



Раз і назавжди

**ДОВІДНИК ПО ПРОЕКТУВАННЮ
ТА МОНТАЖУ СИСТЕМИ**

«HEAT-REX»



15 років гарантії

Зміст

1. Трубопроводи в системі «Heat-PEX» 4

- 1.2. Виготовлення труб Heat-PEX для систем опалення та водопостачання..... 4
- 1.3. Сфера та клас умов експлуатації системи Heat-PEX 4
- 1.4. Переваги системи Heat-PEX..... 5
- 1.5. Надійність системи Heat-PEX 6
- 1.6. Транспортування та зберігання..... 6
- 1.7. Маркування трубопроводу PE-Xa. 7
- 1.8. Маркування трубопроводу PE-Xc/Al/PEX..... 7
- 1.9. Труба універсальна для систем опалення та водопостачання..... 8
- 1.10. Труба для систем поверхневого опалення 9
- 1.11. Труба для систем опалення та водопостачання PE-Xc/Al/PEX..... 10

2. Фітинги системи «Heat-PEX»..... 11

- 2.1. Матеріал..... 11
- 2.2. Дезоцинкування..... 11
- 2.3. Маркування фітингу. 12
- 2.4. Відсутність зміни умовного діаметру на фітингу..... 12
- 2.5. Нероз'ємне з'єднання 12
- 2.6. Захист фітингів 12

3. Рекомендації по проектуванню та монтажу 13

- 3.1. Порядок монтажу елементів трубопроводу.... 13
- 3.2. Монтаж системи Heat-PEX 14
- 3.3. Демонтаж з'єднання з натяжною гільзою 15
- 3.4. Монтаж з'єднань з натяжною гільзою в існуючу систему із труб PE-Xa. 16
- 3.5. Перехід на трубопроводи з інших матеріалів.. 16
- 3.6. З'єднання з мідними трубами..... 16
- 3.7. Під'єднання до газових та електричних водонагрівачів 16
- 3.8. Під'єднання до сонячних елементів 17
- 3.9. Під'єднання до ємкісних водонагрівачів 17
- 3.10. Під'єднання до твердопаливних котлів 17
- 3.11. Центральне опалення 17
- 3.12. Гріючі кабелі 17
- 3.13. Прокладка труб скрито в нішах, стінах та підлозі..... 17
- 3.14. Відкрита прокладка. 18
- 3.15. Лінійні подовження в залежності від температури труби PE-Xa. 18
- 3.16. Лінійні подовження в трубі PE-Xc/Al/PEX 18
- 3.17. Компенсація лінійного подовження за рахунок повороту труби..... 19
- 3.18. Кріплення трубопроводів..... 20
- 3.19. Монтаж стояків 21
- 3.20. Монтаж горизонтальних розведень..... 22
- 3.21. Ізоляція трубопроводів 22
- 3.22. Вигин труб..... 23
- 3.23. Захист від замерзання..... 23
- 3.24. Промивка системи трубопроводів питної води..... 23

4. Випробування систем опалення та водопостачання 24

- 4.1. Гідравлічне випробування тиском 24
- 4.2. Пневматичні випробування 25
- 4.3. Документація після проведення випробування тиском 26
- 4.4. Теплове випробування 26

5. Рекомендації по проектуванню та монтажу підлогового опалення 27

- 5.1. Регулювання температури в приміщенні 27
- 5.2. Загальна інформація 28
- 5.3. Способи кріплення труб 28
- 5.4. Монтаж колектора 30
- 5.5. Основа для підлогового опалення 30
- 5.6. Пароізоляція 31
- 5.7. Теплоізоляція 31
- 5.8. Арматурна сітка 31
- 5.9. Укладання контурів 31
- 5.10. Заповнення системи 32
- 5.11. Підготовка та пуск системи 33

6. Проектування систем холодного та гарячого водопостачання 34

- 6.1. Втрати тиску в трубопроводах холодно та гарячого водопостачання 34
- 6.2. Система місцевого розподілу 34

- 7.1. Трубопроводи системи радіаторного опалення... 36
- 7.2. Системи місцевих розведень 36
- Схема підключення радіатора від підлоги нікельованим коліном 38
- Схема підключення радіатора від підлоги пластиковою трубою 39
- Схема підключення радіатора від стіни коліном нікельованим 40
- Схема підключення радіатора від підлоги нікельованим коліном 41
- Схема підключення радіатора від стіни коліном нікельованим 42
- Схема підключення радіатора від підлоги коліном нікельованим 43
- Схема підключення радіатора від стіни пластиковою трубою 44

8. Проектування системи поверхневого опалення 45

- 8.1. Середня температура поверхні 45
- 8.2. Тепловіддача поверхневого опалення 45
- 8.3. Матеріали для покриття підлоги 45
- 8.4. Вимоги до теплоізоляції 46
- 8.5. Конфігурація петлі 46
- 8.6. Глибина укладання труби 47
- 8.7. Крок укладання труби 47
- 8.8. Основні величини при проектуванні поверхневого опалення 47
- 8.9. Розташування колекторів 48
- 8.10. Деформаційні шви при підлоговому опаленні 48
- 8.11. Методика розрахунків 50
- 8.12. Балансування трубних петель 53

1. Трубопроводи в системі «Heat-PEX»

При дотриманні правил монтажу та експлуатації ми гарантуємо термін експлуатації системи не менше – 50 років.

Heat-PEX – це універсальна система, яка складається з двох видів трубопроводів для систем опалення та водопостачання, фітингів до них та інструмента, а також з одного виду труби для систем поверхневого опалення.

Для з'єднання труби та фітингу використовується найнадійніший метод з'єднання (аксесальна запресовка), при цьому не відбувається звуження внутрішнього діаметра трубопровода та відсутні будь які допоміжні ущільнюючі елементи.

Вид труби	Робочий тиск, бар	Колір	Опалення	Водопостачання	Поверхнєве опалення
PE-Xa	10	сірий	++	++	+
PE-Xc/Al/PEX	10	білий	++	++	+
PE-Xa	6	червоний	-	-	++

Примітки:

- ++ - повністю підходить
- + - підходить
- - не підходить

Всі труби та фітинги пройшли експертизу в ДЕРЖАНІЙ СИСТЕМІ СЕРТИФІКАЦІЇ УКРСЕПРО.

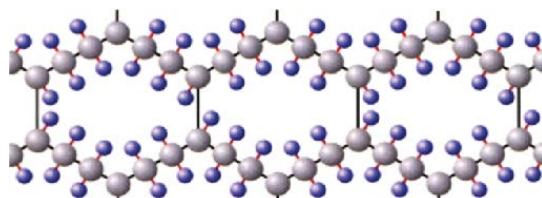
1.2. Виготовлення труб Heat-PEX для систем опалення та водопостачання.

Труби із PE-Xa

Труби PE-Xa виробляються із поліетилену високої щільності структурованою за допомогою перекисю водню.

Процес структурування відбувається в екструдері при формуванні труби. Ця процедура забезпечує рівномірне створення поперечних зв'язків по всій товщині стінки, навіть в випадку з товстостінними трубами.

Молекули поліетилену з'єднуються у тривимірну структуру. В результаті цього процесу такі властивості матеріалу як термостійкість, стійкість до високого тиску, ударна в'язкість при низьких температурах і опір до розтріскування при напрузі додатково покращуються.



Мал.1. Молекулярна структура зшитого поліетилену PE-Xa

Труби із PE-Xc.

Труби PE-Xc виробляються з поліетилену середньої та високої щільності. Зшивка труби відбувається при бомбардуванні її пучком електронів, які вибивають атоми водороду (-H-), в результаті чого відбуваються зв'язки між молекулами вуглецю (-C-).

1.3. Сфера та клас умов експлуатації системи Heat-PEX

При підвищенні постійної температури відбувається скорочення строку служби труби.

Водопостачання

Універсальна труба PE-Xa та PE-Xc/Al/PEX використовується в хоз-питному та гарячому водопостачанні у відповідності до вимог ДБН В.2.5-64-2012 та ДСТУ Б В.2.7-143-2007 при робочому тиску до 10 бар та постійній температурі 70 °C (Клас умов експлуатації 1 та 2).

Опалення

Труби з PE-Xc/Al/PEX та PE-Xa можна використовувати в системі опалення при максимальному температурному режимі 95 °C та тиску 10 бар (Клас умов експлуатації 4 та 5). Постійний температурний режим не має перевищувати 70 °C.

Клас умов експлуатації	Проектна робоча температура, TD, °C	Час роботи при TD, роки	Максимальна робоча температура T _{max} , °C	Час роботи при T _{max} , роки	Максимальна температура короточасного впливу T _{mal} , °C	Час роботи при T _{mal} , год	Сфера застосування
1	60	49	80	1	95	100	Гаряче водопостачання (60°C)
2	70	49	80	1	95	100	Гаряче водопостачання (70°C)
4*	20	2,5	70	2,5	100	100	Підлогове та низькотемпературне радіаторне опалення
	40	20					
	60	25					
5*	20	14	90	1	100	100	Високотемпературне радіаторне опалення
	60	25					
	80	10					

*) Якщо у класі присутні декілька робочих температур, загальний час роботи визначається як сума часів роботи за всіма температурами разом. Наприклад, робоча температура на 50 років для класу 5 є результатом складання 14 років роботи за температури 20°C, 25 років роботи за температури 60°C, 10 років роботи за температури 80°C, 1 року роботи за температури 90°C і 100 годин роботи за температури 100°C.

1.4. Переваги системи Heat-PEX

- Надзвичайна стійкість як при низьких так і при високих температурах;
- Не утворюються тріщини при виникненні напруги;
- Великий вибір з'єднань та аксесуарів;
- Надійна техніка з'єднань:
 - Нероз'ємне з'єднання з натяжною гільзою;
 - Не використовується резинове ущільнююче кільце;
 - Візуальний контроль монтажу;
 - Можливість гідравлічних випробувань і пуску системи в роботу відразу після монтажу;
- Зберігання форми при згинанні труб PE-Xc/Al/PEX;
- Одні і ті ж натяжні гільзи та фітинги для труб PE-Xa і PE-Xc/Al/PEX;
- Оптиміальне співвідношення гнучкості труб до опору високому тиску;
- Висока стійкість труб до старіння через високу температуру;
- Висока зносостійкість:
 - Відсутність пошкоджень матеріалу при згинанні труби;
 - Відмінні можливості відновлення («ефект запам'ятовування») у труб PE-Xa;
 - Відмінна хімічна стійкість;
- Попередження проникнення кисню у відповідності з DIN 4726, завдяки бар'єрному шару із етилен-вінілового спирту (EVOH) для труб PE-Xa;
- Попередження проникнення кисню у відповідності з DIN 4726, завдяки бар'єрному шару із алюмінію для труб PE-Xc/Al/PEX;
- Невелика втрата тиску в системі завдяки гладкості труби та відсутності звуження на фітингах;
- Система не схильна до утворення осаду на стінках, навіть після багатьох років використання;
- Фітинги із стійкої до корозії латуні із вмістом міді ~62%. Латунь не піддається втраті цинку;
- Фітинги із латуні придатної для питного водопостачання, із вмістом свинцю <2%;
- Зручне транспортування (труба поставляється в бухтах).

1.5. Надійність системи Heat-PEX

- безпека та надійність системи підтвержена національними сертифікатами відповідності:

UA1.170.0019838-15

UA1.170.0019837-15

UA1.170.0019840-15

та висновками Державної санітарно-епідеміологічної експертизи:

№ 05.03.02-03/29446

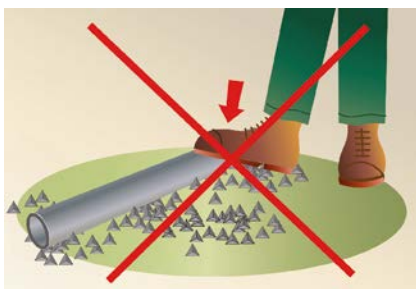
№ 05.03.02-04/29447

- на систему розповсюджується юридична гарантія 15 років, яка підтверджується фінансовими зобов'язаннями у розмірі 1 000 000 грн.

1.6. Транспортування та зберігання

Труби, фітинги та всі компоненти системи «Heat-PEX» мають обережно завантажуватись, транспортуватись та зберігатись враховуючи особливості матеріалу.

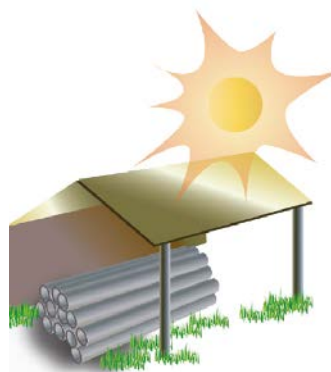
Незахищені труби неможна тягнути по землі або бетонній поверхні. Зберігання має бути на твердій рівній поверхні без гострих виступів. Окрім того, труби мають бути захищені від мастильно-змащувальних матеріалів, фарби



Мал.2. Уникайте контакту з гострими предметами

та від сонячних променів. Латунні та металеві елементи системи мають зберігатись в сухому приміщенні.

Незахищене зберігання трубопроводів на відкритому повітрі, не має перевищувати 3 місяці. Коли труби «Heat-PEX» захищені вони можуть зберігатись без обмеження у часі.



Мал.3. Захищайте труби від ультрафіолетового випромінювання

1.7. Маркування трубопроводу PE-Xa.

На трубах через проміжки в 1м маркуються наступні дані:

M 0101 Heat-PEX Universalpipe PE-Xa EVOH DIN 4726 16x2.2 DSTU B V 2.7-143:2007 / Water 70° C – 10 bar EN ISO 15875 A Class 1-4/10bar Class 5/8 bar (Tmax. 950 C, Tmal 1000 C)/ 50 Years / Made In Israel NO. 113355 15.01.16

Маркування трубопроводу PE-Xa	
M 0025	Маркування наростаючої довжини в метрах: 25M
Логотип «Heat-PEX»	Маркування виробника труби – виробника системи
Universalpipe PE-Xa	Матеріал труби та спосіб зшивання
EVOH DIN 4726	Матеріал антидифузійного шару та відповідність по килородонепроникності стандарту DIN
20x2,8	Зовнішній розмір труби та товщина стінки
DSTU B V 2.7-143:2007	Нормативний документ для труб із структурованого поліетилену прийнятий в Україні
Water 70 °C – 10 bar	Максимальна допустима робоча температура та максимальний робочий тиск для питної води;
EN ISO 15875A Class 1-4/10bar Class 5/8bar (Tmax. 95 °C, Tmal 100°)	Максимальна допустима робоча температура та робочий тиск за неї в системах опалення відповідно до ISO
50 Years	Мінімальний строк служби
Made In Israel	Країна виробник
NO. 113355	Серійний номер виробу
01.05.15	Дата виготовлення

1.8. Маркування трубопроводу PE-Xc/Al/PEX

На трубах через проміжки в 1м маркуються наступні дані:

M 0101 Heat-PEX Universalpipe PE-Xc/Al/PEX / 16.2x2.6 / ALU 0.2mm / DVGW W542 / Class 1-5 – 10 bar (Tmax. 950 C)/ 50 Years / Made In Israel NO. 113355 15.01.16

Маркування трубопроводу PE-Xc/Al/PEX	
M 0025	Маркування наростаючої довжини в метрах:25M
Логотип «Heat-PEX»	Маркування виробника труби – виробника системи
Universalpipe PE-Xc/Al/PEX	Матеріал труби та спосіб зшивання
20x2,9	Зовнішній розмір труби та товщина стінки
ALU 0,2 mm	Товщина шару алюмінію
DVGW W542	Нормативний документ для товстошарових металопластикових труб
Class 1-5 – 10bar (Tmax. 95 °C)	Максимальна допустима робоча температура та робочий тиск за неї в системах опалення та водопостачання
50 Years	Мінімальний строк служби
Made In Israel	Країна виробник
NO. 113355	Серійний номер виробу
01.05.15	Дата виготовлення



1.9. Труба універсальна для систем опалення та водопостачання

В якості універсальної для систем опалення та водопостачання в системі Heat-PEX використовується труба PE-Xa з антидифузійним шаром із етилен-вінілового спирту EVOH, який запобігає проникненню кисню в систему.

Труба із PE-Xa:

- зшитий за допомогою пероксидів поліетилен (PE-Xa);
- з антидифузійним шаром який відповідає стандарту DIN 4726 та ДБН В.2.5-67:2013.

Сфера застосування:

- система питного водопостачання;
- система радіаторного опалення;
- система поверхневого опалення

Технічні характеристики

Матеріал	PE-Xa
Колір	сірий, Ral 9006
Теплопровідність	0,35 Вт/м °K
Коефіцієнт лінійного подовження	0,15 мм/м °K
Шорсткість труби	0,007 мм
Робочий тиск:	10 бар
Максимальна робоча температура	95 °C
Максимальна аварійна температура	110 °C
Ручний радіус вигину при $t > 0$ °C	8 x d

Розміри труб PE-Xa (для систем опалення та водопостачання)

Умовний діаметр, Ду	Діаметр, мм	Товщина стінки труби, мм	Вага 1 м, кг	Об'єм води в трубі, л/м	Мінімальний радіус вигину, мм	Кількість труби в бухті, м
12	16	2,2	0,098	0,10	80	100
15	20	2,8	0,153	0,16	100	100
20	25	3,5	0,238	0,25	125	100
25	32	4,4	0,382	0,42	160	50

Переваги універсальної труби з PE-Xa.

- Надзвичайна стійкість як при низьких так і при високих температурах;
- Не утворюються тріщини при виникненні напруги.
- Оптиміальне співвідношення гнучкості труб до опору високому тиску;
- Висока стійкість труб до старіння через високу температуру;
- Висока зносостійкість:
 - Відсутність пошкоджень матеріалу при згинанні труби;
 - Відмінні можливості відновлення («ефект запам'ятовування»);
 - Відмінна хімічна стійкість;
- Попередження проникнення кисню у відповідності з DIN 4726 та ДБН В.2.5-67:2013 значно перевиконані, завдяки бар'єрному шару із етилен-вінілового спирту (EVOH) для труб PE-Xa;
- Нерозчинний у воді шар етилен-вінілового спирту має значний запас міцності до зносостійкості і до атмосферних явищ, що підвищує міцність та стійкість труби в самих важких умовах на будівельних об'єктах;
- Невелика втрата тиску в системі завдяки гладкості труби;
- Система не схильна до утворення осаду на стінках, навіть після багатьох років використання;
- Зручне транспортування (труба поставляється в бухтах).

1.10. Труба для систем поверхневого опалення

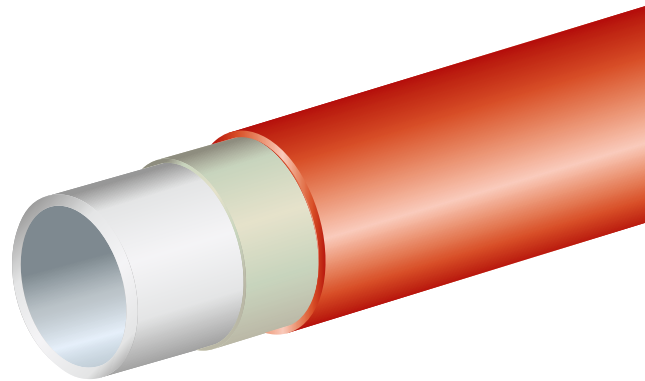
В якості рекомендованої труби для поверхневого опалення в системі Heat-PEX використовується труба PE-Xa з антидифузійним шаром із етилен-вінілового спирту EVOH, який запобігає проникненню кисню в систему.

Труба із PE-Xa:

- зшитий за допомогою пероксидів поліетилен (PE-Xa);
- з антидифузійним шаром який відповідає стандарту DIN 4726 та ДБН В.2.5-67:2013.

Сфера застосування:

- система поверхневого опалення.



Технічні характеристики

Матеріал	PE-Xa
Колір	червоний, RAL 3000
Теплопровідність	0,35 Вт/м °K
Коефіцієнт лінійного подовження	0,15 мм/м °K
Шорсткість труби	0,007 мм
Робочий тиск:	6 бар
Максимальна робоча температура	95 °C
Максимальна аварійна температура	110 °C
Ручний радіус вигину при $t > 0^{\circ}\text{C}$	5 x d

Розміри труб PE-Xa (для поверхневого опалення)

Умовний діаметр, Ду	Діаметр, мм	Товщина стінки труби, мм	Вага 1 м, кг	Об'єм води в трубі, л/м	Мінімальний радіус вигину, мм	Кількість труби в бухті, м
12	16	2,0	0,08	0,11	80	240, 480 м

Переваги труби для поверхневого опалення з PE-Xa.

- Надзвичайна стійкість як при низьких так і при високих температурах;
- Не утворюються тріщини при виникненні напруги.
- Оптимальне співвідношення гнучкості труб до опору високому тиску;
- Висока стійкість труб до старіння через високу температуру;
- Висока зносостійкість:
 - Відсутність пошкоджень матеріалу при згинанні труби;
 - Відмінні можливості відновлення («ефект запам'ятовування»);
 - Відмінна хімічна стійкість;
- Попередження проникнення кисню у відповідності з DIN 4726 та ДБН В.2.5-67:2013 значно перевиконані, завдяки бар'єрному шару із етилен-вінілового спирту (EVOH) для труб PE-Xa;
- Нерозчинний у воді шар етилен-вінілового спирту має значний запас міцності до зносостійкості і до атмосферних явищ, що підвищує міцність та стійкість труби в самих важких умовах на будівельних об'єктах;
- Невелика втрата тиску в системі завдяки гладкості труби;
- Система не схильна до утворення осаду на стінках, навіть після багатьох років використання;
- Зручне транспортування (труба поставляється в бухтах).

