

СПОСОБИ З’ЄДНАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ

© Мацієвська О.О., 2004

Наведено класифікацію способів з’єднання полімерних труб. Зокрема описано способи виконання з’єднань: розтрубних за допомогою ущільнювальних кілець, клейових за допомогою торцевого та розтрубного зварювання, фланцевих, електрозварювальних, різьбових.

In this article classification of methods of connecting of polymeric pipes is presented. Methods of connecting, such as ring seal joint, adhesive joint, collar and end-face welding, flanged, electric welded and screwed joint, are described.

Постановка проблеми. Сьогодні на ринку будівельних матеріалів запропоновано величезний вибір полімерних труб, зокрема із: поліетилену (ПЕ), пропілену (ПП), полівінілхлориду (ПВХ), хлорованого полівінілхлориду (ХПВХ) тощо. Полімерні трубопроводи заслужено набувають все більшої популярності в системах тепло-, водо-, газопостачання та водовідведення. Це пояснюється унікальними властивостями та безперечними перевагами полімерних матеріалів над металами [1–6]. Хоча кожна фірма-виробник полімерних виробів пропонує споживачам системний продукт – труби, фітинги, кріпильні елементи тощо, у літературі до сих пір чітко не наведено класифікації методів з’єднання полімерних труб [2–5].

Мета роботи – класифікація способів з’єднання полімерних трубопроводів, які працюють у безнапірному та напірному режимах. Окреслено також умови якісного виконання таких з’єднань.

Виклад основного матеріалу. Деякі типи з’єднань можуть передавати зусилля в поздовжньому напрямку, тоді як інші, наприклад, гумові муфти, не передають їх (табл. 1, 2). При переході від ділянки полімерних труб зі стиковими з’єднаннями, що здатні передавати розтягувальні зусилля, до ділянки зі з’єднаннями, що не можуть їх сприйняти, точки приєднання повинні бути фіксованими. Інакше виникне небезпека, що в цьому місці з’єднання розгерметизується при функціонуванні трубопроводу.

Таблиця 1

Найчастіше застосовувані типи стикових з’єднань безнапірних трубопроводів

Тип з’єднання	Матеріал труби			Можливість передачі розтягувальних зусиль
	ПВХ	ПЕ	ПП	
Муфти та розтруби з ущільнювальними кільцями	х	х	х	ні
Клейове з’єднання	х	—	—	так
Торцеве зварювання	—	х	х	так
Електрозварювання	—	х	х	так
Різьбове з’єднання	—	х	х	так
Усадкові муфти	х	х	х	ні

Таблиця 2

Найчастіше застосовувані типи стикових з’єднань напірних трубопроводів

Тип з’єднання	Матеріал труби			Можливість передачі розтягувальних зусиль
	ПВХ	ПЕ	ПП	
Муфти та розтруби з ущільнювальними кільцями	х	—	—	ні
Клейове з’єднання	х	—	—	так
Торцеве зварювання	—	х	х	так
Електрозварювання	—	х	х	так
Фланцеве з’єднання	х	х	х	так
Різьбове з’єднання	—	х	х	так

Муфти та розтруби з ущільнювальними кільцями. З'єднання за допомогою муфти або розтрубу з ущільнювальним кільцем – найбільше розповсюджено для труб із ПВХ (рис. 1) [5]. Ущільнювальні кільця виготовляють із синтетичної гуми. Вибір матеріалу ущільнювачів диктується типом транспортованого середовища. Ущільнювальні кільця не сприймають розтягувальних зусиль, тому за необхідності в таких місцях встановлюють спеціальні фіксуєчі з'єднувачі.

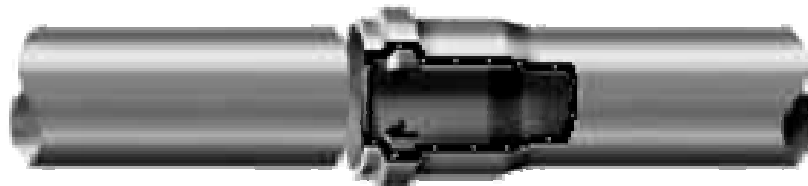


Рис. 1. Розтрубне з'єднання труби за допомогою ущільнювального кільця

Клейове з'єднання. Труби та фітинги із ПВХ з'єднують за допомогою агресивних клеїв. Склеювання полягає у взаємопроникненні (дифузії) матеріалу з'єднуваних поверхонь, які внаслідок цього перетворюються в моноліт [4].

