

ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ В ІНЖЕНЕРНІЙ ПРАКТИЦІ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Хоружий В.П., Козьмініх Л.С. (Одеська державна академія будівництва та архітектури)

В статті розглянуті питання використання і гідравлічного розрахунку двохшарових гофрованих труб КОРСИС для інженерних мереж самопливної і дощової систем водовідведення.

XXI століття встигло подарувати людству чимало науково-технічних досягнень – одно з них полімерні труби КОРСИС для інженерних мереж самопливної та напірної систем водовідведення.

Вперше полімерні труби з'явилися на маркетинговому ринку у середині двадцятого століття і були виконані з полівінілхлориду. Сьогодні ринок полімерних труб – це різноманітність їх типів, технологічного призначення та фірм, виробляючих та реалізуючих полімерні труби. Полівінілхлорид є легким, зручним у монтажу і недорогим матеріалом. Але, деякі особливості матеріалу обмежували область використання труб. Одним з головних параметрів у ряді зі стійкістю до агресивних середовищ, коливання температур, високого вмісту завислих речовин і органічних компонентів в транспортуємій рідині для трубопроводів систем водовідведення є здатність витримувати тиск ґрунту, зовнішніх статичних і динамічних навантажень. Розвиток технології виробництва полімерних труб відбувався шляхом забезпечення низької матеріаломісткості у поєднанні з високою кільцевою жорсткістю. Внаслідок, з'явилися полімерні труби з спеціальною двохшаровою профільованою конструкцією стінки: зовнішній шар гофрований, що забезпечує високу жорсткість та здатність витримувати високі навантаження; внутрішній шар з оптимальними гідравлічними характеристиками для транспортування рідини, в тому числі забрудненої.

Технологія виготовлення двохшарових гофрованих труб запропанована компанією Polieso – російський виробник – КОРСИС.

КОРСИС отримані методом коекструзії поліетилену і виготовляються двох модифікацій, відрізняючихся за класом кільцевої жорсткості: SN 4 (4 кН/м²) і SN 8 (8кН/м²); зовнішній діаметр стандартної труби – 160 – 1200 мм, довжина – 6 м та 12 м, форма профілю стінки труби забезпечує високу опірність деформації.

Технологічні характеристики труб КОРСИС:

- оптимальні гідравлічні характеристики для транспортування рідин різноманітного якісного складу;
- стійкість до зовнішніх статичних та динамічних навантажень;
- стійкість до внутрішніх гідродинамічних навантажень;
- спроможність до підземного прокладення на різних глибинах (до 10 м);
- абразивно – та термостійкість, ударотривкість;
- зручність у монтажу, демонтажу, транспортуванні і зберіганні.

Труби КОРСИС легко монтувати за допомогою муфт або зваркою встик. З'єднання труб за допомогою з'єднальної муфти передбачає розміщення ущільнювального гумового кільця (гумова прокладка) у паз рифлення, що запобігає зміщенню під час монтажу. З'єднальна муфта установлюється на трубу з постійним і рівномірно розподіленим зусиллям. Гумова прокладка завдяки своєму профілю перешкоджує не тільки течії з труби, але й інфільтрації ґрунтових вод у трубу. Можливість використання широкого асортименту фітінгів надає універсальність трубам в мережах водовідведення.

Терморезисторна зварка встик забезпечує міцне зв'язання матеріалів на молекулярному рівні. На ділянці терморезисторних з'єднань додержується рівний профіль з гідравлічно гладкою поверхнею, що запобігає потенційній можливості забиття, утворення відкладу тощо. Труби мають найбільш індустріальну круглу форму поперечного перерізу, що спрощує їх гідравлічний розрахунок і дозволяє використовувати загальноприйнятні методики розрахунку і математичні залежності. Гідравлічний розрахунок полягає у визначенні діаметру трубопроводу, який забезпечує пропуск розрахункової витрати рідини (стічної або дощової), а також величин наповнення трубопроводу та швидкості руху рідини за урахуванням похилу прокладки труби. Згідно до існуючих нормативно-технічних вимог, наповнення мереж водовідведення в умовах безнапірного режиму експлуатації повинно дорівнювати – 0,5-0,8. Наповнення мереж водовідведення, які використовуються для транспортування дощових вод, дозволяється приймати повним ($h/d = 1,0$), оскільки дощові води можна розглядати як умовно чисті, крім того, тривалий термін експлуатації, спостереження і досліджень дощових колекторів свідчить про те, що розрахункові витрати в них відбуваються один раз за декілька років. Таким чином у разі повного наповнення більшу частину часу дощові мережі експлуатуються з частковим наповненням. Визначення величини розрахункової витрати рекомендовано виконувати за формулою постійності (балансу) витрати:

$$Q = \omega V, \quad (1)$$

де: Q – розрахункова витрата, л/с; ω – площа живого перерізу, м²; V – величина швидкості руху рідини, м/с, визначається за формулою Шезі:

$$V = C \sqrt{Ri}, \quad (2)$$

C – коефіцієнт Шезі (швидкісний множник), м^{-0,5/c}; R – гідравлічний радіус, м; i – гідравлічний похил.