1.11. Труба для систем опалення та водопостачання PE-Xc/Al/PEX



Сфера застосування:

- система питного водопостачання;
- система радіаторного опалення;
- система поверхневого опалення.

Труби PE-Xc/Al/PEX є універсальними (тобто можуть використовуватись як для опалення, так і для водопостачання).

Даний вид труб складається з п'яти шарів.

Внутрішня труба складається з поперечно зшитого поліетилену PE-Xc (поліетиленова труба після формування зшивається під дією пучка електронів).

Середній шар – алюміній зварений лазером встик (є анти дифузійним захистом і сприяє меншому лінійному подовженню).

Зовнішній шар складається з PE-Xc чи PE-Xb в залежності від діаметру. Всі шари склеєні між собою високоміцним клеєм.

Технічні характеристики						
Матеріал	PE-Xc/Al/PEX					
Колір	Білий, RAL 9006					
Теплопровідність	0,43 Вт/м °K					
Коефіцієнт лінійного подовження	0,026 мм/м °K					
Шорсткість труби	0,007 мм					
Робочий тиск	10 бар					
Максимальна робоча температура	95 °C					
Максимальна аварійна температура	110 °C					
Ручний радіус вигину	5 x d					
Розміри труб PE-Xc/Al/PEX (для систем опалення та водопостачання)						
Умовний діаметр, Ду	Діаметр, мм	Товщина стінки труби, мм	Вага 1 м, кг	Об'єм води в трубі, л/м	Мінімальний радіус вигину, мм	Кількість труби в бухті, м
12	16,2	2,6	0,125	0,09	48,6	100
15	20	2,9	0,170	0,152	60	100
20	25	3,7	0,271	0,235	75	100
25	32	4,7	0,438	0,39	96	50

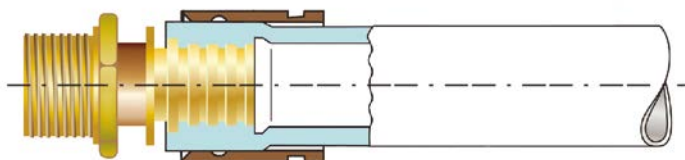
Переваги універсальної труби з PE-Xc/Al/PEX.

- Надзвичайна стійкість як при низьких так і при високих температурах;
- Не утворюються тріщини при виникненні напруги.
- Оптиміальне співвідношення гнучкості труб до опору високому тиску;
- Висока стійкість труб до старіння через високу температуру;
- Висока зносостійкість;
 - Відсутність пошкоджень матеріалу при згинанні труби;
- Зберігання форми при згинанні труб PE-Xc/Al/PEX;
- Відмінна хімічна стійкість;
- Попередження проникнення кисню у відповідності з DIN 4726, завдяки бар'єрному шару із алюмінію для труб PE-Xc/Al/PEX;
- Невелика втрата тиску в системі завдяки гладкості труби;
- Система не схильна до утворення осаду на стінках, навіть після багатьох років використання;
- Зручне транспортування (труба поставляється в бухтах).

2. Фітинги системи «Heat-PEX»

Монтаж систем опалення та водопостачання Heat-PEX може бути виконаний за допомогою двох видів труби та одного виду фітингів та гільз із корозостійкої латуні.

Особливістю фітингів системи Heat-PEX є наявність на з'єднанні т.з. «замка», який забезпечує надійне та міцне з'єднання.



Мал.4 З'єднання з натяжною гільзою в розрізі

Переваги фітингів системи Heat-PEX

- відсутність допоміжних уплотнюючих елементів;
- відсутність зменшення умовного діаметра на фітингу
- висока корозійна стійкість
- фітинги із стійкої до корозії латуні із вмістом міді ~62%. Латунь не піддається втраті цинку;
- фітинги із латуні придатної для питного водопостачання, із вмістом свинцю <2%;
- простота візуального контролю виконання з'єднання
- єдиний інструмент, єдині гільзи вне залежності від типу з'єднуваної труби
- можливість проведення гідравлічних випробувань відразу після виконання робіт
- стійкість до механічних та температурних навантажень
- екологічно чисте виробництво, можливість вторинної переробки.

2.1. Матеріал

Фітинги системи «Heat-PEX» під натяжну гільзу, які будуть контактувати з питною водою, виробляються із спеціальної латуні, стійкою до дезоцинкування, відповідають європейському нормативу DIN EN 12543, та мають вміст міді ~62%.

Даний тип латуні був розроблений за участі спеціалістів Інституту металофізики

ім.Г.В.Курдюмова спеціально для застосування з українською агресивною водою.

Однією з особливостей латуні з якої робляться фітинги є її екологічність та пристосованість для питного водопостачання. Так в складі повністю відсутній миш'як та невелика кількість свинцю (до 2%).

2.2. Дезоцинкування

Особливо у випадку використання солоної і відносно м'якою питної води при застосуванні стандартних сплавів латуні важко уникнути такого виду корозії як вимивання цинку з латуні

(вилугування). Тому в системі «Heat-PEX» використовуються фітинги із спеціальної «DZR» латуні стійкої до даного виду корозії.

2.3. Маркування фітингу



Фітинги мають наступне маркування:

- Назва виробника: Heat-PEX
- Зовнішній діаметр: 16x2,2
- Внутрішня різьба : Rp 1/2"
- Зовнішня різьба: G 1/2"
- Артикул: 2002161

2.4. Відсутність зміни умовного діаметру на фітингу

Універсальні труби «Heat-PEX» PE-Xa та PE-Xc/Al/PEX під час монтажу розширюються спеціальним інструментом і тільки після цього одягаються на фітинг. Таким чином, середня витрата через

фітинг, наближається до середньої витрати в трубі, що призводить до постійної швидкості потоку, знижує рівень шуму і підвищує опір ерозії.

2.5. Нероз'ємне з'єднання

З'єднання з натяжною гільзою є нероз'ємним тому, у відповідності із ДБН В.2.5-67-2013 може бути забетоновано в підлогу або заштукатурено

в стіну без установки лючків або інших способів інспекції.

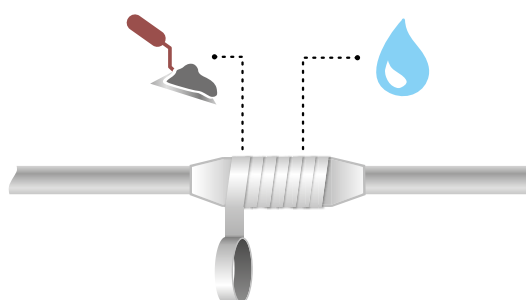
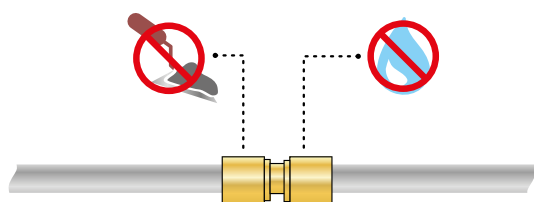
2.6. Захист фітингів

Фітинги системи Heat-PEX виконані зі спеціальної латуні стійкої до вимивання цинку і тому не потребують спеціальних заходів по внутрішній корозії.

Зовні фітинги необхідно захищати від прямого контакту із гіпсом, цементом, стінами, і т.д.

гофротрубою, ізоляцією або спеціальним покриттям.

Крім того у відповідності із вимогами по звукоізоляції та нормами DIN 4109 та VDI 4100 необхідно виключати прямий контакт фітингів із будівельними елементами.



3. Рекомендації по проектуванню та монтажу

Для виконання монтажу системи Heat-PEX використовується техніка з'єднання – «аксеальна» опресовка. Основою для цього з'єднання є так званий «ефект пам'яті» – можливість повернення труби до первісного стану.

Натяжна гільза розташовується на трубі з внутрішньої бороздкою у напрямку до закінчення труби.

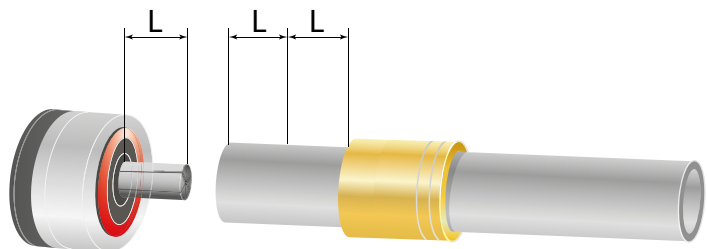
Труба розширюється в холодному стані і одягається на фітинг. Після цього починає відбуватися повернення труби до первісного стану, внаслідок чого розширений діаметр труби стає менше і труба обжимає фітинг (труба PE-Xc/Al/PEX має набагато менший «ефект пам'яті» ніж труба PE-Xa).

Після цього виконати запресовку натяжної гільзи.

3.1. Порядок монтажу елементів трубопроводу

Монтаж системи «Heat-PEX» складається із трьох послідовних дій: розширення труби, надівання труби на фітинг та натягування гільзи.

При розширенні завжди забезпечуйте мінімальну відстань від натяжної гільзи до кінця труби (приблизно дві довжини L штифта розширювальної насадки (див. мал.5)).



Мал.5. Мінімальна відстань від гільзи до края труби.

Натяжна гільза не повинна знаходитися на ділянці труби, що розширюється (існує ризик пошкодження труби або інструменту).

Забороняється проводити розширення труби несправною насадкою (наприклад, викривленою, надломаною). У цьому випадку розширення труби піде тільки в один бік і труба може розірватися.

Якщо при натягуванні гільзи матеріал труби виступає назовні, то процес слід зупинити, не доводячи гільзу приблизно на 1 мм до упору фітинга.

При відрізанні труби слід стежити за тим, щоб зріз був перпендикулярний. Якщо зріз проведений косо то при натягу гільзи матеріал труби може виступати назовні. Крім того при розширенні труб PE-Xc/Al/PEX це може призвести до того що труба лопне.



Мал.6. Пошкоджена розширювальна насадка еспандеру.



Мал.7. Пошкодження труби під час розширення несправною насадкою.

3.2. Монтаж системи Heat-PEX



Відріжте трубу необхідної довжини. Увага! Завжди відріжайте трубу під прямим кутом!



Якщо труба відрізана не під прямим кутом то під час монтажу натяжної гільзи може відбуватися вилазання труби між фітингом та кільцем або деформація натяжної гільзи.



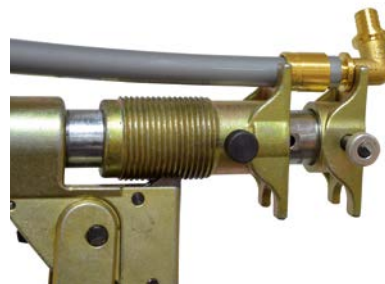
Надіти натяжну гільзу на трубу. Внутрішній скос має вказувати на кінець труби.



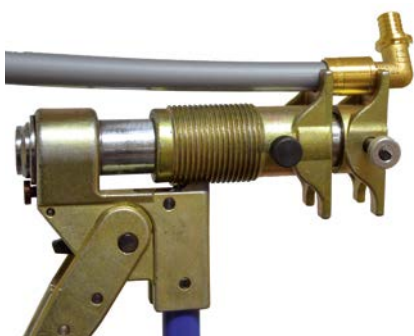
Розширьте трубу як мінімум двічі (після першого разу інструмент необхідно повернути на 300). Натяжна гільза має бути за розширювальним відрізком.



Вставте фітинг в трубу до останнього бортика. Після короткого проміжку часу фітинг буде обжатию трубою.



Вставте з'єднання в інструмент. З'єднання має бути завжди вставлено рівно між насадками. Якщо з'єднання вставлено криво то це під час монтажу може призвести до неправильного монтажу, поломки фітингу, гільзи або інструменту



Використовуючи інструмент напесовуємо кільце до бортику фітинга.

Одночасно з цим гільза підтягує трубу і та перелазить через останній бортик (т.з. «замок»)



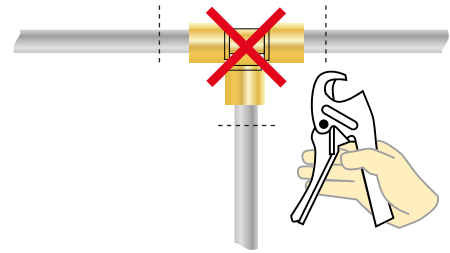
З'єднання готове. Натяжна гільза повністю напесована на фітинг. Труба перелізла через «замок».



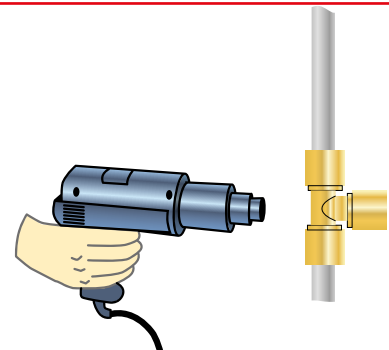
Увага при розширенні труби PE-Xc/Al/PEX слід використовувати спеціальні розширювальні насадки.

3.3. Демонтаж з'єднання з натяжною гільзою

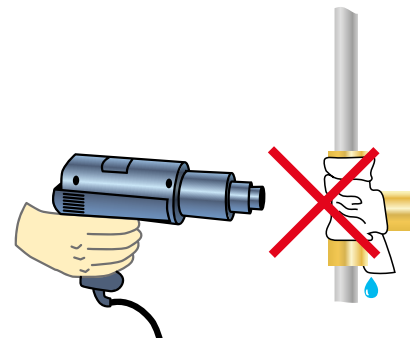
Якщо з'єднання з трубою було запресовано неправильно, фасонна частина може бути демонтована. При цьому вузол з фасонної частиною повинен бути повністю відокремлений за допомогою ножиць від мережі.



Для демонтажу необхідно розігріти вузол гарячим повітрям за допомогою будівельного фену. Коли температура досягне приблизно 135 °С, натяжну гільзу можна буде зняти. Після зняття труби з фітинга його необхідно буде почистити.

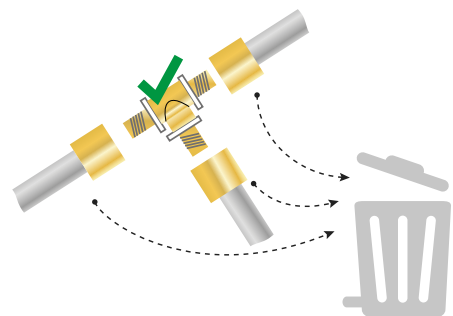


Забороняється розігрівати фітинг який приєднаний до функціонуючої системи



Після чого він може бути використаний повторно. Натяжна гільза не підлягає повторному використанню і її необхідно утилізувати разом з відрізнаними шматочками труби.

Перед створенням нового з'єднання нагріта труба і фітинг повинні повністю охолонути до температури навколишнього повітря. Це означає, що розширення закінчення труби має відбуватися в не нагрітому стані.



3.4. Монтаж з'єднань з натяжною гільзою в існуючу систему із труби РЕ-Ха.

Завдяки ефекту пам'яті, можливо монтувати фітинг з натяжною гільзою в існуючу систему, навіть після кількох років експлуатації. Коли, після декількох років змінного використання в результаті впливу високих температур натяжна гільза не може бути одягнена на трубу, первісний зовнішній діаметр труби може бути реконструйований таким способом:

1. Відріжте трубу під прямим кутом без задилок за допомогою відповідного інструменту.
2. Потім рівномірно по всьому колу прогрівайте кінець труби монтажним феном, поки

температура труби не досягне 130 °С. Під час нагрівання труба повертається в свій первинний розмір (еластична форма труби – результат ефекту пам'яті).

3. Після повного охолодження труби, натяжне кільце може бути змонтовано в звичайний спосіб.
4. У місці де труба досягає температури 130 °С, Антидифузійний шар буде пошкоджений.
5. Цей метод не підходить для труби РЕ-Хс/АІ/РЕХ.

3.5. Перехід на трубопроводи з інших матеріалів.

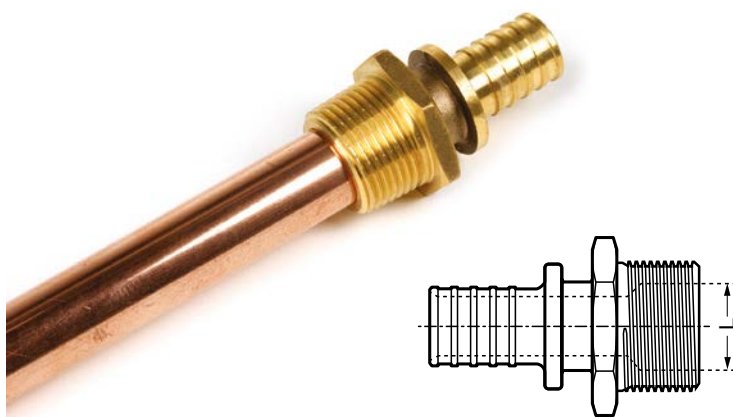
Коли потрібний перехід з системи «Heat-PEX» на інші системи (РЕ, РР, РЕХ, сталь і т.д.) рекомендується використовувати різьбові фітинги із зовнішньою або внутрішньою різьбою.

Слід зауважити, що різьбове з'єднання є розбірними, і його не можна забетонувати в підлогу або заштукатурити в стіну без установки лючків або інших способів інспекції.

3.6. З'єднання з мідними трубами.

Для з'єднання системи «Heat-PEX» з мідними трубопроводами необхідно використовувати різьбові фітинги. Крім того фітинги із зовнішнім

різьбленням володіють можливістю пайки з мідною трубою, яка розташовується усередині фітингу.



№ виробу по каталогу		Діаметр мідної труби L, мм
10102	16 x 1/2"М	15
10103	16 x 3/4"М	18
10105	20 x 1/2"М	15
10106	20 x 3/4"М	18
10109	25 x 3/4"М	18
10110	25 x 1"М	22
10111	32 x 3/4"М	18
10112	32 x 1"М	22

3.7. Під'єднання до газових та електричних водонагрівачів

З міркувань безпеки ми рекомендуємо завжди встановлювати між водонагрівачем та пластиковою трубою, мідну або сталеву трубу довжиною не менш ніж 1 метр.

При під'єднанні труб Heat-PEX до електричних та газових водонагрівачів необхідно враховувати данні виробників виробів у відношенні до приєднання пластикових труб.

Не всі електричні та газові водонагрівачі, що є на даний час у продажу гарантують безпечне підключення пластикових труб до них. Занадто висока температура може привести до пошкодження труби.

3.8. Під'єднання до сонячних елементів

Універсальні трубопроводи Heat-PEX можуть використовуватись для нагрівання води за допомогою сонячних елементів при максимальній температурі води в режимі постійної експлуатації до 70°C.

При використанні їх із сонячними елементами слід передбачити міри для того щоб виключити перевищення вказаної температури.

Так як сонячні батареї підвладні такому явищу як «закипання» теплоносія, ми не рекомендуємо використовувати універсальні системи для безпосереднього підключення до сонячних елементів.

3.9. Під'єднання до електричних водонагрівачів

Універсальні трубопроводи Heat-PEX можуть використовуватись для нагрівання води при максимальній температурі води в режимі постійної експлуатації до 70°C.

3.10. Під'єднання до твердопаливних котлів

Система Heat-PEX підходить для використання з котлами при температурі води не більше 90°C та тиску не більше 10 бар (середня температура за рік не має перевищувати 70 °C).

При підключення до твердопаливних котлів слід передбачити міри для того щоб виключити пошкодження труб через високу температуру.

З міркувань безпеки ми рекомендуємо завжди встановлювати між твердопаливним котлом та пластиковою трубою, мідну або сталеву трубу довжиною не менш ніж 2 метри.

3.11. Центральне опалення

Іноді системи центрального опалення працюють з дуже високими змінними тиском та температурою (130°C). При приєднанні до системи необхідно встановити запобіжні

пристрої для постійного обмеження температури води до 90°C. Рекомендується максимальна температура 85°C, що забезпечить запас міцності.

3.12. Гріючі кабелі

При приєднанні гріючого кабеля до трубопроводів Heat-PEX необхідно дотримуватись інструкції по встановленню, що надають виробники.

3.13. Прокладка труб скрито в нішах, стінах та підлозі.

- при прихованому прокладанні труб потрібно забезпечити можливість розширення та подовження труб. Саме тому рекомендується прокладання труб «Heat-PEX» в захисному поліетиленовому кожусі з ребрами (гофрі) або в ізоляції. В такому випадку пошкодження відсутні навіть при значному розширенні. Сили, що виникають при розширенні та стисканні в трубах PE-Xa, значно менші сил в трубах PE-Xc/Al/PEX;
- розмір штроб та каналів має бути таким який забезпечить можливість вільного прокладання та монтажу труб;
- трубопровід у місці перетину перекриття, внутрішньої стіни або перегородки слід про-
кладати в гільзі з негорючого матеріалу. Торці гільз повинні бути не менше рівня чистової поверхні огорожі та виступати не більше ніж на 30 мм від чистової поверхні огорожі;
- у місцях перетину трубопроводом огорожу-вальної конструкції з нормованим класом вогнестійкості та протипожежних перешкод слід влаштовувати спеціальні проходки або муфти, що забезпечують нормований клас вогнестійкості таких конструкцій відповідно до ДБН В.1.1-7;
- латунні фітинги мають бути обмотані захисною стрічкою для попередження потрапляння на них будівельних розчинів.

3.14. Відкрита прокладка.

