

Еще раз о ППУ изоляции

*Д.т.н. Г.Х. Умеркин, заведующий лабораторией тепловых сетей,
С.В. Романов, инженер, ОАО «Объединение ВНИПИэнергопром», г. Москва*

Россия с ее лютыми морозами заставляет коммунальные службы задумываться над вопросами о надежности систем теплоснабжения. При этом особое внимание уделяется надежности тепловых сетей.

В настоящее время в стране построено около 100 предприятий, производящих предизолированные трубопроводы в пенополиуретановой (ППУ) изоляции, технология изготовления которых пришла к нам из-за рубежа. Хотя в России такие теплопроводы производятся и эксплуатируются более 15 лет, правильность их применения при эксплуатации вызывает много вопросов. Авторы настоящей статьи постарались ответить на некоторые из них и будут благодарны читателям журнала, если они зададут другие интересующие их вопросы (вопросы можно присылать в редакцию - прим. ред.).

В соответствии с ГОСТ 30732-2001 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке» теплопроводы в ППУ изоляции могут применяться при теплоносителях с температурой до 130 ОС (допускается кратковременное повышение температуры до 150ОС). Несмотря на то, что количественное определение кратковременного повышения температуры теплоносителя до 150 ОС дано в приложении «Д» названного ГОСТа, для очень многих потребителей продукции и ее производителей этот вопрос относится к категории неясных.

Изоляционные конструкции теплопроводов эксплуатируются в условиях переменного температурного и влажностного режимов, обусловленных сезонными и суточными колебаниями температуры теплоносителя и изменениями влажности окружающей среды. В наиболее неблагоприятных условиях находятся теплопроводы бесканальной прокладки, конструкции которых имеют непосредственный контакт с грунтом.

Влияние температуры теплоносителя на прочность изоляционной конструкции и коррозионную стойкость трубопроводов обусловлены как абсолютными ее значениями, так и величинами амплитуды периодических колебаний температуры теплоносителя.

В большинстве водяных тепловых сетей России осуществляется качественное регулирование отпуска тепла, при котором температура воды в теплосети поддерживается в зависимости от температуры наружного воздуха.

Анализ графиков поддержания температуры воды в течение отопительного периода в ряде тепловых сетей показывает, что температура наружного воздуха меняется скачкообразно. За сутки температура теплоносителя может меняться 2-3 раза с амплитудой 15-30 ОС.

Колебания температуры могут оказывать существенное влияние на свойства теплоизоляционных материалов и конструкции теплопровода в целом. В таблице показана характерная зависимость температуры теплоносителя от температуры наружного воздуха за 1 год и 25 лет для средней полосы России. Применительно к ППУ следует рассматривать температуры теплоносителя при наружных температурах от минус 25 ОС до минус 34,9 ОС, когда она в подающем теплопроводе превышает 130 ОС. Суммарно эта величина может составить около 60 ч в году для средней полосы России.

Исследования, проведенные в ОАО «ВНИПИэнергопром», показали, что при температуре теплоносителя 150 ОС число часов работы применяемых в настоящее время пенополиуретановых систем без потери ими первоначальных физико-механических и теплофизических характеристик составляет 1500 ч.

Таблица. Характерная зависимость температуры теплоносителя от температуры наружного воздуха за 1 год и 25 лет для средней полосы России.

Температура наружного воздуха, °С	Температура теплоносителя, °С		Продолжительность стояния температуры наружного воздуха, ч	
	подающий трубопровод	обратный трубопровод	за 1 год	за 25 лет
-34,9 ÷ -30,0	150	70	11	275
-29,5 ÷ -25	150 ÷ 147,2	70 ÷ 69,1	49	1225
-24,5 ÷ -20	147,2 ÷ 133,7	69,1 ÷ 64,6	130	3250
-19,9 ÷ -15,0	133,7 ÷ 120,0	64,6 ÷ 59,8	332	8300
-14,9 ÷ -10	120,0 ÷ 105,9	59,8 ÷ 55,0	593	14575
-9,9 ÷ -5,0	105,9 ÷ 91,7	55,0 ÷ 49,8	940	23500
-4,9 ÷ 0	91,7 ÷ 77,1	49,8 ÷ 44,5	1238	30950
0,1 ÷ 5,0	77,1 ÷ 70	44,5 ÷ 41	3408	85200
5,1 ÷ 8,0	70	41	384	9600

Вместе с тем следует отметить, что производители пенополиуретановых композиций разработали новые более термостойкие пенополи-уретановые системы, которые могут успешно эксплуатироваться при температуре теплоносителя до 142ОС.