Розрізати труби зручніше спеціальними ножицями, а труби більших діаметрів – роликівими ножицями. Також можна застосовувати ножівку до металу, розпилюючи трубу перпендикулярно до її осі. З кінців труб потрібно зняти фаску, щоб запобігти потраплянню клею у фітинг при монтажі інженерних системи. Після цього сухою ганчіркою очищують кінці труб від забруднення.

Наступний етап – попередній підбір з'єднувальних елементів. Труба має вільно входити не більше ніж на 2/3 довжини гнізда фасонної частини. Перед склеюванням з'єднувані поверхні слід обробити очисником для повного очищення та пом'якшення, що полегшує проникнення клею вглиб матеріалу.

Не даючи очиснику висохнути, приступають до склеювання – покривають клеєм внутрішню поверхню труби і тоншим шаром – гніздо фітинга. Після нанесення клею трубу вставляють до упору у фітинг й прокручують на 1/4 оберту. У такому положенні частини притримують протягом 15–30 с. Надлишок клею витирають ганчіркою. Клей на поверхню труби та гніздо фітинга наносять протягом 1 хв. В іншому разі відбувається так зване “сухе” склеювання. При правильному склеюванні на трубі навколо з'єднання утворюється ободок з клею. Якщо з'єднання не склеїлось (наприклад, внаслідок дуже швидкого висихання клею), поверхню труби потрібно покрити ще раз тонким шаром клею й заново вставити в гніздо фітинга. Час, за який клеєне з'єднання набуває експлуатаційної міцності, залежить від температури повітря та від діаметра труби та фітинга: за температури 15–40 °С для труб діаметром до 1¼" – 1 год, 1½–3" – 2 год, 4–8" – 6 год; за температури 5–15 °С для труб діаметром до 1¼" – 2 год, 1½–3" – 4 год, 4–8" – 12 год; за температури -20–5 °С для труб діаметром до 1¼" – 3 год, 1½–3" – 16 год, 4–8" – 48 год.

Через час, вказаний вище, можна проводити випробовування системи на герметичність (при тиску 1 МПа). За вологості повітря понад 60 % час, через який можна проводити випробовування системи, збільшують на 50 %.

Торцеве зварювання. Торцеве зварювання застосовують для труб діаметром до 1600 мм включно. Зварювання здійснюють за допомогою зварювального апарата.

Кінці труб центрують і затискають в апараті, після чого торцеву поверхню труб вирівнюють і очищають. Далі кінці труб притискають до гарячих поверхонь металевого дзеркала. Після оплавлення торців труб, дзеркало забирають, а кінці труб щільно притискають. Частина оплавленого полімеру при цьому витискається назовні, утворюючи кільцеве потовщення шва, яке зазвичай не видаляють.

Міцність зварного з'єднання залежить від того, як проведене зварювання. Чистота зварювальних поверхонь так само важлива, як і дотримання необхідних зварювальних параметрів. До найважливіших параметрів належать: температура зварювального дзеркала, тиск в затискному пристрої апарата, тривалість нагрівання торців труб, час видалення зварювального дзеркала, зусилля стискання кінців труб, тривалість охолодження зварного шва.

Значення робочих параметрів зварювання залежать від виду матеріалу, розміру труб і температури навколишнього середовища.

Зварювання труб врозтруб. За допомогою розтрубного зварювання контактним нагріванням виконують нерознімні з'єднання труб і фітингів із поліетилену, поліпропілену, полібутилену із зовнішнім діаметром до 125 мм [6]. Зварювання врозтруб базується на одночасному оплавленні дорном нагрівального інструмента тонкого шару внутрішньої поверхні розтруба і гільзою – зовнішньої поверхні кінця труби. Після цього кінець труби швидко всувають в розтруб (рис. 2, 3).

