

## ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ПОЛНОСБОРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Игорь НИКОЛЬСКИЙ,  
доцент кафедры градостроительства МГСУ, к. т. н.

Строительно-изоляционные конструкции теплопроводов относят к числу наиболее сложных и трудоемких в изготовлении подземных коммуникаций, имеющих ограниченный срок службы из-за тяжелых температурно-влажностных условий эксплуатации. Для местных систем теплоснабжения (без надлежащей водоподготовки) и трубопроводов горячего водоснабжения существует также реальная опасность внутренней коррозии стальных труб.

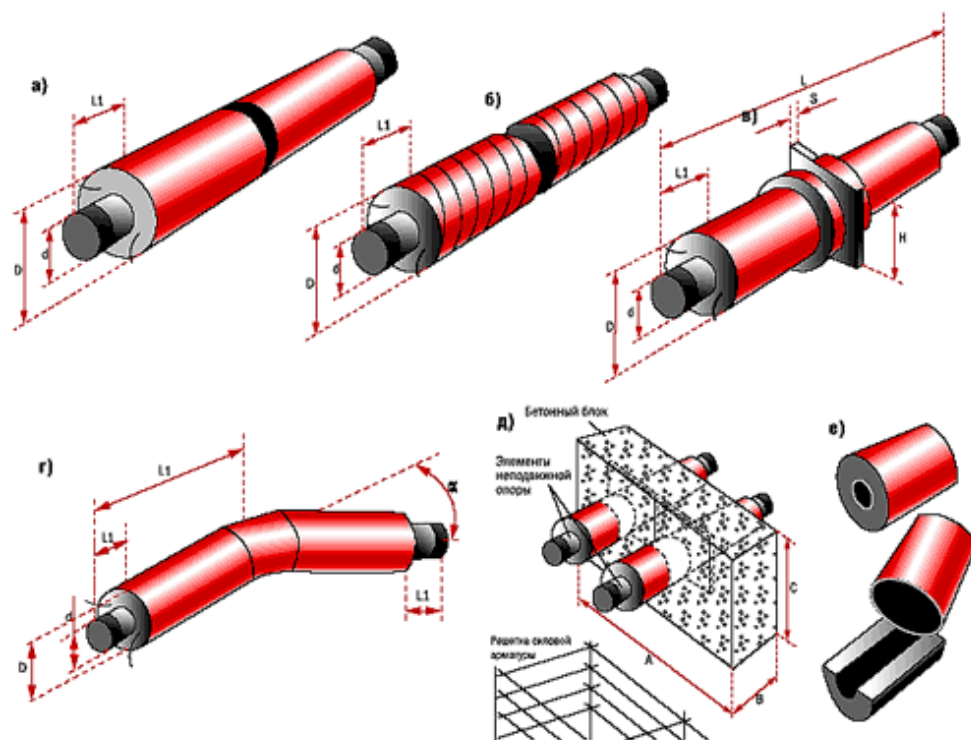
Ручные методы тепловой изоляции трубопроводов не обеспечивают надлежащее качество работ. В условиях индустриального строительства сооружение тепловых сетей сводится к их монтажу из готовых элементов, сварке и изоляции стыков. Трубы и другие изделия, изолированные в заводских условиях, представляют собой строительно-изоляционные конструкции теплопроводов полной заводской готовности. Их следует поставлять на строительную площадку комплектно в соответствии с проектом.

Для строительства тепловых сетей применяют следующие индустриальные конструкции (рис. 1 и 2):

- трубы, изолированные в заводских условиях, – для прокладки линейных участков трассы;
- неподвижные щитовые опоры полной заводской готовности или изолированные элементы опор для фиксации теплопроводов в неподвижных точках трассы;
- диэлектрические скользящие опоры – для удерживания теплопроводов при прокладке их в каналах, технических подпольях и при воздушной прокладке;
- компенсаторы осевые и гибкие – для принятия температурных деформаций теплопроводов;
- скорлупы прямые и фасонные для изоляции сварных стыков, отводов и поворотов трассы;
- полносборные конструкции трубофильтров – для попутного дренажа;
- унифицированные конструкции каналов, камер и колодцев – для устройства поворотов трассы и размещения технологического оборудования на тепловых сетях.

