

МАТЕРІАЛИ ТРУБ ДЛЯ ВНУТРІШНІХ ГАЗОПРОВОДІВ: ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА УМОВИ ЗАСТОСУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У тезах розглянуто особливості застосування сталевих, металополімерних та мідних трубопроводів у системах внутрішньобудинкового газопостачання. Проаналізовано технічні характеристики труб із різних матеріалів, умови їх монтажу та експлуатації з урахуванням вимог безпеки й чинної нормативної бази України, гармонізованої з європейськими стандартами. Наведено порівняльну оцінку сталевих, металополімерних і мідних труб за показниками довговічності, корозійної стійкості, технологічності монтажу та економічної доцільності. Розглянуто основні способи з'єднання мідних труб – високотемпературне паяння та обтискне пресування. Обґрунтовано доцільність використання мідних труб у внутрішньобудинкових системах газопостачання з точки зору надійності, пожежної безпеки та скорочення строків монтажу.

Ключові слова: газопровід, внутрішньобудинкове газопостачання, сталеві труби, металополімерні труби, мідні труби, фітинги, високотемпературне паяння, обтискне пресування.

Abstract

The theses consider the specific features of using steel, multilayer metal-polymer, and copper pipelines in internal building gas supply systems. The technical characteristics of pipes made of different materials, as well as the conditions of their installation and operation, are analyzed with due regard to safety requirements and the current regulatory framework of Ukraine harmonized with European standards. A comparative assessment of steel, metal-polymer, and copper pipes is presented in terms of durability, corrosion resistance, installation technology, and economic feasibility. The main methods of joining copper pipes—high-temperature brazing and compression pressing—are examined. The feasibility of using copper pipes in internal building gas supply systems is substantiated from the standpoint of reliability, fire safety, and reduced installation time.

Keywords: gas pipeline, internal building gas supply, steel pipes, metal-polymer pipes, copper pipes, fittings, high-temperature brazing, compression pressing.

Вступ

Система внутрішньобудинкового газопостачання повинна відповідати найвищим вимогам надійної експлуатації через свою вибухо– та пожежонебезпечність. Трубопроводи є одним із основних елементів цієї системи. У роботі розглядаються три види труб для внутрішніх газопроводів: сталеві, металополімерні та мідні. Труби з різних матеріалів мають різні технічні характеристики, переваги та недоліки. Застосування труб для монтажу внутрішнього газопроводу повинно відповідати вимогам безпечної експлуатації. Сталеві труби знайшли широке застосування в тепло–, водо– та газопостачанні, а також у багатьох інших галузях промисловості та будівництва. Металополімерні труби, на відміну від сталевих, менш поширені; їх використання обмежене типом об'єкта, умовами експлуатації та характеристиками транспортованого середовища. Переважно металополімерні труби застосовують у системах водопостачання, опалення, каналізації, а також при прокладанні газопроводів, нафтопроводів і технологічних трубопроводів. Мідні труби застосовуються в будівництві протягом багатьох століть. Мідь є одним із найкращих провідників тепла; це легкий у обробці та пластичний матеріал. Мідні труби широко використовуються в різних інженерних системах: опаленні, гарячому та холодному водопостачанні, газопостачанні, кондиціонуванні. Їх застосовують під час транспортування рідкого палива для опалювальних котлів, у сонячних колекторах і батареях. У даному дослідженні проведено оцінку робіт, пов'язаних із монтажем труб із різних матеріалів. Подано також аналіз можливості використання мідних труб для зовнішніх газопроводів, що дозволяє скоротити строки монтажу та забезпечити високу якість системи газопостачання.

Результати дослідження

Газопостачання населених пунктів дає змогу поліпшити умови життя населення за умови забезпечення високої надійності теплопостачання. Роботи з газифікації житлових будинків мають масовий характер, що пов'язано з високим коефіцієнтом корисної дії газовикористовуючого обладнання та зменшенням забруднення навколишнього середовища під час спалювання газу [1–3].

