздействия агрессивных сред;
- пароизоляционный слой (в низкотемпературных конструкциях), защищающий изоляцию от проникновения содержащихся в воздухе паров влаги;
- крепежные и вспомогательные детали, которые служат для крепления теплоизоляционного и защитно-покровного слоев к изолируемой поверхности, а также обеспечивают жесткость конструкции.

Некоторые виды конструкций с учетом их назначения, условий эксплуатации, материала основного и покровного слоев дополнительно могут включать антикоррозионный и отделочный слой.

Основной теплоизоляционный слой, как правило, непосредственно примыкает к изолируемой поверхности и выполняет теплозащитную функцию. В ряде случаев производят антикоррозионную обработку объекта, если выбранный тип изоляции сам не несет функций защиты от коррозии.

Классификация конструкций промышленной тепловой изоляции

В зависимости от материала основного слоя теплоизоляционные конструкции трубопроводов и оборудования подразделяются на следующие основные виды:

- конструкции на основе теплоизоляционных матов, холстов и шнуров. Эти конструкции используются для изоляции прямолинейных и фасонных участков трубопроводов, арматуры, фланцевых соединений, компенсаторов;
- конструкции на основе цилиндров и полуцилиндров из волокнистых теплоизоляционных материалов;
- конструкции на основе жесткоформованных изделий (диатомитовые, совелитовые, вулканитовые, известково-кремнеземистые, перлитцементные и другие плиты, полуцилиндры, сегменты) для трубопроводов и оборудования;
- конструкции теплоизоляции на основе сыпучих волокнистых или порошкообразных материалов;
- мастичные конструкции — из мастик, приготовленных из порошкообразных или волокнистых материалов;
- экранные конструкции тепловой изоляции на основе металлической фольги с высокими отражательными свойствами;
- конструкции на основе вспениваемых теплоизоляционных материалов, монтируемых на изолируемом объекте путем заливки в пространство между изолируемой поверхностью и защитным покрытием вспенивающейся композиции, образующей после отверждения пористую структуру.

По трудоемкости монтажа конструкции подразделяют на **индустриальные** и **неиндустриальные**. Наиболее индустриальный вид изоляции — это теплоизоляционные конструкции заводского изготовления. Готовые теплоизоляционные конструкции заводского изготовления разделяются на полносборные (ПТК) и комплектные теплоизоляционные конструкции (КТК). Полносборные теплоизоляционные конструкции состоят из теплоизоляционных изделий

(основной теплоизоляционный слой) и покровного слоя, соединенных между собой крепежными деталями, и деталей крепления на трубопроводе.

Комплектные теплоизоляционные конструкции состоят из тех же элементов, что и полносборные, но собраны в единую конструкцию без соединения крепежными деталями.

Конструкции, теплоизоляционный и покровный слои которых выполнены из штучных изделий, а также засыпные, набивные, мастичные и литые относятся к неиндустриальным.

В зависимости от температуры изолируемых поверхностей конструкции изоляции подразделяют на конструкции для объектов с положительной температурой поверхности и конструкции для объектов с отрицательной температурой поверхности.

По количеству основных теплоизоляционных слоев конструкции бывают однослойные и многослойные (двух-, трехслойные). Многослойная изоляция бывает однородная или неоднородная, т. е. выполненная из двух теплоизоляционных материалов или изделий и более.

4.2.1. Технические требования к теплоизоляционным материалам в конструкциях тепловой изоляции промышленного оборудования

При монтаже и в процессе эксплуатации теплоизоляционные материалы в конструкции подвергаются температурным, влажностным, механическим, в том числе вибрационным, воздействиям, что определяет перечень предъявляемых к ним требований [2, 87].

Физико-технические свойства теплоизоляционных материалов оказывают определяющее влияние на энергоэффективность, эксплуатационную надежность и долговечность конструкций промышленной тепловой изоляции, трудоемкость их монтажа, возможность ремонта в процессе эксплуатации.

Основными показателями, характеризующими физико-технические и эксплуатационные свойства теплоизоляционных материалов являются: плотность, теплопроводность, температуростойкость, сжимаемость и упругость (для мягких материалов), прочность на сжатие при 10 %-ной деформации (для жестких и полужестких материалов), вибростойкость, формостабильность, горючесть, водостойкость и стойкость к воздействию химически агрессивных сред, содержание органических веществ и биостойкость.

Теплопроводность теплоизоляционного материала при прочих равных условиях определяет необходимую толщину теплоизоляционного слоя, а следовательно, и нагрузки на изолируемый объект,

конструктивные и монтажные характеристики теплоизоляционной конструкции. Теплопроводность возрастает с повышением температуры. Расчетные значения теплопроводности мягких и полужестких теплоизоляционных материалов в конструкции определяются с учетом степени их монтажного уплотнения, шовности конструкции, наличия крепежных деталей.

Температура применения теплоизоляционных материалов, оклеенных с одной или двух сторон фольгой, стеклохолстом или крафт-бумагой, определяется с учетом температуростойкости материалов, применяемых для оклейки и клеевого соединения. Учитываются линейная усадка при нагреве, потеря прочности на сжатие и потеря массы при нагревании, степень выгорания связующего.

При выборе теплоизоляционного материала учитывают прочностные и деформационные характеристики изолируемого объекта, расчетные допустимые нагрузки на опоры и другие элементы изолируемой поверхности. Так, при изоляции пластмассовых трубопроводов, с учетом пластичности материала трубопровода при повышенных температурах, наиболее эффективны материалы низкой плотности.

При изоляции стальных вертикальных резервуаров для хранения воды, нефти и нефтепродуктов допустимая нагрузка от изоляции ограничивается значениями 32—34 кг/м².

Требования пожарной безопасности определяют выбор теплоизоляционного материала и конструкции в соответствии с нормами технологического проектирования соответствующих отраслей промышленности с учетом положений СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

Для таких отраслей промышленности, как газовая, нефтехимическая, химическая, производство минеральных удобрений, ведомственные нормы допускают применение только негорючих и трудногорючих материалов в составе теплоизоляционных конструкций.

При выборе материалов теплоизоляционного слоя и защитного покрытия для теплоизоляционных конструкций учитывается поведение теплоизоляционной конструкции в целом в условиях пожара.

Пожарная опасность теплоизоляционных конструкций наряду с другими факторами зависит от горючести и температуростойкости защитного покрытия, его механической прочности в условиях огневого воздействия.

Негорючие или трудногорючие волокнистые теплоизоляционные материалы при определенных условиях могут поглощать горючие вещества (нефтепродукты, масла и др.), которые влияют на горючесть конструкции и способны самовоспламеняться, что также учитывается при проектировании.

Долговечность теплоизоляционного материала зависит от особенностей конструкции, месторасположения изолируемого объекта, режима работы оборудования, агрессивности окружающей среды, механических нагрузок, наличия вибраций. Долговечность теплоизоляционного материала и теплоизоляционной конструкции в целом в значительной степени определяется долговечностью защитного покрытия.

Санитарно-гигиенические требования особенно важны при проектировании объектов с технологическими процессами, требующими высокой чистоты, например в микробиологии, радиоэлектронике, фармацевтической промышленности. В этих условиях применяются материалы или конструкции, не допускающие загрязнения воздуха в помещениях.

Конструктивные решения тепловой изоляции и расчетные характеристики теплоизоляционных конструкций определяются параметрами изолируемого объекта, назначением тепловой изоляции, условиями эксплуатации теплоизоляционных конструкций и характеристиками используемых в конструкции теплоизоляционных и защитно-покровных материалов.

В конструкциях тепловой изоляции промышленного оборудования с температурой 20 °С и ниже допускается применение только гидрофобизированных теплоизоляционных изделий.

Тепловая изоляция промышленных трубопроводов помимо функций энергосбережения обеспечивает возможность проведения технологических процессов при заданных параметрах, позволяет создать безопасные и комфортные условия работы обслуживающего персонала на производстве, обеспечивает транспорт тепла от источника до потребителя, предотвращает замерзание холодной воды в трубопроводах в зимнее время года, позволяет хранить сжиженные и природные газы в изотермических хранилищах, обеспечивает снижение энергозатрат на отопление зданий и сооружений.

Энергоэффективность теплоизоляционных конструкций, их надежность и долговечность прежде всего зависят от эксплуатационных характеристик теплоизоляционных материалов, применяемых в конструкциях в качестве теплоизоляционного слоя.

Номенклатура отечественных теплоизоляционных материалов, предназначенных для тепловой изоляции трубопроводов, не слишком разнообразна и представлена традиционно применяемыми матами минераловатными прошивными безобкладочными или в обкладках из металлической сетки, стеклоткани или крафт-бумаги с одной или двух сторон ГОСТ 21880-94, ТУ 36.16.22-10-89, ТУ 34.26.10579-95 и др.), изделиями минераловатными с гофрированной структурой для промышленной тепловой изоляции

(ТУ 36.16.22-8-91), плитами теплоизоляционными минераловатными на синтетическом связующем плотностью от 50 до 125 кг/м³ (ГОСТ 9573-96), изделиями из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499-95). В небольшом объеме выпускаются изделия из супертонкого стеклянного и базальтового волокна с применением различных связующих и без них (ТУ 21-5328981-05-92, ТУ 95.2348-92, ТУ 5761-086011387634-95 и др.). Для изоляции трубопроводов с температурой до 130 °С применяются скорлупы из трудногорючего фенольно-резольного пенопласта ФРП-1 (ГОСТ 22546-77) и скорлупы из пенополиуретана.

Для изоляции трубопроводов с температурой от 400 до 600 °С в качестве первого слоя многослойной теплоизоляционной конструкции применяются жесткие формованные известково-кремнеземистые изделия (скорлупы и сегменты по ГОСТ 24748-81) и перлитцементные скорлупы (ТУ 36.16.22-72-96).

Высокими монтажными и эксплуатационными свойствами характеризуются минераловатные цилиндры для трубопроводов диаметром от 18 до 273 мм при толщине теплоизоляционного слоя от 20 до 80 мм, выпускаемые по ТУ 5762-010-45757203-01 ЗАО «Минвата» (г. Железнодорожный Московской области).

Наряду с высокотехнологичными теплоизоляционными конструкциями для трубопроводов на основе формованных изделий (цилиндры, полуцилиндры, сегменты) из минеральной и стеклянной ваты, для изоляции трубопроводов находят применение и менее индустриальные конструкции, требующие больших трудозатрат при монтаже, на основе полотна холстопрощивного стекловолокнистого ПСХ-Т (ТУ 6-48-97-93) или иглопробивного ИПС-Т-1000 (ТУ 6-00209775.051-95), теплоизоляционных шнуров (ГОСТ 1779-83, ТУ 34-26-10258-86) или безобкладочных минераловатных или стекловолокнистых матов.

Для трубопроводов холодной воды и трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя из теплоизоляционных материалов отечественного производства применяются заливочный пенополиуретан (ОСТ 6-55-455-90) и скорлупы из пенополистирола ПСБ-С. Оба материала относятся к группе горючих по ГОСТ 30244. Для этой цели используются также конструкции на основе минераловатных и стекловолокнистых материалов с пароизоляционным слоем, характеризующиеся невысокой теплотехнической эффективностью и долговечностью.

Назначение и области рационального применения перечисленных выше теплоизоляционных материалов приводятся в табл. 4.2.1.