- Систему "Heat-PEX" допускається прокладати відкрито в місцях де виключається механічне чи термічне пошкодження труб, а також при умові захисту від прямого впливу ультрафіолетового випромінювання.
- При цьому слід враховувати, що при нагріванні труба зроблена із РЕ-Ха має сильне лінійне подовження, що треба враховувати під час монтажу.
- Саме тому для відкритої прокладки ми рекомендуємо трубу із РЕ-Хс/АІ/РЕХ, яка має невелике подовження при нагріванні та тримає форму, яку їй задав монтажник під час монтажу. Сили, що виникають при розширенні та стисканні в трубах РЕ-Хс/АІ/РЕХ, значно більші ніж в трубах РЕ-Ха, із-за наявності в трубах алюмінієвого шару.

3.15. Лінійні подовження в залежності від температури труби РЕ-Ха.

Лінійні подовження з'являються в результаті зміни експлуатаційної температури або температури навколишнього середовища. При монтажі труб необхідно забезпечити можливість подовження труби.

Формула для розрахунку лінійного подовження :

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta T, (\text{мм})$$

де:

α – коефіцієнт лінійного подовження, (0,15 мм/м·К)

L – довжина труби, (м)

ΔT – різниця температур під час время монтажу та експлуатації, (°C)

При розрахунку лінійного подовження повинно бути взято до уваги наступне:

- Температура під час монтажу
- Максимальна температура води під час експлуатації

ПРИКЛАД:

Розрахуйте лінійне подовження труби довжиною 6 метрів.

Дані:

- $L = 6 \text{ м}$
- $\Delta T = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Розрахунок:

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta T = 0,15 \cdot 6 \cdot 60 = 54 (\text{мм})$$

Труби прокладені в конструкції підлоги під підлоговим покриття можуть розширюватися без будь-яких проблем при прокладці їх у захисній трубі «пешель» або в ізоляції зі спіненого поліетилену.

Константа для матеріалу труби РЕХ : 12

3.16. Лінійні подовження в трубі РЕ-Хс/АІ/РЕХ

Лінійні подовження з'являються в результаті зміни експлуатаційної температури або температури навколишнього середовища. При монтажі труб необхідно забезпечити можливість подовження труби.

Розрахунок лінійного подовження :

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta T, (\text{мм})$$

де:

α – коефіцієнт лінійного подовження, (0,15 мм/м·К)

L – довжина труби, (м)

ΔT – різниця температур під час время монтажу та експлуатації, (°C)

При розрахунку лінійного подовження повинно бути взято до уваги наступне:

- Температура під час монтажу
- Максимальна температура води під час експлуатації

Приклад розрахунку:

Довжина труби 6 метрів.

Різниця температур під час монтажу та експлуатації $\Delta T = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Розрахунок:

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta T = 0,026 \cdot 6 \cdot 60 = 9,36 (\text{мм})$$

При прокладанні труб у перекритті вони повинні бути прокладені в теплоізоляції або захисній трубі «пешель».

Це запобіжить руйнуванню перекриття і системи внаслідок подовження труб.

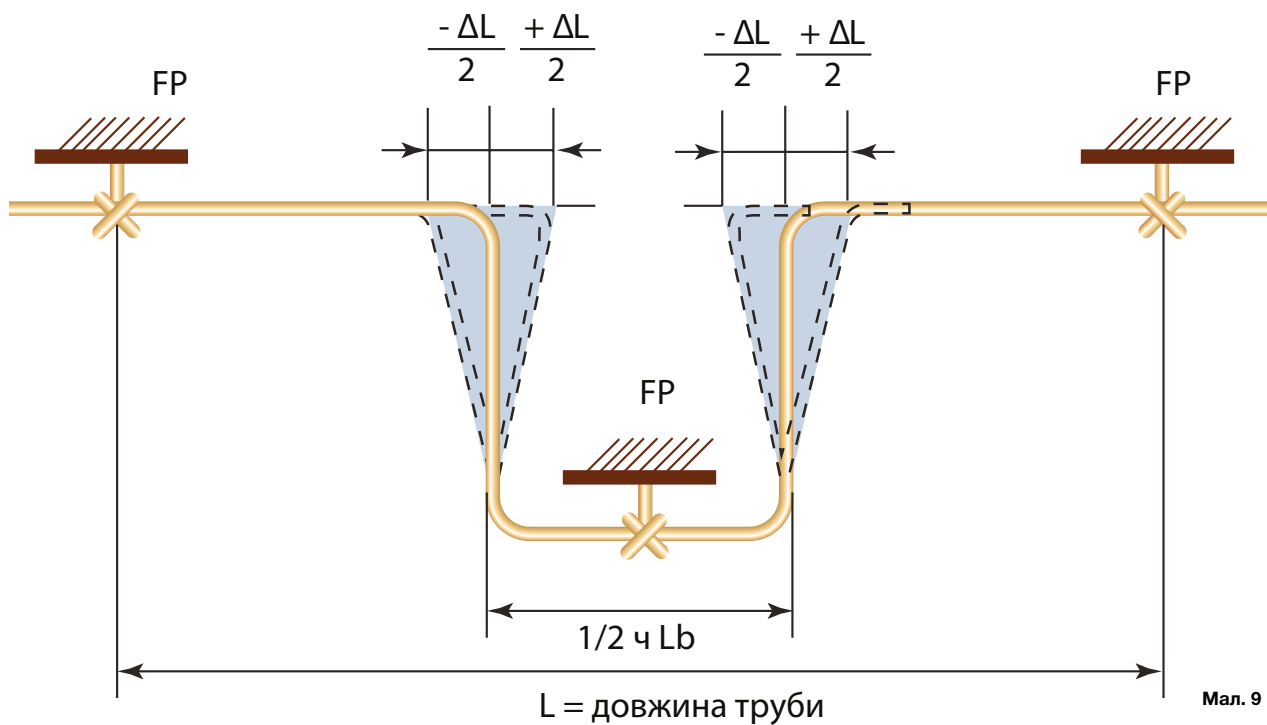
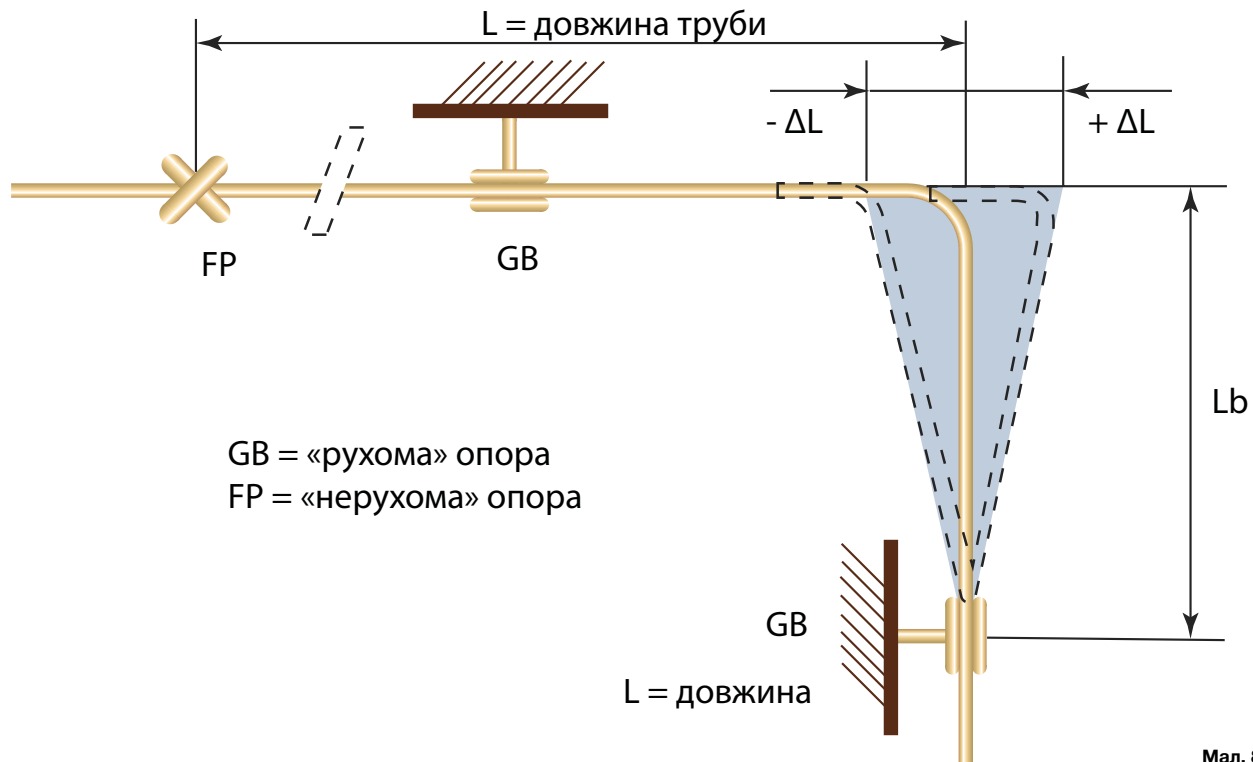
3.17. Компенсація лінійного подовження за рахунок повороту труби

Подовження труби можна компенсувати за рахунок її повороту. Це подовження може бути визначено, за малюнком 8.

На трубопроводі повинні бути встановлені «рухомі» і «нерухомі» опори так, щоб труба могла розширюватися у відповідному поздовжньому напрямку.

Не можна встановлювати «рухомі» опори на натягну гільзу або фітінг.

«Нерухомі опори» для повної фіксації труби повинні бути встановлені до і після фітінгу. (див. мал.10).



Визначення довжини компенсаційного плеча:

мінімальна довжина відхилення коліна L_b
розраховується наступним чином:

$$L_b = C \cdot \sqrt{D_b \cdot \Delta l} \quad (\text{мм})$$

де:

L_b – Довжина компенсаційного плеча (мм)

D_b – Зовнішній діаметр труби (мм)

Δl – Лінійне подовження (мм)

C – Константа (для PEX-a : $C = 12$)

C – Константа (для PE-Xc/Al/PEX : $C = 30$)

Наприклад:

Візьмемо за приклад ті ж параметри, що вказані в пункті 3.15 та 3.16, але для труби PE-Xa діаметром 25 мм і труби PE-Xc/Al/PEX також діаметром 25 мм.

PE-Xa

$$L_b = 12 \cdot \sqrt{25 \cdot 54} = 441 \text{ (мм)}$$

PE-Xc/Al/PEX

$$L_b = 30 \cdot \sqrt{25 \cdot 9,36} = 458 \text{ (мм)}$$

З даного прикладу зрозуміло, що не дивлячись на те що лінійне подовження труби PE-Xc/Al/PEX менше, довжина компенсаційного плеча труби PE-Xc/Al/PEX більше, ніж у труби PE-Xa через те що труба із PE-Xa є більш еластичною. Тобто для труби PE-Xc/Al/PEX під час монтажу необхідно встановлювати більші компенсатори.

3.18. Кріплення трубопроводів.

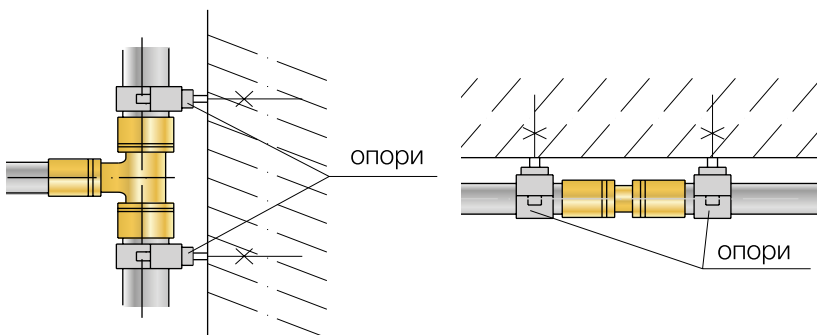
Труби кріпляться до будівельних конструкцій за допомогою спеціальних опор – фіксаторів. Слід пам'ятати, що матеріал, з якого зроблений фіксатор, не повинен бути твердіше матеріалу труби. Для кріплення труб можуть використовуватися пластикові фіксатори або металеві затискні хомути з еластичними гумовими прокладками.

Підводки до трубопроводної арматури, вентилів, фільтрів, водовимірювальними приладами та

до іншого санітарного обладнання слід кріпити, як нерухомі пункти системи, за допомогою відповідних фітінгів і опор. Опора виконується за допомогою двох металевих затискних хомутів з гумовими прокладками – під і над фітінгом.

Нерухомі та рухомі опори на стояках та горизонтальних відгалуженнях, виконаних з труб «Heat-PEX», рекомендується встановлювати з наступним кроком:

Тип труби	Діаметр	Максимальна відстань між рухомим опорами, м	Максимальна відстань між нерухомим опорами, м
PE-Xa	ø16	1	6
	ø20	1	
	ø25	1,2	
	ø32	1,4	
PE-Xc/Al/PEX	ø16	1	6
	ø20	1,25	
	ø25	1,5	
	ø32	1,75	



також нерухомі опори необхідно встановлювати в місцях приєднання до регулюючого, вимірювального і відключаючого обладнання

Нерухома опора виконується за допомогою двох металевих затискних хомутів з гумовими прокладками – під і над фітінгом.

Рухома опора встановлюється на трубі за допомогою металевих або пластикових хомутів і має не заважати повздовжньому руху труби.

Мал.10

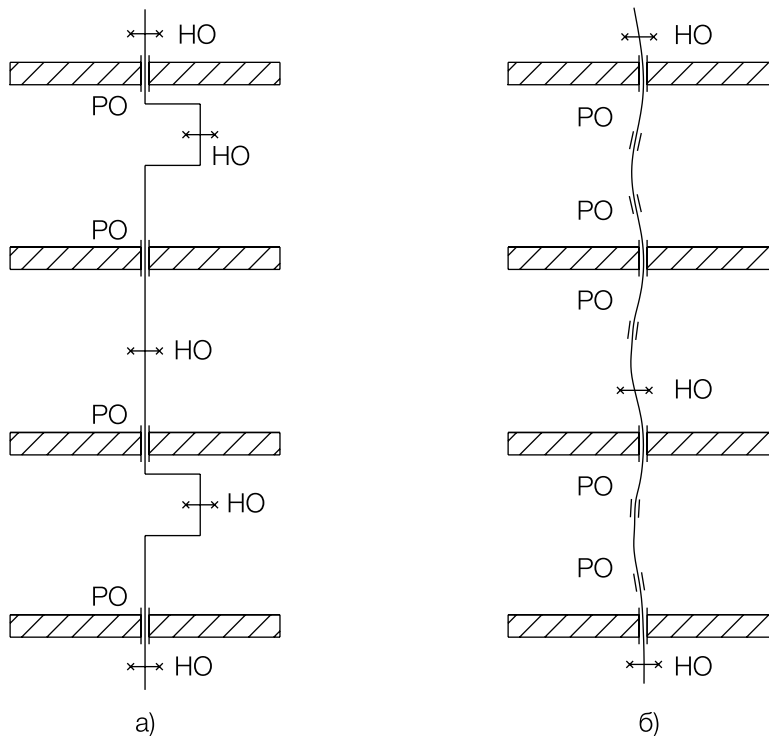
3.19. Монтаж стояків

В інженерних системах полімерних матеріалів серйозною проблемою є температурні лінійні подовження. Слід пам'ятати про те, що температурні подовження труб, виготовлених з полімерних матеріалів, в 8-10 разів більше, ніж у металевих. Крім того, велика частина полімерних матеріалів, таких як поліпропілен і полівінілхлорид, мають низьку межу міцності на розрив і вигин.

Тому на стояках, виконаних з цих матеріалів, необхідно влаштовувати спеціальні компенсатори.

Приклад улаштування компенсаторів температурних подовжень на стояках:

- технологія полімерних матеріалів;
- технологія з поперечно – зшитого поліетилену.



НО – Нерухома опора – металевий хомут з еластичною резиною прокладкою
ПО – Рухома опора – пластиковий фіксатор (не кріпляться жорстко на трубу)

Стояки, виконані з типових полімерних матеріалів, крім додаткового місця для пристрою компенсатора, вимагають 5-6 фітінгів (близько 10-12 з'єднань) і нерухомих опор. Труби з РЕ-Ха не бояться згинальних напружень, що виникають при викривленні стояка, у зв'язку з цим допускаються викривлення, які грають роль натуральних компенсаторів. Труби з РЕ-Ха, при стисненні, здатні перенести на нерухомих опорах великі зусилля. У зв'язку з цим, якщо труби будуть працювати з температурами більш низькими, ніж температура при монтажі (стояки холодної води – бл. 5-10 ° С), слід передбачити запас довжини труби між нерухомими опорами. Це знизить напруження на нерухомих опорах.

В особливих випадках можна виконати на стояках з труб РЕ-Ха подовження у формі букви U відповідно до загальних правил монтажу при виконанні систем з полімерних матеріалів,

наприклад, при необхідності розвантаження нерухомих опор, при прямолінійному укладанні трубопроводів без викривлення і т.п.

На стояках нерухомих опори слід монтувати на відгалуженнях (на трійниках). Якщо на відгалуженні від стояка немає нерухомої опори, слід створити певні умови для роботи трійника і відгалуження, які необхідні через температурні стиснення і подовження, щоб вузол не був зрізаний.

Нерухомих опори слід монтувати через кожні 6 м, а в житловому будівництві зазвичай через поверх. Якщо стояки йдуть по поверхні стін в закритому вигляді, або в монтажних каналах, рекомендується через кожні 1,2-1,5 м установлювати рухомих опори.

Пластикові фіксатори необхідно встановлювати таким чином, щоб вони забезпечували вільне

переміщення труби, викликане температурним подовженням стояка і горизонтальних відгалужень.

Данна інформація певною мірою відноситься і до трубопроводів з PE-Xc/Al/PEX, але при

використанні цих трубопроводів необхідно приймати до уваги що температурне лінійне подовження цих трубопроводів значно менше і тому згинальні напруження будуть ще меншими.

3.20. Монтаж горизонтальних розведень

Монтаж горизонтальних розводок з труб PE-Xa та PE-Xc/Al/PEX виконується так само, як і монтаж стояків. При прокладанні труб у підвалах будинків, слід максимально використовувати здатність труб самокомпенсувати температурні

лінійні подовження. При цьому особливу увагу слід звернути на місця поворотів і вигинів трубопроводів, виконуючи вимоги та рекомендації, зазначені в пунктах 3.15 та 3.16.

3.21. Ізоляція трубопроводів

Ізоляція трубопроводів опалення та водопостачання виконує такі функції як захист від втрат тепла, від корозії, шумоізоляційні функції а також за необхідності має компенсувати температурні лінійні подовження. Вибір ізоляції має виконуватись відповідно до сфери застосування. Забороняється використовувати

ізоляційні матеріали які можуть викликати хімічну або контактну корозію на елементах трубопроводу.

Підбір товщини ізоляції повинен виконуватись у відповідності із ДБН В.2.5-67-2013. «Опалення, вентиляція та кондиціонування» додаток Б.

№	Тип трубопроводів	Мінімальна товщина шару теплоізоляції теплопровідністю 0,035 Вт/(м·К) при перепаді температури 40 °С
1	Трубопровід із внутрішнім діаметром до 22 мм	20 мм
2	Трубопровід із внутрішнім діаметром від 22 мм до 35 мм	30 мм
3	Трубопровід із внутрішнім діаметром від 35 мм до 100 мм	Дорівнює внутрішньому діаметру
4	Трубопровід із внутрішнім діаметром більше 100 мм	100 мм
5	Трубопровід за 1-4 у стінових або стельових каналах, при перетині із іншими трубопроводами	Зменшена у половину від вимог у 1-4
6	Розподільний трубопровід системи опалення за 1-4 прокладений у стінах між опалювальними приміщеннями різних споживачів	Зменшена у половину від вимог у 1-4
7	Трубопровід що контактує (або є вірогідність контакту) із зовнішнім повітрям	Збільшена у дві рази від вимог у 1-4
8	Трубопровід системи опалення в опалювальному приміщенні або у проміжку між ними за наявності автоматичних регульованих клапанів на опалювальних приладах	6 мм
9	Трубопровід системи опалення за 1-4 прокладений у перекритті між опалювальними приміщеннями різних споживачів	6 мм
10	Трубопроводи системи водопостачання та холодопостачання в системах охолодження	6 мм

Для одноквартирного будинку та нежитлової будівлі для одного користувача рекомендується влаштовувати теплоізоляцію трубопроводів як для багатоквартирного будинку для захисту від корозії, шуму а також зменшення теплового навантаження.

Для більш точного визначення товщини ізоляції трубопроводів слід використовувати ДБН В.2.5-67-2013. «Опалення, вентиляція та кондиціонування» додаток Б.

3.22. Вигин труб

Труби РЕ-Ха та РЕ-Хс/Al/PEX завдяки своїй еластичності, можна легко зігнути на необхідний кут. Простота укладання і еластичність є головними перевагами, що дозволяють швидко і професійно

змонтувати труби. Труби діаметром 16-32 мм можна вигинати вручну без допомоги спеціальних інструментів. Радіус вигину має відповідати рекомендаціям наведеним у пунктах 1.9-1.11.

3.23. Захист від замерзання

Трубопроводи прокладені крізь зони можливої низької температури мають бути ізольовані. Однак якщо вода знаходиться без руху то через деякий час вона може замерзнути навіть в ізольованому трубопроводі.

Для запобігання замерзанню системи опалення слід використовувати наявні на ринку антифризи, наприклад гліколеві:

- етиленгліколь – використовується в таких концентраціях:

Концентрація етиленгліколя, %	Температура замерзання, °C	Щільність при 20 °C
30%	-15 °C	1,038
35%	-20 °C	1,045
40%	-25 °C	1,052
45%	-30 °C	1,058
50%	-35 °C	1,064

Недоліком етиленгліколю є його токсичність. Перевагою – невисока ціна.

