

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТРУБОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Системи централізованого теплопостачання України сьогодні перебувають у критичному стані. Значний знос мереж, особливо трубопроводів, призводить до колосальних теплових втрат та значного підвищення тарифів для споживачів. Крім того, відсутність гарячого водопостачання в багатьох регіонах суттєво знижує якість життя населення. Одним з найбільш ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є масштабне впровадження попередньо ізольованих труб під час модернізації тепломереж. Ця технологія дозволяє практично повністю усунути теплові втрати під час транспортування теплоносія, що суттєво підвищить енергоефективність систем теплопостачання та зменшить навантаження на довкілля.

Ключові слова: енергоефективність, теплопровід, попередньо теплоізовані трубопроводи, системи теплопостачання, втрати тепла, конструкція «труба в трубі», пінополіуретан.

Abstract

The centralized heat supply systems of Ukraine are in a critical state today. Significant wear and tear of networks, especially pipelines, leads to colossal heat losses and a significant increase in tariffs for consumers. In addition, the lack of hot water supply in many regions significantly reduces the quality of life of the population. One of the most effective ways to solve this problem is the large-scale introduction of pre-insulated pipes during the modernization of heating networks. This technology makes it possible to almost completely eliminate heat losses during the transportation of the coolant, which will significantly increase the energy efficiency of heat supply systems and reduce the burden on the environment.

Keywords: energy efficiency, heat pipe, pre-insulated pipelines, heat supply systems, heat loss, "pipe-in-pipe" construction, polyurethane foam.

Вступ

Україна є країною з високим рівнем централізованого теплопостачання. Переважним способом прокладання теплових мереж є їх монтаж у непрохідних каналах з мінераловатною теплоізоляцією. Через зволоження застосовуваних матеріалів у процесі експлуатації теплозахисні властивості теплоізоляційних конструкцій різко знижуються, що призводить до втрат тепла в рази, що перевищує нормативні [1]. Найбільш ефективним вирішенням поставлених вище проблем є широке впровадження у практику будівництва теплових мереж з використанням трубопроводів з пінополіуретановою теплоізоляцією типу «труба в трубі». Застосування даної технології це потужний ривок уперед у розвитку систем теплопостачання та підвищення їх енергоефективності. Втрати тепла в трубах нової конструкції мінімальні. Сама конструкція «труба у трубі» дозволяє повністю виключити зовнішню корозію трубопроводу. Це надійність, довговічність, зниження до мінімуму витрат ручної праці під час будівництва та монтажу теплових мереж, а також значне зниження експлуатаційних витрат після запуску тепломережі в дію [2, 3].

Результати дослідження

Попередньо ізольовані пінополіуретаном труби і фасонні деталі являють собою тришарову систему, в якій внутрішня сталева труба, розташована центрована в оболонці, сприймає тиск і температуру транспортується теплоносія. Поліетиленова або сталева оцинкована оболонка сполучена пінополіуретановою ізоляцією з провідною трубою. Така попередньо ізольована труба є єдиною монолітною системою (рис. 1) [4, 5].

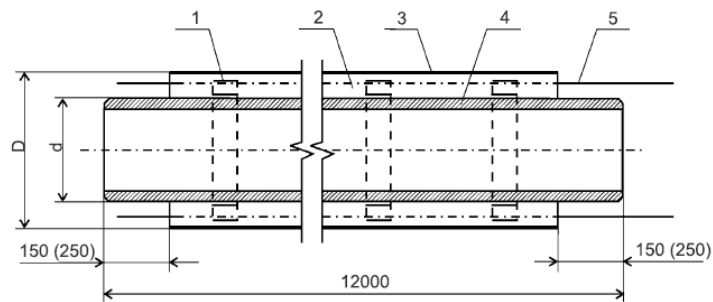


Рисунок 1 – Конструкція попередньо теплоізольованої труби: 1 – центруюча опора, 2 – ізоляція з пінополіуретану, 3 – труба-оболонка з поліетилену, 4 – сталева труба, 5 – провідник-індикатор системи оперативного дистанційного контролю за зволоженням теплоізоляції.