Учитывая тот факт, что в тепловых сетях различных российских городов проложены теплопроводы в ППУ изоляции, применение которых ограничено 130 ОС, следует, вероятно, рассматривать неизбежность старения пенополимерных композиций более ранних прокладок тепловых сетей при температурах теплоносителя выше 130ОС.

Одновременно необходимо обратить внимание на тот факт, что из-за ряда объективных причин температура теплоносителя у удаленных потребителей на 7-10ОС ниже, чем у источников тепла, а в некоторых случаях эта разница еще выше, что может привести к необходимости повышения температуры теплоносителя на источнике с тем, чтобы конечным потребителям обеспечить требуемые параметры.

Все изложенное выше подтверждает необходимость, в ряде случаев, перекладки магистральных тепловых сетей, способных долговременно работать при расчетных параметрах теплоносителя, следовательно, успехи разработчиков пенополиуретановых композиций в части повышения расчетных параметров пенополимерных систем будут востребованы незамедлительно.

Не исключается также применение многослойных конструкций теплопроводов, когда первый слой, прилегающий непосредственно к трубе, снизит температуру до 120-130 ОС.

Разработчики ППУ композиций [1], основываясь на имеющемся у них опыте, называют следующие критерии, используемые ими при определении долговечности:

- - падение кажущейся плотности ППУ;
- - снижение прочности при сжатии;
- - изменение окраски ППУ.

В качестве критерия отказа по прочности выбирается величина 0,3 МПа, которая определяется при проведении испытаний на 140,155 и 165 ОС.

Критерий отказа по падению кажущейся плотности ППУ определяется также при названных выше температурах величиной равной 60 кг/м3.

Испытания проводятся на фрагментах теплопроводов.

Изменения окраски ППУ в отличие от первоначальной определяется при указанных температурах и названных выше критериях.

ОАО «ВНИПИЭнергопром», имея многолетний опыт в разработке конструкций теплопроводов, а также испытаний существующих и вновь разрабатываемых теплопроводов, установил, что кроме названных критериев оценки долговечности следует

рассматривать критерий изменения теплопроводности.

Очень большое значение критерий теплопроводности имеет в случае проникновения в конструкцию влаги. Физико-математическая модель тепло- и влагопереноса в теплоизоляционных конструкциях бесканальных теплопроводов довольно подробно рассмотрена в работе [2], где ее численная реализация предусматривает аналитическое представление зависимости коэффициентов теплопередачи и диффузии влаги от потенциала переноса влаги.

Повышение теплопроводности изоляционной конструкции ведет к постепенному отказу теплоизоляционной конструкции теплопровода, которую можно представить зависимостью от времени, выражающую снижение теплоизоляционных свойств теплоизоляционной конструкции в процессе эксплуатации. Отсюда при заданной нормативной величине тепловых потерь можно определить долговечность теплоизоляционной конструкции.

Как показала практика эксплуатации тепловых сетей, допустимую величину тепловых потерь можно рассматривать как 1,10-1,15 от нормативных.

Исходя из этого рекомендуемая зависимость тепловых потерь бесканально проложенного теплопровода в ППУ изоляции в зависимости от срока эксплуатации в годах представлена на рисунке.



Выводы

Резюмируя изложенное, можно следующим образом рассматривать настоящие и будущие проблемы, связанные с ППУ изоляцией:

- ППУ изоляцию, нескорректированную по температуре, следует применять при температурах теплоносителя до 130 ОС;
- при температурах теплоносителя свыше 130 ОС рекомендуется применять многослойные конструкции теплопроводов, используя ППУ изоляцию в качестве второго слоя.

Литература

1. Зоммерфельд. Новые способы испытания для определения долговечности. Материалы симпозиума по применению полиуретана для трубопроводов. Владимир, 1986.
2. Петров-Денисов В.Г., Масленников Л.А. Процессы тепло- и влагообмена в промышленной изоляции. М.: Энергoатомиздат, 1983.

Журнал «Новости теплоснабжения» №4(80), 2007, <http://www.ntsni.ru>