- пропіленгліколь – використовується в таких концентраціях:

Концентрація пропіленгліколя, %	Температура замерзання, °C	Щільність при 20 °C
31%	-15 °C	1,023
36%	-20 °C	1,028
42%	-25 °C	1,032
45%	-30 °C	1,035
50%	-35 °C	1,038

Перевагою пропіленгліколю є його безпечність, він є не токсичний, вибухо-, пожежо- та екологічно безпечним. Недоліком – більш висока ціна.

3.24. Промивка системи трубопроводів питної води

У відповідності із ДБН В.2.5-64-2012 «Внутрішній водопровід та каналізація», системи холодного та гарячого водопостачання після закінчення їх монтажу повинні бути промиті водою до виходу її без механічних залишків.

Промивання систем питного водопостачання вважається закінченим після виходу води, яка відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Для системи Heat-PEX данна промивка не є обов'язковою так як подібні залишки у зв'язку з особливістю монтажу системи не виникають. Тим не менш з точки зору гігієни не слід відмовлятися від промивки трубопроводу перед початком експлуатації системи.

4. Випробування систем опалення та водопостачання

При проведенні випробування трубопроводної системи під тиском слід виконувати вимоги безпеки НПАОП 0.00-1.11.

Розрізняють такі варіанти випробувань трубопроводів під тиском:

- гідравлічний метод випробування на герметичність, якому надається перевага, оскільки він є більш безпечним та може використовуватись в переважній більшості випадків;

- пневматичний метод випробування на герметичність, який використовують лише у тих випадках, якщо не допускається використовувати воду (іншу рідину) для перевірки герметичності.

Трубопроводну систему слід випробовувати пробним тиском, що на 30% перевищує робочий тиск упродовж відведеного періоду, який слід приймати не менше 2 годин.

4.1. Гідравлічне випробування тиском

Необхідно виконати наступні дії перед проведенням гідравлічного випробування:

- | | |
|--|---|
| <p>а) закупорити, перекрити або ущільнити всі відкриті кінці трубопроводу;</p> <p>б) зняти та/або перекрити потенційно небезпечне обладнання системи та затягнути фітинги, а також виставити (переналаштувати) реле тиску і компенсатори;</p> <p>в) закрити всі клапани, що обмежують ділянку трубопроводу, яку випробовують. Закрити клапани, якщо вони недостатньо закриті й можуть стати причиною вібрацій або невидимих дій;</p> | <p>г) відкрити всі клапани в межах ділянки трубопроводу, яку випробовують;</p> <p>д) переконатись, що всі повітровідвідники у найвищих точках системи знаходяться в робочому стані;</p> <p>е) переконатись, що випробувальний манометр справний, розрахований на необхідний тиск та строк його повірки не минув;</p> <p>ж) перевірити наявність необхідних спускних кранів та шлангів для відведення води в каналізацію;</p> <p>и) визначити тривалість проведення випробування, враховуючи час, необхідний для проведення всіх підготовчих процедур.</p> |
|--|---|

Проведення випробування

При проведенні гідравлічного випробування необхідно виконати наступні процедури:

- | | |
|--|--|
| <p>а) при наповненні системи водою чи іншою рідиною ретельно перевірити всю систему на наявність виходу повітря, що витісняється;</p> <p>б) систематично видаляти повітря з системи через її верхні точки;</p> | <p>в) після заповнення системи водою підвищити тиск до пробного та зафіксувати його;</p> <p>г) якщо тиск падає, перевірити запірну арматуру на протікання, потім оглянути ще раз систему на наявність витоків;</p> <p>д) якщо стан системи задовільний, то необхідно це засвідчити у звіті підписами представника клієнта та працівника, відповідального за проведення випробування.</p> |
|--|--|

Закінчення випробування

Після закінчення випробування, необхідно провести наступні дії:

- а) знизити тиск;
- б) спорожнити систему, у разі необхідності, для проведення наступних процедур:
 - установити заново зняте перед випробуванням потенційно небезпечне обладнання;
 - відкрити тимчасово перекриті клапани, що визначали межі ділянки системи;
- в) забезпечити, щоб повітровідвідники, наприклад, резервуарів, баків, ємкостей, мембранних баків, були сполучені з атмосферою до спорожнення системи, інакше можливе руйнування системи від розрідження;
- г) у необхідних випадках слід осушити трубопровід нагрітим повітрям.
- у разі потреби заповнити систему іншим тепло- або холодоносієм, наприклад, повітрям, парою, тощо;

4.2. Пневматичні випробування

Перед проведенням пневматичного випробування необхідно:

- а) призначити відповідальну особу за проведення випробування. Відповідальна особа має керувати підготовкою системи до випробування, керувати проведенням випробування та після закінчення випробування контролювати зниження тиску в системі до атмосферного. У письмовому протоколі у формі звіту вказати проектний робочий тиск, пробний тиск та період випробування;
- б) після закінчення випробування систему слід привести до стану, що забезпечує її експлуатацію в умовах розрахункового робочого тиску;
- в) закупорити, перекрити або ущільнити всі відкриті кінці трубопроводу;
- г) зняти та/або перекрити потенційно небезпечне обладнання системи та затягнути фітинги, виставити (переналаштувати) лічильники, реле тиску і компенсатори;
- д) закрити всі клапани, що обмежують ділянку трубопроводу, яку випробовують;
- е) відкрити всі клапани в межах ділянки трубопроводу, яку випробовують;
- ж) переконатись, що всі повітровідвідники у найвищих точках системи знаходяться в закритому положенні;
- и) переконатись, що випробувальний манометр справний, розрахований на необхідний тиск та строк його повірки не минув;
- к) за можливості, контролювати обстановку навколо зони, де здійснюють випробування стиснутим повітрям;
- л) якщо тиск стиснутого повітря, яке подають в систему, більший за пробний тиск, то на з'єднувальному трубопроводі встановлюють редукційний клапан, манометр та запобіжний клапан, настроєний на відкриття при досягненні в системі пробного тиску;
- м) будь-які гнучкі з'єднання (шланги), через які подають повітря, повинні бути надійно закріплені;
- н) перед проведенням випробування весь персонал повинен перебувати на безпечній відстані від трубопроводу;
- п) повітря слід подавати повільно та контролювати редукційним клапаном, настроєним на пробний тиск;
- р) якщо повітря для випробування подають від джерела з більш високим тиском (редукують), на вході в систему його температура знижується. У подальшому при підвищенні температури відповідно починає підвищуватися тиск у трубопроводі. Для того, щоб тиск повітря не перевищив пробного тиску, необхідно здійснити відповідні заходи. У будь-якому випадку слід підключити запобіжний клапан, настроєний на пробний тиск;
- с) під час проведення випробування категорично забороняється перевіряти зварні шви за допомогою простукування.

Регламент пневматичного випробовування

Під час проведення пневматичного випробовування необхідно провести наступні дії:

- а) підвищувати тиск повітря не більше ніж на 0,5 бар (0,5 x 10⁵ Па);
- б) через 10 хв після початку випробовування оглянути систему для виявлення місць витoku повітря за звуком чи використовуючи мильний розчин;
- в) знизити тиск.

4.3. Документація після проведення випробовування тиском

Після проведення випробовування тиском фіксують наступні дані:

- дату проведення випробовування;
- характеристики системи опалення та максимальний робочий тиск;
- значення пробного тиску;

- часовий період проведення випробовування;
- прізвища персоналу, що брали участь у проведенні випробовування.

Звіт повинен відповідати технічним інструкціям і вимогам проекту.

4.4. Теплове випробування

Теплове випробування систем опалення та теплопостачання при позитивній температурі зовнішнього повітря повинно проводитися при температурі води в подавальних магістралях систем не менше 60 °С. При цьому всі опалювальні прилади повинні прогріватися рівномірно.

При відсутності в теплу пору року джерел теплоти теплове випробування систем опалення має бути здійснене після підключенні до джерела теплоти.

Теплове випробування систем опалення при негативній температурі зовнішнього повітря по-

винно проводитися при температурі теплоносія в подаючому трубопроводі, що відповідає температурі зовнішнього повітря під час випробування, по опалювальному температурному графіку, але не менш 50 °С, і величині циркуляційного тиску в системі згідно з робочою документацією.

Теплове випробування систем опалення слід робити протягом 7 год, при цьому перевіряється рівномірність прогріву опалювальних приладів (на дотик).

5. Рекомендації по проектуванню та монтажу підлогового опалення

5.1. Регулювання температури в приміщенні.

Регулювання температури в приміщенні потрібно для досягнення кращого внутрішнього комфорту. В одній будівлі існують різні потреби в теплі, в залежності від зовнішніх факторів (орієнтація будівлі, напрям вітру і т.д.) або внутрішніх

факторів (освітлення, відкритий вогонь, час проживання і т.д.). При поверхневому опаленні температура в кожному приміщенні може бути точно відрегульована за допомогою кімнатного термостата.

Види та принцип роботи кімнатних термостатів

Корекція температури в системах "Heat-PEX" зазвичай відбувається за принципом двохпозиційного регулювання. Наприклад, приймаємо, що температура приміщення трохи нижче, ніж задана кімнатним термостатом. Термостат включає опалення. Застосовуючи принцип вкл-викл, термостат відкриває приплив тепла протягом 5 хвилин. Після цього він закриває приплив незалежно від температури

приміщення, якщо температура приміщення все ж нижче заданої, термостат знову включає після 5-хвилинної паузи опалення на наступні 5 хвилин і т.д. Ідея такого принципу регулювання – це максимально рівномірне, наскільки це можливо, підвищення температури поверхні для забезпечення підвищеного ступеня комфорту. Протягом 5 хвилин, коли термостат відкритий, вода циркулює з великою швидкістю і заповнює контур опалення повністю новою водою з рівномірною температурою.

Регулювання потоку

Системою панельного опалення можна також керувати за допомогою регулювання потоку. Більша витрата забезпечує високу тепловіддачу з поверхні підлоги або стіни, а низька – навпаки. Однак, це дає нерівномірну температуру поверхні.

Різні, пов'язані між собою фактори кліматичних умов і конструкцій будівлі впливають на час реагування системи панельного опалення.

Час реагування змінюється відповідно до зовнішньої температурою. Системи опалення спроектовані таким чином, щоб вони могли впоратися з підтримкою необхідної температури під час найхолодніших місяців року. Однак, системи спроектовані не тільки для роботи протягом цього періоду, а до і після холодного сезону є резерв потужності, завдяки якому скорочується час реагування.

Конструкція будівлі

Теплоізоляція будівлі, впливає на роботу системи панельного опалення. Якщо конструкції будівлі погано ізольовані, це може призвести до великих втрат енергії, які можуть вплинути на час реагування. Конструкція панелі також впливає на час реагування. У будинках з наливними бетонними підлогами, підлога буде накопичувати енергію, сповільнюючи первісне час реагування. У громадських будівлях цей ефект накопичення

енергії може бути використаний для економії енергії в нічний час або в кінці тижня, коли перепад температури допускається через відсутність людей в будівлі. Систему можна, наприклад, регулювати за допомогою тижневого таймера, запрограмованого на реагування системи. У будинках з дерев'яними підлогами на балках або настеленні статями – навпаки, більш короткий час реагування, так як дерево має низьку теплоємність.

Саморегулювання теплого потоку

Ефект саморегулювання полягає в здатності системи панельного опалення зменшувати або збільшувати тепловіддачу з метра квадратного в залежності від температури в приміщенні. Даний ефект пов'язаний з невеликою різницею між температурою повітря і температурою панелі.

Як видно з формули {п. 8.2}, при підвищенні температури повітря тепловіддача з поверхні панелі зменшується, а якщо температура повітря зрівняється з температурою панелі (внаслідок теплонаходжень від інших джерел тепла), то тепловіддача буде дорівнювати 0.

5.2. Загальна інформація

В системах підлогового опалення, тепло від труб передається цементно-пісчаній стяжці в якій вони розташовані і яка розподіляє тепло по поверхні забезпечуючи рівномірну температуру поверхні підлоги. Необхідно простежити, аби при заливці стяжки не було повітряних кишень бо це може призвести до

нерівномірного прогріви, оскільки повітря є поганим провідником тепла.

Існують різні рішення для укладання труб підлогового опалення в бетонні конструкції підлоги, залежно від конструкції будівлі і конкретної обстановки.

Загальні вказівки по товщині підлогового опалення.

Місце розташування теплої підлоги	Товщина теплоізоляції, мм	Мінімальна товщина шару стяжки над ізоляцією, мм	Чистове покриття підлоги, мм
Над опалювальним приміщенням	30	60	В залежності від матеріалу
Над неопалювальним приміщенням та ґрунтом	50 – 100	60	
Над відкритими поверхнями з температурою до – 22 °С	140	60	



Мал. 11. Проволка для в'язки труб



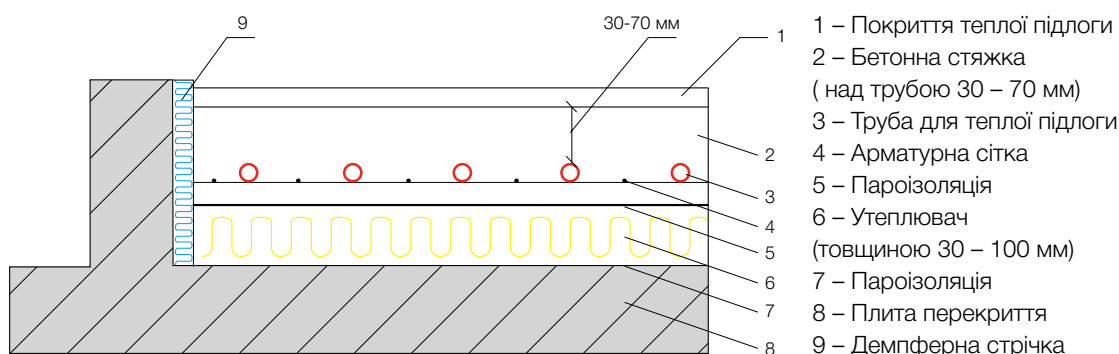
Мал. 12. Стягуючий хомут

5.3. Способи кріплення труб

5.3.1. Кріплення до арматурної сітки:

- Сталева арматурна сітка в конструкції підлоги забезпечує легке і економічне кріплення труб згідно необхідної схемою;
- Ідеальний варіант для труб РЕ-Ха;
- Арматурна сітка укладається на всю площу підлоги.
- До арматурної сітки труба кріпиться за допомогою:

Максимальна відстань між місцями кріплення до сітки становить 750 мм. На згинах 300 мм.



Примітка:

1. Шар пароізоляції під утеплювачем можна не застосовувати за умови розташування теплої підлоги над опалювальним поверхом.

2. Переконайтеся в тому, що сітка не лежить прямо на теплоізоляції. Сітка звичайна призначена для армування бетону 4мм.

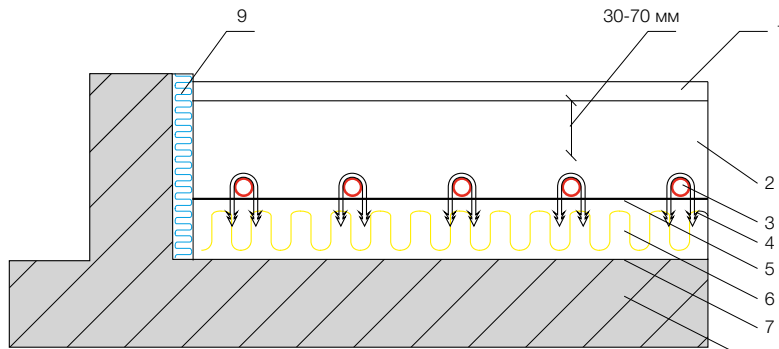
5.3.2. Кріплення за допомогою якірної скоби:

- Найдешевший спосіб кріплення труби;
- До теплоізоляції труба кріпитися за допомогою:

Максимальна відстань між місцями кріплення до сітки становить 500 мм. На згинах 250 мм.



Мал. 13. Кліпса для кріплення труби



- 1 – Покриття теплої підлоги
- 2 – Бетонна стяжка (над трубою 30 – 70 мм)
- 3 – Труба для теплої підлоги
- 4 – Кліпса для кріплення труби
- 5 – Пароізоляція
- 6 – Утеплювач (товщиною 30 – 100 мм)
- 7 – Пароізоляція
- 8 – Плита перекриття
- 9 – Демпферна стрічка

Примітка:

Шар пароізоляції під утеплювачем можна не застосовувати за умови розташування теплої підлоги над опалювальним поверхом.

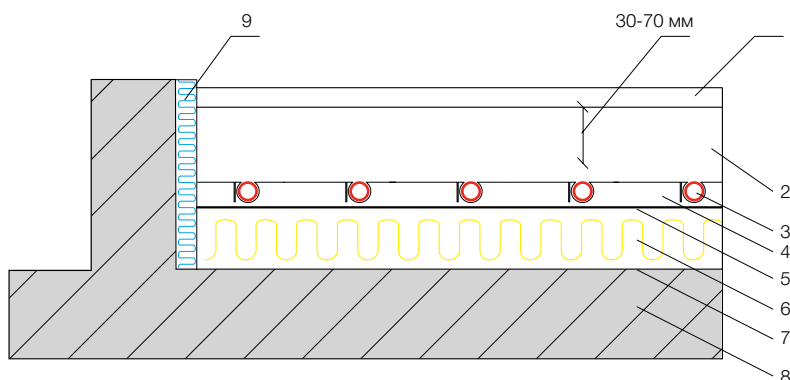
5.3.3. Кріплення за допомогою монтажної планки:

- Добре підходить для квадратних і прямокутних приміщень;
- До теплоізоляції труба кріпитися за допомогою:

Максимальна відстань між місцями кріплення становить 1000 мм.



Мал. 14. Монтажна планка

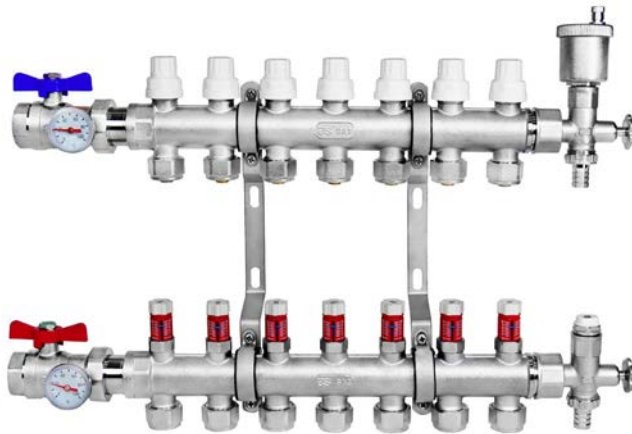


- 1 – Покриття теплої підлоги
- 2 – Бетонна стяжка (над трубою 30 – 70 мм)
- 3 – Труба для теплої підлоги
- 4 – Монтажна планка
- 5 – Пароізоляція
- 6 – Утеплювач (товщиною 30 – 100 мм)
- 7 – Пароізоляція
- 8 – Плита перекриття
- 9 – Демпферна стрічка

Примітка:

Шар пароізоляції під утеплювачем можна не застосовувати за умови розташування теплої підлоги над опалювальним поверхом.

5.4. Монтаж колектора



Мал. 15. Колектор для поверхневого опалення.

Колектор для підлогового опалення рекомендується встановлювати в спеціальній шафі. В залежності від стіни на яку встановлюється колектор вона може бути зовнішнього розташування або внутрішнього. Шафа має бути обладнана спеціальними кріпленням, які допоможуть легко закріпити та виставити колектор по горизонталі. Колектора виготовляються з латуні або з нержавіючої сталі та поставляються в комплекті по два: один для установки на подаючому трубопроводі, а інший на зворотному. Кожен подаючий колектор забезпечений топметр – регуляторами для кожної петлі, для вирівнювання опору в петлях, а зворотний – термостатичними буксами на які можна встановлювати виконавчі механізми для автоматичного керування тепловіддачею петель.

Для повноцінної роботи поверхневого опалення колектор необхідно комплектувати:

- а) Кульові крани.
На вході кожного колектора необхідно встановити кульові крани для відключення колектора. Це можуть бути кутові або прямі крани.

У деяких випадках (коли є кілька колекторів різної потужності) замість кульових кранів необхідно встановлювати запірні та балансувальні клапани.

- б) Колектор :
 - подаючий;
 - зворотний.
- в) Кріплення колектора.
Кріплення колектора являє собою оцинкований кронштейн з двома зажимами (хомутами). Кожен комплект колекторів обладнується таким комплектом кріплень. З його допомогою колектор можна встановити як на стіні, так і в шафі. Подаючий колектор рекомендується встановлювати вгорі.
- г) Дренажний кран
Призначений для зливу води в окремо взятому колекторі.
- д) Клапан для спуску повітря
Призначений для випуску повітря з системи поверхневого опалення який потрапляє туди в процесі монтажу або експлуатації. Клапан може бути ручний («кран « Маєвського ») або що краще – автоматичний.
- е) Кімнатний термостат.
Кімнатний термостат служить для регулювання тепловіддачі в окремо взятій зоні. Кімнатний термостат являє собою температурний датчик, забезпечений біметалічним сенсорним елементом, який подає сигнал, пропорційний температурі. Діапазон регулювання від 5 до 30 °С.

Є моделі оснащені програматорами для завдання температурних програм на тиждень.
- д) Виконавчі механізми.
Виконавчі механізми призначені для регулювання потоку залежно від сигналу що надходить від кімнатного термостата. Встановлюються на термостатичні клапани на зворотному колекторі.

