

Изобретение относится к конструкции теплоизолированных труб и может быть использовано при производстве этих труб для тепловых сетей и коммуникаций промышленных и жилых зданий.

Известна конструкция трубы, состоящая из коаксиально расположенных слоев: несущего стального, теплоизоляционного пенополиуретанового и гидроизоляционного, при этом между теплоизоляционным и стальным слоями размещен антикоррозионный эпоксидный слой (Пластмассы. - 1989. - №1. - С.72).

В процессе эксплуатации в тепловых сетях теплоизоляционных труб данной конструкции иногда происходит увлажнение пенополиуретанового слоя вследствие аварийного нарушения гидроизоляции, что приводит к коррозии прилегающего участка наружной поверхности стальной трубы и снижению теплоизоляционных свойств пенополиуретана.

Известна также конструкция теплоизолированной трубы, содержащая коаксиально расположенную несущую стальную трубу, теплоизоляционный пенополиуретановый слой и гидроизоляционный слой (Теплоэнергетика. - 1992. - №11. - С.66).

В условиях качественного строительства трубопроводов и постоянного контроля за увлажнением теплоизоляционного материала, такая конструкция является вполне надежной с точки зрения защиты наружной поверхности несущей трубы.

Однако такая конструкция трубы не избавляет трубопровод от постоянного воздействия горячей воды на внутреннюю поверхность стальной трубы и возникновению коррозии из-за периодических проскоков кислорода в сетевую воду (выше 50г/л), наличия в подпиточной воде коллоидной кремнекислоты (6 - 8г/л), повышенной бикарбонатной щелочности (выше 0,5мг-экв/л) и т.п.

В основе данного изобретения лежит решение задачи по усовершенствованию конструкции теплоизолированной трубы путем изменения числа и вида составляющих ее слоев, за счет чего обеспечивается увеличение коррозионной стойкости теплоизолированной трубы при одновременном уменьшении тепло- и гидравлических потерь при транспортировке по ней теплоносителя.

Указанная задача решена тем, что в теплоизолированной трубе, включающий коаксиально расположенные стальную несущую трубу, теплоизоляционный пенополиуретановый и гидроизоляционный слои, согласно изобретению, на внутреннюю поверхность стальной несущей трубы нанесен слой стеклокристаллической эмали, величина коэффициента теплопроводности которого определяется из выражения:

$$\lambda_{\text{тпу}} \leq \lambda_2 \leq 7 \lambda_{\text{тпу}}.$$

где λ_2 - коэффициент теплопроводности слоя стеклокристаллической эмали, Вт/м · К;

$\lambda_{\text{тпу}}$ - коэффициент теплопроводности слоя пенополиуретана, Вт/м · К.

Отличием предлагаемой трубы от прототипа является размещение на внутренней поверхности несущей трубы слоя стеклокристаллической эмали с указанным коэффициентом теплопроводности.

Техническим результатом от использования предлагаемой теплоизолированной трубы

является увеличение ее коррозионной стойкости с одновременным уменьшением тепло- и гидropотерь при транспортировке по ней теплоносителя.

Это достигается тем, что размещение указанного слоя на внутренней поверхности несущей стальной трубы позволяет практически полностью исключить коррозию под воздействием как горячей воды, так и в случае попадания кислорода в сетевую воду, характеризующую повышенной бикарбонатной щелочностью, так как слой стеклокристаллической эмали, коэффициент теплопроводности которой находится в указанном интервале, выдерживает агрессивное воздействие вызывающего коррозию теплоносителя не разрушаясь в течение длительного времени. Последнее предохраняет от коррозии стальную несущую трубу и исключает ее повреждение, что предотвращает увлажнение пенополиуретанового слоя и снижение его теплоизоляционных свойств. Поскольку слой стеклокристаллической эмали имеет гладкую блестящую поверхность, это приводит к уменьшению гидравлических потерь при транспортировке теплоносителя. Одновременно с этим, нанесение дополнительного слоя стеклокристаллической эмали за счет сравнительно низкого коэффициента теплопроводности также уменьшает тепловые потери.

На чертеже (фиг.) изображена предлагаемая конструкция теплоизолированной трубы, разрез.

Предлагаемая труба состоит из коаксиально расположенных несущего стального слоя 1, слоя стеклокристаллической эмали 2, теплоизолирующего пенополиуретанового слоя 3, гидроизоляционного слоя 4.