Однією з необхідних умов застосування матеріалів і технологій у системах газоспоживання є відповідність встановленим нормативним вимогам [4, 5]. Для будівництва внутрішніх газопроводів можуть застосовуватися сталеві, багатошарові металополімерні та мідні труби. У житлових будинках використовується газове обладнання, що працює на низькому тиску газу. Трубопроводи прокладаються переважно по нежитлових приміщеннях. У разі неможливості прокладання іншим способом допускається прокладання в житлових приміщеннях, при цьому не допускається передбачати роз'ємні з'єднання та встановлювати арматуру. Діаметри газопроводів визначаються в результаті гідравлічного розрахунку, виходячи з допустимої швидкості руху газу та розрахункових втрат тиску. При перетині з конструкціями газопроводи прокладаються в гільзах.

Внутрішні газопроводи зазвичай прокладаються відкрито. Допускається приховане прокладання внутрішніх газопроводів у штрабі. При прихованому прокладанні газопроводів зі сталевих і мідних труб необхідно передбачати додаткові заходи щодо їх захисту від корозії, забезпечити вентиляцію каналів і доступ до газопроводу в процесі експлуатації. Приховане прокладання газопроводів із багатошарових металополімерних труб повинно виконуватися з подальшим оштукатурюванням стін. Труби в штрабі повинні бути прокладені монолітно або вільно.

Сталеві труби для систем газопостачання відрізняються за способом виготовлення:

- електрозварні прямошовні та спіралешовні,
- безшовні, що не мають зварного шва або іншого з'єднання.

Розрізняють такі сталеві труби:

- водогазопровідні (ВГП) – ДСТУ 8936:2019
- електрозварні: прямошовні та спіралешовні – ДСТУ EN 10217–2:2015,
- профільні: квадратні, прямокутні, овальні – ДСТУ EN 10219–1:2009,
- безшовні: гарячедеформовані та холоднодеформовані – ДСТУ EN 10216–2:2022,
- спеціального призначення, виконані за технічними умовами виробника.

Для захисту від корозії сталеві газопроводи всередині будівель фарбуються. Сталеві труби для внутрішніх газопроводів житлових будинків переважно виготовляються за ДСТУ 8936:2019 «Труби сталеві водогазопровідні», при цьому товщина стінки повинна бути не менше 2 мм.

Багатошарові металополімерні труби містять два або більше шарів: полімерну трубу, армуючий металевий каркас або алюмінієву фольгу. Міжнародне маркування – PEX–AL–PEX, що означає: шар зшитого поліетилену, обгорнутий алюмінієвою фольгою, і ще один шар зшитого поліетилену [6].

Застосування мідних і багатошарових металополімерних труб допускається для газопроводів із тиском IV категорії (підключення газовикористовуючого обладнання низького тиску) [7]. Багатошарові металополімерні газопроводи дозволяються в одноквартирних житлових будинках висотою до трьох поверхів. З'єднання труб повинні бути нероз'ємними; роз'ємні з'єднання допускаються лише в місцях підключення обладнання та технічних пристроїв [8]. Основним нормативним документом є ДСТУ EN 12201 та ДСТУ EN 1555. Допустима температура експлуатації – до 95 °С. Металополімерні труби діаметром 10–63 мм відносяться до першої групи, 75–110 мм – до другої групи за габаритами перерізу.

Мідні труби для внутрішніх газопроводів повинні відповідати ДСТУ EN 1057:2010. Фітинги з міді та мідних сплавів – ДСТУ EN 1254–1/2/3:2022. З'єднання труб і фітингів пресуванням виконуються за ДСТУ EN 12266–1/2:2009, а пайка – за ДСТУ EN 1254–1:2022. Мідні труби виготовляються діаметром 3–360 мм зі стінкою 0,8–10 мм, для внутрішніх газопроводів – не менше 1 мм. Труби можуть бути відпалені (м'які) або невідпалені (тверді). Відпалену трубу можна вільно гнути без заломів.