5.5. Основа для підлогового опалення

Поверхня перекриття для укладання на ньому підлогового опалення повинна бути горизонтальною і рівною. Крива і нерівна поверхня повинна бути вирівняна за допомогою

тонкого шару цементно-піщаного розчину. Якщо нерівності не значні (не більше 0,5 см), то їх можна вирівняти сухим піском. Це запобіжить пошкодженню шару теплоізоляції.

5.6. Пароізоляція

Перед укладанням шару теплоізоляції слід переконатися, чи рекомендоване укладання

пароізоляції (наприклад, якщо бетонна плита покладена прямо на ґрунт).

5.7. Теплоізоляція

Для ефективного та економічного функціонування системи підлогового опалення велике значення має правильне улаштування підлоги. Тепла підлога являє собою, так званий «пиріг», який повинен відповідати всім нормам по теплоізоляції, звукоізоляції а також міцності. На всій поверхні підлоги повинен бути покладений шар теплоізоляції. В якості теплоізоляції можна використовувати інші, здатні сприймати нормативні навантаження на поверхню теплої підлоги, в житловому будівництві – близько 150 кг / м².

Є безперечним, що тип теплоізоляції і її коефіцієнт опору теплопередачі (R) мають значний вплив на швидкість нагріву, а також

на втрати тепла в приміщеннях. Слід також вживати заходів до перешкоди догляду тепла на бічні огорожувальні конструкції, для чого влаштовують крайову ізоляцію між стіною і стяжкою підлоги. Ця ізоляція також виконує роль температурного шва, який оберігає стяжку підлоги від виникнення тріщин біля стін при затвердінні розчину і при температурному розширенні бетонної підлоги. На шар теплоізоляції рекомендується укласти поліетиленову плівку, щоб цементний розчин не проникав між плитами пінополістиролу або інший застосовуваної теплоізоляції, створюючи температурні і акустичні містки. В якості крайової ізоляції застосовується компенсаційна стрічка із спіненого поліетилену.

5.8. Арматурна сітка

Арматурна сітка використовується як основа для кріплення до неї труб за допомогою дроту для в'язки труб або хомута, що стягує.

Цей варіант відрізняється простотою, тому арматурна сітка являє собою графічну сітку, завдяки чому виключається час на розмітку підлоги. Сітка виконується з металевого прута діаметром від 3 до 6 мм. Розмір чарунки, як правило, становить 150х150 мм, рідше 225х225 мм або 300х300мм.

Труби слід кріпити до сітці не рідше ніж через 1 м. Якщо сітка покладена правильно і являє собою візерунок з квадратів, укладання

петель підлогового опалення на такій поверхні не складає ніяких труднощів. Додатковою перевагою застосування арматурної сітки є збільшення механічної міцності стяжки підлоги за рахунок її армування. Крім цього, завдяки сітці, труба опалення буде повністю (всією поверхнею) занурена в стяжку підлоги, гарантуючи при цьому максимальну тепловіддачу.

Додатковим плюсом даного способу укладання є те, що труба не кріпиться безпосередньо до шару теплоізоляції, тобто нижня частина труби не буде стикатися з ізоляційним матеріалом і не відбудеться зменшення її тепловіддачі.

5.9. Укладання контурів

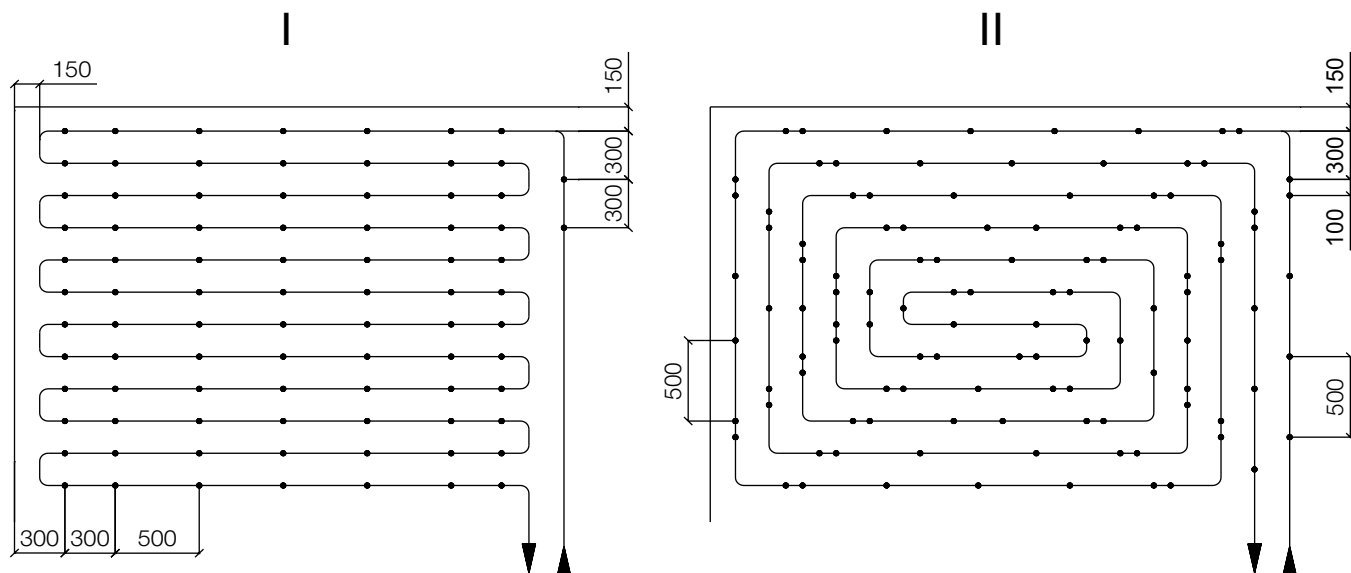
Укладання контурів починається з під'єднання одного кінця труби до колектора. Для виведення труби з підлоги до колектора під кутом 90° служить направляючий відвід. Для під'єднання кінця труби до виходу колектора слід її рівно обрізати і встановити на ній компресійний фітінг, що складається з розрізного кільця, обжимної гайки і втулки, яку потрібно вставити в трубу до упору.

Слід укласти контур так, щоб не допустити схрещування труб опалення. Після монтажу, кожний контур повинен мати бірку біля колектора, з позначенням приміщення, що він обслуговує, або зони опалення. Укладання труб найзручніше виконувати двома монтажниками, хоча і один може виконати цю роботу.

Трубу рекомендується кріпити через кожні 0,5-1 м. При укладанні труб підлогового опалення

треба пам'ятати, щоб подаючий, більш гарячий потік води, був направлений до потенційно холодних зон, наприклад, до зовнішніх стін. Біля стін труби повинні проходити на відстані, не

ближче, ніж 150 мм, для забезпечення вільного укладання підлогового покриття, демпферної стрічки і т. п.



Примітка:

через лімітований мінімальний радіус вигину труб, метод укладання I рекомендується для кроку труб 200, 250 і 300 мм. Коли потрібно більш щільний крок укладання труб, повороти на 180° повинні мати грушоподібну форму, щоб уникнути зминання труб.

При технологічно правильній роботі, укладання петель, з відповідним кроком, не створює жодних труднощів.

Рекомендується відрізати трубу від бухти тільки після укладання петлі та підведення її до зворотного колектора. Петлі слід укладати по

черзі, поки не буде змонтована вся система. При великій кількості труб, укладених близько один до одного, наприклад, в коридорах або біля колектора, слід ізолювати деякі з них, бажано подаючі, для того, щоб уникнути місцевого перегріву поверхні.

5.10. Заповнення системи

Після виконання монтажу системи поверхневого опалення або окремих її частин, слід провести гідравлічне випробування. Спочатку необхідно заповнити систему водою і видалити з неї повітря.

Перед заповненням кожної петлі водою необхідно закривати вентилі на подаючому і зворотному колекторах попередньої петлі!

Всі вентилі подавальних і зворотних колекторів повинні бути закриті. На штуцер кінцівки

зворотного колектора одягається шланг від водопроводу для заповнення системи водою. Повітря видаляється з кожної петлі послідовно. Для цього треба відкрити вентилі даної петлі на подаючому і зворотному колекторах та водою, що надходить, з водопроводу поступово витіснити повітря і знову їх закрити. Після закінчення цього процесу і закриття всіх вентилів, необхідно включити насос системи приблизно на 5 хвилин і випустити повітря, залишилося в системі через штуцера кінцівки подаючих колекторів.

УВАГА! При виконанні стяжки система повинна перебувати під тиском 1-2 бар.

5.11. Підготовка та пуск системи

Після підключення системи до джерела тепла треба випустити з неї повітря. Потім слід включити насос, потужність якого повинна відповідати проектній, і ще раз переконатися у відсутності повітря в кожній петлі окремо, при повному відкритті запірних вентилів.

Подальші дії:

- встановити розрахункові значення витрати води на топметр – регуляторі;
- задати автоматичний режим роботи насосно-блоку змішувача і параметри температури води, що подається;
- встановити на кімнатних термостатах максимальні значення температури. Після запуску системи підлогового опалення необхідно перевірити відповідність температури подачі води розрахунковим значенням, вона може бути різною для різних приміщень. Це залежить від типу конструкції і покриття підлоги, а також теплової потреби приміщення.

Пуск системи опалення.

При включенні системи підлогового опалення в перший раз, нагрів бетонної підлоги триває досить тривалий період, що викликано великою теплоємністю бетонної стяжки.

Після виконання бетонної стяжки категорично заборонено подавати гарячу воду в систему протягом 3-х тижнів. За цей час стяжка повинна затвердіти природним способом і набрати необхідну міцність (при високій температурі і низькій вологості навколишнього повітря рекомендується змочувати поверхню плити поверхневого опалення, щоб зберегти її від надмірно швидкого висихання). Після закінчення зазначеного часу в систему можна подати теплоносії з температурою 25 °C, а в наступні 4 дні вона повинна бути поступово піднята до розрахункової.

В результаті включення системи необхідно перевірити наступне:

- температура води в подавальному трубопроводі блоку змішувача з боку

джерела тепла, повинна бути значно вище, ніж температура в подаючому колекторі, це пов'язано з підмішуванням більш холодної води з зворотного трубопроводу;

- після закінчення певного часу температура теплоносія в подаючому колекторі повинна досягти розрахункової величини;
- температура поверхні підлоги повинна зростати поступово, а разом з нею – температура повітря в приміщенні.

Остаточне регулювання температури петель

Після того як приміщення будуть повністю обставлені меблями і визначені умови їх життєдіяльності, може виникнути потреба остаточного регулювання температури петель підігріву. Такі операції проводяться після тривалої роботи системи. При регулюванні необхідно перевірити установки балансувальних вентилів петель підігріву, відповідно з гідравлічним розрахунком, і повністю відкрити запірні вентиля подають колекторів. Слід також переконатися, чи не потрапило в систему повітря.

Після цього необхідно виміряти параметри навколишнього повітря і призвести остаточне коректування установок елементів регулювання для кожного приміщення, відповідно до побажань замовника. Повторне регулювання системи повинна також проводитися при заміні матеріалу покриття підлоги, наприклад керамічної плитки на килимове покриття або пакет, а також у разі:

- зміни необхідної температури повітря в даному приміщенні;
- додаткового утеплення будівлі і т.п.

Обслуговування

У зв'язку з тим, що труби системи підлогового опалення «Heat-PEX» укладаються в стяжку підлоги і виконані з корозійностійкого матеріалу, вони не вимагають ніякого обслуговування. Насоси, вентиля та елементи управління вимагають звичайного обслуговування.

6. Проектування систем холодного та гарячого водопостачання

Універсальні трубопроводи «Heat-PEX» із РЕ-Ха та РЕ-Хс/АІ/РЕХ можуть використовуватись для систем водопостачання та відносяться до групи найбільш сучасних водопровідних систем.

У даному розділі представлені основні формули для розрахунку втрат тиску, швидкості потоку, а також основні залежності і дані для визначення розрахункового потоку води в трубопроводі згідно українському стандарту ДБН В.2.5-64-2012.

6.1. Втрати тиску в трубопроводах холодно та гарячого водопостачання

Втрати тиску на ділянках трубопроводів систем холодного та гарячого водопостачання H (Па), визначається з урахуванням шорсткості матеріалу труб:

$$H = i \cdot l \cdot (1 + k_1) \text{ (Па)},$$

де:

i – питомі втрати тиску на тертя при розрахунковій витраті, який визначається за таблицями гідравлічного розрахунку систем водопостачання (Па);
 l – довжина розрахункової ділянки трубопроводу, м;
 k_1 – коефіцієнт, який враховує втрати тиску в місцевих опорах.

Значення k_1 треба приймати:

0,3 – у системах питних водопроводів житлових і громадських будівель;
 0,2 – у системах об'єднаного питного та протипожежного водопроводу житлових і

громадських будівель, а також в мережах виробничих трубопроводів.

Згідно ДБН В.2.5-64-2012 максимальна швидкість течії води в пластикових трубопроводах становить 2,5 м/с.

Швидкість потоку питної води безпосередньо впливає на:

- ступінь ерозії труби (не має місця в трубах «Heat-PEX»)
- рівень шуму
- гідравлічні удари
- величину перепаду тиску води в системах

Для труб «Heat-PEX» високі швидкості течії не є проблемою, оскільки відсутня проблема ерозії і шуму. Тести показали, що гідравлічні удари в трубах «Heat-PEX» становлять 1/3 значень, що одержуються в сталевих трубопроводах.

6.2. Система місцевого розподілу

Система водопостачання із труб «Heat-PEX» може бути змонтована двома способами, відмінними між собою рішенням по підключенню санітарних приладів :

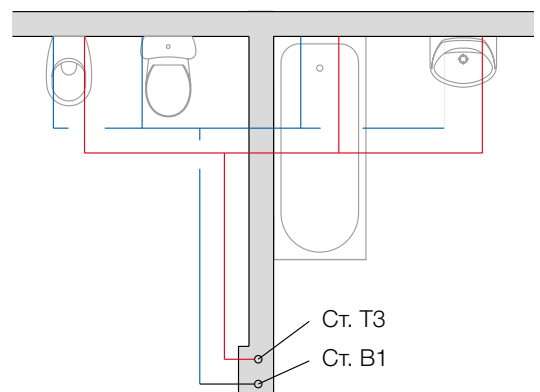
- трійникова компоновка
- колекторна компоновка

Трійникова компоновка

Трійникова компоновка найбільш часто зустрічається і застосовується як в житловому, так і в промисловому будівництві. Прокладка здійснюється в підлозі або по стінах з використанням редукційних трійників і трубопроводів різного перетину.

Особливості трійникової компоновки:

- невелика протяжність трубопроводів;



Мал. 16. Трійникова компоновка системи водопостачання

- легкість монтажу під час ремонтів і реконструкції старих трубопроводів – при демонтажі старих трубопроводів нові труби встановлюються на їх місце.

- великі перепади тиску і коливання температур,
- важкодоступні приєднання в стінах і підлогах,

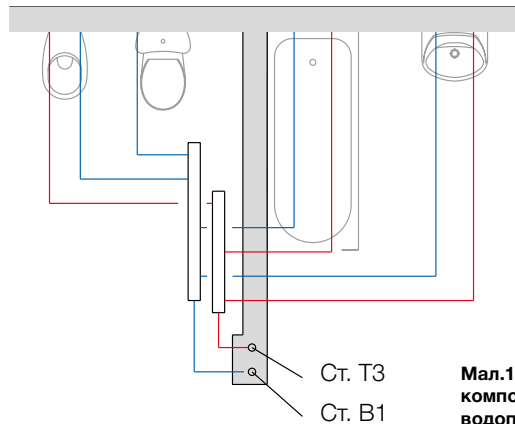
Колекторна компоновка

Колекторна система є такою системою, в якій всі прилади споживання води підключені одним розподільником холодної води і одним розподільником гарячої води.

Особливості колекторної компоновки:

- система може бути спроектована за допомогою труби одного діаметру $\varnothing 16 \times 2,2$ мм, завдяки чому всі фасонні деталі, необхідні для виконання трубопроводної установки, мають однакові діаметри приєднання;
- менша кількість точок приєднання – підключення є тільки в пунктах розбору і при колекторах (розподільниках). Завдяки зменшенню кількості приєднань збільшуємо надійність системи;
- легкий підвід до водорозбірних точок, отже,
- скорочення часу, необхідного для монтажу системи;

- більша кількість точок з'єднання,
- більш складні проектні роботи – необхідно виконувати розрахунки для змінних діаметрів.



Мал.17. Колекторна компоновка системи водопостачання

- зменшення перепадів тиску і коливань температури
- в часі, коли є більш, однією водорозбірної точки;
- можливість розміщення водомірів і запірних клапанів в колекторних шафах;
- більша кількість труб $\varnothing 16 \times 2,2$ мм в порівнянні з трійніковою системою.

7. Проектування системи радіаторного опалення

7.1. Трубопроводи системи радіаторного опалення

В системі «Heat-PEX» застосовується для опалення два типи труб:

- труби з поперечно зшитого поліетилену PE-Xa;
- труби металопластикові PE-Xc/Al/PEX.

Застосування цих трубопроводів забезпечує високі естетичні переваги і дає можливість економії часу не тільки при проектуванні, але й при монтажі. Головними рисами, що характеризують системи центрального опалення «Heat-PEX», є:

- можливість влаштування системи радіаторного опалення як з колекторною та і з трійниковим способом розведення труби;
- прокладка трубопроводів у стяжці підлоги до опалювальних приладів по найбільш короткому шляху;
- естетичність системи (трубопроводи повністю приховані);
- можливість мінімізувати кількість стояків системи опалення.

7.2. Системи місцевих розведень

Трубопроводи центрального опалення можна виконати в наступних варіантах:

- колекторна;
- трійникова;

Як у першому, так і в другому випадку, труби можуть прокладатися:

- в стяжці підлоги (в трубі «пешель» або теплоізоляції);
- в штробах або за гіпсокартоном по стіні (в теплоізоляції);
- в плінтусі без ізоляції.

КОЛЕКТОРНА КОМПОНОВКА

Система опалення з колекторної розводкою характеризується незалежним підключенням кожного радіатора. Трубопроводи від колектора до опалювальних приладів рекомендується прокладати по найкоротшому шляху.

Особливості колекторної компоновки:

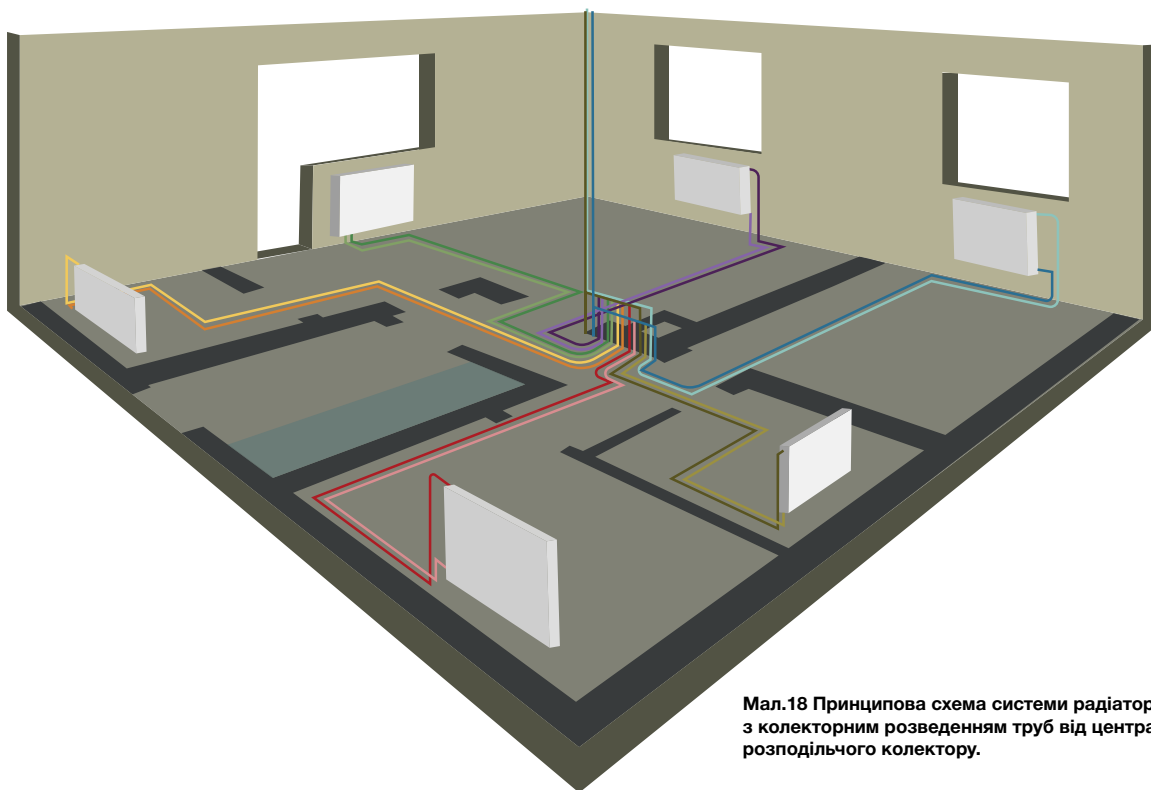
- перевагою колекторної розводки є відносна легкість монтажу (мінімально кількість з'єднань) і гідравлічна стабільність системи.
- при такому способі розводки є можливість заміни пошкодженої ділянки труби без руйнування конструкції підлоги.
- в деяких випадках колекторна розводка є більш дешевою за рахунок відсутності труб великих діаметрів.