Ужесточение энергосберегающей политики и введение новых норм плотности теплового потока, которые на 25—30 % ниже, чем

**Области рационального применения отечественных
теплоизоляционных материалов**

Таблица 4.2.1

Материал	Трубопроводы				Арматура		
	до 57 мм вкл.	25-219 мм	219 мм и более	530 мм и более	фланцевая	приварная	муфтовая
Маты минераловатные прошивные безобкладочные	■	■				■	■
То же в обкладках			■	■		■	
Плиты минераловатные на синтетическом связующем марок 50 и 75			■	■		■	
То же марок 100, 125				■			
Цилиндры минераловатные на синтетическом связующем	■	■			■	■	■
Изделия минераловатные с гофрированной структурой марки 75			■	■			
То же марки 100				■			
Маты из стеклянного штапельного волокна		■	■		■	■	■
Плиты из стеклянного штапельного волокна			■	■			
Маты из базальтового супертонкого волокна	■	■	■	■	■	■	■
Плиты из базальтового супертонкого волокна			■	■			
Маты из супертонкого стекловолокна без связующего	■	■	■	■	■	■	■
Полотно холстопршивное типа ПСХ-Т	■					■	■
Полотно иглопробивное марки ИПС-Т	■					■	■
Изделия известковокремнеземистые		■	■	■			
Изделия перлитцементные		■	■	■			
Пенополиуретан заливочный или напыляемый	■	■	■	■			
Изделия из ФРП-1		■	■				
Скорлупы из пенополистирола ПСБ-С	■	■			■	■	■
Шнур асбестовый	■					■	■
Шнур минераловатный	■					■	■

принятые до 1997 года (изм. № 1 СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов») потребовали применения теплоизоляционных материалов нового поколения с улучшенными теплотехническими свойствами.

Высокими эксплуатационными и монтажными свойствами обладают упомянутые выше цилиндры производства ЗАО «Минеральная Вата» (ТУ 5762-010-45757203-01). Очевидные преимущества этих изделий (формостабильность, низкая теплопроводность, пожаробезопасность, индустриальность в монтаже, надежность в эксплуатации и долговечность) в конечном итоге, несмотря на относительно высокую стоимость, должны привести к росту применения этих изделий для изоляции трубопроводов промышленных предприятий, тепловых сетей канальной прокладки и трубопроводов горячего водоснабжения, в том числе в подвалах и на чердаках жилых и общественных зданий. Следует указать, что трудозатраты и сроки монтажа конструкций с применением цилиндров существенно ниже, чем конструкций с применением рулонных и шнуровых теплоизоляционных материалов, что в значительной степени компенсирует высокую стоимость самого теплоизоляционного материала. Применение изделий высокого качества обеспечит высокую эффективность теплоизоляционных конструкций без дополнительных затрат на ремонт в течение срока, соизмеримого со сроком службы трубопроводов.

Для изоляции трубопроводов диаметром 273 мм и более ЗАО «Минвата» производит гидрофобизированные маты из минеральной ваты на синтетическом связующем марки «ТЕХМАТ» (ТУ 5762-007-4575203-00).

Теплоизоляционные изделия из стеклянного штапельного волокна, характеризующиеся низкой плотностью и температурой применения до 180 °С, рекомендуется применять для трубопроводов надземной прокладки, в том числе тепловых сетей.

Перспективными материалами для этой цели являются теплоизоляционные изделия «URSA», которые выгодно отличаются умеренной ценой и высоким качеством.

Улучшение качества отечественных минераловатных теплоизоляционных материалов связано с модернизацией существующих производств, введением новых технологических линий, использованием качественного сырья, отказом от применения в производстве доменных шлаков. Реализация этих мероприятий позволяет наладить производство высококачественных изделий из минеральной ваты из горных пород с толщиной волокна 5—6 мкм. Такие изделия выпускаются Волгоградским заводом теплоизоляционных изделий АО «Термостепс», ЗАО «Минеральная Вата», Назаровским

ЗТИ (Красноярский край), АОТ «Тизол» (г. Нижняя Тура). Высокое качество имеют и изделия, выпускаемые на одном из лучших заводов по производству минераловатных изделий «Изоплит» (г. Тверь).

Результаты теплофизических испытаний этих материалов показывают, что они имеют коэффициенты теплопроводности существенно ниже значений, указанных в государственных стандартах и технических условиях на эти материалы.

При подземной бесканальной прокладке трубопроводов тепловых сетей наряду с традиционными видами изоляции из армопенобетона, битумоперлита и битумовермикулита, имеющими относительно высокие коэффициенты теплопроводности, все более широко внедряется высокоэффективная теплоизоляция из заливочного пенополиуретана в конструкциях типа «труба в трубе» с прочной оболочкой из полиэтилена. Наиболее широкое применение эти конструкции получили в г. Москве [84].

Тепловые сети ОАО «Мосэнерго» с 1995 года начали вести бесканальную прокладку теплотрасс с предизолированными в заводских условиях трубопроводами в ППУ-изоляции. К настоящему времени тепловые сети Мосэнерго имеют на балансе более 200 таких теплотрасс протяженностью от нескольких десятков метров до нескольких километров с общей протяженностью трубопроводов более 100 км. Примерно такое же количество теплотрасс находится на стадии проектирования и монтажа.

Бесканальная прокладка осуществляется по технологиям трех основных фирм: это датское отделение компании «АББ АЙ СИ Мюллер» (ABB Alstom Power), совместное американско-российское предприятие «Мосфлоулайн» и немецкая фирма «Маннесман-Зейферт».

Подземные бесканальные теплотрассы с ППУ-изоляцией в сравнении с канальной и бесканальной прокладкой с использованием традиционных теплоизоляционных материалов обеспечивают значительное снижение тепловых потерь и увеличение ресурса эксплуатации трубопроводов за счет предотвращения или снижения интенсивности процессов коррозии на наружной поверхности трубы.

Как известно, процессы коррозии интенсивно протекают при контакте металлических поверхностей с водой, содержащей растворенный кислород. Снижение интенсивности коррозии наружной поверхности трубы достигается за счет надежной герметизации ППУ-изоляции, а внутренней — путем снижения концентрации кислорода в сетевой воде.

Нанесение ППУ-изоляции на трубы и запорное оборудование в заводских условиях, а также строгое соблюдение технологии изо-

ляции сварных швов при прокладке трубопроводов гарантируют надежную гидроизоляцию трубопроводов. Для контроля надежности этой изоляции в процессе эксплуатации теплотрассы трубопроводы оборудованы системой сигнализации (система оперативного дистанционного контроля). Непрерывный контроль технического состояния подземных бесканальных теплотрасс позволяет оперативно устранять повреждения ППУ-изоляции, сократить продолжительность контакта наружной поверхности трубы с грунтовыми водами, что в конечном итоге ограничивает до минимума интенсивность коррозионных процессов на наружной поверхности труб.

Проблемы коррозии внутренней поверхности труб определяются в основном водно-химическим режимом и свойствами металла, из которого изготовлен трубопровод.

В системе Мосэнерго существуют нормы, которые регламентируют основные показатели качества сетевой и подпиточной воды, обеспечивающие минимальную интенсивность коррозионных процессов. Нормируемыми показателями являются: общая жесткость, щелочность, содержание растворенного кислорода, показатель рН.

Свойства металла труб, используемых в тепловых сетях, должны соответствовать требованиям, предъявляемым к трубопроводам, работающим при повышенных температурах (до 150 °С) и давлениях (до 2,5 МПа). В нашей стране наиболее часто для трубопроводов теплосетей используется сталь марки Ст.3. Реже применяются стали марок Ст.10, Ст.15, Ст.20.

Характерные неисправности, классифицированные при статистическом анализе работы теплотрасс с ППУ-изоляцией, в основном сводятся к следующим: коррозионные повреждения стальных труб; дефекты сварных швов; дефекты заделки муфт с ППУ-изоляцией; неисправности в компонентах систем контроля и механические повреждения ППУ-изоляции. Опыт эксплуатации таких теплотрасс в тепловых сетях Мосэнерго показал, что основную долю неисправностей (до 90%) составляют механические повреждения ППУ-изоляции, связанные с внешним механическим воздействием при проведении различного рода земляных работ. При правильной организации строительно-земляных работ и исключении механических повреждений бесканальная прокладка предварительно изолированных в заводских условиях трубопроводов дает несомненный технический и экономический эффект.

Введение новых норм тепловых потерь для трубопроводов тепловых сетей потребовало практически повсеместного перехода на более эффективную ППУ-изоляцию. Реализация новых норм в практике привела к необходимости отказа от таких традиционных для России теплоизоляционных материалов, как битумокерамзит и

битумоперлит, а также часто к необходимости закрытия производших их предприятий.

Такой жесткий нормативный подход к решению проблемы энергосбережения, очевидно, не является экономически оптимальным как для отрасли, так и для экономики в целом. Этот вывод подтверждается практикой, в соответствии с которой традиционные материалы применяются на основании различного рода согласований и распоряжений местных органов.

При выборе теплоизоляционных материалов необходимо учитывать, что значения их теплотехнических характеристик в конструкциях под воздействием монтажных и эксплуатационных факторов существенно отличаются от указанных в технических условиях.

Теплоизоляционные материалы инофирм представлены достаточно обширной номенклатурой: «Rockwool» (Дания), «Partek Paroc Oy Ab» (Финляндия), «Isover Oy» (Финляндия), «Izomat» (Словакия) — для изоляции трубопроводов с положительными температурами (цилиндры, маты и плиты без покрытия или покрытые с одной стороны металлической сеткой, стеклорогожей, алюминиевой фольгой и т. д.).

Для изоляции систем холодного водоснабжения и трубопроводов с отрицательными температурами предлагаются изделия K-Flex из вспененного синтетического каучука с преимущественно закрытыми порами и температурой применения от -70 до $+150$ °С, производимые фирмой «L'isolante K-Flex».

Для изоляции надземных и подземных трубопроводов может применяться пеностекло «Foamglas» бельгийской фирмы «Pittsburgh Corning» — формованный материал (скорлупы, сегменты) с закрытыми порами, негорючий, с температурой применения от -260 до $+485$ °С и высокими прочностными свойствами.

Наибольшее распространение в промышленной теплоизоляции получили теплоизоляционные конструкции на основе жестких (цилиндры, полуцилиндры, плиты), полужестких (плиты) и мягких (плиты, маты) теплоизоляционных изделий из минерального и стеклянного волокна.

4.2.2. Конструкции тепловой изоляции трубопроводов

Полносборные и комплектные конструкции тепловой изоляции

Наиболее индустриальный вид изоляции — это теплоизоляционные конструкции заводского изготовления. Они разделяются на полносборные (ПТК) и комплектные теплоизоляционные конст-

пластика и наклеенной на покровный слой и торцовое разрезное кольцо из кровельной стали, устанавливаемое на трубопроводе.

Если трубопровод расположен в помещении, металлические бандажки на швах, образуемых соседними конструкциями, не устанавливают. Швы проклеивают полосками стеклопластика.

Для изоляции трубопроводов диаметром более 273 мм могут применяться цилиндры, составленные из теплоизоляционного слоя (минераловатных или стекловатных матов на связках) и покровного слоя из рулонного материала (дублированной фольги, фольгоизола). Теплоизоляционный слой приклеивают к покровному битумом, синтетическими клеями и т. д.

Теплоизоляционные конструкции на монтаж поставляют в свернутом виде скрепленными двумя бандажками из упаковочной ленты с противокоррозионным покрытием. По линии продольного разреза цилиндра и одного его торца покровный слой выступает на 40 мм для образования нахлеста при укладке на трубопроводе. Швы проклеивают тем же клеящим составом, которым приклеен основной теплоизоляционный слой.

Изоляция комплектными конструкциями из минераловатных скорлуп или цилиндров на синтетическом связующем с металлическим покрытием. В этой конструкции основной теплоизоляционный слой не прикреплен к покровному слою, а только вложен в него. Конструкция крепится на трубопроводе только по продольным швам покровного слоя самонарезающими винтами или бандажками.

Конструкции тепловой изоляции трубопроводов на основе теплоизоляционных матов из минерального и стеклянного волокна.

Маты теплоизоляционные из минеральной ваты, прошивные или на синтетическом связующем, гидрофобизированные, предназначены для тепловой изоляции трубопроводов и оборудования с температурой транспортируемых веществ от минус 180 до + 570 °С.