Техническими условиями предусматривается выпуск полносборных конструкций теплопроводов двух типов: группа 1 – для бесканальной прокладки тепловых сетей отдельно или совмещенно с другими коммуникациями и группа 2 – для прокладки в каналах, техподпольях и открытым (наземным) способом.

*Рис. 1. Трубы и изделия для тепловых сетей с индустриальной изоляцией:*



- а) изолированная труба для бесканальной прокладки тепловых сетей (группа I);
- б) изолированная труба для прокладки в технических подпольях зданий и проходных коллекторах (группа II);
- в) щитовая неподвижная опора;
- г) изолированный элемент неподвижной опоры;
- д) изолированный отвод;
- е) изоляционная скорлупа

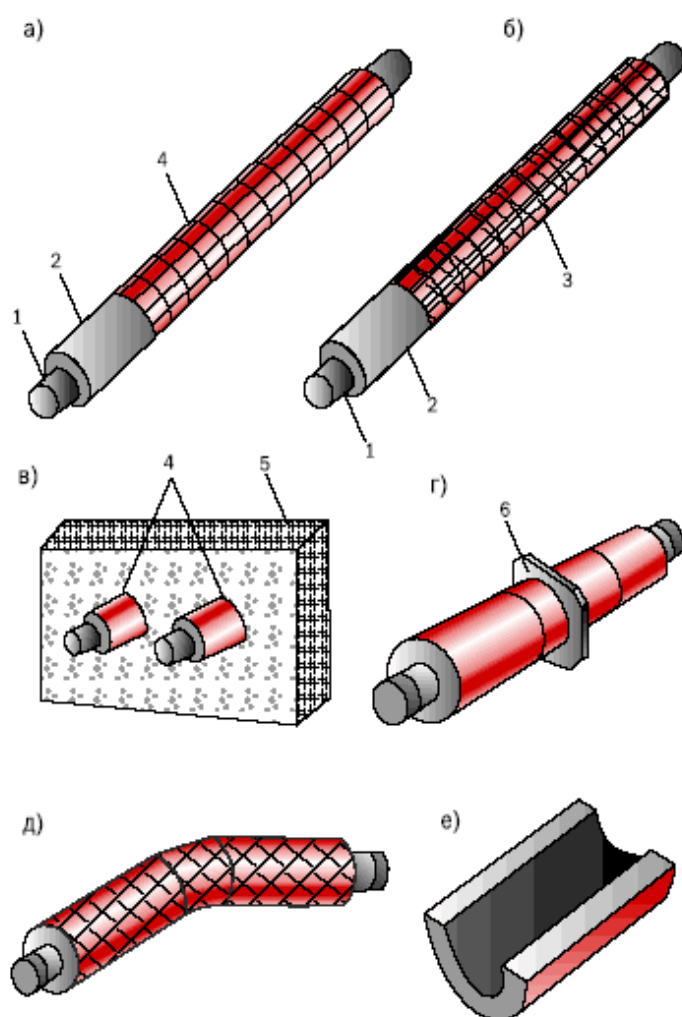
**Таблица 1. Основные физико-механические показатели армопенобетонной изоляции автоклавного твердения**

Наименование показателей	Единица измерения	Значение показателей
Объемная масса в сухом состоянии, в пределах	кг/м <sup>3</sup>	300–400
Предел прочности на сжатие	кг/см <sup>2</sup>	8–12
Влажность отпускная, не более	%	15
Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии при 20 °С, не более	ккал/м ч гр	0,10–0,12
Величина рН водной вытяжки	ед. рН	11–11,5