Для газопроводів–вводів, розташованих на приватній території, можна передбачати зовнішню надземну прокладку мідних газопроводів при їх довжині не більше 50 м та номінальному зовнішньому діаметрі труб не більше 64 мм. Підземне прокладання мідних газопроводів–вводів допускається передбачати при їх довжині не більше 100 м та номінальному зовнішньому діаметрі від 54 до 267 мм включно [9].

При підземному прокладанні мідного газопроводу-вводу по всій довжині траншеї слід передбачати пристрій піщаного підсипання під газопровід товщиною не менше 0,1 м та його присипання піском не менше ніж на 0,2 м до верху труби. На глибині не менше 0,5 м від верху труби по всій довжині траншеї має бути прокладена попереджувальна сигнальна поліетиленова стрічка жовтого кольору.

У місці виходу із землі мідний газопровід-вводу слід укладати у захисний футляр (сталевий, склопластиковий та ін.), стійкий до зовнішніх механічних впливів. Щоб уникнути електрохімічної корозії, сталевий захисний футляр не повинен мати гальванічного зв'язку з мідним трубопроводом.

Підземний газопровід-ввід з мідних труб повинен бути захищений від корозії ізоляційним покриттям посиленого типу, нанесеним у заводських або базових умовах. Антикорозійний захист стиків виконується в трасових умовах тими ж матеріалами, що і трубопроводи, або іншими, еквівалентними за своїми захисними властивостями. Для запобігання електрохімічній корозії підземного мідного газопроводу-вводу рекомендується передбачати пристрій протекторного захисту.

До основних способів монтажу трубопроводів з міді відносяться високотемпературне паяння стиків та обтискне пресування [10, 11]. Метод паяння застосовується за можливості нагріти трубу до температури плавлення припою – металевого дроту. Нагрівання проводиться газовим пальником, який розігріває місце контакту до температури плавлення припою. Спрощено цей процес виглядає так: труба очищається від оксидної плівки і вставляється у фітинг, очищений таким же чином. До місця контакту підводиться працюючий пальник, в полум'ї якого нагрівається припій. Після розігріву припою його «ліплять» на місце стику і, продовжуючи гріти, обертають довкола труби.

Пресування стиків є більш простою операцією, яка виконується за наступною схемою: торець труби підрізають під кутом 90° центральної осі трубопроводу і знімають внутрішню фаску. Зовнішній бік труби шліфується наждачним папером, далі розбирається фітинг. Від фітинга відокремлюють монтажну гайку та пояс ущільнювача. Гайку та пояс надягають на трубу. Трубу надягають на штуцер фітинга і фіксують місце з'єднання поясом ущільнювача. Фітинг фіксують у лещатах або затискають розсувним ключем. Після цього на різьбовий торець фітинга накручують монтажну гайку, яка спресовує трубу та штуцер фітингу. В обох випадках використовуються спеціальні фітинги для з'єднання мідних труб.

Основною перевагою мідних труб є їхня довговічність. Мідні труби можуть служити в 2–3 рази довше за сталеві. Мідь тьмяніє від часу, покриваючись нерозчинною захисною плівкою. Естетичний зовнішній вигляд незакритих комунікацій, простота монтажу, що не потребує зварювання, також можуть бути вирішальною властивістю для споживача при виборі матеріалу внутрішньобудинкових газопроводів. Мідні труби мають високу механічну міцність. До недоліків мідних труб відноситься прискорене руйнування при взаємодії з кислими середовищами, наприклад, з вуглекислим газом. Висока вартість матеріалу може бути обмежуючим фактором масового застосування мідних труб. Вартість одного погонного метра мідної труби вища за вартість сталевий водогазопровідної більш ніж у 3 рази.