Маты теплоизоляционные из стеклянного штапельного волокна применяются для тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с температурой теплоносителя от -60 до +180 °С.

Маты применяются для тепловой изоляции следующих объектов:

- трубопроводов тепловых сетей при надземной (на открытом воздухе, в подвалах, помещениях) и подземной (в каналах, тоннелях) прокладках;

- технологических трубопроводов с положительными и отрицательными температурами всех отраслей промышленности, включая пищевую, предприятий микробиологии, радиоэлектроники и др., где требуется соблюдение условия повышенной чистоты воздуха в помещении;

рукции (КТК). Полноборные теплоизоляционные конструкции состоят из теплоизоляционных изделий (основной теплоизоляционный слой) и покровного слоя, соединенных между собой крепежными деталями, и деталей крепления на трубопроводе [70].

Комплектные теплоизоляционные конструкции состоят из тех же элементов, что и полноборные, но собраны в единую конструкцию без соединения крепежными деталями.

Теплоизоляционные конструкции с металлическим покрытием крепят на трубопроводе с помощью самонарезающих винтов (оцинкованных или кадмированных) или бандажей; теплоизоляционные конструкции с неметаллическим покрытием — с помощью бандажей или пластмассовых кнопок. Для крепления конструкций применяют бандажи из алюминия и алюминиевых сплавов, стальной упаковочной ленты, оцинкованной или покрытой противокоррозионным составом.

Изоляция полноборными теплоизоляционными конструкциями из минераловатных и стекловатных изделий с металлическим покрытием. Для изоляции трубопроводов применяют цилиндры с одним продольным разрезом или полуцилиндры-скорлупы.

Теплоизоляционные изделия крепят к покровному слою. Для крепления используют шпильки, выполняемые из тонколистового металла или алюминиевой проволоки. К покровному слою также шпильками или заклепками крепят бандажи. Бандажи стягивают ключом. Для закрепления на трубопроводе нижнего полуцилиндра во избежание его провисания может быть предусмотрена специальная подвеска из алюминиевой или оцинкованной проволоки.

При необходимости отделки торцов теплоизоляционной конструкции у фланцевых соединений, арматуры, сварного шва и т. д. у торца устанавливают диафрагму, выполненную из того же металла, что и покрытие.

Изоляция теплоизоляционными конструкциями из минераловатных и стекловатных изделий с неметаллическим покрытием. Основной теплоизоляционный слой крепят к покровному слою шпильками из алюминиевого листа или наклеивают на основной изоляционный слой (если покровный слой выполнен из рулонных материалов). Для изоляции трубопроводов диаметром до 273 мм применяют минераловатные цилиндры, полуцилиндры, маты рулонированные, плиты мягкие минераловатные или стекловатные. Конструкцию на монтаж поставляют в комплекте с рулоном стеклопластика. Ткань нарезают на ленты для проклейки поперечных швов конструкции, если в последней не предусмотрен нахлест покровного слоя по поперечным швам, и отделки торцов изоляции. Торцы изоляции отделяют также диафрагмой, нарезанной из рулонного стекло-

— трубопроводов горячего и холодного водоснабжения в жилищном и гражданском строительстве, а также на промышленных предприятиях;

— фланцевых соединений трубопроводов;

— фланцевой арматуры (задвижки, вентили, клапаны);

— фланцевых соединений оборудования;

— промышленного оборудования, включая технологические аппараты, теплообменники, резервуары для хранения холодной и горячей воды (баки-аккумуляторы), нефти и нефтепродуктов, химических веществ;

— внутренних металлических стволов дымовых труб.

Теплоизоляционные маты применяются в качестве теплоизоляционного слоя в полносборных и комплектных конструкциях, применяемых для изоляции трубопроводов и оборудования и изготавливаемых по ТУ 36-1180-85 «Индустриальные конструкции для промышленной тепловой изоляции трубопроводов, аппаратов и резервуаров».

Для тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами, холодного водоснабжения, тепловых сетей подземной канальной прокладки, трубопроводов с переменным режимом работы (охлаждение — нагревание) допускается применение только гидрофобизированных теплоизоляционных матов. Для трубопроводов холодной воды и с отрицательными температурами рекомендуется применять маты, кашированные алюминиевой фольгой.

В табл. 4.2.2 приведены технические характеристики некоторых марок минераловатных матов и плит. В табл. 4.2.3 приведены характеристики некоторых марок теплоизоляционных изделий из стекловолокна.

Теплопроводность волокнистых теплоизоляционных материалов в конструкции зависит от температуры и степени их монтажного уплотнения, что учитывается при проектировании и расчете требуемой толщины тепловой изоляции.

При уплотнении волокнистых теплоизоляционных материалов плотностью 20—60 кг/м³ теплопроводность материала снижается, при этом наибольшее снижение теплопроводности наблюдается при повышенных температурах, что указывает на техническую целесообразность монтажного уплотнения минераловатных и стекловатных матов в теплоизоляционных конструкциях высокотемпературных трубопроводов и оборудования.

Рекомендуемый коэффициент уплотнения определяется с учетом деформативных свойств теплоизоляционных матов и может иметь значения в пределах от 1,2 до 4.

**Технические характеристики некоторых марок
минераловатных плит и матов**

Таблица 4.2.2

Характеристика	ГОСТ 21880-94	ГОСТ 21880-94	ТУ 5762-001- 01411834-98	ТУ 5762-001- 01411834-98	ГОСТ 9573-96	ГОСТ 9573-96
	Плотность, кг/м ³ , не более	100	125	50	100	75
Теплопроводность, Вт/(м · К), не более, при температуре: (298 ± 5) °С (398 ± 5) °С (573 ± 5) °С	0,044 0,065 0,15	0,044 0,064 0,13	0,046 0,07 -	0,048 0,074 -	0,047 0,077 -	0,049 0,072 -
Сжимаемость, %, не более	40	30	25	15	20	12
Сжимаемость после сорбционного увлажнения, %, не более	-	-	35	20	26	16
Водопоглощение, % по массе, не более	-	-	1	1	-	-
Содержание органических веществ, % по массе, не более	2	2	от 1,5 до 3,0	от 2,8 до 4,0	3	4
Горючесть	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ	Г1

**Технические характеристики некоторых марок
теплоизоляционных изделий из стекловолокна**

Таблица 4.2.3

Характеристика	Изделия теплоизоляционные из стеклянного штапельного волокна			
	Плиты П-60		Маты М-25	
	ГОСТ 10499-95	ТУ 5763-002- 00287697-97 («URSA»)	ГОСТ 10499-95	ТУ 5763-002- 00287697-97 («URSA»)
Плотность, кг/м ³ , не более	св. 51 до 66	св. 50 до 66	св. 21 до 29	св. 21 до 25
Теплопроводность, Вт/(м · К), не более, при температуре, (298 ± 5) К	0,047	0,035	0,047	0,038
Сжимаемость, %, не более	30	30	60	60
Группа горючести	Г2	Г1	Г2	НГ
Сорбционная влажность за 72 часа, % по массе, не более	5	5	4	5
Водопоглощение, % по массе, не более	-	30	-	70

Конструктивные решения тепловой изоляции и расчетные характеристики теплоизоляционных конструкций определяются параметрами изолируемого объекта, назначением тепловой изоляции, условиями эксплуатации теплоизоляционных конструкций и характеристиками используемых в конструкции теплоизоляционных и защитно-покровных материалов [44, 46, 74, 75].

Одно-, двух- и трехслойные конструкции изоляции трубопроводов с креплением теплоизоляционного слоя бандажами и подвесками (рис. 4.2.1). Минераловатные маты могут применяться для тепловой изоляции трубопроводов наружным диаметром от 45 мм и более. Для трубопроводов наружным диаметром от 45 до 159 мм включительно крепление теплоизоляционного слоя предусматривается:

— бандажами из ленты $0,7 \times 20$ мм при укладке матов в один слой при толщине изоляции 40—100 мм. Рекомендуется устанавливать не менее трех бандажей на 1 метр длины трубопровода (на ширину мата);

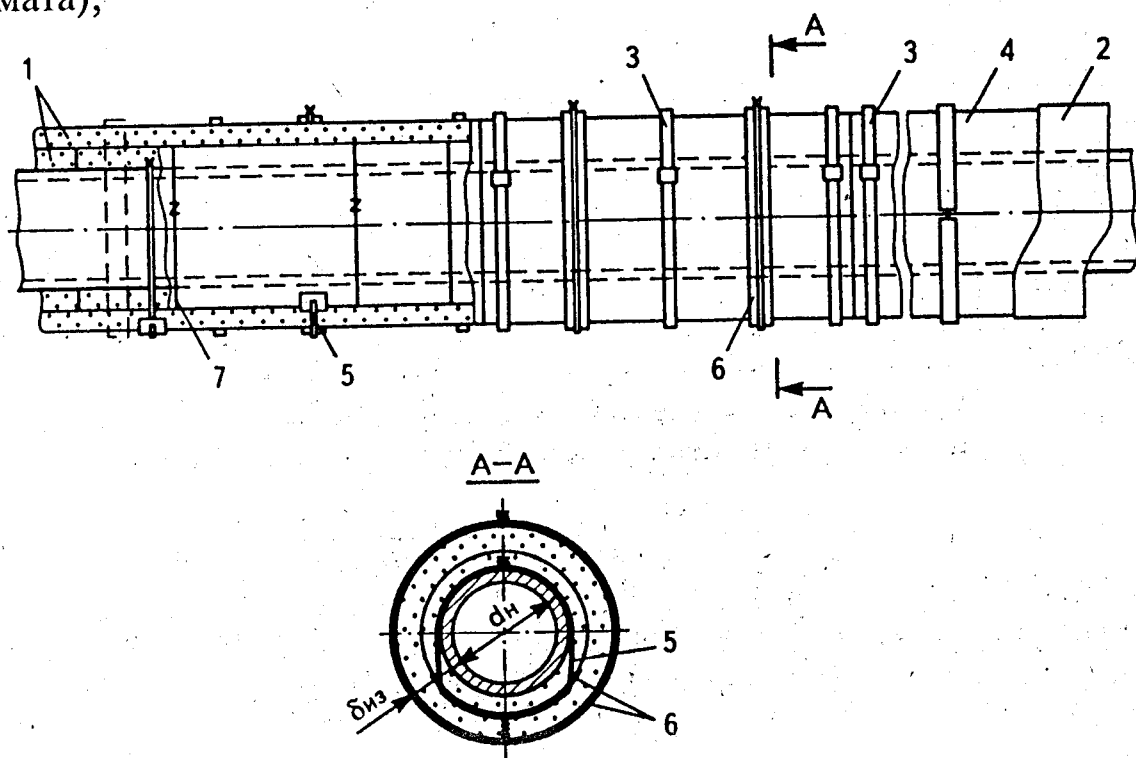


Рис. 4.2.1. Изоляция трубопроводов теплоизоляционными матами в два слоя с креплением бандажами и подвесками:
1 — маты теплоизоляционные; 2 — защитное покрытие; 3 — бандаж с пряжкой; 4 — опорное кольцо; 5 — подвеска; 6 — прокладка; 7 — проволочное кольцо

— кольцами из проволоки диаметром 2 мм для внутренних слоев двух- и трехслойных конструкций толщиной 120 мм и более. Предусмотрена установка трех проволочных колец на 1 метр длины трубопровода. Бандажи из ленты $0,7 \times 20$ мм устанавливаются по наружному слою так же, как и в однослойной конструкции.

