



Національний університет
водного господарства та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра водовідведення, теплогазопостачання та вентиляції

056 - 284

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи

«Матеріали та обладнання систем теплопостачання»

з дисципліни «Теплогазопостачання і вентиляція» студентами
за напрямом підготовки 6.060103 Гідротехніка (Водні ресурси)
денної форми навчання



Рекомендовано методичною
комісією за напрямом підготовки
«Гідротехніка (водні ресурси)».
Протокол № 2 від 26.10.2010 р.

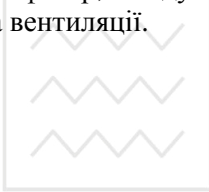


Національний університет
водного господарства
та природокористування

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Матеріали та обладнання систем теплопостачання» з дисципліни «Теплогазопостачання і вентиляція» студентами за напрямом підготовки 6.060103 Гідротехніка (Водні ресурси) денної форми навчання / Т.С. Мацнєва. - Рівне: НУВГП, 2011 - 28 с.

Упорядник: Т.С. Мацнєва, ст. викладач

Відповідальний за випуск М.М. Гіроль, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри водовідведення, теплогазопостачання та вентиляції.



Національний університет
водного господарства
та природокористування



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Матеріали та обладнання систем теплопостачання 3

ЛІТЕРАТУРА 24

ДОВІДКОВИЙ МАТЕРІАЛ 25

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Матеріали та обладнання систем теплопостачання

Тривалість роботи 2 години

Мета роботи: ознайомитись з видами, критеріями вибору трубопроводів та обладнання, навчитись читати маркування труб, виконувати нарізні з'єднання.

Порядок виконання роботи: 1. Зробити порівняльну характеристику геометричних параметрів та властивостей трубопроводів різних матеріалів. 2. Розшифрувати маркування запропонованих відрізків труб. 3. Виконати роз'ємне нарізне з'єднання труб. 4. Дати характеристику запропонованим видам арматури.

Матеріальне забезпечення: лабораторні стенди, зразки трубопроводів та арматури, плакати.

Зміст звіту: 1. Навести порівняльні характеристики трубопроводів, які використовуються в системах опалення, в табличній формі. 2. Описати позначення трубопроводів. 3. Навести характеристику та вказати призначення арматури, яка вивчалась під час лабораторної роботи.

Методичні вказівки

У системах теплопостачання транспортування теплоносія здійснюється трубопровідними системами, які крім основного елемента – труби - складаються також з додаткових (фасонних) частин: трійників, відводів, компенсаторів тощо. Крім того на різних ділянках трубопроводів розміщується запірна, регулювальна арматура та інше обладнання.



Основними характеристиками трубопроводу є його діаметр та товщина стінки. Кожна труба має зовнішній та внутрішній діаметр. За умовами виробництва зовнішній діаметр є постійною величиною, а внутрішній залежить від товщини стінки труби. Для зменшення типорозмірів труб і для характеристики усіх елементів трубопроводної системи – арматури, фасонних частин, обладнання – користуються певним номінальним внутрішнім діаметром або «умовним проходом». Умовний прохід не має одиниць виміру і наближено дорівнює внутрішньому діаметру, вираженому в мм [1], додаток 1. Умовний прохід вказують позначенням DN (або старе позначення D_y) і числовим значенням, наприклад, DN200 [1]. Зазвичай справжній внутрішній діаметр не дорівнює і не відповідає умовному проходу. Так, наприклад, для труб зовнішнім діаметром 159 мм і товщиною стінки 8 мм внутрішній діаметр становитиме 143 мм, а для товщини стінки 5 мм – 149 мм. Однак, в обох випадках умовний прохід вважають рівним 150 мм.

Товщину стінки труби приймають залежно від тиску теплоносія, його температури і механічних властивостей матеріалу труб. Механічна міцність матеріалу труб з підвищенням температури і тиску змінюється. Для урахування зміни міцності під дією тиску і температури середовища було введено поняття «умовний тиск».

Умовний тиск – найбільший надлишковий тиск, при якому забезпечується тривала робота деталей, частин трубопроводу і арматури за температури 20°C [2].

Пробний тиск – це надлишковий, тиск при якому проводять гідравлічне випробування системи за температури не більше 70°C [2].

Робочий тиск – це найбільший надлишковий тиск заданого режиму експлуатації [2].

Трубопроводи систем опалення проектують з сталевих, мідних, латунних, термостійких полімерних труб [3, п.3.22].

Сталеві труби. Основна перевага сталі – її міцність, вона витримує високі температури і тиск. Основні властивості сталі наведено в таблиці 1.

Для систем опалення використовують водогазопровідні, електрозварні прямошовні труби та безшовні гарячедеформовані труби [4, додаток 13].



Основні властивості сталі

Найменування показника	Одиниці виміру	Значення
Густина	кг/м ³	7800
Модуль пружності	МПа	200 000
Границя текучості	МПа	300
Температура плавлення	°С	1300
Коефіцієнт теплопровідності	Вт/(м·К)	47
Коефіцієнт лінійного теплового розширення	10 ⁻⁶ м/(м·К)	11,5

До водогазопровідних (ГОСТ 3262-75) відносять неоцинковані та оцинковані сталеві зварні труби [5]. Оцинковані труби використовують для систем холодного та гарячого водопостачання. Неоцинковані труби використовують для систем опалення. За товщиною стінки водогазопровідні труби поділяють на легкі, звичайні та посилені. Для відкритого прокладання трубопроводів водяних систем опалення приймають легкі труби з мінімальною товщиною стінки, а для прихованого прокладання – звичайні [5], додаток 2.

Приклад умовного позначення водогазопровідної труби:

Р-М-25х2,8-4000 ГОСТ 3262-75

(Р – з нарізкою, М – з муфтою, 25 – з умовним проходом 25, 2,8 – товщиною стінки 2,8 мм, 4000 – мірної довжини 4 м).

Водогазопровідні труби застосовують для прокладання систем зовнішнім діаметром до 60 мм.

Більш універсальними є сталеві електрозварні прямошовні труби, які використовують для будь-яких діаметрів [6]. Ці труби випускають зовнішнім діаметром від 10 до 1420 мм і товщиною стінки від 1,0 до 32 мм [6], додаток 3.