**Таблица 2. Геометрические характеристики труб с армопенобетонной изоляцией**

Условный проход D <sub>y</sub> , мм	Основные размеры стальных труб,		Теплоизоляционный слой из армопенобетона, мм		Наружный диаметр гидроизоляционного слоя, мм	Наружный диаметр защитного слоя из асбоцемент. штукатурки по сетке, мм
	наруж. диаметр	толщина стенки	толщина	наруж диаметр		
200	219	7	93,5	406	436	466
300	325	9	92,5	510	540	570
500	530	7	85,5	700	730	760
800	820	8	90,0	1000	1030	1060
1000	1020	11	90,0	1200	1230	1260

*Рис.2. Трубы и изделия для тепловых сетей с индустриальной изоляцией (см. рис. 1):*



*1 – стальная праймированная труба; 2 – заводская изоляция; 3 – покровный слой; 4 – покровный слой из стеклоткани на мастике БЛК (вариант – из полиэтилена); 5 – железобетонная стенка; 6 – стальной упорный фланец*

К теплопроводам и конструкциям первой группы предъявляются повышенные требования противокоррозионной, гидроизоляционной и тепловой защиты, обусловленные более тяжелыми условиями эксплуатации в грунтах с различной влажностью. Изделия второй группы должны отвечать повышенным санитарным и противопожарным требованиям.

Для изоляции тепловых сетей в заводских условиях применяют различные теплоизоляционные материалы минерального и органического происхождения: армопенобетон автоклавного твердения, газосиликат, пенокерамику, материалы на битумном вяжущем составе (битумоперлит, битумокерамзит, асфальтокерамзитобетон), фенольные поропласты, пенополиуретаны и другие. Число индустриальных изоляционных материалов постоянно растет. К ним можно добавить различные засыпные (асфальтоизол) и заливные типы изоляционных материалов, также приготавливаемых в заводских условиях и обеспечивающих снижение трудозатрат на строительной площадке.

Определяющими показателями качества строительно-изоляционных конструкций теплопроводов являются их долговечность и минимальный уровень тепловых потерь. Из перечисленных изоляционных материалов, используемых в индустриальных конструкциях теплопроводов, можно назвать три, отличающиеся характером взаимодействия с трубопроводом и механизмом его противокоррозионной защиты в условиях бесканальной прокладки. Эти материалы прошли длительную экспериментальную и производственную проверку.

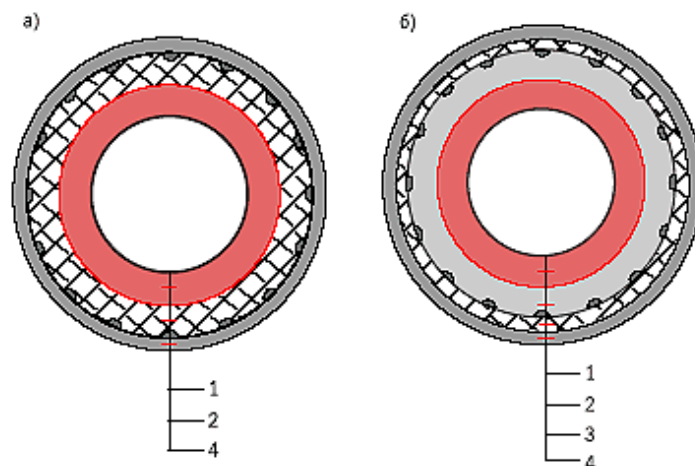
Теплопроводы с индустриальной изоляцией из автоклавного армопенобетона, получившие применение в Санкт-Петербурге и Москве, отличает прочное сцепление теплоизоляционного слоя с металлом трубы и его высокие пассивирующие свойства по отношению к стали благодаря защитному механизму цементного камня ( $\text{pH} = 11\text{--}11,5$ ). Трубы и изделия с армопенобетонной изоляцией по своим физико-механическим показателям и геометрическим характеристикам должны соответствовать требованиям, приведенным в табл. 1 и 2. Конструкция гидроизоляции и покровного слоя зависят от способа прокладки (рис. 3):

**Группа 1** (для бесканальной прокладки) – стальная труба, изолированная пенобетоном, поверх которого наклеивается гидроизоляция (три слоя бризола) и наносится покровный слой (асбестоцементная штукатурка по металлической сетке).