Для трубопроводов наружным диаметром 219 мм и более крепление теплоизоляционного слоя предусматривается:

— бандажами из ленты $0,7 \times 20$ мм и подвесками из проволоки 1,2 мм при укладке матов в один слой при толщине изоляции 40—100 мм. Рекомендуются устанавливать не менее трех бандажей на 1 метр длины трубопровода (на ширину мата). Подвески устанавливаются равномерно между бандажами, предусмотренными для крепления каждого мата, и крепятся на трубопроводе. Под подвески устанавливаются подкладки из стеклопластика;

— кольцами из проволоки диаметром 2 мм для внутренних слоев двух- и трехслойных конструкций толщиной 120 мм и более и подвесками. Подвески второго и третьего слоев крепятся к подвескам первого слоя снизу. Бандажи из ленты $0,7 \times 20$ мм устанавливаются по наружному слою так же, как и в однослойной конструкции.

Теплоизоляционный слой укладывается с уплотнением по толщине. Коэффициент уплотнения зависит от вида применяемого материала и может иметь значение в диапазоне от 1,2 до 4,0.

В многослойных конструкциях маты второго и последующих слоев должны перекрывать швы предыдущих.

На вертикальные трубопроводы подвески не устанавливаются. Крепление теплоизоляционного слоя осуществляется бандажами и проволочными кольцами до диаметра 476 мм включительно. Для предупреждения сползания колец и бандажей применяются струны из проволоки диаметром 2 мм. При большем диаметре предусматривается крепление на проволочном каркасе. На вертикальные трубопроводы устанавливаются разгружающие устройства с шагом 3—4 м по высоте. Бандажи из черной стальной ленты должны быть окрашены с целью предотвращения коррозии.

В теплоизоляционных конструкциях толщиной до 80 мм на горизонтальных трубопроводах предусмотрена установка опорных скоб высотой, соответствующей толщине изоляции, изготавливаемых из алюминия или оцинкованной стали в зависимости от материала металлического защитного покрытия. Скобы устанавливаются на горизонтальные трубопроводы диаметром от 108 мм с шагом 500 мм по длине трубопровода. На трубопроводы наружным диаметром 530 мм и более устанавливаются три скобы по диаметру в верхней части конструкции и одна снизу.

В горизонтальных теплоизоляционных конструкциях толщиной до 100 мм предусмотрена установка опорных колец из ленты стальной горячекатаной 2×30 мм с прокладками из асбестового картона. Опорные кольца устанавливаются на трубопроводы диаметром 108 мм и более при толщине изоляции 100 мм и более. Опорные кольца для трубопроводов диаметром от 530 мм и выше изготов-

ливаются из двух — четырех элементов, которые стягиваются болтами 8 × 50 мм и гайками.

Для предотвращения коррозии элементы разгружающих устройств и опорных колец из черной стали должны быть окрашены лаком БТ-577 или кремнийорганическим лаком в зависимости от температуры изолируемой поверхности. Проволока, применяемая для крепления теплоизоляционного слоя в рассмотренном случае и приведенных ниже, в зависимости от материала и температуры изолируемой поверхности, агрессивности окружающей среды может быть из черной углеродистой, оцинкованной или нержавеющей стали.

Расход теплоизоляционных материалов на изоляцию зависит от деформативных свойств применяемых изделий в зависимости от коэффициента уплотнения. Ориентировочный расход крепежных изделий на 1 м³ изоляции матами и плитами для трубопроводов приведен в табл. 4.2.4.

Таблица 4.2.4

Материал для крепления теплоизоляционного слоя	Наружный диаметр трубопровода, мм							
	до 200*	57-159		219 и более		530 и более		
	Вид крепления							
	спиральное	бандажами, кольцами		бандажами и подвесками		бандажами, стяжками, кольцами		
	Число слоев							
	1	1	2	1	2	1	2	
Маты минераловатные или стекловолокнистые								
Лента стальная 0,7 × 20 мм, кг	—	14	14	7,2	5,3	4,2	2,7	
Пряжка, кг	—	1,5	1,5	0,4	0,3	0,13	0,08	
Проволока Ø 1,2 мм, кг	—	—	—	0,4	0,6	1,4	1,2	
» 2,0 мм, кг	12	—	2,5	—	0,7	0,8	1,1	
Стеклопластик рулонный, м ²	—	—	—	0,6	2,0	—	—	
Плиты из минеральной ваты или стекловолокна								
Лента стальная 0,7 × 20 мм, кг	—	—	—	6,3	4,0	3,4	2,2	
Пряжка, кг	—	—	—	0,19	0,11	0,1	0,06	
Проволока Ø 1,2 мм, кг	—	—	—	0,3	0,5	1,4	1,24	
» 2,0 мм, кг	—	—	—	—	0,6	0,8	0,9	
Стеклопластик рулонный, м ²	—	—	—	0,6	1,5	—	—	

* Трубопроводы с диаметром теплоизоляционной конструкции до 200 мм включительно.

Крепление теплоизоляционного слоя с помощью проволочного каркаса предусматривается для горизонтальных трубопроводов наружным диаметром 530 мм и более и вертикальных трубопроводов.

Кольца из проволоки диаметром 2—3 мм устанавливаются с шагом 500 мм по длине трубопровода на его поверхность. К кольцам прикрепляются пучки стяжек из проволоки 1,2 мм с шагом 500 мм по дуге кольца.

Предусматривается четыре стяжки в пучке при изоляции в один слой и шесть — при изоляции в два слоя. Стяжки прокалывают слои матов и закрепляются крест-накрест. Бандажи из ленты $0,7 \times 20$ мм с пряжками устанавливаются с шагом 500 мм при однослойной изоляции и по наружному слою при двух- и трехслойной изоляции. Вместо бандажей по внутренним слоям многослойной изоляции предусматриваются кольца из проволоки диаметром 2 мм. Скобы, опорные кольца на горизонтальных участках и разгружающие устройства на вертикальных участках трубопроводов устанавливаются, как указано выше.

Конструкция теплоизоляции трубопроводов минераловатными матами, кашированными алюминиевой фольгой (рис. 4.2.2). Такая конструкция может быть рекомендована для изоляции трубопроводов холодной воды и трубопроводов с отрицательными температурами при толщине изоляции не более 100 мм (один слой изоляции) для предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции. При тщательной заделке мест проколов от подвесок и стыков матов конструкция не требует дополнительного пароизоляционного слоя.

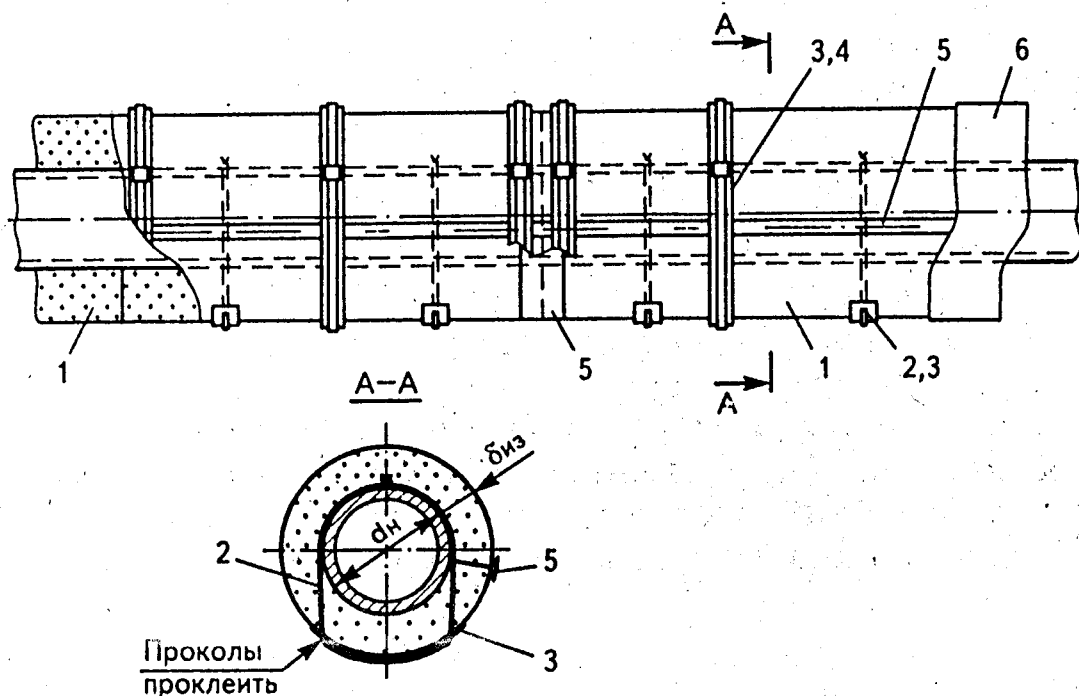


Рис. 4.2.2. Изоляция трубопроводов или воздухопроводов круглого сечения матами теплоизоляционными, кашированными фольгой в один слой: 1 — мат теплоизоляционный; 2 — подвеска проволочная; 3 — прокладка; 4 — бандаж с пряжкой; 5 — проклейка швов лентой герметизирующей; 6 — защитное покрытие

Конструкция также может быть использована без защитного покрытия для изоляции трубопроводов и с положительными температурами при их расположении в помещениях при отсутствии требований к эстетике, в тоннелях и каналах. Подвески могут быть

заменены на кольца или бандажи. Тщательной герметизации мест проколов и стыков матов в этом случае не требуется. Швы фольги рекомендуется проклеивать различными материалами с липким слоем или накладками из фольги или фольгостеклоткани.

При применении бандажей из неметаллических материалов (стеклопластика, фольгостеклоткани, полиэтиленовых или поливинилхлоридных лент, киперной ленты и др.) подкладки из стеклопластика не устанавливаются.

Расход теплоизоляционных, покровных и крепежных материалов на изоляцию матами, кашированными алюминиевой фольгой, такой же, как и для матов без покрытия фольгой. Дополнительно следует учитывать расход герметизирующей ленты (m^2), который рекомендуется принимать равным 15 % от поверхности защитного покрытия изоляции.

В конструкциях тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений минераловатные или стекловатные маты используются в виде матрацев в обкладках из стеклоткани, стеклорогожи или кремнеземной ткани в зависимости от температуры изолируемых поверхностей.

Рекомендуется применение минераловатных матов в качестве теплоизоляционного слоя в съемных конструкциях тепловой изоляции:

- фланцевых соединений трубопроводов с диаметром условного прохода $D_y \geq 50$ мм;
- приварной и фланцевой арматуры $D_y \geq 50$ мм (задвижек, вентилях, клапанов);
- люков и фланцевых соединений оборудования.

При изоляции арматуры, фланцевых соединений трубопроводов и аппаратов маты применяются в виде матрацев с обкладками из стеклоткани при температуре изолируемой поверхности до $450^\circ C$ и с обкладками из кремнеземной ткани при температуре изолируемой поверхности более $450^\circ C$.

В зависимости от вида и размеров арматуры матрацы могут быть с пришитыми крючками или без них. Матрацы к изолируемой поверхности крепятся бандажами с пряжками и перевязываются проволокой по крючкам.

Поверх матрацев устанавливается съемный металлический кожух, крепление которого может осуществляться замками, приваренными непосредственно к кожуху, или бандажами с замками, устанавливаемыми поверх кожуха.

Ширина матраца из минераловатного мата в обкладках при изоляции фланцевой арматуры и фланцевых соединений трубопроводов и аппаратов должна быть равна длине фланцевого соединения или арматуры, включая присоединительные фланцы, плюс две дли-

ны болта, соединяющего фланцевый разъем, плюс не менее чем 200 мм для установки на изоляцию трубопровода или аппарата.

При изоляции приварной арматуры матрац устанавливается встык с изоляцией трубопровода под общим покрытием.

Возможно использование матов в составе полносборных теплоизоляционных конструкций для изоляции арматуры и фланцевых соединений (футляров или полуфутляров).

При этом маты могут применяться в качестве вкладыша в футляр или полуфутляр, в виде матрацев, приклеенных к металлической поверхности кожуха или прикрепляемых шплинтами.