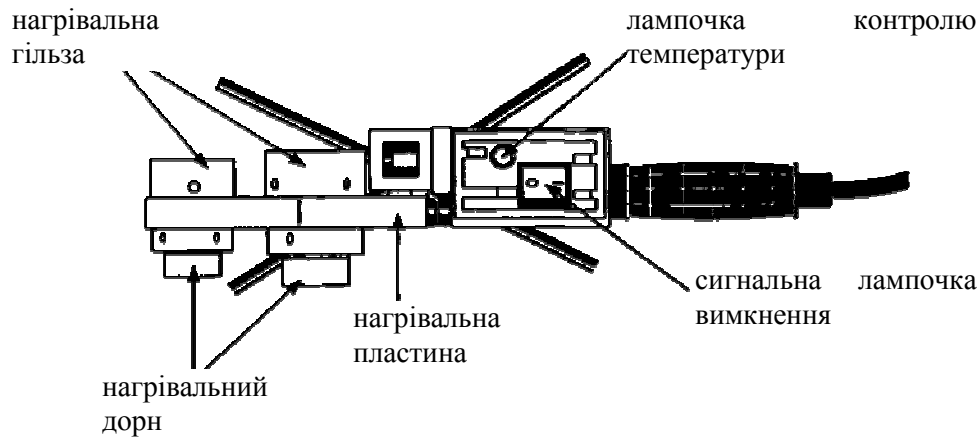


Рис. 2. Нагрівальний інструмент

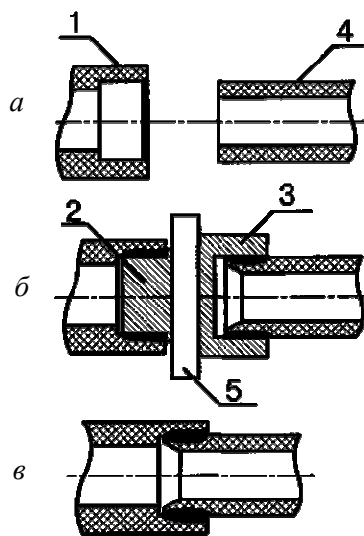


Рис. 3. Схема зварювання труб нагрівальним інструментом:

а – підготовка до зварювання; б – оплавлення поверхонь з'єднуваних деталей;
в – готове з'єднання; 1 – полімерна труба; 2 – дорн (нагрівник для муфти);
3 – гільза (втулка для нагрівання труби); 4 – полімерна труба; 5 – нагрівник

Щоб забезпечити щільне прилягання з'єднуваної поверхні до нагрівального інструмента, внутрішній діаметр гільзи за температури зварювання повинен бути дещо меншим від мінімального зовнішнього діаметра труби, а зовнішній діаметр дорна – дещо більшим за номінальний внутрішній діаметр розтруба. Тому в холодному стані кінець труби неможливо всунути в розтруб фітинга. Діаметр гільзи нагрівного інструмента приймається на 0,2–0,7 мм більшим, ніж зовнішній діаметр дорна. При насуванні деталей на нагрівальний інструмент зайвий матеріал знімається його кромками. Зовнішній діаметр труби повинен бути більший за внутрішній діаметр розтруба.

Для різання труб використовують спеціальні пристрої, що уможливають гладкий зріз, перпендикулярний до осі труби, а саме: ножиці, труборізи з різальними дисками та гільйотинні труборізи. Для зняття фаски із зовнішньої та здирків на внутрішній кромці торців труб – ручний або тунельний фаскознімач. Для полегшення зварювання зовнішню кромку труби зрізують під кутом 15°. При зварюванні труб з антидифузійним алюмінієвим шаром необхідно зняти захисний шар алюмінію. Після зняття зовнішньої фаски на трубу наносять мітку або встановлюють обмежувальний хомут. Мітку наносять на відстані від торця труби, що дорівнює глибині розтруба фітинга плюс 2 мм для труб діаметром до 20 мм і 3 мм для труб більшого діаметра. Після з'єднання оплавлених деталей мітку має бути видно (табл. 3).

Таблиця 3

Глибина розтруба і відстань від торця труби до мітки

Зовнішній діаметр труби, мм	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125
Глибина розтруба, мм	13	15	16	18	20,5	23,5	27,5	30	33	37	40
Відстань до мітки, мм	15	17	19	21	23,5	26,5	30,5	33	36	40	43

Оптимальні режими зварювання за температури зварювального нагрівача 260 °С наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Технологічні параметри зварювання врозруб (за температури повітря 20 °С)

Номінальний зовнішній діаметр, мм	Час, с		
	оплавлення (з моменту повного всунення деталей в робочі елементи нагрівального інструмента)	технологічної паузи (після зняття оплавлених деталей із зварювального пристрою до моменту стику оплавлених деталей)	охолодження (після стику оплавлених деталей до прикладання монтажних зусиль)
16	5	4	120
20	6	4	120
25	7	4	120
32	8	6	240
40	12	6	240
50	18	6	240
63	24	8	360
75	30	8	360
90	40	8	480
110	50	10	480

Отримане з'єднання охолоджується повільно природним шляхом. Повним охолодженням є стан, коли температура розплаву в зварному шві не перевищує 70 °С.