**Группа 2** (для прокладки в каналах) – стальная труба, изолированная пенобетоном, без гидроизоляции, с покровным слоем из асбестоцементной штукатурки по металлической сетке.

Контакт пенобетонной изоляции со стальной трубой обеспечивает хорошую защиту трубопровода от коррозии за счет высокой щелочности изоляции. Следует отметить, что отказ от гидроизоляции теплопроводов (группа 2) удешевляет конструкцию, но снижает пассивирующие функции пенобетона за счет его карбонизации в контакте с углекислым газом. Поэтому в Москве по настоянию теплосетевой компании Мосэнерго для прокладки в каналах предусмотрено герметизирующее покрытие – три слоя бризола на битумно-резиновой мастике.

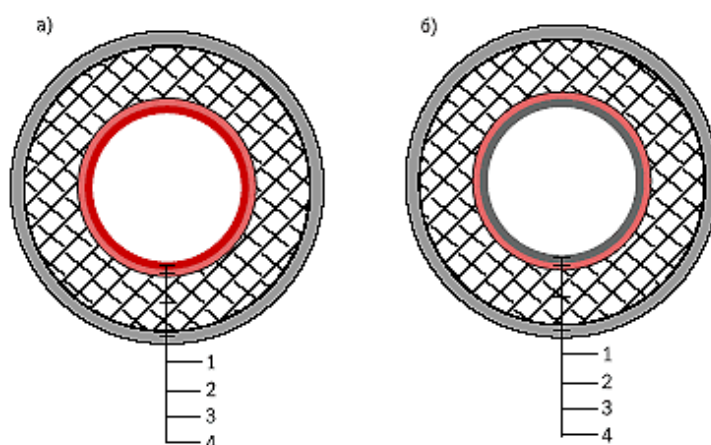
*Рис. 3. Конструкция теплопроводов в армопенобетонной изоляции:*



а) для бесканальной прокладки в грунте; б) для прокладки в каналах.

1 – стальная труба; 2 – пенобетон; 3 – арматурный каркас; 4 – гидроизоляция три слоя бризола на МРБ; 5 – асбоцементная штукатурка по металлической сетке или два слоя стеклоткани на МРБ

Рис. 4. Конструкция труб в битумоперлитной изоляции:



а) для бесканальной прокладки в грунте; б) для прокладки в каналах. 1 – стальная труба; 2 – противокоррозионное покрытие (стеклоэмаль 500 мкм или алюминий 200 мкм); 3 – битумоперлит; 4 – защитный слой

Автоклавный пенобетон должен иметь мелкоячеистую структуру без трещин и прослоек. Наружная поверхность пенобетона должна быть ровной, без впадин и выступов. Торцы изоляции труб с целью защиты пенобетона от увлажнения должны иметь гидроизоляционную защиту в виде наклеек из бризола.

Пенобетон автоклавного твердения имеет жесткое сцепление с металлической трубой, поэтому при температурных деформациях теплопровода его перемещение в грунте осуществляется за счет сдвига по контакту покровного слоя с грунтом. Для повышения механической прочности всей строительной-изоляционной конструкции теплопровода пенобетонная изоляция армируется спиральным каркасом, расположенным в наружной трети изоляционного слоя, и армируется сверху металлической сеткой под штукатурку.

Благодаря невысокой капиллярной влагоемкости пенобетон в эксплуатационных условиях около горячей трубы образует подсушенный слой до 3–5% влажности при относительно высоком среднем значении влажности изоляции, достигающей 30–35%. Высокая щелочность пенобетона –  $pH = 11-11,5$  – и малая влажность прилегающего слоя изоляции тормозят развитие электро-химического коррозионного процесса поверхности изолированной стальной трубы в тяжелых условиях эксплуатации при бесканальной прокладке.

Защитные функции пенобетонной изоляции могут быть существенно нарушены при свободном водообмене с грунтовой водой и аэрацией.