Допускается использование матов в полносборных конструкциях с облицовкой с наружной стороны металлической сеткой с мелкой ячейкой, которая также крепится шплинтами. Края сетки заделываются внутрь металлического кожуха.

Маты, кашированные с одной стороны алюминиевой фольгой, могут использоваться в качестве вкладыша в полуфутляры без металлической сетки при температуре изолируемой поверхности, соответствующей температуростойкости клеевого соединения.

Конструкции теплоизоляции трубопроводов на основе цилиндров и полуцилиндров из волокнистых теплоизоляционных материалов (рис. 4.2.3). Цилиндры теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем (например, по ТУ 5762-010-45757203-01) являются современным эффективным теплоизоляционным материалом, обладающим улучшенными теплотехническими характеристиками по сравнению с материалами, ранее выпускавшимися и применявшимися в России для тепловой изоляции трубопроводов [46].

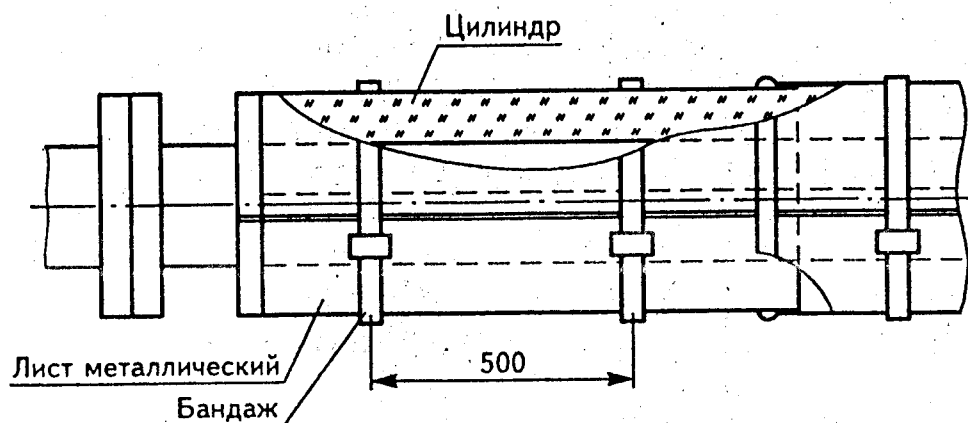


Рис. 4.2.3. Изоляция цилиндрами. Крепление покрытия бандажами

Цилиндры изготавливаются из минеральной ваты из расплава горных пород, имеющей модуль кислотности 2—2,5, со средним диаметром волокна не более 6 мкм. Сырьевые материалы, используемые при производстве цилиндров, проходят контроль по радиаци-

онной безопасности и квалифицированы как материалы первого класса (с удельной эффективной активностью естественных радионуклидов менее 370 Бк/кг), а также не выделяют в процессе эксплуатации вредных и неприятно пахнущих веществ, являются негорючим и невзрывоопасным материалом.

Предусмотрен выпуск гидрофобизированных цилиндров и цилиндров, имеющих защитное покрытие (кашированных).

Цилиндры теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем предназначены для тепловой изоляции трубопроводов с температурой транспортируемых веществ от -180 до $+600$ °С.

Цилиндры рекомендуется применять для тепловой изоляции:

- трубопроводов тепловых сетей при надземной (на открытом воздухе, в подвалах, помещениях) и подземной (в каналах, тоннелях) прокладках;

- технологических трубопроводов с положительными и отрицательными температурами всех отраслей промышленности, включая пищевую, предприятий микробиологии, радиоэлектроники и др., где требуется соблюдение условия повышенной чистоты воздуха в помещении;

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

- фланцевых соединений трубопроводов, муфтовой и фланцевой арматуры, если диаметр фланцев или наружный диаметр трубопровода с изоляцией соответствует внутреннему диаметру цилиндра, используемого в качестве изоляции фланцев или арматуры.

Рекомендуется применение цилиндров в качестве теплоизоляционного слоя в полносборных и комплектных конструкциях, применяемых для изоляции трубопроводов и изготавливаемых по ТУ 36-1180-85 «Индустриальные конструкции для промышленной тепловой изоляции трубопроводов, аппаратов и резервуаров».

Для тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами, горячего и холодного водоснабжения, тепловых сетей подземной канальной прокладки, трубопроводов с переменным режимом работы (охлаждение — нагревание) следует применять только гидрофобизированные цилиндры.

Теплофизические характеристики цилиндров приведены в табл. 4.2.5.

Цилиндры применяются в качестве теплоизоляционного слоя в конструкциях тепловой изоляции фланцевых соединений и фланцевой арматуры с диаметром фланцев, не превышающим диаметр теплоизоляционной конструкции трубопровода, а также муфтовой арматуры.

Теплофизические характеристики цилиндров

Таблица 4.2.5

Показатель	Значение
Плотность, кг/м ³	св.110 до 175
Теплопроводность, Вт/(м · К), при температуре (298 ± 5) К, не более	0,036
Содержание органических веществ, % по массе, не более	3,2
Влажность, % по массе, не более	1,0
Водопоглощение, % по массе, не более	20
Группа горючести	НГ

При этом длина вкладыша из цилиндра должна быть равна длине фланцевого соединения или арматуры, включая присоединительные фланцы, плюс две длины болта, соединяющего фланцевый разъем, плюс 200 мм для установки на изоляцию трубопровода (рис. 4.2.4).

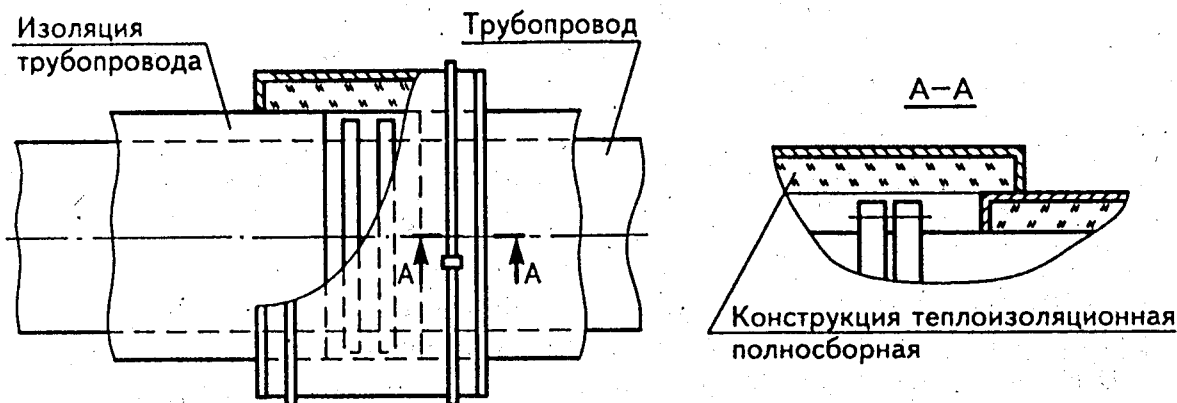


Рис. 4.2.4. Тепловая изоляция фланцевого соединения конструкцией теплоизоляционной полносборной с теплоизоляционным слоем из цилиндров

При изоляции муфтовой арматуры цилиндры устанавливаются встык с изоляцией трубопровода под общим покрытием.

Разъем цилиндра совмещается с осью привода арматуры, под привод в цилиндре делается вырез по его размеру. Цилиндр закрепляется двумя бандажами с пряжками. Поверх цилиндра устанавливается съемный кожух.

Возможно использование цилиндра в качестве вкладыша в полносборную или комплектную конструкцию для изоляции фланцевого соединения или арматуры. Цилиндр может быть прикреплен к покрытию шпилками или с помощью клеев.

При использовании в качестве изоляции арматуры или фланцевых соединений кашированных цилиндров с покрытием из фольги по краям цилиндра (на торцах) следует устанавливать диафрагмы из алюминия, а шов накрывать накладкой. Данную конструкцию рекомендуется устанавливать в помещении.

Торцы изоляции фланцевых соединений из цилиндров закрываются диафрагмами из материала защитного покрытия.

Для изоляции крутоизогнутых и гнутых отводов цилиндр разрезается на несколько частей (рис. 4.2.5). Угол реза и количество частей определяются по месту. Крутоизогнутые отводы трубопроводов малых диаметров могут изолироваться цилиндром, разрезанным надвое под углом 45° . Цилиндры соединяются встык по линии реза под прямым углом.

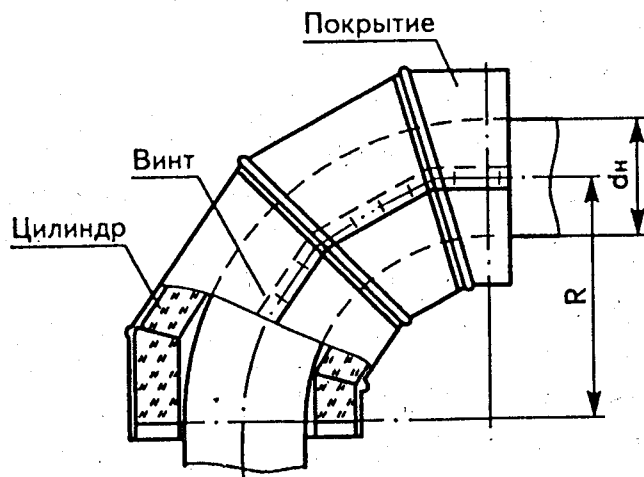


Рис. 4.2.5. Изоляция отвода цилиндрами с металлическим секционным покрытием

При установке теплоизоляционных конструкций с использованием цилиндров следует руководствоваться требованиями СНиП 2.04.14–88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

Как правило, монтаж тепловой изоляции начинают от фланцевого соединения. Цилиндры устанавливают вплотную друг к другу с разбежкой горизонтальных швов и закрепляют на трубопроводе бандажками. Рекомендуется устанавливать по два бандажки на одно изделие. Интервал между бандажками 500 мм. Боковые швы цилиндров должны быть расположены вразбежку. Бандажки могут быть изготовлены из ленты упаковочной $0,7 \times 20$ мм с окраской или алюминиевых лент шириной 30 мм. Бандажки закрепляются пряжками. Применяются пряжки бандажные по ТУ 36.16.22-64–92 или из тонколистовой оцинкованной стали толщиной 0,8 мм. Для бандажек используют упаковочную ленту или ленту из алюминия толщиной 0,8 мм. Допускается применение колец из оцинкованной или черной отожженной проволоки диаметром 2 мм или проволоки из нержавеющей стали диаметром 1,2 мм.

Защитное покрытие может крепиться бандажками или винтами.

Для изоляции трубопроводов, расположенных в помещении, и с положительными температурами транспортируемых веществ цилиндры, кашированные алюминиевой фольгой, допускается

применять без защитного покрытия. При этом в качестве бандажей рекомендуется применять ленты из алюминия и алюминиевых сплавов шириной 20 или 30 мм, толщиной 0,8 мм и алюминиевые пряжки.

Для изоляции трубопроводов холодного водоснабжения и технологических трубопроводов с температурой транспортируемых веществ ниже 12 °С следует применять только гидрофобизированные цилиндры и устанавливать пароизоляционный слой в соответствии с требованиями СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

Швы пароизоляционного слоя должны быть тщательно герметизированы. Разрывы и проколы пароизоляционного слоя не допускаются.

При применении цилиндров, кашированных алюминиевой фольгой, если это особо не оговорено проектом, установки пароизоляционного слоя не требуется, но швы и стыки установленных на трубопровод цилиндров следует герметизировать. При возможном повреждении алюминиевой фольги в процессе монтажа места проколов и разрывов проклеиваются герметизирующими материалами.