Провідна труба – це складовий елемент труб з ППУ ізоляцією кільцевого перерізу, виготовлений у заводських умовах, без застосування складальних операцій, по якому здійснюється рух теплоносія із заданими параметрами без зміни напрямку та організації руху теплоносія. В якості провідної труби можуть застосовуватися сталеві, мідні, полімерні та ін. труби [6].

Теплова ізоляція – це з'єднувальний компонент труб, виробів і арматури зі спіненого твердого поліуретану з теплоізоляційними і фізико-механічними властивостями за стандартом. Для забезпечення мінімальних втрат тепла при експлуатації теплотрас в якості теплоізоляційного матеріалу для температури теплоносія до 130 °С (короткочасні впливи до 150° С) використовується жорсткий пінополіуретан. Основні властивості пінополіуретану відповідають вимогам Європейського стандарту EN253. Пінополіуретановий теплоізоляційний шар виготовляється на основі двох хімічних озонезабруднюючих компонентів – поліола і ізоціаната, змішаних в пропорції згідно з технологічними інструкціями заводів-виготовлювачів компонентів. В результаті реакції утворюється однорідний матеріал з закритими порами. При теплоізоляції зварних стиків труб використовуються ті ж компоненти, що і в заводських умовах [6, 7].

Поліетиленова труба-оболонка – труба кільцевого перерізу з поліетилену марок ПЕ 63, ПЕ 80 і ПЕ 100. Складовий елемент труб, виробів та арматури трубопроводу, виготовлений у заводських умовах, який безпосередньо контактує із зовнішнім середовищем, захищає ізоляцію труб, виробів та арматури від проникнення вологи та зменшує термічні подовження провідної труби за рахунок сили тертя, що виникає між оболонкою та ґрунтом, при безканальному прокладанні трубопроводу.

Система сигналізації ушкоджень – автоматична система дистанційного попередження про наявність ушкодження провідної труби та (або) оболонки та визначення місця аварії трубопроводу з ППУ ізоляції, що діє на засадах зменшення електричного опору ізоляції між провідниками системи сигналізації на ушкодженію відрізьку трубопроводу.

Центруюча опора – деталь, що служить для коаксіальної фіксації взаємного положення провідної труби (провідного елемента виробів/арматури) і оболонки.

Технологічний процес виробництва попередньо ізольованих труб забезпечує хороше зчеплення між металевією трубою, пінополіуретановією ізоляцією і зовнішнією оболонкою. З цієї метою зовнішня поверхня сталевих труб попередньо обробляється в струменній установці, а на внутрішній поверхні поліетиленовієї оболонки створюється шорсткість за рахунок обробки коронним розрядом. Завдяки зв'язкам вся конструкція являє собою єдине ціле. Зовнішній вигляд труб з тепловою ізоляцією з пінополіуретану в поліетиленовієї трубі-оболонці зображено на рис. 2 [6, 7].

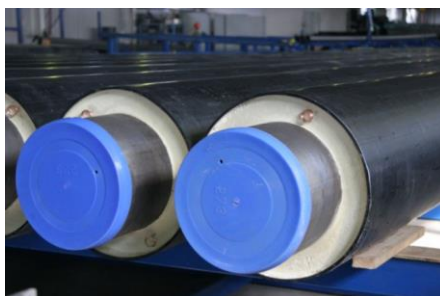


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд попередньо ізольованих труб

Порівняльний аналіз теплоізоляційних шарів трубопроводів

Одним із розповсюджених теплоізоляційних шарів трубопроводів систем тепlopостачання є мінеральна вата, проте сьогодні все ширше в якості теплоізоляції використовують пінополіуретан, який має вагому перевагу при захисту трубопроводів від корозії. До недоліків мінераловатної ізоляції відносяться: значні втрати тепла; погана гідроізоляція; висока можливість корозії; додаткові витрати на виробництво каналів; великі трудовитрати на пристрій ізоляції; неможливість контролю після нанесення ізоляції; незахищеність від вандалів.