Приклад умовного позначення електрозварної прямошовної труби:

Труба $\frac{76 \times 3 \times 5000 \text{ II ГОСТ } 10704 - 91}{B - Cм3cn \text{ ГОСТ } 10705 - 80}$



(Труба зовнішнім діаметром 76 мм, товщиною стінки 3 мм, мірної довжини (5 м), II класу точності по довжині, виготовлена зі сталі марки Ст3сп, групи В за ГОСТ 10705-80).

або

$$\text{Труба} \frac{25 \times 2 \times 2000 \text{кр II ГОСТ 10704} - 91}{Д \text{ ГОСТ 10705} - 80}$$

(Труба зовнішнім діаметром 25 мм, товщиною стінки 2 мм, довжиною, кратною 2000 мм, II класу точності по довжині, виготовлена по групі Д ГОСТ 10705-80).

Для діаметрів більше 60 мм можна використовувати також сталеві безшовні гаряче деформовані труби [7]. Ці труби приймають для найбільш відповідальних ділянок систем. Їх випускають зовнішнім діаметром від 25 до 530 мм з товщиною стінки від 2,5 до 75 мм.

Безшовні труби дорожчі за зварні, але більш надійні під час експлуатації.

Приклад умовного позначення сталеві безшовної гаряче деформованої труби:

$$\text{Труба} \frac{70 \times 3,5 \times 1250 \text{кр ГОСТ 8732} - 78}{Б 10 \text{ ГОСТ 8731} - 87}$$

(Труба зовнішнім діаметром 70 мм, товщиною стінки 3,5 мм, довжиною кратною 1250 мм, звичайної точності виготовлена зі сталі марки 10 за ГОСТ 8731-87).

або

$$\text{Труба} \frac{219 \times 10 \text{ ГОСТ 8732} - 78}{Б Ст4сп \text{ ГОСТ 8731} - 87}$$

(Труба зовнішнім діаметром 219 мм, товщиною стінки 10 мм, немірної довжини, звичайної точності виготовлена зі сталі марки Ст4сп, групи Б за ГОСТ 8731-87).

Перевагами сталевих труб є висока міцність, надійність зварних з'єднань, низький температурний коефіцієнт лінійного розширення, відповідність коефіцієнтів лінійного розширення сталі та бетону (що важливо для бетонних опалювальних панелей), висока теплопровідність, менша вартість порівняно з іншими видами труб.



Найбільшим **недоліком** сталевих труб є їх мала корозійна стійкість. Сталеві труби мають велику масу, трудомісткі у монтажі, мають більшу порівняно з іншими матеріалами шорсткість внутрішньої поверхні, що зумовлює більший гідравлічний опір систем.

З'єднують сталеві труби зварюванням, за допомогою нарізки та фланців (табл. 4).

Фасонні частини для сталевих труб виготовляють з ковкого чавуну (табл. 2) та сталі (табл. 3).

Таблиця 2

Фасонні частини з ковкого чавуну з циліндричною нарізкою

Назва фасонної частини	Номер стандарту	Назва стандарту
1	2	3
Муфти прямі короткі	ГОСТ 8954-75	Соединительные части из ковкого чугуна с цилиндрической резьбой для трубопроводов. Муфты прямые короткие. Основные размеры
Муфти прямі довгі	ГОСТ 8955-75	Соединительные части из ковкого чугуна с цилиндрической резьбой для трубопроводов. Муфты прямые длинные. Основные размеры
Трійники прямі	ГОСТ 8948-75	Соединительные части из ковкого чугуна с цилиндрической резьбой для трубопроводов. Тройники прямые. Основные размеры
Хрестовини прямі	ГОСТ 8951-75	Соединительные части из ковкого чугуна с цилиндрической резьбой для трубопроводов. Кресты прямые. Основные размеры
Трійники перехідні	ГОСТ 8949-75	Соединительные части из ковкого чугуна с цилиндрической резьбой для трубопроводов. Тройники переходные. Основные размеры
Хрестовини перехідні	ГОСТ 8952-75	Соединительные части из ковкого чугуна с цилиндрической резьбой для трубопроводов. Кресты переходные. Основные размеры



Закінчення таблиці 2

1	2	3
Муфти перехідні	ГОСТ 8957-75	Соединительные части из ковкого чугуна с цилиндрической резьбой для трубопроводов. Муфты переходные. Основные размеры
Кутники	ГОСТ 8946-75	Соединительные части из ковкого чугуна с цилиндрической резьбой для трубопроводов. Угольники проходные. Основные размеры

Таблиця 3

Сталеві приварні фасонні частини

Назва фасонної частини	Номер стандарту	Назва стандарту
1	2	3
Відводи типу 3D	ДСТУ ГОСТ 17375-2003 (ИСО 3419-81)	Деталі трубопроводів безшовні приварні з вуглецевої і низьколегованої сталі. Відводи крутовигнуті типу 3D (R~1,5 DN). Конструкція (ГОСТ 17375-2001 (ИСО 3419-81), IDT)
Трійники	ДСТУ ГОСТ 17376-2003 (ИСО 3419-81)	Деталі трубопроводів безшовні приварні з вуглецевої і низьколегованої сталі. Трійники. Конструкція (ГОСТ 17376-2001 (ИСО 3419-81), IDT)
Переходи	ДСТУ ГОСТ 17378-2003 (ИСО 3419-81)	Деталі трубопроводів безшовні приварні з вуглецевої і низьколегованої сталі. Переходи. Конструкція (ГОСТ 17378-2001 (ИСО 3419-81), IDT)
Відводи типу 2D	ДСТУ ГОСТ 30753-2003 (ИСО 3419-81)	Деталі трубопроводів безшовні приварні з вуглецевої і низьколегованої сталі. Відводи крутовигнуті типу 2D (R~DN). Конструкція (ГОСТ 30753-2001 (ИСО 3419-81), IDT)



Таблиця 4

Приварні фланці для сталевих трубопроводів

Номер стандарту	Назва стандарту
ДСТУ ГОСТ 12820:2008	Фланцы стальные плоские приварные на P_y от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 25 кгс/см ²). Конструкция и размеры
ДСТУ ГОСТ 12821:2008	Фланцы стальные приварные встык на P_y от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см ²). Конструкция и размеры

Мідні та латунні труби. Виготовляються з міді марок М1, М1р, М1ф, М2р, М3р, М2, М3 та латуні марки Л96. Перша буква в маркуванні – назва металу, цифри показують ступінь чистоти для міді (00 – високочиста, 0 – чиста, 1, 2, 3 – технічно чиста) або процентний вміст міді у сплаві для латуні. Буква після цифр у маркуванні міді вказує на спосіб її виготовлення (к – катодна, у – катодна переплавлена, б – без киснева, р – розкислена, ф – розкислена фосфором).