ТРІЙНИКОВА КОМПОНОВКА

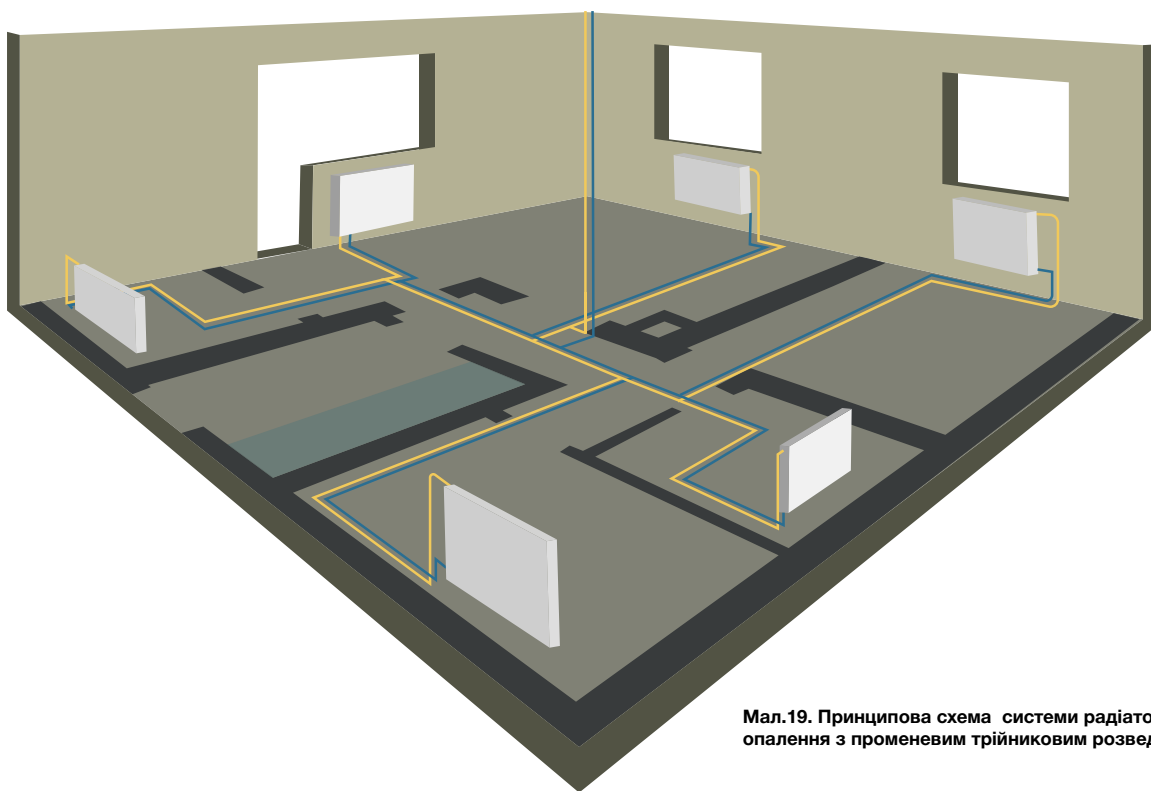
Характерною відмінністю трійникової системи є виконання підводів до радіаторів або відводів труб від головного трубопроводу, що прокладається в будівельних конструкціях за допомогою трійників.

Особливості трійникового розведення:

- трійникове розведення в деяких випадках значно знижує вартість системи (у порівнянні зі колекторної) у зв'язку з відсутністю колекторів, шаф, меншою кількістю трубопроводів;
- система гідравлічно менш стабільна в порівнянні з колекторною системою, в разі пошкодження трубопроводу, немає можливості її заміни без часткового руйнування стяжки підлоги. При виникненні такої ситуації, на місці пошкодженої ділянки ставиться з'єднувальний патрубок.

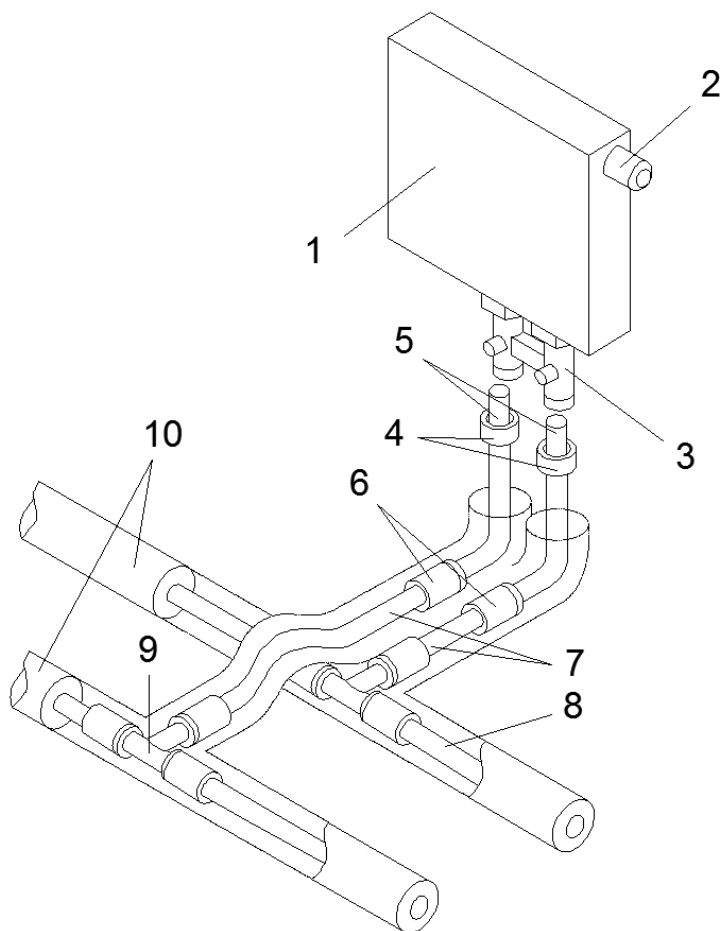


Мал.18 Принципова схема системи радіаторного опалення з колекторним розведенням труб від центрального розподільного колектору.



Мал.19. Принципова схема системи радіаторного опалення з променевим трійниковим розведенням труб.

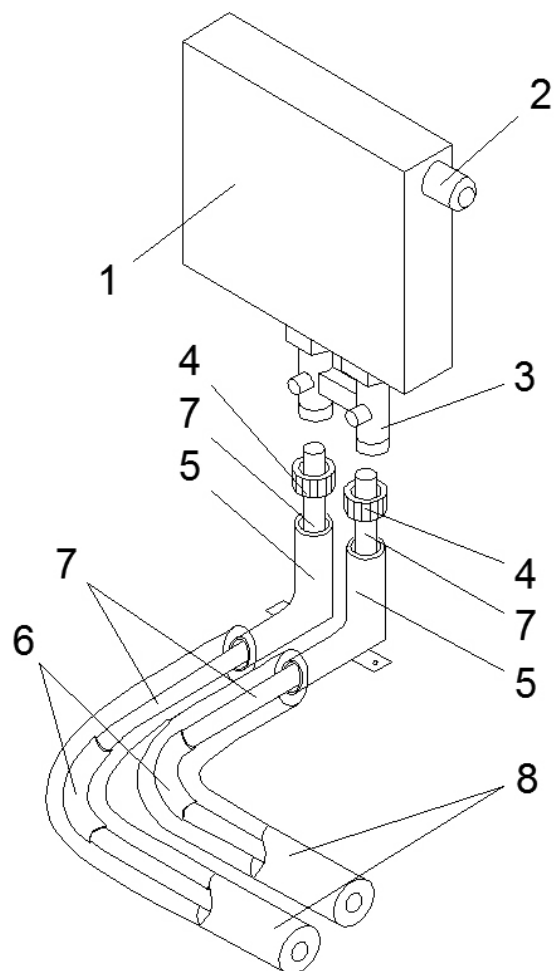
Схема підключення радіатора від підлоги нікельованим коліном



Позиція	Найменування та технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу
1	Опалювальний прилад з нижнім підключенням	
2	Головка термостатична	
3	Вузол підключення прохідний Rp 1/2 " x G 3/4" (G 3/4 " x G 3/4")	
4	Компресійний фітінг для труб $\varnothing 15 \times G 3/4"$	
5	Трубка Г-подібна нікельована Heat-PEX $\varnothing 16 \times \varnothing 15 \text{ мм}$, L=250мм	3001161
6	Натяжна гільза «Heat-PEX» на трубу $\varnothing 16 \times 2,2 \text{ мм}$	2001160
7	Труба «Heat-PEX» з антидифузійним захистом $\varnothing 16 \times 2,2 \text{ мм}$	1001160
8	Труба «Heat-PEX» з антидифузійним захистом $\varnothing A \text{ мм}$	
9	Трійник латунний «Heat-PEX» $\varnothing A \times \varnothing 16 \times \varnothing A \text{ мм}$	
10	Теплоізоляція або захисна труба «пешель»	

Примітка: A – діаметр магістрального трубопроводу

Схема підключення радіатора від підлоги пластиковою трубою

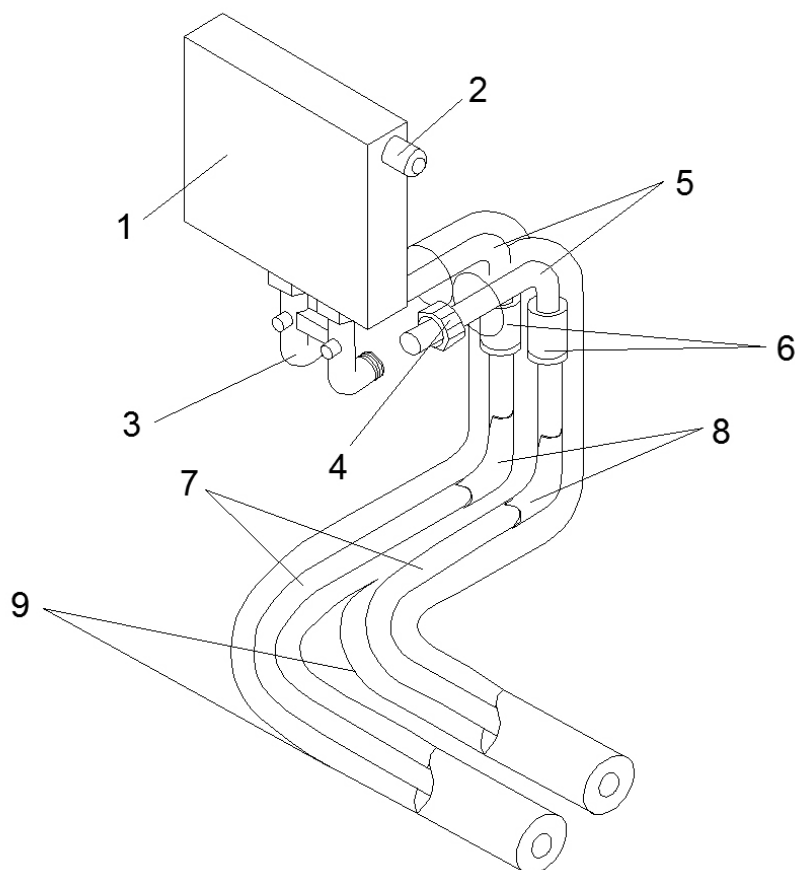


Позиція	Найменування та технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу
1	Опалювальний прилад з нижнім підключенням	
2	Головка термостатична	
3	Вузол підключення прохідний Rp 1/2 " x G 3/4 " (G 3/4 " x G 3/4 ")	
4	Компресійний фітінг для труб $\varnothing 16 \times 2,2$ x G 3/4 "	
5	Фіксатор коліна для труби $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	
6	Направляючий відвід 900 для труби $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	30011
7	Труба "Heat-PEX" з антидифузійним захистом $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	1001160
8	Теплоізоляція або захисна труба «пешель»	

Примітка: А – діаметр магістрального трубопроводу;

При використанні труб РЕ-Хс/АІ /РЕ-Х не треба використовувати направляючі відводи.

Схема підключення радіатора від стіни коліном нікельованим

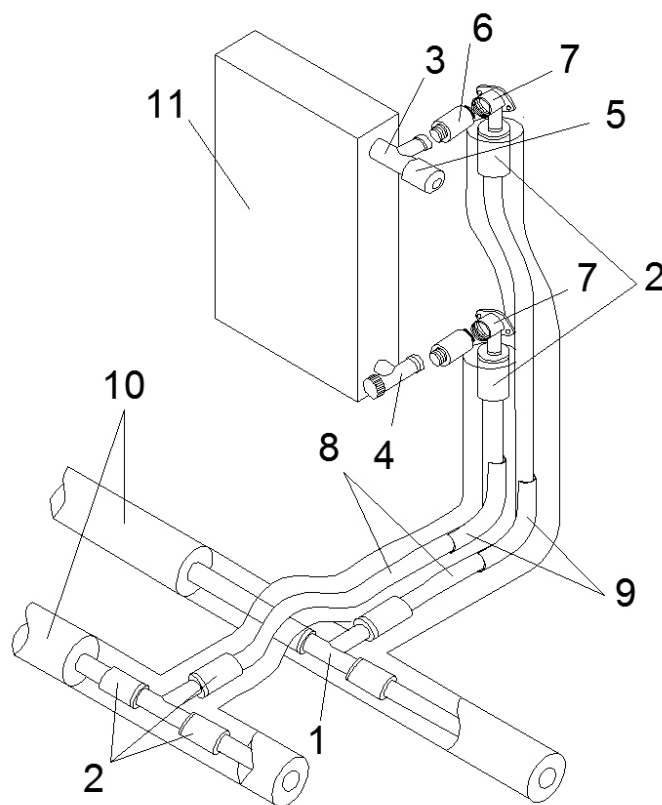


Позиція	Найменування та технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу
1	Опалювальний прилад з нижнім підключенням	
2	Головка термостатична	
3	Вузол підключення кутовий Rp 1/2 " x G 3/4 " (G 3/4 " x G 3/4 ")	
4	Компресійний фітінг для хромованих труб $\varnothing 15 \times G 3/4 "$	
5	Трубка Г-подібна нікельована Heat-PEX $\varnothing 16 \times \varnothing 15 \text{ мм}$, L=250мм	3001161
6	Натяжна гільза "Heat-PEX" на трубу $\varnothing 16 \times 2,2 \text{ мм}$	2001160
7	Труба "Heat-PEX" з антидифузійним захистом $\varnothing 16 \times 2,2 \text{ мм}$	1001160
8	Направляючий відвід 90° для труби $\varnothing 16 \times 2,2 \text{ мм}$	30011
9	Теплоізоляція або захисна труба «пешель»	

Примітка: А – діаметр магістрального трубопроводу;

При використанні труб РЕ-Хс/АІ /РЕ-Х не треба використовувати направляючі відводи.

Схема підключення радіатора від підлоги нікельованим коліном

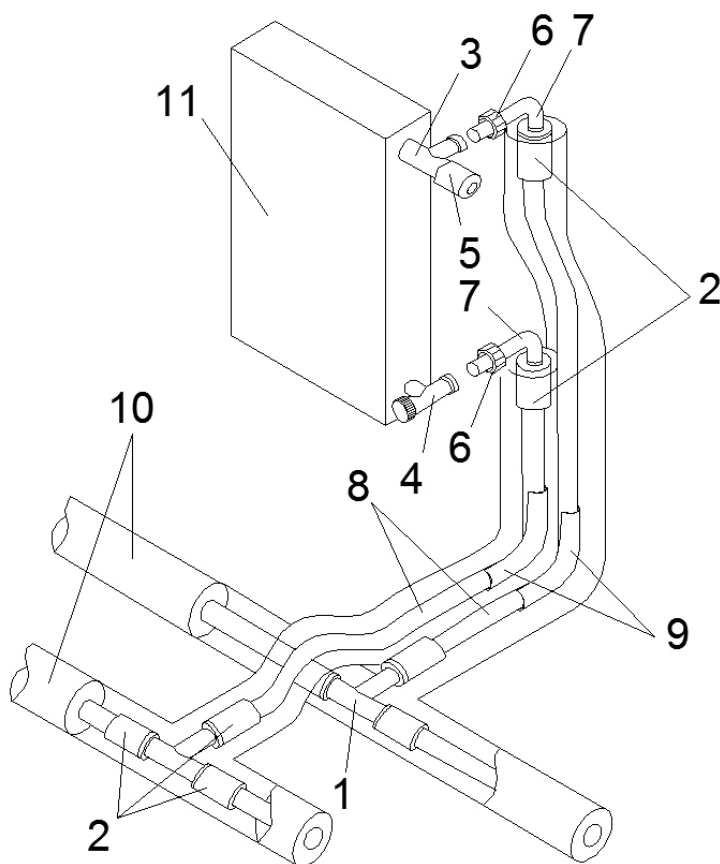


Позиція	Найменування та технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу
1	Трійник латунний "Heat-PEX" $\varnothing A \times \varnothing 16 \times \varnothing A$ мм	
2	Натяжна гільза "Heat-PEX" на трубу $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	2001160
3	Термостатичний клапан, кутовий $\varnothing 15$ мм	
4	Запірний клапан, кутовий $\varnothing 15$ мм	
5	Головка термостатична	
6	Ніппель латунний хромований ЗР $\varnothing 15$ мм	
7	Водорозетка Heat-PEX $\varnothing 16 \times R_{p1/2}$ "	2009160
8	Труба "Heat-PEX" з антидифузійним захистом $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	1001160
9	Направляючий відвід 90° для труби $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	30011
10	Теплоізоляція або захисна труба «пешель»	
11	Опалювальний прилад з боковим підключенням	

Примітка: А – діаметр магістрального трубопроводу;

При використанні труб PE-Xc/AI /PE-X не треба використовувати направляючі відводи

Схема підключення радіатора від стіни коліном нікельованим

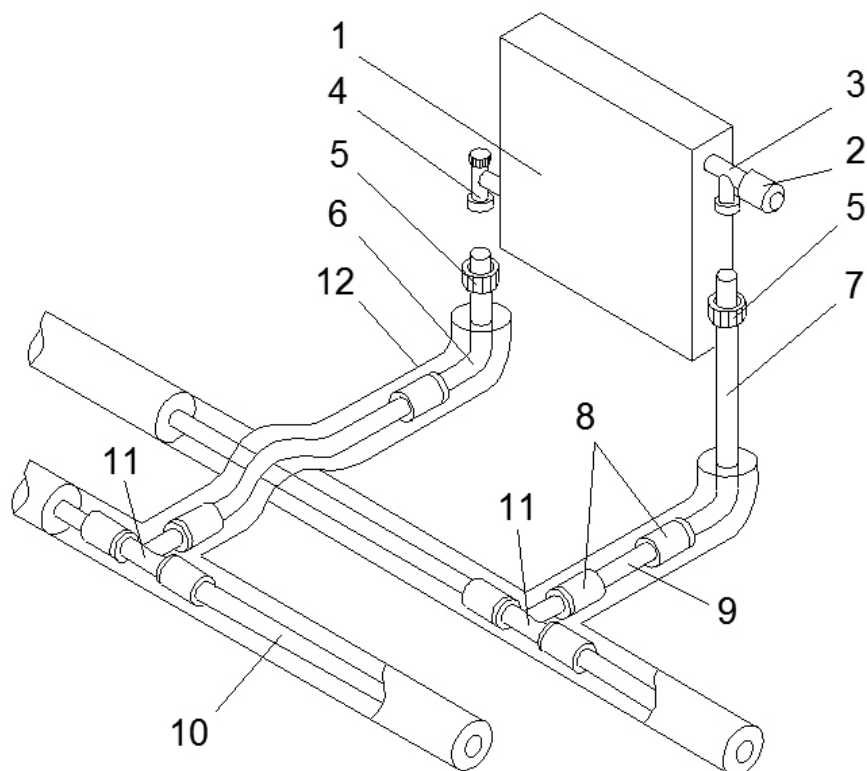


Позиція	Найменування та технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу
1	Трійник латунний «Heat-PEX» $\varnothing A \times \varnothing 16 \times \varnothing A$ мм	
2	Натяжна гільза «Heat-PEX» на трубу $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	2001160
3	Термостатичний клапан, кутовий $\varnothing 15$ мм	
4	Запірний клапан, кутовий $\varnothing 15$ мм	
5	Головка термостатична	
6	Компресійний фітінг для труб $\varnothing 15 \times R_p 1/2$ "	
7	Трубка Г-подібна нікельована Heat-PEX $\varnothing 16 \times \varnothing 15$ мм, L=250 мм	3001161
8	Труба «Heat-PEX» з антидифузійним захистом $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	1001160
9	Направляючий відвід 90° для труби $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	30011
10	Теплоізоляція або захисна труба «пешель»	
11	Опалювальний прилад з боковим підключенням	

Примітка: A – діаметр магістрального трубопроводу;

При використанні труб PE-Xc /Al/PE-X не треба використовувати направляючі відводи.