Трубы с битумоперлитной изоляцией выпускают по техническим условиям несколько предприятий. Изолированные трубы и изделия предназначены для бесканальной прокладки в грунте и в непроходных каналах. Имеется положительный опыт применения битумоперлитной изоляции для прокладки тепловых сетей наземным способом.

Битумоперлитная изоляция представляет собой смесь вспученного перлитового песка и нефтяного битума. Основные свойства битумоперлитной изоляции и геометрические характеристики изолированных труб приведены в табл. 3 и 4.

Конструкция теплопровода для бесканальной прокладки (рис. 4) представляет собой стальную, очищенную механическим способом трубу, противокоррозионное покрытие трубы, битумоперлитную изоляцию и защитно-покровный слой. В качестве противокоррозионной изоляции рекомендуются стеклоэмаль (ВНИИСТ) и газотермическое алюминирование (АКХ им. Панфилова). Оба покрытия прошли всестороннюю экспериментальную проверку и показали высокие эксплуатационные качества.

**Таблица 3. Основные физико-механические показатели битумоперлитной изоляции теплопроводов**

Наименование показателей	Единица измерения	ТУ-400-2-131-75 Главмосстрой	ТУ-480-2-1-74 Раменский з-д
Объемная масса	кг/м <sup>3</sup>	600	450-550
Предел прочности при T = 20 °С			
– на сжатие, не ниже	кгс/см <sup>2</sup>	6	5
– на растяжение при изгибе, не ниже	кгс/см <sup>2</sup>	2	2
Водопоглощение за 24 ч, не выше	% объемн.	3	3
Величина рН водной вытяжки	ед. рН	7	-

**Таблица 4. Геометрические характеристики труб с битумоперлитной изоляцией**

Условный проход	Основные размеры изолированных труб		
	Наружный диаметр трубы, мм	толщина битумоперлитной изоляции, мм	наружный диаметр битумоперлитной изоляции, мм
50	57	56	169

80	89	64	217
100	102	576	217
150	159	67	293
200	219	79/52	377/323
250	273	83/52	439/377

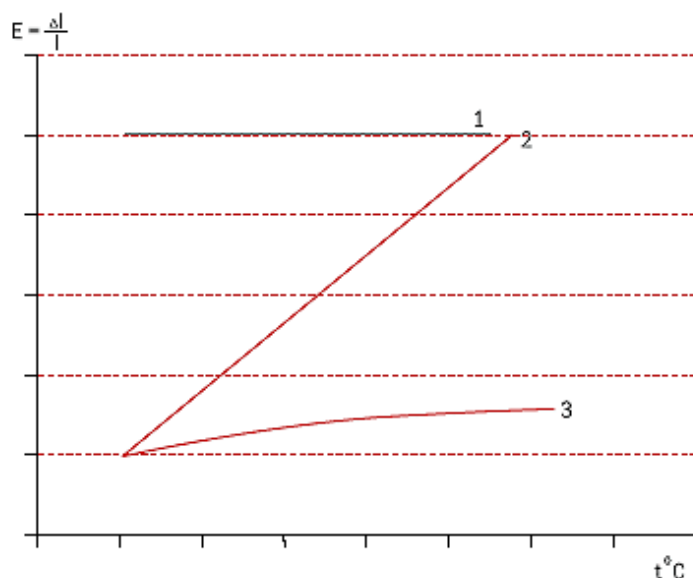
Примечание: для труб  $D = 200$  и  $250$  в числителе указаны толщина и диаметр изоляции подающего теплопровода, а в знаменателе – обратного теплопровода и горячего водоснабжения.

**Таблица 5. Основные физико-механические показатели фенольного поропласта ФЛ**

Наименование показателей	Единица измерения	Способ прокладки тепловых сетей	
		бесканальный группа I	в каналах и технических подпольях группа II
Объемная масса	кг/м <sup>3</sup>	100	80
Предел прочности на сжатие, не ниже	кг/см <sup>2</sup>	5	4
Предел прочности на растяжение при изгибе, не ниже	кг/см <sup>2</sup>	1,9	1,8
Коэффициент теплопроводности при +20 °С, не ниже	ккал °С /м ч	0,044	0,044
Величина рН водной вытяжки	ед. рН	6,9	6,9
Сцепление изоляции с металлической трубой	кг/см <sup>2</sup>	0,35	0,35

Защитно-покровный слой может выполняться в нескольких вариантах – полиэтиленовое покрытие в виде чулка, наносимого экструдированием, два-три слоя бризола на битумно-резиновой мастике МРБ либо покрытие липкой полимерной лентой ПИЛ, либо лентой бутилкор-С.