Для виготовлення трубопроводів найчастіше використовують мідь марки М1ф (європейський аналог Cu-DHP). В зарубіжних країнах марки міді аналогічного складу мають різне позначення (табл. 5).

Таблиця 5

Марки міді, які використовують для виготовлення трубопроводів

Країна	Норматив	Марка
Україна	ДСТУ ГОСТ 859:2003	М1ф
Росія	ГОСТ 859-2001	М1ф
Європа	EN 1254	Cu-DHP
Німеччина	DIN 1786	SF-Cu
США	ASTM B133	C12200
Японія	H3510-86	C1220
Великобританія	BS1172	C106

За способом виробництва мідні та латунні труби поділяють на холоднодеформовані і пресовані [8]. Залежно від температурної обробки металу холоднодеформовані труби виготовляють м'якими,



напівтвердими і твердими. Основні властивості міді наведено в таблиці 6.

Таблиця 6

Основні фізико-механічні властивості міді

Найменування показника	Одиниці виміру	Значення
Густина	кг/м ³	8890
Модуль пружності	МПа	100 000
Границя текучості	МПа	70
Температура плавлення	°C	1083
Коефіцієнт теплопровідності	Вт/(м·K)	385
Коефіцієнт лінійного теплового розширення	10 ⁻⁶ м/(м·K)	16,4

Мідні холоднодеформовані труби (ДСТУ ГОСТ 617:2007) випускають зовнішнім діаметром від 3 до 360 мм і товщиною стінок від 0,8 до 10 мм (додаток 4), а пресовані – від 30 до 280 мм з товщиною стінок 5 – 30 мм.

Мідні труби виготовляють як відрізками так і бухтами. В бухтах з довжиною труби не менше 10 м постачають труби зовнішнім діаметром до 18 мм включно.

В умовному позначенні туб вказують: спосіб виготовлення (холоднодеформована – Д, пресована – Г), форму перетину (кругла – КР), точність виготовлення (нормальна за товщиною стінки і діаметром – Н, підвищена за товщиною стінки і діаметром – П, нормальна за товщиною стінки і підвищена за діаметром – И, підвищена за товщиною стінки і нормальна за діаметром – К, нормальна за середнім діаметром – С, у відсотках від товщини стінки – У), стан металу (М – м'яка, П – напівтверда, Т – тверда, Л – м'яка підвищеної пластичності, Ф – напівтверда підвищеної міцності, Ч – тверда підвищеної міцності), розміри (зовнішній діаметр і товщину стінки), довжину (немірна – НД, кратна мірній – КД), марку міді та особливі умови.

Приклад умовного позначення мідної труби:

Труба ДКРНМ 12х2 НД М2 Н БУ ГОСТ 617-2006

(Труба холоднодеформована, кругла, нормальної точності за товщиною стінки і діаметром, м'яка, зовнішнім діаметром 12 мм і товщиною стінки 2 мм, немірної довжини, з міді марки М2,з



регламентованими вимогами вимірювання твердості за Вікерсом, в бухтах з пошаровим впорядкованим намотуванням).

Перевагами міді порівняно з іншими матеріалами є:

- менший ніж у полімерів коефіцієнт лінійного розширення (менший у 6-8 разів);
- теплопровідність вища ніж у сталі;
- мідь стійка до дії ультрафіолетового проміння;
- низький коефіцієнт шорсткості ($K_{\text{ш}} = 2 \cdot 10^{-6} \text{м}$) поверхні порівняно з іншими матеріалами (сталь – $K_{\text{ш}} = 200 \cdot 10^{-6} \text{м}$, полімерні труби – $K_{\text{ш}} = 8 \cdot 10^{-6} \text{м}$), що збільшує їх пропускну здатність;
- мідь непроникна для газів;
- діапазон робочих температур від -200 до $+250^{\circ}\text{C}$;
- мідь пластична, завдяки чому труби, заповнені водою, не бояться заморожування;
- мідь не кородує у звичайній воді;
- мідні труби не старіють, з часом покриваються тонким шаром окислу (патини), який не зменшує міцність;
- легко монтуються.

Недоліками труб з міді є:

- висока вартість;
- контакт міді з іншими металами спричиняє електрохімічну корозію цих металів;
- мідні труби вимагають чистої води, оскільки механічні домішки спричиняють агресивну дію на поверхню металу;
- бояться кислої води.

З'єднання мідних труб, так само як і сталевих, поділяють на роз'ємні та нероз'ємні. Усі роз'ємні з'єднання вимагають періодичного огляду та обслуговування, тому їх розміщують у місцях доступних для огляду та ремонту.

До роз'ємних з'єднань відносять: компресійні (обтиснуті), нарізні та фланцеві (для великих діаметрів).

До нероз'ємних з'єднань відносять: паяння, зварювання та пресування.

Для влаштування з'єднань, поворотів та розгалужень мідних трубопроводів використовують мідні та латунні фасонні частини.

Труби з термостійких полімерних матеріалів. До цієї групи відносять трубопроводи виготовлені з структурованого (зшитого)



поліетилену (PEX), термостабілізованого поліетилену (PERT), поліпропілену (PPR), хлорованого полівінілхлориду (PVCC), полібутилену (PB).

У порівнянні з металевими трубами полімерні мають такі переваги:

- мала вага;
- мала шорсткість внутрішньої поверхні труби;
- стійкість до агресивних речовин;
- можливість виконання монтажу ручними інструментами;
- не піддаються корозії.