Фланцеві з'єднання. Фланцеві з'єднання виконують шляхом токарної заготовки або лиття фланцю і його торцевого зварювання до труби (рис. 4).

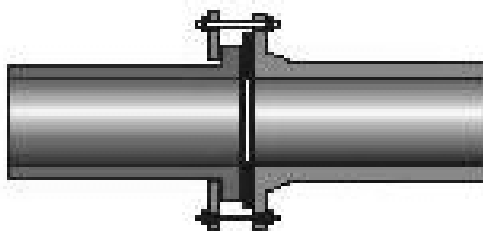


Рис. 4. Фланцеве з'єднання

Фланцеві з'єднання фасонних елементів і арматури здійснюють з дотриманням таких вимог:

- фланцеві з'єднання встановлюють перпендикулярно до осі труби;
- з'єднувані площини фланців повинні бути рівними, гайки болтів повинні бути розташовані на одному боці з'єднання; болти затягують рівномірно хрест-навхрест;
- не допускається усувати перекоси фланців шляхом встановлення скошених прокладок або підтягуванням болтів;
- зварювання стиків, суміжних з фланцевими з'єднаннями, виконують лише після рівномірного затягування всіх болтів на фланцях.

Електрозварювальне з'єднання. Електрозварювальне з'єднання застосовують для труб діаметром до 630 мм включно. Для зварювання використовують спеціальні муфти, всередину яких вмонтовано металеву спіраль (рис. 5).

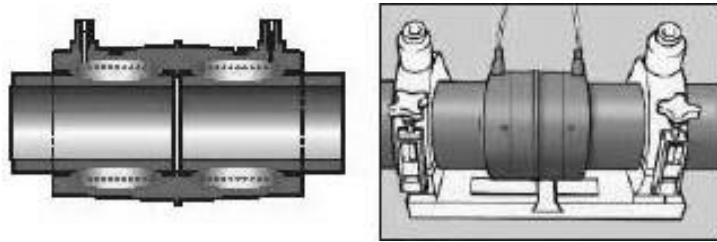


Рис. 5. Схема виконання електрозварювального з'єднання

Трубу і муфту при під'єднанні металевого проводу до джерела струму розігрівають так, що матеріал зовнішньої поверхні труби і внутрішньої поверхні муфти розплавляються. Муфта при нагріванні дещо зменшується у діаметрі, завдяки чому вона добре контактує з трубою. Внаслідок цього відбувається сплавлення поверхонь. Правильно проведене електрозварювання (головна умова – чистота) забезпечує таку ж саму міцність з'єднання, як і торцеве зварювання.

Різьбові з'єднувачі. Різьбові з'єднувачі застосовують переважно для з'єднання труб діаметром до 75 мм. Матеріал виготовлення з'єднувачів – латунь або пластмаса. Деякі види цих пристроїв мають внутрішні ущільнювальні прокладки або патрубки. При виконанні з'єднання фітінг стягується і ущільнюється, що забезпечує герметичність стику.

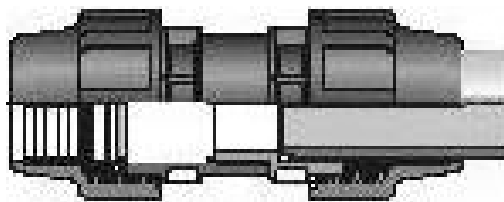


Рис. 6. Різовий з'єднувач

Висновки. Для розробки науково-обґрунтованих рекомендацій стосовно монтажу безнапірних і напірних трубопровідних систем, слід, насамперед, враховувати, який спосіб з'єднання має бути застосований в кожному конкретному випадку. Правильне виконання з'єднань полімерних трубопроводів гарантує безпеку експлуатації систем тепло-, водо-, газопостачання та водовідведення.