Причем дополнительный слой стеклокристаллической эмали 2 нанесен на внутреннюю поверхность несущей стальной трубы 1 и величина его коэффициента теплопроводности λ_2 определяется из выражения:

$$\lambda_{\text{тпу}} \leq \lambda_2 \leq 7 \lambda_{\text{тпу}}.$$

где λ_2 - коэффициент теплопроводности слоя стеклокристаллической эмали, Вт/м · К;

$\lambda_{\text{тпу}}$ - коэффициент теплопроводности слоя пенополиуретана, Вт/м · К.

На внутреннюю поверхность стальной трубы 1 наносят шликерным методом с последующим обжигом слой стеклокристаллической эмали 2 с коэффициентом теплопроводности, величина которого определяется из указанного выше выражения. Затем стальную трубу центрируют в гидроизоляционном слое 4 (стальной или пластмассовой трубе) и торцы закрывают крышками (не показаны) соответствующего размера, в которых имеются отверстия для заливки пенополиуретана. После отвердевания пенополиуретанового слоя труба готова к эксплуатации.

При транспортировке теплоносителя, например горячей воды, он непосредственно не воздействует на стальную трубу 1, защищенную слоем стеклокристаллической эмали 2 и коррозия несущего слоя не наблюдается. Одновременно за счет гладкой поверхности слоя стеклокристаллической эмали 2 снижаются гидравлические потери при транспортировке теплоносителя и, вследствие низкого коэффициента теплопроводности этого же слоя также снижаются тепловые потери при транспортировке теплоносителя.

В промышленных условиях были изготовлены теплоизолированные трубы по предложенной конструкции и по прототипу.

При этом наружный диаметр стальной трубы был равен 48мм, а толщина стенки составляла 3мм. Толщина слоя стеклокристаллической эмали была выбрана 0,7мм, теплоизоляционного пенополиуретанового слоя 53мм, а гидроизоляционный слой имел толщину - 3мм. Слой стеклокристаллической эмали наносили с разными коэффициентами теплопроводности (см. таблицу). Для получения стеклокристаллической эмали с различными коэффициентами теплопроводности в базовую эмаль 20Ц вводили различные, принятые в эмалировании добавки например, окислы, металлов, глины, полевые шпаты, известняки и т.п.

Пенополиуретан использовали производства Германии марки PUR-900 с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{плу} = 0,26 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$.

Теплоизолированные трубы устанавливали в байпасы действующей теплотрассы. С помощью профилометра-профилографа определяли высоту шероховатости поверхности слоя стеклокристаллической эмали и поверхности стальной несущей трубы без эмалевого слоя и рассчитывали по формуле коэффициент гидравлического трения

$$\lambda_{\text{гидр.трения}} = \left(\frac{K}{D_{\text{вн}}} + \frac{68}{Re} \right) \cdot 0,25$$

где K - средняя высота шероховатости;

$D_{\text{вн}}$ - внутренний диаметр трубопровода;

Re - коэффициент Рейнольдса (см. Теплотехнический справочник. Т.1. - М.: Энергия, 1975. - С.528).

Потери тепла в трубопроводе рассчитывали по формуле

$$\delta = \frac{2,75 D_n^{1,2} \lambda_{из}^{1,35} t_1^{1,73}}{\Delta q^{1,5}} \text{ мм},$$

где D_n - наружный диаметр стальной несущей трубы, мм;

t_1 - температура стенки неизолированного трубопровода, °С;

$\lambda_{из}$ - коэффициент теплопроводности теплоизоляции, Вт/м · К;

Δq - удельная тепловая потеря трубопровода, Вт/м · К (см. Теплотехнический справочник. Т.1. - М.: Энергия, 1975. - С.529).

Скорость коррозии определялась гравиметрическим методом (см. Справочник "Коррозия" / Под ред. Л.Л. Шрайера. - М.: Металлургия, 1981. - С.537 - 545).

Результаты сравнительных испытаний приведены в таблице.

Как видно из таблицы, при коэффициенте теплопроводности слоя стеклокристаллической эмали, величина которого соответствует предлагаемому выражению (см. табл., поз. №1, 2, 3), дополнительный слой на внутренней поверхности несущей трубы является гладким, плотным и блестящим. Он имеет низкий коэффициент гидравлического трения, что значительно снижает потери энергии на транспортировку теплоносителя по несущей трубе.

Скорость коррозии несущей стальной трубы примерно в 10 раз меньше скорости коррозии по отношению к прототипу (см. табл. поз. №6),

благодаря чему количество ремонтов трубопровода может быть значительно сокращено, что в целом резко уменьшает затраты на содержание трубопровода.