Але полімерні труби мають високий температурний коефіцієнт лінійного розширення, малу механічну міцність, схильність до дифузії кисню, нестійкі під дією ультрафіолетового випромінювання, погано витримують сумісну дію високого тиску та температури, більшість з них відносяться до пожежонебезпечних.

Прогнозований термін служби полімерних труб прямо залежить від умов експлуатації – чим вище температура і тиск, тим він менший. Класифікація умов експлуатації наведена в ISO 10508 [9]. Кожен клас умов експлуатації регламентує параметри та характеристики труб, які дозволяють їх застосування при робочому тиску відповідно: 0,4 МПа (4 бар), 0,6 МПа (6 бар), 0,8 МПа (8 бар) та 1,0 МПа (10 бар) (табл. 7).

Полімерні труби характеризують зовнішнім діаметром, що спрощує організацію виробництва з'єднувальних деталей. Відповідно до вітчизняних норм, узгоджених з європейськими нормативними документами, діаметри термопластичних труб для внутрішніх інженерних систем є такими: 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160 мм. Цей ряд діаметрів визначених в міліметрах називають метричною серією. Крім того виробники для визначення розмірів труби використовують так звану трубну серію – відношення діаметра до товщини стінки труби.

Труби із *зшитого поліетилену (PEX)* – дуже популярний і широко розповсюджений вид трубопроводів в системах опалення котеджів в країнах Скандинавії та Центральної Європи. Технологія виробництва даного матеріалу була розроблена більше двадцяти років назад і вперше освоєна в промисловому масштабі фірмами REHAU (Німеччина) і WIRSBO (Швеція). За цією технологією лінійні макромолекули з'єднуються між собою поперечними



зв'язками, за рахунок чого поліетилен набуває сітчастої структури, що надає йому підвищеної термостійкості та міцності.

Таблиця 7

Сфера застосування та клас умов експлуатації полімерних труб

Клас умов експлуатації	1	2	4*			5*		
Проектна робоча температура T_D , °C	60	70	20	40	50	20	60	80
Час роботи при T_D , років	49	49	2,5	20	25	14	25	10
Максимальна робоча температура T_{max} , °C	80	80	70			90		
Час роботи при T_{max} , років	1	1	2,5			1		
Максимальна температура короточасного впливу T_{mal} , °C	95	95	100			100		
Час роботи при T_{mal} , год	100	100	100			100		
Сфера застосування	Системи гарячого водопостачання (60°C)		Системи гарячого водопостачання (70°C)		Опалення підлоги та низькотемпературні системи опалення		Високотемпературні системи опалення	

* Якщо у класі є кілька робочих температур, загальний час роботи визначається як сума за всіма температурами разом. Наприклад, робоча температура на 50 років для класу 5 є сумою 14 років роботи за температури 20°C, 25 років роботи за температури 60°C, 10 років роботи за температури 80°C, одного року роботи за температури 90°C і 100 год роботи за температури 100°C.

Залежно від способу зшивання розрізняють три основних види зшитого поліетилену: РЕХа (хімічне зшивання пероксидами), РЕХб (хімічне зшивання силаном), РЕХс (фізичне зшивання рентгенівськими променями). Чим вищий ступінь зшивання тим більш однорідною є структура матеріалу. Процент зшивання РЕХа досягає 70%, РЕХс – 60% і РЕХб – 65% [10]. Для систем опалення використовують саме поліетилен марки РЕХа, вкритий захисним



шаром завтовшки не менше 0,1 мм [10], який зменшує проникнення в систему кисню з метою запобігання корозії котельного та опалювального обладнання.

Зшитий поліетилен, порівняно з поліетиленом і поліпропіленом, більш стійкий до високих температур із збереженням своїх механічних властивостей. Основні властивості зшитого поліетилену наведено в таблиці 8.

Таблиця 8

Основні фізико-механічні властивості зшитого поліетилену РЕХа

Найменування показника	Одиниці виміру	Значення
Густина	кг/м ³	930
Модуль пружності	МПа	550
Границя текучості	МПа	18
Температура плавлення	°C	220
Коефіцієнт теплопровідності	Вт/(м·К)	0,4
Коефіцієнт лінійного теплового розширення	10 ⁻³ м/(м·К)	0,14

Труби виготовляють (ДСТУ Б В.2.7-143:2007) зовнішнім діаметром від 12 до 160 мм з товщиною стінки від 1,3 до 21,9 мм, прямими відрізками і в бухтах на котушках. Довжина труб у прямих відрізках становить від 5 до 12 м з кратністю 0,5 м [10], додаток 5.

Приклад умовного позначення труби для систем водяного опалення [10]:

Труба - РЕ-Ха – клас 5/10 бар S 3,2 - 50 x 6,9 - ДСТУ Б В.2.7-143:2007

(Труба зшита хімічним способом з використанням пероксиду, для 5 класу умов експлуатації, з максимальним робочим тиском 10 бар, серійним числом 3,2, номінальним зовнішнім діаметром 50 мм і товщиною стінки 6,9 мм).

Для з'єднання труб із зшитого поліетилену використовують латунні або мідні фасонні частини, за рахунок яких виконують роз'ємні та нероз'ємні з'єднання.

В останні роки темпи зростання використання труб із зшитого поліетилену зменшились.

Поліпропіленові труби (PP) все більше завойовують свої позиції в Україні. Основна причина – хороше співвідношення ціна/якість.

Поліпропілен відрізняється від поліетилену меншою густиною, більшою міцністю та теплостійкістю, малою водо і



газопроникністю та хімічною стійкістю. Поліпропілену притаманна висока стійкість до багаторазового згинання та стирання.

Поліпропілен випускають трьох типів. Для виробництва труб і фасонних частин використовують поліпропілен рандом сополімер (тип 3), який являє собою продукт полімеризації пропілену і етилену в певних пропорціях. Цей тип поліпропілену (товарне позначення PPRC) має підвищену теплостійкість та стійкий до утворення тріщин. Його основні властивості наведено у таблиці 9.