При использовании цилиндров, кашированных алюминиевой фольгой, для изоляции трубопроводов холодного водоснабжения и технологических с температурой транспортируемых веществ ниже 12 °С под металлическое защитное покрытие рекомендуется устанавливать предохранительный слой, защищающий фольгу от повреждения. При этом защитное покрытие рекомендуется крепить бандажами.

При применении цилиндров на вертикальных участках трубопроводов через каждые 3—4 метра по высоте трубы следует устанавливать разгружающие устройства для предотвращения сползания теплоизоляционного слоя и покрытия.

Для трубопроводов канальной прокладки и в тоннелях рекомендуется применение гидрофобизированных кашированных цилиндров без последующей установки защитного покрытия.

Теплоизоляционные цилиндры из минеральной ваты на основе волокна из горных пород являются высокоэффективным экологически чистым теплоизоляционным материалом, отвечающим требованиям пожарной безопасности.

Гидрофобизация, пожарная безопасность и меньшая стоимость по сравнению с импортными материалами из вспененного каучука и полистирола делает цилиндры конкурентоспособными для применения в отечественной практике в качестве изоляции трубопроводов холодного водоснабжения и технологических с отрицательными температурами.

Цилиндры как формостабильные изделия могут применяться в конструкциях тепловой изоляции горизонтальных трубопроводов без устройства опорных конструкций, возможно также их применение в качестве теплоизоляционного материала для изоляции основной муфтовой и фланцевой арматуры небольших диаметров (вентилей, обратных клапанов) и фланцевых соединений.

Кашированные цилиндры допускается применять в помещениях и каналах (тепловые сети, водоснабжение) без устройства покровного слоя.

Цилиндры, кашированные фольгой, могут применяться для изоляции трубопроводов с отрицательными температурами без пароизоляционного слоя (при герметизации швов и мест повреждений фольги), что снижет стоимость конструкции и теплоизоляционных работ.

Монтаж цилиндров методом «надвига» для изоляции вертикальных трубопроводов и на эстакадах над проездами позволяет отказаться от лесов, что снижает сроки и стоимость работ.

Теплоизоляционные конструкции на основе полуцилиндров и сегментов из жестких материалов

К этой группе материалов относятся полуцилиндры и сегменты совелитовые, вулканитовые, асбестовермикулитовые, известково-кремнеземистые, перлитцементные и др. Для изоляции трубопроводов применяют изделия из теплостойких пенопластов, таких, как пенополиуретан (ППУ), фенольно-резольные пенопласты (ФРП) и др [70].

Полуцилиндры и сегменты устанавливаются на трубопроводе по тонкому слою мастики (с заполнением швов этой же мастикой) со смещением поперечных швов или насухо с креплением теплоизоляционных изделий проволочными кольцами или бандажами (два кольца по длине полуцилиндра). Для укладки полуцилиндров и сегментов применяют мастику асбозуритовую (с температурой поверхности до 900 °С) или совелитовую (с температурой поверхности до 500 °С), для укладки пенопластов (независимо от температуры поверхности) — асбестоцементную, а также различные клеи.

Полуцилиндры из пенопластов монтируют так же, как полуцилиндры из жестких материалов. Крепят их бандажами из упаковочной ленты, стеклопластика или кольцами из оцинкованной проволоки с подкладками из стеклопластика. Теплоизоляционный слой защищают покровным.

Известково-кремнеземистые и перлитцементные изделия получают заводским способом, а сегменты из других теплоизоляционных материалов изготавливают на месте монтажа, вырезая их из

плит или заливая в формы. Сегменты в зависимости от температуры изолируемого трубопровода можно укладывать в один или несколько слоев, а также вторым и последующими слоями по первому слою полуцилиндров. Для изоляции поверхности трубопровода, имеющей высокие температуры, первый (иногда и второй) слой укладывают из полуцилиндров или сегментов, выполненных из температуростойких материалов; а верхний слой — из менее температуростойких изделий (минераловатных или стекловатных матов, плит полужестких на связках).

При многослойной изоляции сегменты укладывают со смещением швов по отношению к предыдущему слою. При расчете размеров второго и последующих слоев сегментов за диаметр изолируемого объекта принимают диаметр трубы, добавляя двойную толщину нижележащих сегментов.

Теплоизоляционные конструкции на основе алюминиевой фольги (гладкой или гофрированной). Конструкция [13] из гладкой фольги представляет собой многослойную изоляцию, в которой каждый слой алюминиевой фольги опирается на опорные кольца из асбестовой ткани или асбестовой бумаги, закрепленные латунной проволокой. Лист фольги, укладываемый поверх каждого ряда опорных колец, должен перекрывать опорные кольца на 10—15 мм и плотно обтягивать их. Продольные швы выполняют внахлестку на 15—20 мм и проклеивают силикатным клеем. Кроме того, швы отдельных слоев должны быть смещены по отношению друг к другу. Поверх последнего слоя алюминиевой фольги (количество слоев зависит от заданной расчетной толщины основного теплоизоляционного слоя) укладывают асбестовую бумагу, продольные швы которой проклеивают силикатным клеем, поверх бумаги — металлическую проводочную сетку с ячейками 15 × 15 мм, а затем поверхность штукатурят, оклеивают и окрашивают. Защитный слой этой конструкции может быть выполнен вместо штукатурки из листового металла, тогда металлическую сетку не устанавливают.

Конструкция из гофрированной алюминиевой фольги отличается тем, что опорные кольца имеют высоту, равную расчетной толщине основного изоляционного слоя. Расстояние между кольцами определяется шириной фольги и обычно равно 350—400 мм. Опорные кольца выполняют из жестких пористо-зернистых изделий или отдельных слоев асбестовой ленты или ткани, плотно навитых до заданной толщины. Гофрированную алюминиевую фольгу навивают непрерывной лентой также до заданной толщины между опорными кольцами. Расстояние между слоями 8—10 мм. Фольга должна быть плотно пригнана к опорным кольцам. Поверх опорных колец и гофрированной фольги накладывают слой гладкой фольги,

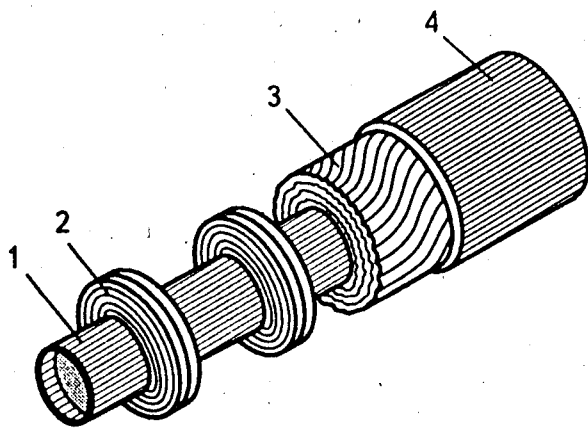


Рис. 4.2.6. Конструкция из гофрированной алюминиевой фольги:
1 — трубопровод; 2 — опорное кольцо; 3 — фольга; 4 — защитное покрытие

который проклеивают силикатным клеем. Защитный слой — листовой металл (рис. 4.2.6).

В конструкциях из теплоизоляционных масс, выполняемых напылением, используют зернистые (перлит, вермикулит) и волокнистые (асбест, минеральное волокно) материалы на различных связующих. Такая конструкция составляет единое целое с изолируемой поверхностью и обладает высокой температуростойкостью. Существенными ее отличиями следует считать монолитность, отсутствие швов и тепловых мостиков, высокую степень механизации нанесения, простоту производства теплоизоляционных работ, возможность нанесения слоев тепловой изоляции на поверхности любой сложной конфигурации.

Напыленный теплоизоляционный слой, имеющий в своем составе асбестовые или минеральные волокна, обладает повышенной прочностью, гибкостью и упругостью, хорошо выдерживает вибрационные нагрузки и тепловые воздействия. Изоляционный слой хорошо компенсирует тепловые расширения, возникающие при нагревании, выдерживает тепловые деформации изолированных поверхностей. Каркасы для крепления тепловой изоляции выполняют в виде бандажей и привариваемых к ним при монтаже опорных шпилек. Если напылением выполняется изоляция корпуса турбины, в нижней части корпуса для крепления изоляции дополнительно устанавливают проволочный каркас в виде сетки с ячейками 100 × 100 мм.

В качестве защитного слоя применяют асбестоперлитовую штукатурку, укладываемую по металлической сетке.

Мастичные конструкции выполняют из порошкообразных и волокнистых теплоизоляционных материалов [13, 81] и применяют как для тепловой изоляции трубопроводов, так и плоских и криволинейных поверхностей. Мастичная конструкция (рис. 4.2.7) выполняется только по горячим поверхностям,

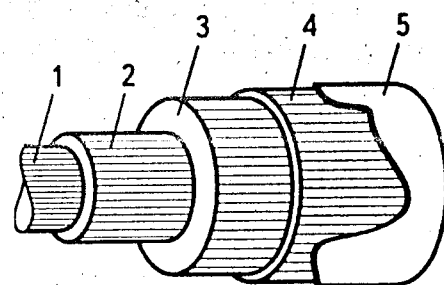


Рис. 4.2.7. Мастичная конструкция тепловой изоляции:

1 — изолируемая поверхность; 2 — подмазочный слой; 3 — основные слои; 4 — штукатурка; 5 — наружная отделка

нагретым до температуры не ниже 100 °С, и состоит из подмазочного 2 и основного 3 слоев, покровного слоя в виде штукатурки 4 и наружной отделки изоляции (оклейки и окраски) 5. Подмазочный слой толщиной от 3 до 5 мм служит для лучшего сцепления основного теплоизоляционного слоя с изолируемой металлической поверхностью 1. Для подмазочного слоя применяют асбест 6-го сорта, а также асбозурит, разведенные в воде в виде жидкой мастики. Основной теплоизоляционный слой выполняют мастиками из различных порошковых смесей: асботермита, асбозурита, совелита и др.

Качество выполнения мастичных конструкций изоляции во многом зависит от квалификации теплоизолировщика. Каждый слой необходимо наносить только после высыхания предыдущего. Последний слой должен быть выполнен под рейку, так как он выравнивает изоляцию и придает ей форму. Чтобы обеспечить необходимую механическую прочность слоя изоляции, внутри его устанавливают каркас из оцинкованной или черной металлической проволоки — на трубопроводах при толщине изоляций свыше 80 мм, а на плоских и криволинейных поверхностях — вне зависимости от толщины изоляции.

Для закрепления изоляционного слоя на плоских и криволинейных поверхностях большого диаметра к ним прикрепляют опоры в виде шпилек из стальной проволоки диаметром 3 мм и длиной на 10—15 мм больше толщины основного изоляционного слоя. Шпильки располагают в шахматном порядке с шагом 350 мм. На объектах, не допускающих приварки, шпильки крепят на специальных стяжных кольцах.

Покровный слой (штукатурку) выполняют по последнему, так называемому выравнивающему слою. В сырых помещениях наносят асбоцементную штукатурку, в сухих — асбозуритовую. Это более густая, чем для основного слоя, мастика, так как штукатурный слой должен быть более плотным и механически прочным. Толщину штукатурного слоя устанавливают в зависимости от расположения изолируемых объектов и назначения штукатурки (в пределах 5—20 мм). После нанесения штукатурного слоя изоляция должна быть ровной, гладкой, прочной и соответствовать форме изолируемого объекта.

После полного высыхания мастичной изоляции ее поверхность оклеивают тканями и окрашивают масляными или другими красками.