Порівняльний аналіз техніко-екологічної ефективності при використанні в якості теплової ізоляції трубопроводів теплових мереж традиційних конструкцій з мінеральної вати та з пінополіуретану наведено у таблиці 1 [6 – 8].

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз теплової ізоляції трубопроводів

Показники	Мінеральна вата (перший рік експлуатації)	Мінеральна вата (другий-третій рік експлуатації)	Пінополіуретан (ППУ)
Коефіцієнт теплопровідності	0,05-0,07	0,1-0,15	0,02-0,03
Волога, агресивне середовище	Теплоізоляційні властивості втрачені, відновленню не підлягає		Стійкий, властивості не змінюються протягом терміну експлуатації (25 років)
Екологічна чистота	Алерген		Безпечний, дозволено застосування в житлових будинках
Фактичні теплові втрати	Нормативні	У 2-3 рази вище нормативних	У 2 рази нижче нормативних

Як видно з таблиці 1 по всім показникам пінополіуретанова ізоляція є набагато якіснішим варіантом теплової ізоляції для трубопроводів ніж мінеральна вата. Проведений порівняльний аналіз дає можливість виділити наступні переваги трубопроводів, що виконано з попередньо ізольованих труб:

1. Прокладання теплових мереж. Вартість прокладання 1 км теплових мереж діаметром 100 мм за традиційною технологією у непрохідних каналах складає, в середньому у два рази більше ніж трубопроводів такої самої конструкції, але безканальних з пінополіуретановою ізоляцією [1].

2. Питомі втрати теплових мереж. Однією з найбільших переваг попередньо ізольованих труб з пінополіуретановою ізоляцією є їх високий ККД, тобто малі питомі втрати теплоти при експлуатації. Завдяки герметичній гідроізоляції теплопроводів теплотехнічні якості теплоізоляції практично не змінюються при їх розміщенні у ґрунтах підвищеної вологості і ця особливість теплопроводів забезпечує підтримання високих теплозахисних характеристик теплоізоляції протягом всього опалювального періоду. При підтриманні температури теплоносія у подавальному теплопроводі мереж з пінополіуретановою ізоляцією у межах від 95 до 150 °С, ККД теплової ізоляції становить 99–97%, тобто питомі втрати теплоти через ізоляцію підтримуються на рівні 1–3%, що значно переважає нормативні тепловтрати теплових мереж у непрохідних каналах з мінеральноватною теплоізоляцією [2].

3. Експлуатація теплових мереж. Досвід експлуатації теплових мереж безканального прокладання з пінополіуретановою ізоляцією у країнах Західної Європи свідчить, що термін їх безаварійної експлуатації становить у середньому 30 років, а у деяких випадках і перевищує цей термін [3].

4. Поточний ремонт теплових мереж. Питомі річні витрати на поточний ремонт 1 км теплових мереж діаметром 100 мм в непрохідних каналах складають у середньому на 50% більше ніж ремонт безканальних попередньоізольованих трубопроводів такого ж діаметру [6].

Високі експлуатаційні параметри труби та фасонних виробів дозволяють забезпечити [2, 3, 6, 7]:

- втрати тепла при транспортуванні до 1,5-2% (такі незначні втрати тепла стали можливими завдяки сучасним технологіям виробництва попередньо ізольованих труб і, перш за все, процесу спінення поліуретану під дією циклопентана);

- термін експлуатації теплотраси 30-40 років (теплоізоляційні характеристики попередньо ізольованих труб незмінні впродовж усього терміну експлуатації, старіння металевої труби і гідроізоляційної оболонки відповідає міжнародним стандартам);

- зменшення капітальних витрат на 15-20%, експлуатаційних – в 9 разів, ремонтних – в 3 рази (експлуатація попередньо ізольованих трубопроводів не потребує профілактики, як наслідок - споживачі не потерпають від щорічних літніх відключень гарячого водопостачання; виникненню

аварійних ситуацій на теплотрасі запобігає система аварійної сигналізації; її вартість в межах 1, 5% від загальної вартості теплотраси);

- час безканальної прокладки теплотраси зменшується у 3-4 рази.