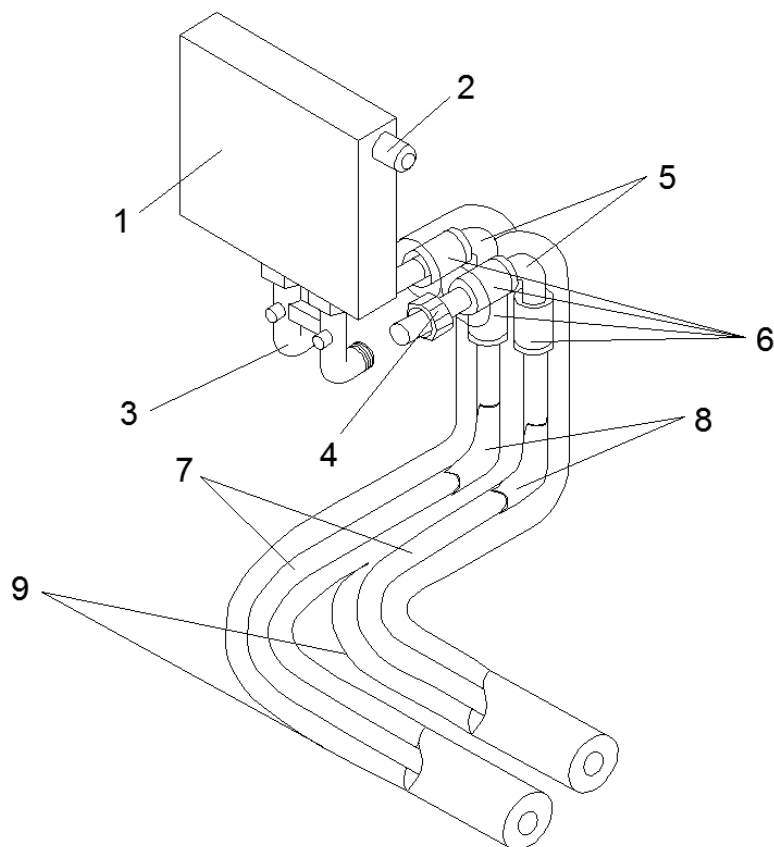
Схема підключення радіатора від підлоги коліном нікельованим



Позиція	Найменування та технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу
1	Опалювальний прилад з боковим підключенням	
2	Головка термостатична	
3	Термостатичний клапан, осьовий $\varnothing 15$ мм	
4	Запірний клапан, кутовий $\varnothing 15$ мм	
5	Компресійний фітінг для хромованих труб $\varnothing 15 \times G 3/4$ "	
6	Трубка Г-подібна нікельована Heat-PEX $\varnothing 16 \times \varnothing 15$ мм, L=250 мм	3001161
7	Трубка Г-подібна нікельована Heat-PEX $\varnothing 16 \times \varnothing 15$ мм, L=1000 мм	3001162
8	Натяжна гільза "Heat-PEX" на трубу $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	2001160
9	Труба "Heat-PEX" з антидифузійним захистом $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	1001160
10	Труба "Heat-PEX" з антидифузійним захистом $\varnothing A$ мм	
11	Трійник латунний "Heat-PEX" $\varnothing A \times \varnothing 16 \times \varnothing A$ мм	
12	Теплоізоляція або захисна труба «пешель»	

Примітка: A – діаметр магістрального трубопроводу.

Схема підключення радіатора від стіни пластиковою трубою



Позиція	Найменування та технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу
1	Опалювальний прилад з нижнім підключенням	
2	Головка термостатична	
3	Вузол підключення кутовий Rp 1/2 " x G 3/4 " (G 3/4 " x G 3/4 ")	
4	Компресійний фітінг для труб $\varnothing 16 \times 2,2 \times G 3/4 "$	
5	Кутник латунний "Heat-PEX" $\varnothing 16 \times \varnothing 16$ мм	2006160
6	Натяжна гільза "Heat-PEX" на трубу $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	2001160
7	Труба "Heat-PEX" з антидифузійним захистом $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	1001160
8	Направляючий відвід 900 для труби $\varnothing 16 \times 2,2$ мм	30011
9	Теплоізоляція або захисна труба «пешель»	

Примітка: А – діаметр магістрального трубопроводу;

При використанні труб PE-Xc /Al/PE-X не треба використовувати направляючі відводи.

8. Проектування системи поверхневого опалення

8.1 Середня температура поверхні

Рекомендована температура:

- Для підлоги з постійним перебуванням людей – 24 °С;
- Для підлоги з тимчасовим перебуванням людей – 28 °С.

Максимальна температура (відповідно до ДБН В.2.5-67-2013):

Тип приміщень	Максимальна температура поверхні, °С
температура підлоги приміщення з постійним перебуванням людей	29
температура підлоги приміщення з тимчасовим перебуванням людей, ванних кімнат, для обхідних доріжок та лавок критих басейнів	31
температура підлоги у крайовій зоні	35
температура підлоги з дерев'яним покриттям	27
приміщення дитячих навчально-виховних закладів	25
температура стіни до висоти приміщення 2,8 м	28
температура стіни до висоти приміщення 3,0 м	30
температура стіни до висоти приміщення 3,5 м	33

8.2. Тепловіддача поверхневого опалення

Для розрахунку тепловіддачі поверхневого опалення можна скористатися формулою:

$$Q = k \cdot (T_n - T_b) [W/m^2],$$

де

Q – щільність теплового потоку;

T_n – температура опалювальної панелі в приміщенні, °С;

T_b – температура повітря в приміщенні, °С;

k – коефіцієнт зовнішнього теплообміну становить:

- для стельової панелі 6÷7;
- для стіновий панелі (“тепла стіна”) 8÷9;
- для підлогової панелі (“тепла підлога”) 10÷11.

8.3. Матеріали для покриття підлоги

Структура поверхні підлоги впливає на випромінювання тепла. Матеріал покриття підлоги і його товщина впливають на теплопередачу. Товстий килим від стіни до стіни діє як ізолятор, і тому потрібно більш висока температура води для досягнення такої ж температури на поверхні, як у випадку з більш тонким покриттям. З іншого боку, ізолюючі покриття для підлоги забезпечують більш рівномірну температуру підлоги. Інші матеріали покриття для підлоги, наприклад керамічна

плитка, хороші провідники тепла, для яких потрібна більш низька температура води.

Пам'ятайте наступне:

Переконайтеся в тому, що матеріали покриття підлоги на основі дерева мають підходяще вміст вологи для застосування їх в системі підлогового опалення. Ці матеріали мають спеціальне маркування.

Для того, щоб визначити ступінь впливу матеріалів для покриття на теплопередачу, можна використовувати наступну формулу. Більш високе значення $1/R$ матеріалу означає, що теплопередача здійснюється більш ефективно.

Коефіцієнт теплопередачі матеріалу:

$$\frac{1}{R} = \frac{\lambda}{d} [Bm/m^2K]$$

λ – коефіцієнт теплопровідності, $Bm/m \cdot K$;
 d – товщина, m .

8.4. Вимоги до теплоізоляції

Теплоізоляція підлоги рекомендується для зменшення втрат тепла у напрямку вниз. Товщина теплоізоляції залежить від коефіцієнта опору теплопередачі, який повинен бути не менше ніж:

Вид приміщення:	Коефіцієнт опору теплопередачі, $m^2 \cdot K/W$	Нормативний документ
Перекрыття над опалювальним приміщенням	0,75	EN 1264-4
Перекрыття на ґрунті	1,25 – 2,5	EN 1264-4
Перекрыття над підвалом або неопалюваним приміщенням розташованим нижче рівня землі	2,5 3,75 (для будівель до 4 поверхів)	ДБН В.2.6-31:2006
Перекрыття над підвалом або неопалюваним приміщенням розташованим вище рівня землі	2,80	ДБН В.2.6-31:2006
Перекрыття над проїздом	3,5	ДБН В.2.6-31:2006

Так, наприклад, для підлоги розташованій над опалювальним приміщенням товщина ізоляції з теплопровідністю $\lambda = 0,05 Bm/m \cdot K$ становитиме 30 мм.

8.5. Конфігурація петлі

Є два основні типи конфігурації петлі підлогового опалення. Вибір типу конфігурації залежить від шагу укладки труби та розташування приміщення відповідно до зовнішніх стін.

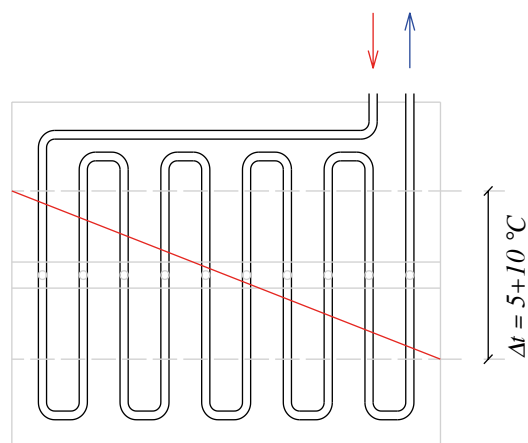
Взагалі при складанні планів укладання труб необхідно звернути увагу на те, щоб направити подаючий потік води до зовнішніх стін або іншим потенційно холодних зон.

На цій стадії необхідно взяти до уваги такий момент, як запобігання проходження петель через шви розширення, які мають на бетонній плиті.

Зниження температури в петлях труби повинно підтримуватись на низькому рівні, приблизно 5-10 °C, щоб уникнути нерівномірної температури підлоги.

Конфігурація А

Конфігурація А забезпечує легкий монтаж труб і більш рівномірний розподіл тепла по поверхні підлоги. Коливання температури на малих площах мінімальні.



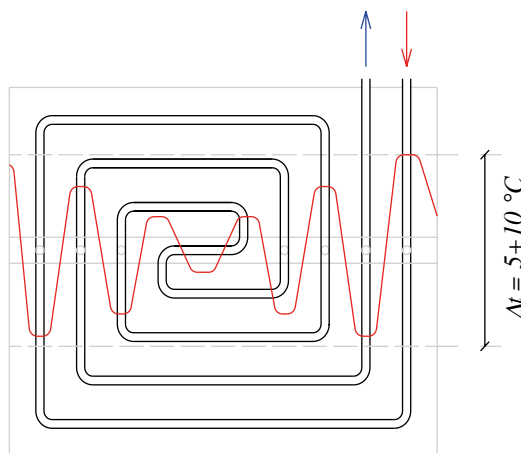
Основною перевагою конфігурації А є те, що її легко пристосувати до всіх видів конструкції підлоги. Вона може бути легко перетворена для компенсації тепловтрат шляхом зміни кроку укладання труби.

Конфігурація А підходить для більшості систем підлогового опалення в житлових будинках. Рекомендується використання дуже гнучких труб, такі як "Heat-PEX".

Конфігурація В

Цю конфігурацію характеризує те, що труби подаючого і зворотного потоку води на схемі укладання петель спрямовані паралельно один одному.

Конфігурація В забезпечує рівномірну середню температуру, але при ній можливі більш високі коливання температури на малих площах. Вона підходить для опалення більш великих площ з підвищеною потребою в теплі, наприклад церкви, ангари або на вулиці, де потрібне танення снігу.

**8.6. Глибина укладання труби**

Глибина укладання труби знаходиться в прямій залежності від температури води. У системі, де труба покладена на більшій глибині, температура води повинна бути вищою. Незважаючи на це, при більш глибокій укладанні температура підлоги буде більш рівномірною.

У бетоні рекомендована глибина укладання 40мм до поверхні труби. Якщо труба встановлена занадто близько до поверхні бетонної плити, температура по поверхні підлоги може змінюватися. З іншого боку, якщо труба встановлена глибоко всередині бетонної плити,

частина теплової енергії буде акумулюватися. Така ситуація збільшує час реагування.

Примітки:

- В системах, де матеріал над трубою має більш низьку теплопровідність (дерево), труба може бути розташована ближче до поверхні.
- Коли труби укладаються в бетон, важливо уникати утворення повітряних порожнеч навколо труби, які можуть зменшити передачу тепла в бетоні.

8.7. Крок укладання труби

Крок укладання труби залежить від таких параметрів як тепловіддача, температура теплоносія і глибина укладання труби.

Рекомендовані кроки укладання труби: 150, 200, 250 і 300 мм. Менший крок укладання труб призводить до перевитрати труби і складнощів в монтажі, більший призводить до відчуття дискомфорту із-за нерівномірного прогрівання підлоги.

Шаг укладки труби, мм	Витрата труби м/м2
100	10
150	6,7
200	5
250	4
300	3,3

8.8. Основні величини при проектуванні поверхневого опалення

Існують три основних змінних величини при проектуванні підлогового опалення: тепловтрати будівлі, температура води і крок укладання труби. Вирішальною змінною величиною є, звичайно ж, втрати тепла. Для спрощення проектних розрахунків можна залишити постійної або температуру води, або крок укладання труби.

а) Постійна температура води

Якщо температура води, що подається підтримується постійною, то теоретично

різний крок укладання труби буде врівноважувати нерівномірність розподілу температури підлоги. Однак, зміна кроку укладання труби має більше користі при змінних температурах. У будинках з різними конструкціями підлоги, наприклад бетонну підлогу на ґрунті на першому поверсі і підлогу на дерев'яних балках на другому поверсі, де різниця необхідної температури води між поверхами може бути більш ніж 15°C, важко компенсувати різницю температур тільки зміною кроку

укладання труби. Тому системи з постійною температурою води головним чином застосовуються там, де призначення опалювальної підлоги другорядне та/або коли подюча вода має постійну температуру: наприклад у випадку, коли для підлогового опалення застосовуються відпрацьоване тепло або теплові насоси.

б) Постійний крок укладання труби

При постійному кроці укладання труби відбувається зміна температури подачі води. Спрощується проектування (креслення і т.д.) і монтаж. Монтажник укладає труби з одним і тим же кроком і залишається лише питання подальшої регулювання температури. Однак це призводить до збільшення кількості змішувальних вузлів, тобто відбувається

Не тільки це є причиною обмеженого застосування, але й технічні незручності укладання труб з різним кроком. Інший недолік очевидний у випадку, якщо покриття підлоги замінюється іншим, наприклад, при заміні керамічних плиток на килим від стіни до стіни: крок укладання залишається колишнім, зменшуючи таким чином тепловіддачу.

здорожчання системи (як початкове, так і в процесі експлуатації).

Необхідно пам'ятати, що існують обмеження температури води (див. температура підлоги (вище) і температура води). У випадках, коли потрібно більш висока температура, необхідно застосувати різний крок укладання труби і різну конфігурацію петлі.

8.9. Розташування колекторів

На початковій стадії проектування необхідно ретельно продумати розташування колекторів. Колектори повинні бути розташовані, по можливості, в центрі будівлі, щоб довжина прокладених труб між колекторами та індивідуальними зонами опалення була мінімальною. Це допоможе збалансувати

систему і поліпшити регулювання температури в окремих приміщеннях.

Монтаж повинен бути здійснений таким чином, щоб було легко проводити обслуговування і, щоб зменшити збитки від затоплення водою, якщо виникне необхідність ремонту.

8.10. Деформаційні шви при підлоговому опаленні

З метою забезпечення необхідних умов для правильної роботи плаваючою стяжки підлоги, слід пам'ятати про влаштування в ній температурних швів. Система підлогового опалення, будучи низькотемпературною системою, не сприяє, суттєвому зростанню напружень в шарі стяжки, проте виконання в ній температурних швів, у відповідності з будівельними вимогами, є необхідною умовою. Вони запобігають утворенню тріщин у бетонній стяжці, знижують до мінімуму в ній напруги, обмежуючи їх поширення на стіни та інші конструкції будівлі.

Місце розташування швів визначається на стадії проектування. Температурні шви в стяжці підлоги необхідно влаштовувати по периметру всіх приміщень – в дверних прорізах, сходових маршах, навколо будівельних колон тощо. У цьому випадку потрібне виконання швів, що дозволяють компенсувати мінімум 5 міліметрове переміщення і подовження бетонної плити.

Обвідні температурні шви влаштовуються за допомогою компенсаційної стрічки. Окрім компенсації лінійних подовжень, вона виконує

також роль теплоізоляції, що обмежує втрати тепла через стіни і конструкції будівлі. Перед укладанням стяжки підлоги компенсаційну стрічку слід прикріпити до бетонної плити або стіни так, щоб вони не мали можливості «спливати» в процесі заливки бетонної стяжки, тому що є дуже легкими матеріалами. Таке спливання буде причиною пошкодження температурного шва, що призведе до жорсткого з'єднання плити перекриття зі стіновий панеллю або іншою конструкцією будівлі. В результаті цього, крім неминучого утворення тріщин в стягуванні, спостерігатимуться ще й втрати тепла крізь стіни, а також перенесення звукових хвиль з плити перекриття на інші конструкції будівлі. Стяжку підлоги необхідно виконати таким, чином, щоб вона ніде не стикалася з конструкціями будівлі. З усіх боків вона повинна бути відгороджена еластичним матеріалом.

Принципи розміщення деформаційних швів:

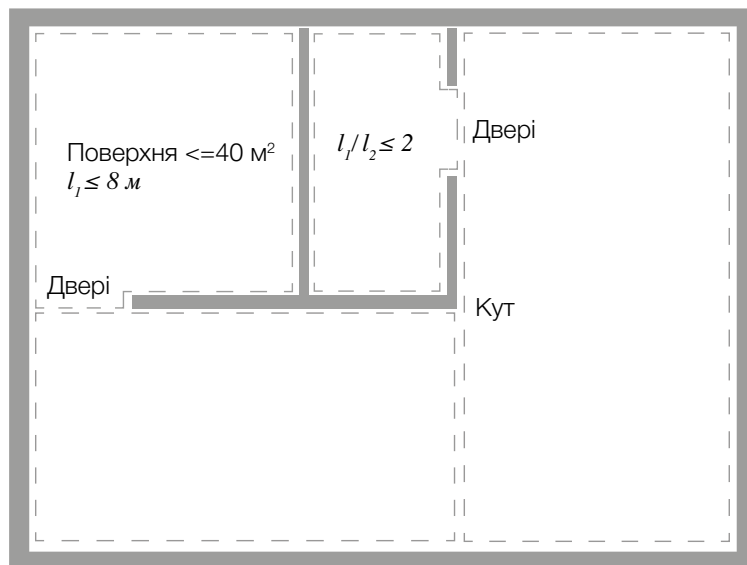
- края бетонної поверхні;
- максимальна площа опалювальної поверхні 40 м², при співвідношенні довжин сторін не більше 1:2;

- максимальна довжина бічних розмірів плити 8 м;
- при переході через будівельні конструкції;
- при складній формі нагрівальної поверхні.

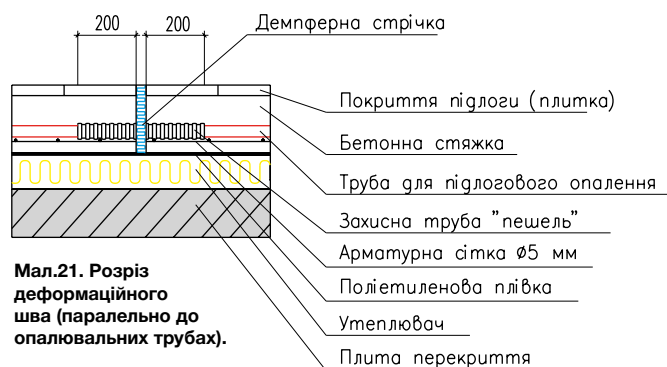
На неправильно виконаних температурних швах великих площ або площ складної форми, особливо в кутах контурів, виникають великі напруги, які в результаті можуть призвести до виникнення тріщин і пошкодження підлоги. У приміщеннях з відносно високою температурою підлоги (басейни або приміщення з покриттям підлоги з матеріалів з високим опором теплопровідності, наприклад, килимові покриття, дерево тощо) температурні шви слід виконувати трохи частіше, ніж на інших об'єктах, тому небезпека утворення тріщин у цих підлогах, зростає.

Для влаштування температурних швів використовується спеціальна Т-подібна демпферна стрічка. Щілину слід заповнити еластичною мастикою. Не допускається використання для заповнення щілин бітумної мастики, через можливого пошкодження поліетиленової плівки, пінополістиролу і т.п. Матеріали для влаштування температурних швів, слід укладати перед укладанням труб підлогового опалення. Укладання труб повинні бути скоординовані з виконанням температурних швів.

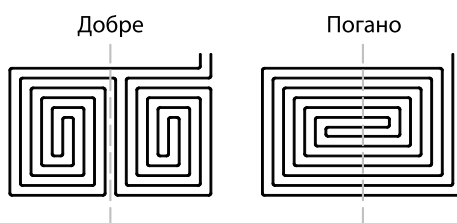
Труби слід укладати таким чином, щоб до мінімуму обмежити кількість проходів через шви. Там, де прохід необхідний, трубу на відрізок 40 см (по 20 см з кожного боку дилатації), слід укласти в гофрованій захисній трубі «пешель». Це запобіжить жорстке зчеплення опалювальних труб зі стяжкою при проходженні температурного шва, а також виключить можливість дії зрізуючих сил на труби і виникнення тріщин у стяжці підлоги.



Мал.20.
Місце прокладки
демперної стрічки



Мал.21. Розріз
деформаційного
шва (паралельно до
опалювальних труб).



Мал.22. Спосіб
укладання
опалювальних петель
в разі необхідності
виконання дилатації.

Увага!

Неправильне розміщення і виконання температурних швів, є найчастіше, причиною пошкодження стяжки в конструкції підлоги, що призводить до відколювання кахельної плитки або підняття пакетних покриттів.

8.11. Методика розрахунків

Початкові дані

Дане керівництво розглядає в основному наступні вихідні дані:

- температура в приміщенні 20 °C;
- тепловтрати будівлі складають 75 Вт / м², виключаючи втрати через підлогу (для обмеження температури підлоги до 26 °C);
- зниження температури в петлі труби приблизно 5 °C;
- петлі з труби «Heat-PEX» діаметром 16x2,0 мм;
- магістральні труби «Heat-PEX».

Необхідна тепловіддача з поверхні ($q_{розр}$)

Величина $q_{розр}$ розраховується:

$$q_{розр} = \frac{P}{A_{підл}} [Вт / м^2],$$

де

P – тепловтрати, Вт

$A_{підл}$ – площа підлоги, м²

Коефіцієнт тепловіддачі підлоги

Коефіцієнт тепловіддачі підлоги k приймаємо 11 Вт/м²К та має два компоненти: радіацію та конвекцію, кожен з яких покриває близько 50% від загальної k .