Засыпные и набивные конструкции выполняют из волокнистых, порошкообразных, гранулированных и зернистых теплоизоляционных материалов [13, 81] и применяют для тепловой изоляции трубопроводов диаметром 76—325 мм, а также плоских и криволинейных по-

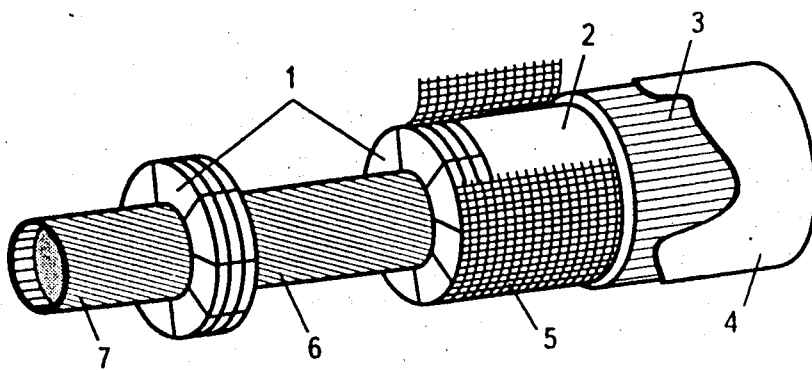


Рис. 4.2.8. Конструкция изоляции, выполненная набивкой под сетку:

1 — опорные кольца; 2 — основной теплоизоляционный слой; 3 — штукатурный слой; 4 — наружная отделка; 5 — металлическая сетка; 6 — проволоочные кольца; 7 — изолируемый трубопровод

верхностей как горячих, так и холодных объектов (в последнем случае — под герметичный кожух).

Конструкция изоляции для горячих трубопроводов (рис. 4.2.8) состоит из опорных 1 и проволоочных 6 колец, основного теплоизо-

ляционного слоя 2, металлической сетки 5, защитного покрытия (штукатурного слоя) 3 и наружной отделки 4.

На практике в ряде случаев изоляцию трубопроводов выполняют засыпкой минеральной ватой. В этом случае на трубопроводах устанавливают дистанционные (опорные) кольца с шагом 350—400 мм, которые выполняют из самых различных материалов: соевелитовых, перлитовых, известково-кремнеземистых сегментов и скорлуп, а также из металлических полуколец из полосовой стали и прутков с прокладкой под них асбестового картона и др. Высота опорных колец должна быть равной толщине основного слоя изоляции. Ширина колец 60—70 мм.

Сегменты и полукольца опорных колец изготавливают по шаблону и тщательно подгоняют друг к другу. Многослойные опорные кольца устанавливают с перекрытием швов одного слоя другим и послойно закрепляют проволоочными кольцами. Опорные кольца устанавливают перпендикулярно оси трубопровода 7 и параллельно друг другу; они должны быть устойчивы и прочны, так как механическая прочность засыпной конструкции определяется прочностью опорных колец.

Поверх опорных колец натягивают металлическую оцинкованную или обычную плетеную сетку из проволоки диаметром 1,2 мм с ячейкой 12 × 12 мм. Поперечные швы сетки должны быть расположены обязательно на опорных кольцах. По окружности продольные края сетки должны накрывать друг друга примерно на 20—30 мм.

4.2.3. Конструкции тепловой изоляции технологических аппаратов

• Конструкции тепловой изоляции на основе теплоизоляционных матов и плит из волокнистых теплоизоляционных материалов исполь-

зуются для вертикальных и горизонтальных цилиндрических технологических аппаратов наружным диаметром более 530 мм [44, 74].

Одно- и двухслойные конструкции тепловой изоляции горизонтальных и вертикальных аппаратов с креплением теплоизоляционного слоя на каркасе. Для горизонтальных аппаратов наружным диаметром от 530 до 1420 мм включительно (емкостей, теплообменников и др.) преимущественно предусматривается крепление теплоизоляционного слоя на проволочном каркасе (рис. 4.2.9).

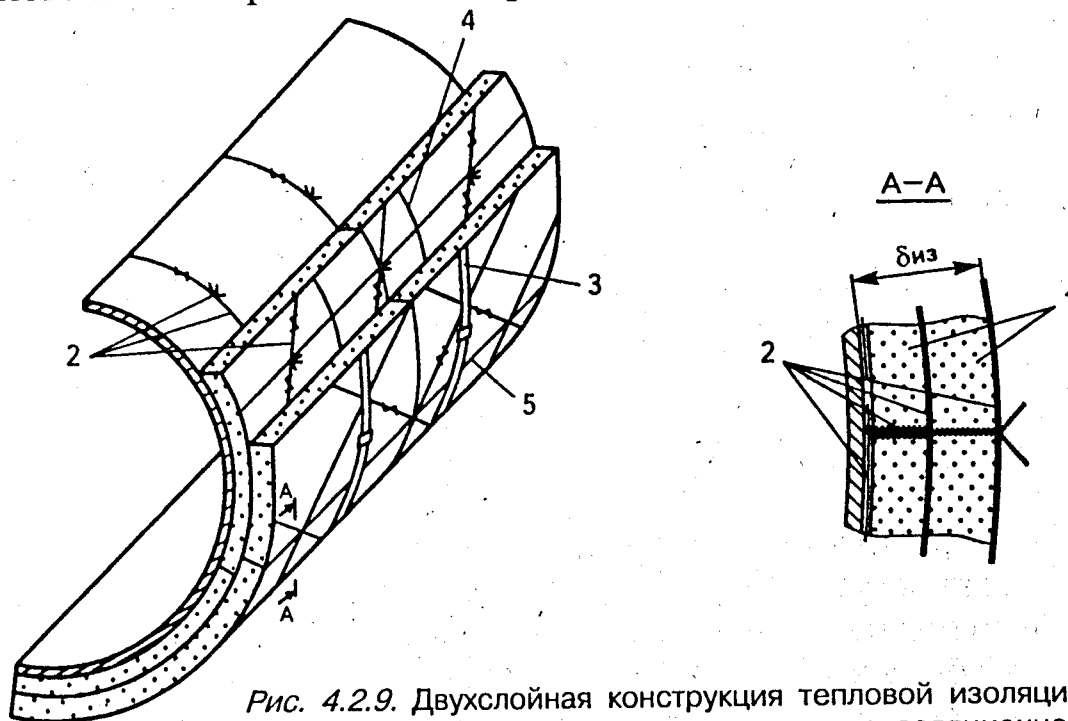


Рис. 4.2.9. Двухслойная конструкция тепловой изоляции горизонтального аппарата с креплением теплоизоляционного слоя на проволочном каркасе:

1 – маты теплоизоляционные; 2 – кольцо; 3 – бандаж с пряжкой; 4 – кольцо по внутреннему слою; 5 – струна; 6 – стяжка

При изоляции оборудования теплоизоляционными матами по длине аппарата на его поверхность устанавливаются кольца из проволоки диаметром 2—3 мм с шагом 500—600 мм в зависимости от ширины мата. К кольцам прикрепляются пучки стяжек из проволоки 1,2 мм с шагом 500 мм по дуге кольца.

При изоляции в один слой предусматривается четыре стяжки в пучке, при изоляции в два слоя — шесть. Стяжки проходят сквозь швы, прокалывают слои матов посередине и закрепляются крест-накрест от пучка к пучку.

Поверх матов, закрепленных стяжками каркаса на поверхности оборудования, предусматривается установка бандажей из металлической ленты 0,7 × 20 мм.

Бандажи с пряжками устанавливаются с шагом 450 или 500 мм, отступая от края мата на 50 или 100 мм (три бандажа для мата шириной 1200 мм) при однослойной изоляции и по наружному слою

при двухслойной изоляции. Вместо бандажей по внутренним слоям многослойной изоляции предусматриваются кольца из проволоки диаметром 2 мм с шагом 500 мм.

Опорные конструкции в виде колец следует устанавливать у фланцевых соединений и днищ аппаратов. Кольца устанавливаются также по длине аппарата с шагом 2 м. Элементы опорных конструкций в виде колец, уголков, скоб или планок могут быть приварными или крепиться с помощью болтов.

Рекомендуется предусматривать окраску элементов из черной стали для предотвращения коррозии.

Расход материалов, входящих в теплоизоляционную конструкцию, определяется размерами аппарата и его конструкцией (наличием фланцевых соединений, патрубков, выступов, ребер жесткости и т. д.).

Для конструкций тепловой изоляции на основе матов для оборудования наружным диаметром 530—1420 мм допускается крепление теплоизоляционных слоев бандажами из ленты 0,7 × 20 мм и подвесками. Бандажи устанавливаются с шагом 500 мм с отступом от края мата на 100 мм (три бандажа для мата шириной 1200 мм). Подвески из проволоки диаметром 1,2 или 2 мм располагаются между бандажами посередине. Под подвески необходимо устанавливать подкладки из стеклопластика рулонного.

При изоляции оборудования плитами из минерального и стеклянного волокна шаг установки проволочных колец по поверхности аппарата принимается 500 мм; шаг установки стяжек по дуге должен быть 500 или 600 мм. Плиты следует располагать длинной стороной (1000, 1250 мм) вдоль аппарата, короткой стороной — по периметру. Предусматриваются также три бандажа по длине плит по наружному слою. По внутреннему слою плит при двухслойной изоляции устанавливаются кольца из проволоки диаметром 2 мм.

Для вертикальных аппаратов наружным диаметром от 530 до 1420 мм — теплообменников, колонн, емкостей — крепление теплоизоляционного слоя из плит рекомендуется осуществлять с применением проволочного каркаса из проволоки диаметром 2—3 мм — для колец и струн, устанавливаемых по поверхности аппарата; проволоки диаметром 1,2 мм — для стяжек; проволоки диаметром 2 мм — для колец, устанавливаемых по внутреннему теплоизоляционному слою в двухслойных конструкциях.

Кольца на поверхности аппаратов при изоляции плитами устанавливаются с шагом 500—600 мм, пучки из стяжек — с шагом 500—600 мм по периметру колец в зависимости от размера плит.

При изоляции в один слой предусматривается четыре стяжки в пучке, при изоляции в два слоя — шесть. Стяжки проходят сквозь

швы, прокалывают слои плит посередине и закрепляются крест-накрест от пучка к пучку.

При изоляции в два слоя первый слой плит фиксируется двумя стяжками, второй — четырьмя.

Для предотвращения сползания колец предусматривается их фиксация вертикальными струнами, которые в зависимости от конструкции аппарата могут закрепляться верхним концом за фланцы, патрубки, разгружающие устройства, предусмотренные для теплоизоляционных конструкций, или к приваренным к аппарату кольцам из проволоки диаметром 5 мм.

Плиты рекомендуется располагать длинной стороной по вертикали.

Бандажи по поверхности плит устанавливаются с шагом 450—500 мм с отступлением от края плиты на 50—125 мм. Фиксация бандажей осуществляется струнами из проволоки диаметром 2 мм.

Разгружающие устройства (кольца, кронштейны) устанавливаются у фланцевых соединений и днищ аппаратов и с шагом 2—3 метра по высоте аппарата.

Они могут быть приварными или с креплением элементов конструкций на болтах. Диафрагмы, устанавливаемые на разгружающие устройства, не должны касаться защитного покрытия.

При изоляции вертикальных аппаратов матами в зависимости от конструкции аппарата расположение матов может быть горизонтальное или вертикальное.

При вертикальном расположении матов (длинной стороной по высоте аппарата) сохраняется вышеуказанное расположение элементов каркаса.

При горизонтальном расположении матов шаг колец следует изменить с 500 на 600 мм, шаг крепления стяжек на кольцах — 500 мм по дуге кольца.

Одно- и двухслойные конструкции тепловой изоляции горизонтальных и вертикальных аппаратов с креплением теплоизоляционного слоя на штырях. Крепление теплоизоляционного слоя штырями предусматривается для вертикальных и горизонтальных поверхностей с большим радиусом кривизны и плоских поверхностей (резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов, баки-аккумуляторы горячей воды, резервуары питьевой воды и для технических нужд, в том числе противопожарные, металлические стволы дымовых труб, другое крупногабаритное оборудование).

Крепление теплоизоляционного слоя осуществляется с помощью вставных или приварных штырей с дополнительной перевязкой по штырям проволокой диаметром 2 мм (стяжки, струны) и с установкой бандажей.