Таблиця 9

Основні фізико-механічні властивості зшитого поліпропілену PPRC

Найменування показника	Одиниці виміру	Значення
Густина	кг/м ³	900
Модуль пружності	МПа	900
Границя текучості	МПа	25
Температура плавлення	°C	150
Коефіцієнт теплопровідності	Вт/(м·K)	0,22
Коефіцієнт лінійного теплового розширення	10 ⁻³ м/(м·K)	0,15

Випускають поліпропіленові труби (ДСТУ Б В.2.7-144:2007) зовнішнім діаметром від 12 до 160 мм з товщиною стінки від 1,8 до 32,1 мм, довжиною від 4 до 12 м з кратністю 0,5 м [11], додаток 6.

Приклад умовного позначення поліпропіленової труби для водяного опалення [11]:

Труба – ПП-80 тип 3 (PPR) – клас 5/8 бар S 2,4 – 50 x 10,1 – ДСТУ Б В.2.5 -144:2007.

(Труба із сополімеру пропілену ПП-80 тип 3 (PPR) для п'ятого класу умов експлуатації із значенням максимального проектного тиску 8 бар, серійним числом S 2,4, зовнішнім діаметром 50 мм і товщиною стінки 10,1 мм)

З'єднують поліпропіленові труби зварюванням з використанням фасонних частин. Завдяки фасонним частинам з хромованими латунними вставками поліпропіленові труби легко з'єднуються та комбінуються з сталевими трубопроводами.

Поліпропіленові труби мають високий коефіцієнт лінійного розширення (0,15 мм/(м·°C), тому трубопроводи з поліпропілену повинні мати можливість вільно пересуватись, що досягають за



рахунок поворотів, встановлення компенсаторів на прямих ділянках та правильного підбору елементів кріплення.

Полібутиленові труби за однакових експлуатаційних параметрів можуть мати меншу порівняно з іншими пластиковими трубами товщину стінки, більш еластичні ніж труби з зшитого поліетилену, мають меншу повітропроникність, менший коефіцієнт лінійного розширення. Полібутиленові труби дуже стійкі до стирання і цей показник для них навіть вищий ніж для міді та сталі. Основні показники полі бутилену наведені в таблиці 10.

Таблиця 10

Основні фізико-механічні властивості зшитого полібутилену РВ

Найменування показника	Одиниці виміру	Значення
Густина	кг/м ³	930
Модуль пружності	МПа	450-800
Границя текучості	МПа	18
Температура плавлення	°С	125
Коефіцієнт теплопровідності	Вт/(м·К)	0.24
Коефіцієнт лінійного теплового розширення	10 ⁻³ м/(м·К)	0,13

В зв'язку з відсутністю вітчизняного нормативного документу на полібутиленові труби, показники цих труб, які постачаються із за кордону мусять відповідати європейським вимогам до цих труб EN 12319-2:1999.

З'єднують полібутиленові труби так само як і поліпропіленові - за допомогою зварювання. Але порівняно з іншими пластиковими трубами полібутиленові коштують дорожче, через що їх використовують в меншій мірі аніж попередні види пластмас. Цей вид трубопроводів найбільше розповсюдження має у Великобританії.

Труби з хлорованого полівінілхлориду. Хлорований полівінілхлорид (ХПВХ, CPVC) структурно відрізняється від звичайного полівінілхлориду (вініпласту) тим, що містить два радикали хлору. Така структурна формула підвищує ударну міцність та дає можливість експлуатувати трубопроводи з температурою середовища на 20 – 25°С вищою ніж для звичайного полівінілхлориду.



ХПВХ доволі жорсткий матеріал, тому труби з нього доцільно використовувати для стояків великих діаметрів. Висока міцність труби дозволяє їй сприймати більший робочий тиск порівняно з іншими пластмасовими трубами. Цей матеріал не плавиться і не горить (для підтримання горіння необхідна концентрація кисню втричі більша ніж є у повітрі), має більш низький коефіцієнт лінійного теплового розширення порівняно іншими полімерними матеріалами, що дає можливість прокладати труби в бетоні та під штукатуркою, стійкий до дії ультрафіолетового випромінювання. Основні властивості хлорованого полівінілхлориду наведено в таблиці 11.

Таблиця 11

Основні фізико-механічні властивості хлорованого полівінілхлориду (ХПВХ)

Найменування показника	Одиниці виміру	Значення
Густина	кг/м ³	1570
Модуль пружності	МПа	2900
Границя текучості	МПа	57
Температура плавлення	°C	не плавиться
Температура займання	°C	482
Коефіцієнт теплопровідності	Вт/(м·К)	0,16
Коефіцієнт лінійного теплового розширення	10 ⁻³ м/(м·К)	0,062

Відповідно до вітчизняного стандарту [12] ХПВХ поділяється на два типи:

ХПВХ типу I – матеріал, придатний для виготовлення труб та фасонних виробів для мереж холодного та гарячого водопостачання та опалення в інтервалі температур від 0°C до 80°C;

ХПВХ типу II – матеріал з підвищеними показниками термостійкості, придатний для виготовлення труб та фасонних виробів для мереж холодного та гарячого водопостачання та високотемпературного опалення в інтервалі температур від 0°C до 90°C.

Випускають труби з хлорованого полівінілхлориду (ДСТУ Б В.2.7-142:2007) зовнішнім діаметром від 12 до 160 мм з товщиною стінки від 1,4 до 17,9 мм, довжиною від 3 до 12 м з кратністю 0,5 м [12].



Приклад умовного позначення поліпропіленової труби для водяного опалення [12]:

Труба ХПВХ-тип 2/клас 5/4 бар – S6,3/160/4,0/160,5/4000-ДСТУ Б В.2.7-142:2007.

(Труба з хлорованого полівінілхлориду другого типу для п'ятого класу умов експлуатації, з максимальним проектним тиском 4 бар, серійним числом S 6,3, номінальним зовнішнім діаметром 160 мм, з товщиною стінки 4,0 мм, внутрішнім діаметром розтруба 160,5 мм, мірною довжиною 4 м).

З'єднують труби ХПВХ за допомогою клею або використовують розтрубне з'єднання з гумовим ущільненням. Процес монтажу доволі простий і не вимагає спеціального обладнання.

Труби з хлорованого полівінілхлориду використовують для систем опалення найменше.