При порівнянні внутрішніх сталевих газопроводів із мідними можна відзначити, що сталеві газопроводи вже добре зарекомендували себе. Сталеві газопроводи забезпечують надійну експлуатацію за правильних умов експлуатації та на сьогоднішній день переважають у внутрішньобудинковому газопостачанні. Такий недолік сталевих труб, як схильність до корозії, при правильній експлуатації не призводить до порушення роботи системи газоспоживання. Мідні трубопроводи стійкі до корозії і вимагають фарбування зовнішньої поверхні. Їх основною перевагою є надійність, тривалий термін експлуатації та простота монтажу. Монтаж мідних трубопроводів для внутрішньобудинкового газопостачання здійснюється у більш короткий термін, ніж сталевих. Відсутність зварювальних робіт під час будівництва мідних газопроводів усередині приміщення з оздобленням забезпечує пожежну безпеку. Продуктивність при монтажі мідних газопроводів зростає у 2–3 рази. Загалом з урахуванням вартості матеріалів та будівельно-монтажних робіт будівництво мідного газопроводу коштує приблизно вдвічі дорожче порівняно зі сталевим.

Висновки

Внутрішньобудинкові газопроводи можуть виготовлятися зі сталевих, металополімерних та мідних труб, кожен матеріал має свої переваги та обмеження. Сталеві труби забезпечують надійність і тривалий строк служби, але потребують захисту від корозії. Металополімерні труби легкі та зручні в монтажі, проте їх застосування обмежене. Мідні труби відзначаються довговічністю, стійкістю до

корозії, скорочують строки монтажу та не потребують зварювання, що підвищує пожежну безпеку, але мають вищу вартість. Вибір матеріалу слід здійснювати з урахуванням нормативних вимог (ДБН, ДСТУ, EN), умов експлуатації та економічної доцільності. Загалом, мідні труби забезпечують максимальну ефективність і довговічність системи газопостачання, а сталеві – економічну вигідність при масовому використанні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інженерне обладнання будинків і споруд. Газопостачання: ДБН В.2.5-20-2018 – [Чинний від 2019–07–01]. – К. : Держбуд України, 2019. – 207 с. – (Національний стандарт України).
2. Правила безпеки систем газопостачання: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – Офіц. Вид. – К., 2015 р. – 68 с.
3. Система газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії: ДСТУ Б В.2.5-29:2006 – [Чинний від 2006–08–01]. – К. : Мінбуд України, 2006. – 88 с. – (Національний стандарт України).
4. Сучасні та інноваційні технології в безпеці газопостачання: монографія / В. С. Сідак, В. М. Супонев, Ю. Ф. Бронеvський; за заг. Ред. В. С. Сідака; Харків. Нац. Ун-т міськ. Госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 433 с. ISBN 978-966-695-368-4.
5. Ратушняк Г. С. Управління змістом проєктів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободяньська. – Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.
6. Predun K. Using fuzzy logic elements to assess the quality of natural gas / K. Predun, U. Franchuk, O. Obodyanska // The scientific heritage. – Budapest, Hungary – 2021. – №1(73). – P. 45–52.
7. Енергетична безпека газотранспортної системи України / О.І. Ободяньська // Енергоефективність в галузях економіки України: збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції (Вінниця, 12-14 листопада 2019 року) – 2019 – С. 247-249.
8. Засоби підвищення енергоефективності газових мереж населених пунктів / О.І. Ободяньська, О.А. Іванов // Енергоефективність в галузях економіки України: збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції (Вінниця, 12-14 листопада 2019 року) – 2019 – С. 253-255.
9. Енергетична безпека газотранспортної системи України / О.І. Ободяньська // Енергоефективність в галузях економіки України: збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції (Вінниця, 12-14 листопада 2019 року) – 2019 – С. 247-249.
10. Принципи забезпечення енергоефективності газотранспортної системи / О.І. Ободяньська // Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність в галузях економіки України» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20591>.
11. Слободян Н.М. Організація та технологія проєктування систем теплогазопостачання та вентиляції: навч. Посіб. / Н. М. Слободян, О. Д. Панкевич, О. І. Ободяньська. – Вінниця, ВНТУ, 2016. – 110 с.

Ободяньська 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.

Старокож Андрій Володимирович – студент групи СМ-22бз факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету.

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.

Starokozh Andrii – student group SM-22bz of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsa National Technical University.