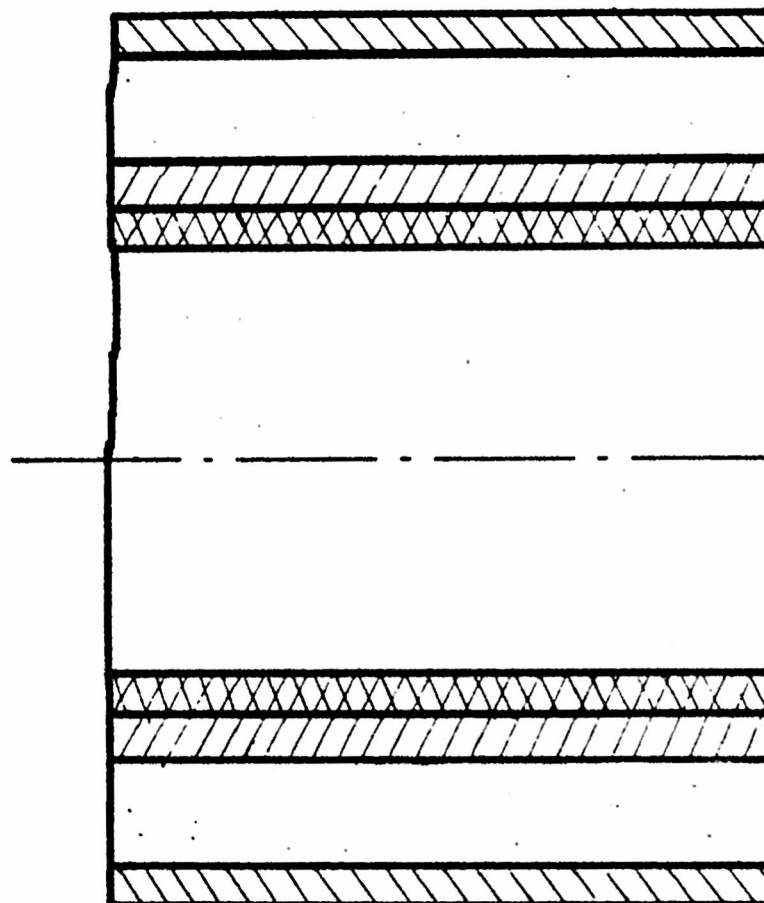
Одновременно, за счет низкого коэффициента теплопроводности стеклокристаллической эмали потери тепла снижаются в 1,2 раза, что позволит уменьшить мощность источника тепла, удлинить теплотрассу или увеличить количество потребителей тепла.

При значениях коэффициента теплопроводности слоя стеклокристаллической эмали меньше коэффициента теплопроводности пенополиуретана (см. табл., поз. №4) качество слоя стеклокристаллической эмали - низкое, он - пористый, шероховатый. Потери тепла уменьшаются незначительно, очень слабо защищает от коррозии, а вследствие шероховатости коэффициент гидравлического трения - увеличивается, что отрицательно сказывается на затратах по транспортировке теплоносителя.

При значениях коэффициента теплопроводности слоя стеклокристаллической эмали выходящего за верхний предел выражения (см. табл., поз. №5) качество покрытия также неудовлетворительное, поверхность - бугристая, неровная, шероховатая. Коэффициент гидравлического трения - высокий. От коррозии практически не защищает. В связи с высоким значением коэффициента теплопроводности потери тепла - близки к прототипу (см. табл., поз. №6).

Таким образом, предлагаемая конструкция теплоизолированной трубы по сравнению с прототипом уменьшает потери тепла, скорость коррозии и коэффициент гидравлического трения, что в целом может значительно снизить себестоимость отопления.

№ п/п	Коэффициент теплопроводности стеклоэмали $\lambda_э$, Вт/м·К	Скорость кор- розии, мм/год	Т р
1	$\lambda_э = 0,26$ ($\forall \lambda_э = \lambda_{нпу}$)	0,15	
2	$\forall \lambda_э = 0,91$ ($\lambda_э = 3,5 \lambda_{нпу}$)	0,05	
3	$\lambda_э = 1,82$ ($\forall \lambda_э = 7 \lambda_{нпу}$)	0,1	
4	$\lambda_э = 0,1$ ($\lambda_э < \lambda_{нпу}$)	0,8	
5	$\lambda_э = 2,2$ ($\lambda_э > 7 \lambda_{нпу}$)	0,9	2,15
6	—	1,0	2,25



Фиг.

Поз. № 1,2,3 – предлагаемая конструкция теплоизолированной трубы;
Поз. № 4,5 – конструкция теплоизолированной трубы с параметрами,
выходящими за предлагаемый интервал;
Поз. № 6 – конструкция теплоизолированной трубы по прототипу.

Поверхность
слоя стеклокри-
сталлической
эмали неров-
ная, шерохова-
тая, от
коррозии защи-
щает слабо,
гидро- и тепло-
потери близки
к прототипу