Металополімерні труби складаються з двох полімерних оболонок і розташованої між ними алюмінієвої трубки, які з'єднані клейовими прошарками. Ці труби відносять до класу композитних труб, бо виготовлені з кількох різних за матеріалом компонентів. Полімерні оболонки такої труби не обов'язково однакові: можливе поєднання в одній трубі як зшитого так і звичайного поліетилену. Перераховуючи матеріал шарів, спочатку вказують матеріал внутрішнього шару, останнім – матеріал зовнішнього шару. Зазвичай ці труби мають п'ять шарів: дві полімерні оболонки, два клейових прошарки і шар алюмінію (рис. 1).



Рис. 1. Конструкція металополімерної труби



Суцільна алюмінієва оболонка окрім надання тубі механічної міцності виконує ще дві функції: створює непроникний для кисню бар'єр і зменшує коефіцієнт лінійного розширення.

Важливою характеристикою металопластикової труби є товщина шару металу, який впливає на її гнучкість та механічну міцність. Якщо товщина шару металу менша за 0,2 мм, то трубу називають фольговою, і такий прошарок металу суттєво не впливає на міцність. Алюмінієва стрічка, розташована між шарами полімеру, з'єднується повздовжнім зварним швом внахльост або у стик: перший виконується ультразвуком, другий – лазером або вольфрамовим електродом в захисному середовищі. За рахунок різної величини коефіцієнта теплового розширення алюмінію та полімеру в конструкції виникає значна напруга, яка може призвести до розшарування труби, що є одним з найбільш суттєвих недоліків металопластикових труб. Основні властивості наведено в таблиці 12.

Таблиця 12
Основні фізико-механічні властивості металопластикових труб

Найменування показника	Одиниці виміру	Значення
Густина	кг/м ³	0,93
Границя текучості	МПа	18
Коефіцієнт теплопровідності	Вт/(м·К)	0,24
Коефіцієнт лінійного теплового розширення	10 ⁻³ м/(м·К)	0,026

В зв'язку з відсутністю вітчизняного нормативного документу на металопластикові труби, їх показники мають відповідати європейським вимогам ISO 21003. Найбільш поширені види металопластикових труб наведено в таблиці 13.

Таблиця 13
Види металополімерних труб

Матеріал стінки труби	Позначення
Поліетилен – алюміній - поліетилен	PE-Al-PE
Зшитий поліетилен – алюміній - поліетилен	PEX-Al-PE
Поліетилен – алюміній – термостійкий поліетилен	PE-Al-PERT
Поліпропілен – алюміній - поліпропілен	PP-Al-PP



Деякі фірми дають трубам рекламну назву, яка не характеризує матеріал стінки труби.

З'єднують металополімерні труби за допомогою металевих фасонних частин. Переважно використовують затискні з'єднання, які виконують за допомогою спеціального інструменту.

Металополімерні труби постачають в Україну з багатьох країн, але найбільше з Чехії, Польщі, Туреччини, Німеччини. Першим вітчизняним підприємством, яке налагодило випуск металополімерних труб є Дніпропетровська компанія «Ситек».

Для управління потоками, які транспортуються трубопроводами, служить трубопровідна арматура. Це пристрої, які дозволяють відключати, розподіляти, регулювати, змішувати або скидати транспортоване середовище. Більшість арматури встановлюється безпосередньо на трубах, менша частина – на устаткуванні, котлах та апаратах.

Основними параметрами трубопровідної арматури є:

- діаметр умовного проходу;
- умовний тиск;
- температура робочого середовища
- робочий тиск;
- пробний тиск.

Перші три характеристики є спільними як для арматури так і для трубопроводів.

Трубопровідну арматуру класифікують за такими ознаками:

1. Способом перекривання потоку середовища.
2. Галуззю використання.
3. Робочим середовищем та його параметрами.
4. Матеріалом корпусних деталей.
5. Методом управління.
6. Функціональним призначенням.
7. Способом приєднання до трубопроводу.
8. Величиною діаметра умовного проходу.
9. Величиною умовного тиску.

Крім того арматура має експлуатаційні та конструктивні характеристики. Експлуатаційні визначають область використання арматури, а конструктивні – особливості конструкції, які впливають на управління, монтаж, технічне обслуговування і ремонт арматури.



До експлуатаційних характеристик відносять клас, тип арматури, матеріал основних деталей та тип приводу. Конструктивними характеристиками є: будівельна довжина та висота, тип патрубків та спосіб приєднання до трубопроводу, тип ущільнення.

За способом перекривання транспортованого середовища арматуру поділяють на такі типи [13]:

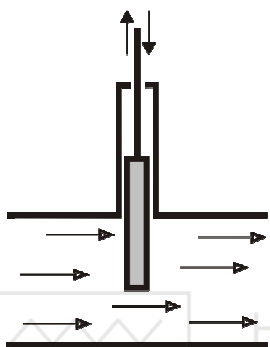


Рис. 2. Схема засувки

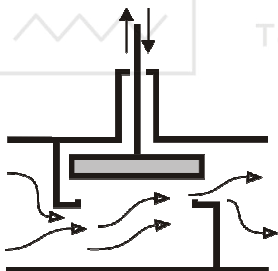


Рис. 3. Схема клапана

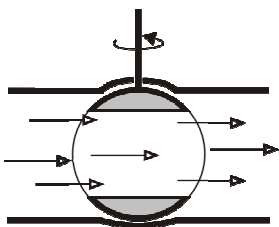
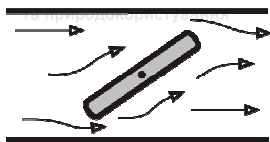


Рис. 4. Схема крана

- засувка – це диск, пластина або клин, які рухаються зворотно-поступально вздовж своєї осі перпендикулярно осі потоку середовища (рис. 2). Принциповою особливістю засувок є те, що під час їх закривання запірний елемент долає лише сили тертя але не тиск середовища, тому їх використовують для великих діаметрів і значних робочих тисків;

- клапан – тарілчастий або корпусний елемент, який здійснює зворотно-поступальний рух паралельно осі потоку середовища в сидлі корпусу арматури (рис. 3);

- кран – елемент, який має форму тіла обертання або його частини, повертається навколо своєї осі і розташований перпендикулярно до осі потоку (рис. 4);



- затвор – має форму диска, який повертається навколо осі, розміщеної перпендикулярно напрямку руху потоку (рис. 5).