1. Furtak L., Rabiej S., Wild J. *Warunki techniczne wykonania i odbioru rurociągów z tworzyw sztucznych.* – Warszawa: Polska korporacja techniki sanitarnej, grzewczej, gazowej i klimatyzacji, 1996. – 220 s. 2. Maslyk Z., Majka B., Niewodowski J. *Instrukcja projektowania, wykonania, odbioru oraz eksploatacji instalacji rurociągowych z niezmiekczonego polichlorku winylu i polietylenu.* – Jasło: Gamrat. – 120 s. 3. Puczniewski B., Wittels P. *Instrukcja projektowania, budowy i napraw instalacji i sieci wodociagowych dla wody zimnej z rur cisnieniowych z nieplastyfikowanego polichlorku winylu – PVC.* –

Zory: Oldprint, 1995. – 186 s. 4. System instalacyjny PVC-C/PVC-U. Poradnik instalatora z katalogiem NIBCO. – 2003. – 38 s. 5. Systemy wodociagowe z PE i PVC – Рекламні матеріали фірми Pipelife Polska S.A. 6. Павлов Л.Д., Бухин В.Е. Сварка пластмассовых труб в раструб нагретым инструментом // Трубопроводы и экология. – 2001. – № 4. – С. 29–33.

УДК 666.972.16

М.І. Мовчан, Г.Г. Бігун

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра автомобільних шляхів

ВПЛИВ ДОБАВОК ЙОДУ Й НАФТАЛІНУ НА В'ЯЗКІСТЬ І ПОВЕРХНЕВИЙ НАТЯГ РОЗПЛАВУ СІРКИ

© Мовчан М.І., Бігун Г.Г., 2004

Наведено результати досліджень впливу добавок йоду й нафталіну на фізико-хімічні показники розплаву сірки: в'язкість і поверхневий натяг.

This article presents the research results of the influence of iodine and naphthalene additives on physiochemical characteristics of sulfur melt – viscosity and interfacial tension.

Вступ. Значне підвищення фізико-механічних показників і поліпшення експлуатаційних властивостей бетонних виробів може бути досягнуте шляхом просочення бетону розплавом сірки. При цьому підвищується щільність бетону, зменшується його водопоглинання і значно зростає міцність. При вакуумуванні виробів перед просоченням можна одержувати бетоносіркополімери з міцністю при стиску 140 і при згині 25 Мпа і більше [1, 2].

Фізико-хімічні властивості сірки та її розплаву задовольняють вимоги, що висуваються до композицій, які використовуються для просочення [3]. Порівняно невисока в'язкість розплаву, хороше змочування поверхні бетону, низька температура плавлення й кристалізації сірки [4] дозволяють використовувати її для просочення пористих матеріалів. Твердіння сірки в поровому просторі матриці відбувається під час охолодження виробу після просочення до температури навколишнього середовища і не вимагає застосування спеціальних прийомів і обладнання.

Для підвищення довговічності і біологічної стійкості бетонів, просочених сіркою, дослідники пропонують вводити в розплав йод і нафталін [5–7]. У цій літературі наведені дані про вплив добавок даних речовин на максимальну в'язкість розплаву композицій при температурі 158 °С і вище. Обробку виробів проводять в інтервалі 125...155 °С, тому для розробки технології просочення матеріалів необхідно вивчити вплив названих добавок на фізико-хімічні властивості розплаву сірки в межах робочих температур.

Методика досліджень. Кінематичну в'язкість розплаву сірки та сірчаних композицій визначали за допомогою капілярного скляного віскозиметра ВПЖ-1, який розміщали в термостаті. Необхідну температуру рідини в термостаті підтримували автоматичним регулятором у комплекті з контактним термометром. Відхилення температури від заданої протягом дослідів не перевищувало ± 1 °С.

Вимірювання в'язкості за допомогою такого віскозиметра ґрунтується на визначенні часу витікання через капіляр певного об'єму розплаву [1]. Кінематичну в'язкість розплаву сірки та сірчаних композицій розраховували за формулою

$$\nu = k\tau, \quad (1)$$

де k – константа віскозиметра, $\text{м}^2/\text{с}^2$; τ – час витікання розплаву сірки, с .

Динамічну в'язкість розплаву можна розрахувати за формулою

$$\eta = \nu\rho, \quad (2)$$

де ρ – густина розплаву, $\text{кг}/\text{м}^3$.