Як і кожне нове великомасштабне технічне рішення зазначена технологія має і свої певні недоліки. У цілому вона більш складна у порівнянні з традиційною і потребує значно точнішого дотримання вимог багатьох стандартів, які регламентують проектування, виготовлення елементів і будівництво інженерних мереж. Система оперативного дистанційного контролю за станом ізоляції мереж потребує висококваліфікованого обслуговування, ремонт ізоляції мереж значно складніший у порівнянні з каналною, вартість мереж з поліуретановою ізоляцією ще досить висока [1, 3, 8].

Висновки

Використання пінополіуретану в якості попередньої ізоляції сталевих трубопроводів теплових мереж забезпечує надійність та довговічність конструкції без погіршення показників протягом не менше 30 років. В результаті використання попередньоізольованих трубопроводів, в порівнянні з трубопроводами з традиційною теплоізоляцією, досягається:

- підвищення надійності теплопостачання споживачів завдяки зниженню механічних пошкоджень теплових мереж;
- скорочення термінів літніх відключень гарячої води;
- економія енергоресурсів від зниження фактичних втрат теплової енергії до нормативних значень;
- економія води на підживлення теплових мереж;
- економія експлуатаційних витрат на технічне обслуговування та аварійно-відновлювальні роботи;
- економія капітальних витрат при поточних та капітальних ремонтах теплових мереж традиційними способами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ВАТ “Завод сантехнічних заготовок”. Каталог виробів та рекомендації з використання і проектування. Система труб та деталей трубопроводів теплових мереж з тепловою ізоляцією з поліуретану та захисною оболонкою (друга редакція). – К.: Видавництво “Саксес – К”, 2003. – 159 с.
2. Саяпін В. П. Рекомендації по проектуванню попередньо ізольованих трубопроводів для безканальної прокладки теплових мереж. – Львів.: ВАТ “Енергоресурс”, 1999. – 86 с.
3. Шляхи зменшення енергозалежності України / О.І. Ободянська, К.Л. Харчилава // Енергоефективність в галузях економіки України: збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції (Вінниця, 12-14 листопада 2019 року) – 2019 – С. 250-252.
4. Трубопроводи попередньо теплоізольовані спіненим поліуретаном для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж : ДСТУ Б В.2.5 – 31:2007. – [Чинний від 2007–02–05]. – Київ : Мінбуд України, 2007. – 88 с.
5. Теплові мережі : ДБН В.2.5 – 39:2008. – [Чинний від 2009–05–02]. – Київ : Мінрегіон України, 2009. – 56 с.
6. Використання попередньо теплоізольованих трубопроводів при модернізації теплових мереж / О.І. Ободянська, О.О. Мазур // І науково-технічна конференція ФБТЕГП ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11735>
7. Теплопостачання: навчальний посібник / О. Д. Панкевич, О. І. Ободянська, О.В. Титко. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 110 с.
8. Слободян Н.М. Організація та технологія проектування систем теплогазопостачання та вентиляції: навч. посіб. / Н. М. Слободян, О. Д. Панкевич, О. І. Ободянська. – Вінниця, ВНТУ, 2016. – 110 с.

Ободянська Ольга Ігорівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Шкробот Богдан Сергійович – студент групи СМ-226 факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: bshkrobot1@gmail.com.

Молодюк Владислав Олександрович – студент групи СМ-226 факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: vladmolodiuk237@gmail.com.

Obodyanska Olha – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Shkrobot Bohdan - student group SM-22b of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vladmolodiuk237@gmail.com

Molodiuk Vladyslav - student group SM-22b of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national Technical University, e-mail: vladmolodiuk237@gmail.com