Рис. 5. Схема затвора

За функціональним призначенням арматура поділяється на:

1. Запірну, яка призначена для герметичного перекривання транспортованого потоку.

2. Запобіжну – для автоматичного захисту обладнання і трубопроводів від надмірного перевищення тиску за рахунок скидання надлишку транспортованого середовища. (Наприклад, запобіжні клапани, імпульсні запобіжні та мембранні розривні пристрої, перепускні клапани).

3. Регулювальну – для регулювання параметрів робочого середовища за рахунок зміни витрати. (Наприклад, регулювальні клапани, регулятори тиску, регулятори витрати).

4. Запірно-регулювальну, яка поєднує функції запірної та регулювальної.

5. Зворотна – для автоматичного попередження зворотного потоку транспортованого середовища.

6. Незворотно-запірна – зворотна арматура, яка може бути примусово закрита.

7. Незворотно-керована – зворотна арматура, яка може бути примусово відкрита, закрита або обмежена ходом.

8. Розподільно-змішувальна – призначена для розподілу за окремими напрямками або змішування транспортованого потоку. (Триходова або багатоходова арматура)

9. Спускна – запірна арматура призначена для скидання середовища з системи трубопроводів та обладнання.

10. Фазовороздільна – для розділення робочих середовищ, які перебувають у різних фазових станах. (Наприклад, повітровідвідна, масловідвідна арматура).

11. Конденсатовідвідна – для відведення конденсату.

12. Захисна – для автоматичного захисту обладнання та трубопроводів від неприпустимих або непередбачуваних



технологічним процесом змін параметрів або напрямку потоку, а також для перекривання потоку без скидання робочого середовища з системи трубопроводів.

13. Редукційна– для зменшення робочого тиску за рахунок збільшення гідравлічного опору проточної частини.

14. Контрольна – для управління надходженням середовища в контрольно-вимірювальну арматуру та прилади. (Крани для взяття проб, показчики рівня, крани та клапани для манометрів)

За способом приєднання до трубопроводів розрізняють муфтову, приварну, фланцеву, цапкову та штуцерну арматуру.

За способом ущільнення арматуру поділяють на сальникову, мембранну, сільфонну, шлангову.

Трубопровідну арматуру вибирають залежно від типу і призначення трубопроводу, виду і властивостей транспортованого середовища, характеру роботи та навантажень на арматуру, температурних умов.

Особливістю сучасних систем опалення є широке використання автоматичної запірно-регулювальної арматури, такої як: терморегулятори, регулятори перепаду тиску, регулятори витрати, перепускні клапани тощо. Основною відмінністю сучасної арматури є її багатофункціональність, підвищена надійність експлуатації та висока точність регулювання заданих параметрів.



ЛІТЕРАТУРА:

1. ДСТУ ГОСТ 28338-89 (ИСО 6708-80). Соединения трубопроводов и арматура. Проходы условные (размеры номинальные). Ряды.
2. ГОСТ 356-80. Арматура и детали трубопроводов. Давления условные, пробные и рабочие. Ряды. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам.
3. Зміна № 2 СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», затверджена наказом Держбуду України від 20 грудня 2000 р. № 290.
4. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование/Минстрой России. - М.: Стройиздат, 1992.
5. ГОСТ 3262-75. Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия.
6. ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент.
7. ГОСТ 8732-78. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент.
8. ДСТУ ГОСТ 617:2007. Труби мідні та латунні круглого перерізу загального призначення. Технічні умови.
9. ISO 10508:2006 Plastics piping systems for hot and cold water installations – Guidance for classification and design.
10. ДСТУ Б В.2.7-143:2007. Будівельні матеріали. Труби зі структурованого поліетилену для мереж холодного, гарячого водопостачання та опалення. Технічні умови.
11. ДСТУ Б В.2.7-144:2007. Будівельні матеріали. Труби для мереж холодного та гарячого водопостачання із поліпропілену. Технічні умови.
12. ДСТУ Б В.2.7-142:2007. Будівельні матеріали. Труби з хлорованого полівінілхлориду (ХПВХ) та деталі з'єднувальні до них для мереж холодного, гарячого водопостачання та опалення. Технічні умови.
13. ДСТУ 2611-94. Арматура трубопровідна загальнопромислового призначення. Терміни та визначення.



Значення умовного проходу (номінального розміру)
за ДСТУ ГОСТ 28338-89 (ISO 6708-80) (неповний сортамент) [1]

12	32	65	150	350	600	1000	1800	2800
15	40	80	200	400	700	1200	2000	3000
20	50	100	250	450	800	1400	2200	3400
25	63	125	300	500	900	1600	2400	4000

Труби сталеві водогазопровідні по ГОСТ 3262-75 [5]

Умовний прохід	Зовнішній діаметр	Товщина стінки труби, мм			Маса 1 м труби, кг		
		легкі	звичайні	посилені	легкі	звичайні	посилені
1	2	3	4	5	6	7	8
6	10,2	1,8	2,0	2,5	0,37	0,40	0,47
8	13,5	2,0	2,2	2,8	0,57	0,61	0,74
10	17,0	2,0	2,2	2,8	0,74	0,80	0,98
15	21,3	2,35	-	-	1,10	-	-
15	21,3	2,5	2,8	3,2	1,16	1,28	1,43
20	26,8	2,35	-	-	1,42	-	-
20	36,8	2,5	2,8	3,2	1,50	1,66	1,86
25	33,5	2,8	3,2	4,0	2,12	2,39	2,91
32	42,3	2,8	3,2	4,0	2,73	3,09	3,78
40	48,0	3,0	3,5	4,0	3,33	3,84	4,34
50	60,0	3,0	3,5	4,5	4,22	4,88	6,16
65	75,5	3,2	4,0	4,5	5,71	7,05	7,88
80	88,5	3,5	4,0	4,5	7,34	8,34	9,32
90	101,3	3,5	4,0	4,5	8,44	9,60	10,74
100	114,0	4,0	4,5	5,0	10,85	12,15	13,44
125	140,0	4,0	4,5	5,5	13,42	15,04	18,24
150	165,0	4,0	4,5	5,5	15,88	17,81	21,63