4.3.2. Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования с целью обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции

Тепловую изоляцию трубопроводов и оборудования по заданной температуре на поверхности выполняют в случае, когда тепловые потери трубопровода не регламентированы, но в соответствии с требованиями техники безопасности необходимо защитить обслуживающий персонал от ожогов или снизить тепловыделения в помещении.

В соответствии с санитарными нормами и требованиями СНиП 2.04.14-88 температура поверхности расположенных в помещении изолированных трубопроводов при температуре теплоносителя ниже 100 °С не должна превышать 35 °С, а при температуре теплоносителя 100 °С и более не должна превышать 45 °С.

В обслуживаемой зоне на открытом воздухе температура поверхности изоляции с металлическим защитным покрытием должна быть не выше 55 °С, а для других видов покрытий не должна превышать 60 °С.

Толщина тепловой изоляции трубопроводов, определяемая по заданной температуре на ее поверхности, зависит от расположения изолируемого объекта (на открытом воздухе или в помещении), температуры окружающего воздуха (t_o), температуры теплоносителя (t_m), наружного диаметра трубопровода (d_n) и коэффициента теплоотдачи от поверхности к окружающему воздуху (α_n), Вт/(м²·К).

Расчет толщины тепловой изоляции для плоских поверхностей выполняется по формуле

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}(t_m - t_k)}{\alpha_n(t_k - t_o)} \quad (4.21)$$

Расчет толщины тепловой изоляции для трубопроводов выполняется по формуле

$$\frac{d_{из}}{d_n} \ln \frac{d_{из}}{d_n} = \frac{2 \cdot \lambda_{из} \cdot (t_m - t_k)}{\alpha_n \cdot d_n \cdot (t_k - t_o)} \quad (4.22)$$

где t_k — температура на поверхности изоляционной конструкции, °С;

$t_m, t_o, d_{из}, d_n$ — те же, что и формулах (4.21) и (4.22).

Коэффициент теплоотдачи (α_n) принимают в соответствии с Приложением 9 СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

При выборе защитного покрытия тепловой изоляции трубопроводов, расположенных в помещении, следует учитывать радиационные свойства его поверхности. Для снижения толщины теплоизо-

ляционного слоя рекомендуется применять защитное покрытие с высоким коэффициентом излучения (неметаллическое). Для тех же расчетных условий при металлическом защитном покрытии расчетная толщина изоляции существенно выше.

В табл. 4.3.1 в качестве примера приведены ориентировочные значения толщины теплоизоляционного слоя из минераловатных матов для конструкций тепловой изоляции трубопроводов и оборудования, рассчитанные с целью обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции с металлическим покрытием.

Расчет произведен при температуре воздуха в помещении 20 °С.

Ориентировочные значения толщины теплоизоляционного слоя из минераловатных матов для конструкций тепловой изоляции трубопроводов и оборудования, рассчитанные с целью обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции с металлическим покрытием

Таблица 4.3.1

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура изолируемой поверхности, °С									
	До 150	200	250	300	350	400	450	500	550	570
	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм									
25	40	40	50	60	70	80	90	100	110	120
32	40	40	50	60	70	90	110	120	140	140
45	40	40	50	70	80	100	110	130	140	140
57	40	40	50	70	90	100	120	140	150	150
76	40	40	60	70	90	110	130	150	160	160
89	40	40	60	80	90	110	130	150	170	170
108	40	40	60	80	100	120	140	160	180	180
133	40	50	60	80	100	120	140	170	190	200
159	40	50	70	90	110	130	150	170	200	210
219	40	50	70	90	110	140	160	190	210	220
273	40	50	70	90	120	140	170	200	220	230
325	40	50	70	100	120	150	170	200	230	240
377	40	50	70	100	120	150	180	210	240	240
426	40	50	70	100	130	150	180	210	240	250
476	40	50	80	100	130	160	180	220	250	250
530	40	50	80	100	130	160	190	220	250	260
630	40	50	80	100	130	160	190	230	260	270
720	40	50	80	110	132	160	200	230	270	280
820	40	50	80	110	130	170	200	240	270	290
920	40	50	80	110	140	170	200	240	280	290
1020	40	50	80	110	140	170	210	240	280	300
Более 1020 и плоские поверхности	40	60	90	120	160	200	240	290	320	320

4.4.3. Контроль качества теплоизоляционных работ

Контроль качества теплоизоляционных материалов. Теплоизоляционные материалы, применяемые в конструкциях тепловой изоляции, должны иметь паспорт, сертификат качества и соответствия. При возникновении сомнений в соответствии качества поступивших теплоизоляционных материалов паспорту или сертификату необходимо выборочно осуществить проверку их по ГОСТ 17177 на плотность (чаще всего), сжимаемость или влажность. В особых случаях образцы материалов могут быть переданы в аккредитованные лаборатории для подтверждения их фактической теплопроводности.

Наличие антикоррозионного покрытия на крепежных изделиях, применяемых для крепления элементов теплоизоляционной конструкции на изолируемом объекте, проверяется визуально.

Операционный и приемочный контроль исполнения тепловой изоляции. Контроль смонтированной тепловой изоляции рекомендуется осуществлять по рекомендациям табл. 4.4.1.

Контролю подлежат:

- соответствие смонтированной тепловой изоляции проекту и нормативным документам по использованным материалам и конструктивному оформлению (толщину измеряют толщиномером);
- ровность наружной поверхности плоских граней или объектов с малой кривизной поверхности (контролируется трехметровой рейкой);

Рекомендуемая схема операционного контроля качества теплоизоляционных работ

Таблица 4.4.1

Наименование объекта	Монтажная площадка															Внешний вид
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Чистота поверхности объекта	Сплошность теплоизоляционного слоя	Крепление теплоизоляционного слоя	Крепление нахлеста в защитных покрытиях	Крепление конструкции	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции	Отсутствие бухтеная конструкции	Плотность заполнения пенопластом или засыпкой	Воздушный зазор между поверхностью объекта и спутником	Температурные швы	Антикоррозионная защита	Пароизоляционный слой	Герметизация локальных мест	Ровность мастичного или штукатурного слоя	Окраска покровного слоя	
Диаметр трубопроводов, мм																
Теплоизоляционный слой из волокнистых или жестких формованных изделий																
От 10 до 76	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+
Св. 76 до 325	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
Св. 325	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Арматура трубопроводов с покрытием из тонколистового металла																
От 10 до 325	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+
Св. 325	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+
Теплоизоляционный слой из заливочного пенопласта и мастичная изоляция																
До Ду 350 вкл.	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Фитинги, арматура	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+

Продолжение табл. 4.4.1

Наименование объекта	Монтажная площадка															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Чистота поверхности объекта	Сплошность теплоизо- ляционного слоя	Крепление теплоизо- ляционного слоя	Положение нахлеста в защитных покрытиях	Крепление конструкции	Толщина теплоизоля- ционного слоя в конструкции	Отсутствие бухтения конструкции	Плотность заполнения пенопластом или засыпкой	Воздушный зазор между поверхностью объекта и спутником	Температурные швы	Антикоррозионная защита	Пароизоляция- ный слой	Герметизация локальных мест	Ровность масляного или штукатурного слоя	Окраска покровного слоя	Внешний вид
Отводы трубопроводов и фитинги с покрытием из тонколистового металла																
Штампованные	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
Гофрированные	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+
Сварные	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
Позлементные	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
Пластмассовые отводы																
-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Емкости, аппараты, оборудование																
Резервуары вертикальные с изоляцией конструкциями:																
панельными	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
позлементно	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+

Окончание табл. 4.4.1

Наименование объекта	Монтажная площадка															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Чистота поверхности объекта	Сплошность теплоизо- ляционного слоя	Крепление теплоизо- ляционного слоя	Положение нахлеста в защитных покрытиях	Крепление конструкции	Толщина теплоизоля- ционного слоя в конструкции	Отсутствие бухтения конструкции	Плотность заполнения пеностом или засыпкой	Воздушный зазор между поверхностью объекта и слутником	Температурные швы	Антикоррозионная защита	Пароизоляция- ный слой	Герметизация локальных мест	Ровность мастичного или штукатурного слоя	Окраска покровного слоя	Внешний вид
	Резервуары															
Горизонтальные	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
Сферические	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+
	Высота аппаратов колонного типа, м															
Менее 3	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
3 и более	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
	Диаметр технологического оборудования, м															
Менее 1,6	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
1,6 и более	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+

— ровность поверхности теплоизоляционной конструкции трубопровода (контролируется рейкой длиной не менее двух метров);

Примечание. Способы контроля к таблице 4.4.1:

— позиции 1—5, 10—13, 15 и 16 проверяются визуально;

— позиция 6 — производится замером толщины теплоизоляционного слоя (слоев) со свободной от изоляции стороны во время ее монтажа;

— позиция 7 — проверяется нажатием (плоскость) или подпиранием снизу (трубопроводы) вручную;

— позиция 8 — проверяется на слух постукиванием деревянным молотком;

— позиция 9 — проверяется после установки теплоизоляционного слоя до монтажа защитно-покровного слоя визуально с торцов изоляции;

— позиция 14 — проверяется не менее чем двухметровой линейкой;

— выполнение антикоррозионных мероприятий (проверяется визуально);

— сплошность теплоизоляционного слоя (проверяется постукиванием деревянным молотком массой 0,8 кг);

— правильность выполнения нахлестов (отсутствие встречных нахлестов против уклона трубопроводов — проверяется визуально);

— наличие окраски защитного покрытия в соответствии с целевым назначением объекта (проверяется визуально);

— дизайн конструкции (проверяется визуально).

Проверяется наличие журнала на выполнение скрытых работ.

Подлежит контролю соответствие температуры поверхности изоляции санитарным нормам (требованиям проекта).

К числу дефектов относят:

— применение материалов, не соответствующих стандартам и техническим условиям;

— несоответствие плотности и толщины теплоизоляционного слоя проектным данным. Допуск по толщине для теплоизоляционного слоя из волокнистых уплотняющихся материалов — не более ± 3 мм. Допуск по толщине теплоизоляционной конструкции с теплоизоляционным слоем из жесткоформованных изделий должен соответствовать допуску на изделия по техническим условиям и государственным стандартам. При изоляции поверхностей с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции объектов, расположенных в помещении, допуск по толщине изоляции только в сторону увеличения («+»);

— отступления от проектных данных в части материалов, конструкций и способа монтажа изоляции, не согласованные с проектной организацией и заказчиком;

- механические повреждения изоляции;
- некачественная отделка концевых участков изоляции у фланцевых соединений, арматуры, опор и др.;
- плохая затяжка металлической сетки и каркасов;
- неплотное прилегание теплоизоляционного слоя или полносборной конструкции к поверхности изолированного объекта;
- неплотное сопряжение смежных элементов защитного покрытия;
- несоблюдение правил сопряжения продольных и поперечных швов защитного покрытия, допускающее затекание воды в теплоизоляционный слой;
- отсутствие тепловой изоляции в местах расположения опор;
- наличие отступлений в расположении крепежных деталей, рекомендованном проектом;
- отсутствие герметичности пароизоляционного слоя.

Окончательная дефектная ведомость, куда заносят все фактические показатели смонтированной изоляции, установленные при приемке, составляется после сопоставления показателей смонтированной изоляционной конструкции с проектными данными и учета изменений, внесенных в процессе монтажа (если таковые имеются и согласованы с проектной организацией и заказчиком).

Окончательную приемку с составлением акта сдачи-приемки производят после устранения замеченных недостатков по дефектной ведомости. При производстве теплоизоляционных работ монтажным способом окончательная приемка тепловой изоляции осуществляется после установки объекта в проектное положение и по завершении изоляционных работ монтажных стыков и в местах установки строповочных скоб.