*Рис. 5. Температурные перемещения изолированных теплопроводов при бесканальной прокладке в грунте.*



1 – стальная труба; 2 – армопенобетонная изоляция; 3 – битумоперлитная изоляция

Толщина битумоперлитной изоляции определена на основании теплотехнических расчетов и натурных испытаний таким образом, что обеспечивает снижение расчетных тепловых потерь при бесканальной прокладке примерно на 5% по сравнению с нормативными и значительно меньше фактических потерь теплопроводов с минераловатной изоляцией, прокладываемых в непроходных каналах.

Толщина битумоперлитной изоляции трубопроводов горячего водоснабжения в целях уменьшения типоразмеров конструкций принята такой же, как для обратных трубопроводов отопления. При определении толщины изоляции учитывались требования ее заводского изготовления. Окончательные размеры конструкций унифицированы по параметрическому ряду R-20 с учетом возможности изоляции нескольких диаметров труб на одной пресс-камере без переналадки изолирующей установки.

Трубы с битумоперлитной изоляцией выпускаются длиной от 6 до 12 м. Торцы изолированных труб должны быть ровными, обрезаны нормально к оси трубы и меть дополнительную защиту от увлажнения и разрушения при транспортировке и монтажных операциях.

Битумоперлитную изоляцию применяют для теплопроводов диаметром до 500 мм, в Москве – не более 250 мм и температуре теплоносителя не выше 130 °С. Битумоперлит является термопластичным материалом. Как показывают полигонные испытания и опыт эксплуатации, при нагревании труб, проложенных бесканальным способом в грунте, происходит совместная температурная деформация всей конструкции только до температуры 50 °С. При дальнейшем повышении температуры теплоносителя уменьшается сцепление изоляции с трубой, которое становится меньше сил трения изоляции о грунт. Обжатая грунтом изоляционная оболочка останавливается, и дальнейшие осевые деформации происходят за счет перемещения стальной трубы внутри битумоперлитной оболочки. Этим теплопроводы с изоляцией на битумном вяжущем отличаются от труб с термореактивными типами изоляции (армопенобетон, фенольный поропласт), имеющими жесткое сцепление с трубой.

Существенным недостатком битумоперлитной изоляции является частичная возгонка легких фракций битума в слое изоляции, прилегающем к трубе. В результате длительного прогрева при высоких температурах прочность внутреннего слоя изоляции толщиной 3–5 мм повышается, но одновременно увеличивается его пористость и водонасыщение.

Для повышения долговечности теплопроводов с битумоперлитной изоляцией, прокладываемых бесканальным способом, стальную трубу рекомендуется покрывать надежной противокоррозионной изоляцией, например стеклоэмалью, слоем толщиной 400–500 мкм или производить газопламенное напыление алюминия толщиной 200 мкм. Трубы с изоляцией из фенольного поропласта ФЛ и трубы с изоляцией из вспененного полиуретана ППУ обладают высокими теплозащитными качествами, поскольку имеют низкий объемный вес (80–100 кг/м<sup>3</sup>) и высокую адгезию к металлу трубы. Однако они нуждаются в надежной защите от повреждений при транспортировке и в эксплуатации.



Вспененные полимерные материалы имеют нейтральную реакцию водной вытяжки и не могут защитить стальные трубы от электрохимической коррозии. Применение в качестве наружной защитной оболочки полиэтиленовых толстостенных труб во многом решает задачи бесканальной прокладки тепловых сетей

По материалам сайта [www.stroing.ru](http://www.stroing.ru)