*Труби сталеві електрозварні прямошовні за ГОСТ 10704-91
(неповний сортамент) [6]*

Зовнішній діаметр	Маса 1 м труби, кг, з товщиною стінки, мм							
	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,5	4,0	5,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0,888	-	-	-	-	-	-	
21,3	0,952	-	-	-	-	-	-	
25	1,13	1,24	1,39	-	-	-	-	
32	1,48	1,62	1,82	2,02	2,15	-	-	
38	1,78	1,94	2,19	2,43	2,59	-	-	
42	1,97	2,16	2,44	2,71	2,89	-	-	
45	2,12	2,32	2,62	2,91	3,11	-	-	
57	2,71	2,97	3,36	3,74	4,00	4,62	-	
76	3,65	4,00	4,53	5,05	5,40	6,26	7,10	8,75
89	4,29	4,71	5,33	5,95	6,36	7,38	8,38	10,36
102	4,93	5,41	6,13	6,85	7,32	8,50	9,67	11,96
114	5,52	6,07	6,87	7,68	8,21	9,54	10,85	13,44
133	6,46	7,10	8,05	8,99	9,62	11,18	12,73	15,78
159	7,74	8,51	9,65	10,79	11,54	13,42	15,29	18,99
219	-	-	13,35	14,93	15,98	18,60	21,21	26,39
273	-	-	-	-	-	23,26	26,54	23,05
325	-	-	-	-	-	-	31,67	39,46



*Мідні холоднодеформовані труби
за ДСТУ ГОСТ 617:2007 (неповний сортамент) [8]*

Зовнішній діаметр, мм	Маса 1 м труби, кг, з товщиною стінки, мм										
	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0
14	0,36	-	0,52	0,67	0,80	0,99	-	-	-	-	-
15	0,39	-	0,57	-	0,87	-	1,13	-	-	-	-
16	0,42	0,50	0,61	0,78	-	1,09	-	1,34	-	-	-
18	0,48	-	0,69	0,89	-	1,26	1,42	1,56	-	-	-
20	0,53	0,63	0,77	1,01	1,22	1,42	-	1,79	2,09	-	-
22	0,59	0,70	0,86	1,12	1,36	1,59	-	2,01	2,37	2,68	-
24	0,64	-	0,94	1,23	1,50	1,76	-	2,24	2,65	3,02	3,33
25	0,67	0,80	0,98	1,29	1,57	1,84	2,10	-	2,79	3,19	-
26	0,70	-	1,03	1,34	1,64	1,93	-	-	2,93	3,35	3,72
28	0,75	0,90	1,11	1,45	-	2,10	-	-	3,21	-	-
30	0,81	-	1,20	1,56	1,92	2,26	2,59	-	3,49	-	-
32	0,87	1,03	1,28	1,68	2,06	2,43	-	3,13	3,77	-	-
34	0,92	-	1,36	1,79	2,20	2,60	2,98	3,35	4,05	4,69	-
35	0,95	1,13	1,40	-	2,27	-	-	-	4,19	-	-
36	-	1,17	1,45	1,90	2,34	2,77	-	3,58	4,33	-	5,68
38	1,03	-	1,53	-	2,48	2,93	-	3,80	-	-	-
40	1,09	-	1,61	2,12	2,62	3,10	-	4,02	4,89	-	6,456
42	1,15	1,37	1,70	2,24	2,76	-	-	-	5,17	-	-
45	1,23	-	1,82	2,40	2,97	3,52	4,06	-	5,59	-	-
50	1,37	-	2,03	2,68	3,32	3,94	-	5,14	6,29	-	-
55	1,51	-	2,24	2,96	3,67	4,36	5,04	5,70	6,99	-	-
60	1,65	-	2,45	3,24	4,02	4,78	5,53	6,26	7,68	-	-
63	-	-	2,58	3,41	2,23	5,03	-	6,59	8,10	9,56	10,9
65	-	-	-	3,52	4,37	5,12	6,01	-	8,38	-	11,3
70	-	-	2,87	3,80	4,72	5,62	6,50	7,38	9,08	-	-
75	-	-	3,08	4,08	5,07	6,04	6,70	7,94	9,78	-	-
80	-	-	3,29	4,36	5,42	6,46	-	8,50	10,48	12,41	-
85	-	-	3,50	4,64	5,76	-	7,97	9,05	11,18	-	15,26
95	-	-	3,92	5,20	6,46	7,71	-	-	12,58	-	-
100	-	-	4,13	5,48	6,81	8,13	9,44	10,73	13,27	15,76	18,19



Труби зі структурованого поліетилену за ДСТУ Б.В.2.7-143:2007
(неповний сортамент) [10]

Номинальний розмір DN/OD, мм	Номинальний зовнішній діаметр d_n , мм	Середній зовнішній діаметр, мм		Товщина стінки e_{min} (e_n), мм	Серійне число труб S_{calc}
		$d_{em\ min}$	$d_{em\ max}$		
12	12	12,0	12,3	2,0	2,5
14	14	14,0	14,3	2,0	3,0
15	15	15,0	15,3	2,0	3,2
16	16	16,0	16,3	2,0	3,5
17	17	17,0	17,3	2,0	3,8
18	18	18,0	18,3	2,0	4,0
20	20	20,0	20,3	2,0	4,5

Труби із поліпропілену
за ДСТУ Б.В.2.7-144:2007 (неповний сортамент) [11]

Номинальний розмір DN/OD, мм	Номинальний зовнішній діаметр d_n , мм	Середній зовнішній діаметр, мм		Товщина стінок, мм $e_{min} (e_n)$	S_{calc}
		$d_{em\ min}$	$d_{em\ max}$		
14	14	14,0	14,3	2,0	3,0
15	15	15,0	15,3	2,0	3,2
16	16	16,0	16,3	2,0	3,5
17	17	17,0	17,3	2,0	3,8
18	18	18,0	18,3	2,0	4,0
20	20	20,0	20,3	2,0	4,5