Оскільки, у мережах розрахункової ділянки припустимо розглядати режим самопливного руху рідини, як квазістаціонарний, відповідаючий умовам рівномірного руху, гідравлічний похил (i) дорівнює похилу лотка труби (i_0):

$$i_0 = h_w/l, \quad (3)$$

h_w – втрати напору на ділянці трубопроводу за довжиною – l , м.

Швидкість руху рідини в трубах водовідведення можна розраховувати за формулою (4):

$$V = W \sqrt{i_0}, \quad (4)$$

де W – швидкісна характеристика, визначається як:

$$W = (8gR/\lambda)^{1/2} \quad (5)$$

λ – гідравлічний коефіцієнт тертя за довжиною, який для мереж водовідведення рекомендовано розраховувати за формулою М.Ф.Федорова.

Швидкісний множник в рівнянні (2) розраховується за формулою М.М. Павловського

$$C = R^y/n;$$

n – коефіцієнт шорсткості внутрішньої поверхні труб; y – показник ступеня, визначається за одним з виразів:

$$y = 1,5\sqrt{n}, \text{ при } 0,1\text{ м} < R < 1,0\text{ м}$$

$$y = 1,3\sqrt{n}, \text{ при } 1,0\text{ м} < R < 3,0\text{ м}$$

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1).$$

Виконання вищенаведених розрахунків дозволяє визначити розрахункову витрату рідини, за якою знаходять діаметр трубопроводу. Після чого виконується звірка значення діаметру, отриманого за розрахунком з шкалою існуючих стандартів, – приймається найближче значення стандартного діаметру. Припустимо підбір діаметру виконувати за номограмами, складеними за формулою Кольбрука для труб, маючих шорсткість стінок $n = 0,025$ і температури рідини $+10^\circ\text{C}$. Оскільки труби КОРСИС є термостійкими, крім того, діапазон температурних коливань не є великим, щоб викликати фазові перетворення у рідині, припустимо використання номограм для гідравлічних розрахунків трубопроводів і в інших температурних режимах (до 60°C). Випробування з досліджень поліетиленових труб до стирання абразивними матеріалами і речовинами, що містить стічна вода, свідчать про їх абразиану стійкість. Наприклад, гідротранспорт більш 2 млн.м³ рудних пісків

протягом 3 місяців з використанням поліетиленових труб, виявив, що внутрішня поверхня труби залишилася гладкою: ультразвукове обладнання встановило ступінь зносу поверхні труби менш за 1,5 мм. Наведений фактор, свідчить про можливість використання у гідравлічних розрахунках полімерних труб КОРСИС коефіцієнта шорсткості постійної величини – 0,025, відповідно до технологічної схеми виготовлення труб.

Висновок

Аналіз існуючих даних свідчить про те, що сьогодні тільки поліетиленові труби зберігають працездатність в умовах землетрусу. На Україні, де існують сейсмонебезпечні райони, а також території з просіданням ґрунтів, бачиться доцільним розглядання питання корективу відповідних нормативів на підставі обміну досвідом і міжнародної співпраці.

Наприкінці можна додати, що поліетиленові труби мають велику кількість безсуперечних переваг у порівнянні з трубами, що виготовляються з традиційних матеріалів (кераміка, азбестоцемент, чавун, тощо), завдяки чому швидко розповсюджуються на відчизняному ринку і в інженерній практиці водовідведення.

Література

1. Воронов Ю.В., Пугачев Е.А. Особенности гидравлического расчета полимерных труб КОРСИС. – Полимерные трубы – Украина, 2007, 2(3), с.42 -45.
2. Волкова Е. КОРСИС двухслойная гофрированная труба для ливневой и безнапорной канализации. - Полимерные трубы – Украина, 2007, 2(3), с.36 – 39.
3. СНИП 2.04.03. – 85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.Стройиздат, 1985, - 89 с.
4. Экерт Р. Применение труб из полимерных материалов в безнапорных канализационных системах // Инженерные сети из полимерных материалов, 2007, т.4 (22),с.16 – 21.