Наступну формулу можна застосувати для розрахунку середньої температури поверхні підлоги:

$$\Delta T_{\alpha} = t_{підл} - t_{прим} = \frac{q_{розр}}{k} [^{\circ}C]$$

ПРИКЛАД:

Розрахуйте температуру підлоги будівлі при

$$q_{розр} = 63 \text{ Вт/м}^2.$$

Дані:

Вихідні дані, що зазначені вище, плюс наступні:

$$q_{розр} = 63 \text{ Вт/м}^2$$

$$k = 11 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

$$t_{прим} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Розрахунок:

$$t_{підл} = 20 + \frac{63}{11} = 25,7^{\circ}\text{C}$$

(Зауважте, що ця цифра не повинна перевищувати максимальну температуру підлоги, див. Розділ: Температура підлоги).

ПРИКЛАД:

Розрахуйте різницю температури підлоги і

$$\text{приміщення при } q_{розр} = 63 \text{ Вт/м}^2.$$

Дані:

Вихідні дані, що зазначені вище, плюс наступні:

$$q_{розр} = 63 \text{ Вт/м}^2$$

$$k = 11 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Розрахунок:

$$\Delta T_{\alpha} = \frac{63}{11} = 5,7^{\circ}\text{C}$$

Зниження температури через конструкцію підлоги

Тип матеріалу для покриття підлоги і його товщина впливають на зниження температури в цьому шарі. При використанні матеріалів з більшою товщиною або мають менший коефіцієнт теплопровідності потрібна велика температура теплоносія. Товщина цементно-піщаного розчину над трубою теж впливає на падіння температури – чим вона більше, тим вище необхідна температура води.

Формула для розрахунку зниження температури через конструкцію підлоги:

$$\Delta T_{кон} = q_{розр} \cdot \left(\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_i}{\lambda_i} \right) [^{\circ}\text{C}],$$

де

$q_{розр}$ – розрахункова тепловіддача, Вт;

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_i$ – коефіцієнт теплопровідності різних верств конструкції підлоги, Вт/м·К;

d_1, d_2, \dots, d_i – товщина різних шарів конструкції підлоги, м

ПРИКЛАД:

Розрахуйте зниження температури через конструкцію підлоги. Покриття підлоги паркет.

Дані:

Вихідні дані, як було зазначено вище, плюс наступні:

$$\lambda_{np} = 0,13 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$$

$$\lambda_{кон} = 0,81 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$$

$$d_{np} = 13 \text{ мм}$$

$$d_{кон} = 40 \text{ мм}$$

$$q_{розр} = 63 \text{ Вт/м}^2$$

Розрахунок:

$$\Delta T_{кон} = 63 \cdot \left(\frac{0,013}{0,13} + \frac{0,04}{0,81} \right) = 9,4 [^{\circ}\text{C}]$$

Температура води

Температура води в трубах підлогового опалення визначається температурою приміщення, яка повинна бути досягнута при певній qрозр. Ця температура є середньою температурою води.

Системи підлогового опалення звичайно проектується з пониженням температури в петлі на 5 °C. Це, може бути виражено рівнянням:

$$\Delta T_{пет} = t_{под} - t_{звор} = 5^{\circ}\text{C}$$

Незначне зниження температури в петлі труби забезпечує більш рівномірну температуру підлоги.

$\Delta T = 5^{\circ}\text{C}$ означає, що температура подаючого потоку води розрахована шляхом додавання 2,5 °C до середньої температури води і температура зворотного потоку води розрахована шляхом вирахування 2,5 °C із середньої температури.

ПРИКЛАД:

Розрахуйте середню температуру, температуру подаючого і зворотного потоку води в будинку.

Дані:

Вихідні дані, як було зазначено вище, плюс наступні:

$$\Delta T = 5^{\circ}\text{C}$$

$$q_{розр} = 63 \text{ Вт/м}^2$$

$$t_{прим} = 20^{\circ}\text{C}$$

Тип покриття підлоги – паркет, товщина 13 мм
Тип конструкції підлоги – бетонна наливна підлога (шар над трубою 40 мм).

Розрахунок:

Середня температура води,

$$t_{сер} = t_{прим} + \Delta T_{\alpha} + \Delta T_{нок} + \Delta T_{кон}$$

$$\Delta T_{\alpha} = 5,7^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{кон} = 9,4^{\circ}\text{C}$$

$$t_{сер} = 20 + 5,7 + 6,3 + 3,2 = 35,2^{\circ}\text{C}$$

Температура подаючої води,

$$t_{под} = t_{срд} + 2,5 = 35,2 + 2,5 = 37,7^{\circ}\text{C}$$

Температура зворотної води,

$$t_{звор} = t_{срд} - 2,5 = 35,2 - 2,5 = 32,7^{\circ}\text{C}$$

Витрати води

В системі підлогового опалення потік води несе тепло до підлоги. Величина витрати води визначається кількістю тепла, яке має бути передане, кількістю тепла, що втрачається через підлогу і заданим зниженням температури.

Витрата води в системі може бути розрахована за такою формулою:

$$Q = \frac{P_{заг} \times 0,86}{\Delta T_{вод} \times 3600},$$

де

Q – витрата води, л/с

$P_{заг}$ – загальна кількість тепла, Вт

$$P_{заг} = P_{пер} + P_{втр},$$

де

$P_{пер}$ – кількість тепла, що передається від поверхневого опалення, Вт

$P_{втр}$ – кількість тепла, що втрачається через підлогу, Вт

$$\Delta T_{вод} = t_{под} - t_{обр},^{\circ}\text{C},$$

де

$t_{под}$ – температура води, що подається в трубопровід, °C

$t_{звор}$ – температура води в зворотному трубопроводі, °C

ПРИКЛАД:

Розрахуйте витрату води для насоса в системі підлогового опалення в будинку.

Дані :

Вихідні дані, які було зазначено вище, плюс наступні:

$$P_{заг} = 6304 \text{ Вт}$$

$$\Delta T = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Розрахунок:

$$Q = \frac{6304 \times 0,86}{5 \times 3600} = 0,3 \text{ л/с}$$

Площа приміщення може змінюватися в залежності від планування інтер'єру будинку. Тепловтрати будуть пропорційні площі приміщення і петлі труб, відповідно, будуть різної довжини. Зазвичай найбільше приміщення має найбільші тепловтрати. Тепловтрати змінюються залежно від розташування приміщення, кількості зовнішніх дверей і вікон.

ПРИКЛАД 2:

Розрахуйте витрату води для окремих приміщень будинку.

Дані:

Вихідні дані, які було зазначено вище, плюс наступні:

$$P = 6304 \text{ Вт}$$

$$\Delta T_{вод} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$A_{буд} = 100 \text{ м}^2$$

$$A_{буд1...8} = 20, 15, 12, 10, 15, 7, 8, 13 \text{ м}^2 (100 \text{ м}^2)$$

$$P_{буд1...8} = 1260, 946, 756, 630, 946, 442, 504, 820 \text{ Вт } (=6304 \text{ Вт})$$

Розрахунок:

$$Q_{прим.1} = \frac{P_{ном.1} \times 0,86}{\Delta T_{вод} \times 3600} = \frac{1260 \times 0,86}{5 \times 3600} = 0,06 \text{ л/с}$$

$$Q_{прим.2...8} = 0,045; 0,036; 0,03; 0,045; 0,021; 0,024; 0,039 \text{ л/с } (=0,24 \text{ л/с})$$

Примітка:

Мінімальна швидкість потоку води для транспортування бульбашок повітря не повинна бути менше 0,2 м/с.

Швидкість потоку води.

Швидкість потоку води може бути розрахована наступним чином:

$$v = \frac{Q}{V_{трб}}$$

V – швидкість потоку води, м/с

Q – витрата води, л/с

$V_{трб}$ – об'єм води на метр труби, л/м
(0,11 л/м для труби 16x2,0 мм)

Втрати тиску

Для визначення потужності насоса для системи підлогового опалення необхідно мати дані про сумарні втрати тиску і витрату води. Витрата води може бути отримана, так як було показано в попередньому розділі.

Сумарні втрати тиску можуть бути отримані шляхом складання втрат тиску в:

1. В петлі труби підлогового опалення;
2. Колекторах;
3. Подаючих та зворотних трубопроводах;
4. Котлі, клапанах і т.д.

ПРИКЛАД:

Розрахуйте необхідну потужність насоса для системи підлогового опалення в будинку.

Дані:

Вихідні дані, які було зазначено вище, плюс наступні:

Загальна витрата води, $Q = 0,3 \text{ л/с}$

Довжина труб подаючого та зворотного трубопроводу, $L = 10 \text{ м}$

Втрати тиску в подаючому та зворотному трубопроводах $= 0,2 \text{ кПа/м}$

Витрата води у найдовшій петлі труби $= 0,06 \text{ л/с}$

Довжина найдовшою петлі $= 70 \text{ м}$

Розрахунок:

Втрати тиску в найдовшій петлі можна визначити за діаграмою падіння тиску (яка представлена

нижче), при параметрах 0,06 л/с і 70 м, дорівнює $95 \times 70 = 6 \text{ 650 Па}$

Втрати тиску в клапанах колектора можна визначити за даними фірми-виробника колектора (приймаємо 0,8 кПа).

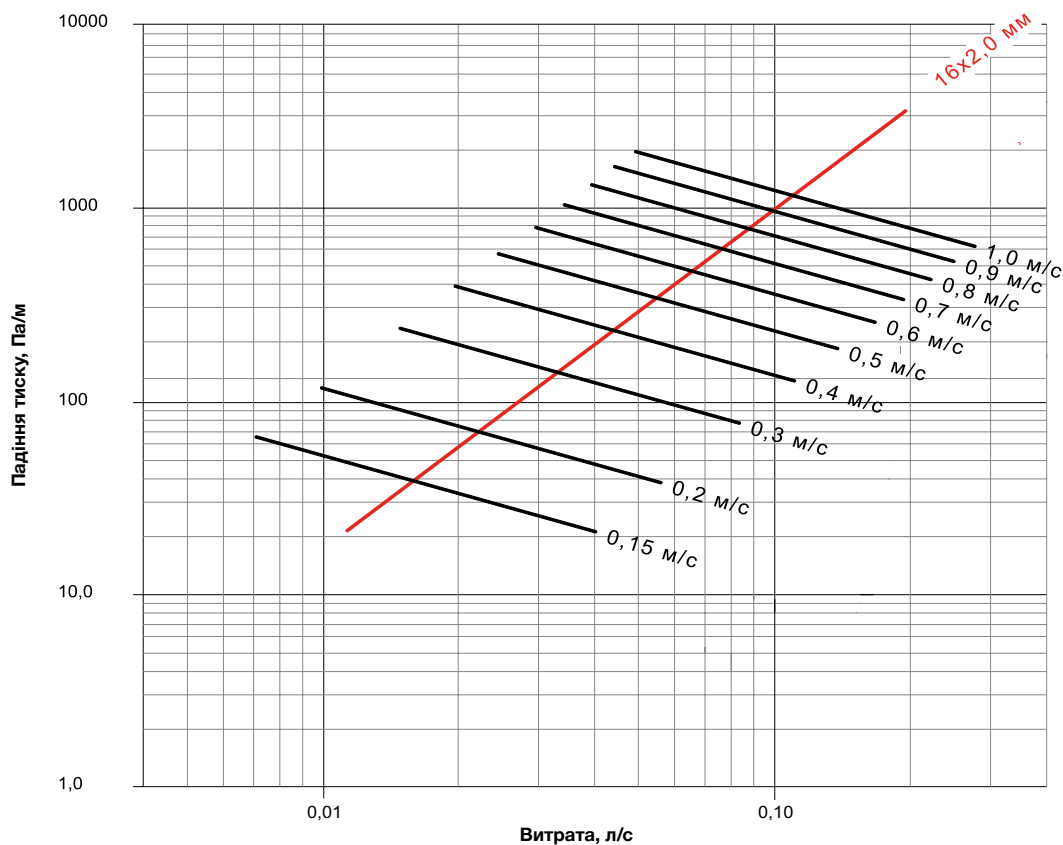
Втрати тиску, в трубах подаючої та зворотної води отримуємо шляхом множення 10 м на 0,2 кПа/м $= 2 \text{ кПа}$.

Сумарні втрати тиску $= 6,65 + 0,8 + 2,0 = 9,45 \text{ кПа}$.

Необхідна потужність насоса для даної системи: $Q = 0,3 \text{ л/с}$, $P = 9,45 \text{ кПа}$

Зверніть увагу на те, що в розрахунок не включено втрати тиску в котлі, вентилях тощо.

Діаграма падіння тиску для труб «Heat-PEX»



8.12. Балансування трубних петель

Система з петлями труб різної довжини і різними необхідними витратами води матиме різні значення втрат тиску в різних петлях. Для того, щоб домогтися рівномірного розподілу тепла між приміщеннями, втрати тиску в різних петлях системи повинні бути збалансовані (врівноважені).

У системі підлогового опалення «Heat-PEX» це можна зробити за допомогою вбудованого в поворотний розподільник топметр – регулятора. Для цього на топметр-регуляторах встановлюється, необхідна (розрахункова) витрата в петлі.

Додаток 1

АКТ
ГІДРОСТАТИЧНОГО АБО МАНОМЕТРИЧНОГО ВИПРОБУВАННЯ
НА ГЕРМЕТИЧНІСТЬ

_____ (найменування системи)
змонтованої в _____
(найменування об'єкту, будівлі, цеху)

м. _____ « _____ » _____ 20 р.

Комісія у складі представників:

замовника _____
(найменування організації, посада, ініціали, прізвище)

генерального підрядника _____
(найменування організації, посада, ініціали, прізвище)

монтажної (будівельної) організації _____
(найменування організації, посада, ініціали, прізвище)

Провела огляд і перевірку якості монтажу і склала даний акт про наступне:

1. Монтаж виконаний за проектом _____
(найменування проектної організації і номера креслень)

2. Випробування проведено _____
(гідростатичним або манометричним методом)

тиском _____ МПа (_____ кгс / см²)

протягом _____ хв.

3. Падіння тиску склало _____ МПа (_____ кгс / см²)

4. Ознак розриву або порушення міцності з'єднання котлів і водопідігрівачів, крапель в зварних швах, різьбових з'єднаннях, опалювальних приладах, на поверхні труб, арматури і виток води через водорозбірну арматуру, змивні пристрої тощо не виявлено (непотрібне закреслити)

Рішення комісії:

Монтаж виконаний відповідно до проектної документації, діючих технічних умов, стандартів, будівельних норм і правилами виробництва і приймання робіт.

Система визнається витримала випробування тиском на герметичність.

Представник замовника _____
(підпис)

Представник генерального
підрядника _____
(підпис)

Представник монтажної
(будівельної) організації _____
(підпис)

Додаток 2

**Таблиця 1. Таблиця для визначення втрат тиску в трубопроводах
«Heat-PEX» PE-Xa (у системах господарчо-питного водопостачання)**

Витрат л/с	16 x 2,2 DN12		20 x 2,8 DN15		25 x 3,5 DN20		32 x 4,4 DN25	
	R мбар/м	v м/с	R мбар/м	v м/с	R мбар/м	v м/с	R мбар/м	v м/с
0,01	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,04		
0,02	0,8	0,2	0,3	0,1	0,1	0,08		
0,03	1,6	0,3	0,6	0,2	0,2	0,12		
0,04	2,6	0,4	0,9	0,2	0,3	0,16		
0,05	3,9	0,5	1,4	0,3	0,5	0,20		
0,06	5,3	0,6	1,9	0,4	0,7	0,24		
0,07	6,9	0,7	2,5	0,4	0,9	0,28		
0,08	8,7	0,8	3,1	0,5	1,1	0,31		
0,09	10,7	0,9	3,8	0,6	1,3	0,35		
0,10	12,8	0,9	4,6	0,6	1,6	0,40	0,5	0,2
0,15	26,1	1,4	9,3	0,9	3,2	0,60		
0,20	43,5	1,9	15,4	1,2	5,3	0,80	1,6	0,5
0,25	64,8	2,4	22,8	1,5	7,8	1,0		
0,30	89,9	2,8	31,6	1,8	10,8	1,2	3,2	0,7
0,35	118,8	3,3	41,6	2,1	14,2	1,4		
0,40	151,3	3,8	52,9	2,5	18,0	1,6	5,3	0,9
0,45	187,4	4,3	65,4	2,8	22,2	1,8		
0,50	227,2	4,7	79,1	3,1	26,8	2,0	7,9	1,2
0,55	270,5	5,2	94,0	3,4	31,8	2,2		
0,60	317,3	5,7	110,1	3,7	37,2	2,4	10,9	1,4
0,65	367,7	6,2	127,3	4,0	43,0	2,6		
0,70			145,8	4,3	49,2	2,8	14,4	1,7
0,75			165,3	4,6	55,7	2,9		
0,80			186,1	4,9	62,6	3,1	18,3	1,9
0,85			208,0	5,2	69,9	3,3		
0,90			231,0	5,5	77,5	3,5	22,6	2,1
0,95			255,2	5,8	85,5	3,7		
1,00			280,5	6,1	93,9	3,9	27,3	2,4
1,05					102,7	4,1		
1,10					111,8	4,3	32,5	2,6
1,15					121,3	4,5		
1,20					131,1	4,7	38,0	2,8
1,25					141,3	4,9		
1,30					151,8	5,1	44,0	3,1
1,40							50,3	3,3
1,50							52,0	3,5
1,60							64,2	3,8
1,70							71,7	4
1,80							79,6	4,3
1,90							87,9	4,5
2,00							96,5	4,7
2,10							105,6	5
2,20							115,0	5,2

Додаток 2

**Таблиця 2. Таблиця для визначення втрат тиску в трубопроводах
“Heat-PEX” PE-Xc/Al/PEX (у системах господарчо-питного водопостачання)**

Витрат л/с	16,2 x 2,6 DN12		20 x 2,9 DN15		25 x 3,7 DN20		32 x 4,7 DN25	
	R мбар/м	v м/с	R мбар/м	v м/с	R мбар/м	v м/с	R мбар/м	v м/с
0,01	0,3	0,1	0,1	0,1	0,04	0,04	0,01	0,02
0,02	1,0	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,04	0,05
0,03	2,1	0,3	0,6	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
0,04	3,4	0,4	1,0	0,3	0,4	0,2	0,1	0,1
0,05	5,0	0,5	1,5	0,3	0,5	0,2	0,2	0,1
0,06	6,8	0,6	2,0	0,4	0,7	0,2	0,2	0,1
0,07	8,9	0,7	2,6	0,4	1,0	0,3	0,3	0,2
0,08	11,2	0,8	3,3	0,5	1,2	0,3	0,4	0,2
0,09	13,7	0,9	4,1	0,6	1,5	0,4	0,5	0,2
0,10	16,5	1,1	4,9	0,6	1,8	0,4	0,5	0,2
0,15	33,7	1,6	9,9	0,9	3,6	0,6	1,1	0,4
0,20	56,2	2,1	16,5	1,3	5,9	0,8	1,8	0,5
0,25	83,8	2,6	24,4	1,6	8,7	1,0	2,6	0,6
0,30	116,4	3,2	33,8	1,9	12,0	1,2	3,6	0,7
0,35	153,8	3,7	44,5	2,2	15,8	1,4	4,8	0,9
0,40	196,0	4,2	56,6	2,5	20,1	1,6	6,0	1,0
0,45	243,0	4,7	70,0	2,8	24,8	1,8	7,4	1,1
0,50	294,7	5,3	84,6	3,2	29,9	2,1	9,0	1,2
0,55	351,1	5,8	100,6	3,5	35,5	2,3	10,6	1,4
0,60	412,1	6,3	117,8	3,8	41,5	2,5	12,4	1,5
0,65	477,7	6,8	136,3	4,1	47,9	2,7	14,3	1,6
0,70			156,1	4,4	54,8	2,9	16,3	1,7
0,75			177,0	4,7	62,1	3,1	18,5	1,9
0,80			199,3	5,1	69,8	3,3	20,8	2,0
0,85			222,7	5,4	77,9	3,5	23,2	2,1
0,90			247,4	5,7	86,5	3,7	25,7	2,2
0,95			273,3	6,0	95,4	3,9	28,3	2,4
1,00			300,5	6,3	104,8	4,1	31,0	2,5
1,05					114,6	4,3	33,9	2,6
1,10					124,8	4,5	36,9	2,7
1,15					135,3	4,7	40,0	2,9
1,20					146,3	4,9	43,2	3,0
1,25					157,7	5,1	46,5	3,1
1,30					169,5	5,3	49,9	3,2
1,40							57,1	3,5
1,50							64,8	3,7
1,60							72,9	4,0
1,70							81,5	4,2
1,80							90,4	4,5
1,90							99,9	4,7
2,00							109,8	5,0
2,10							120,1	5,2

Додаток 3

**Таблиця 1. Таблиця для визначення втрат тиску в трубопроводах
“Heat-REX” Re-X \varnothing 16x2,2 (перепад температур 10, 15, 20K). Температура води 60 °C**

Теплове навантаження	Перепад температур 10 K			Перепад температур 15 K			Перепад температур 20 K		
	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску
Q	m	w	R	m	w	R	m	w	R
Вт	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
400	34,4	0,09	16,8	22,9	0,06	8,5	17,2	0,05	5,3
500	43,0	0,11	24,5	28,7	0,08	12,3	21,5	0,06	7,6
600	51,6	0,14	33,4	34,4	0,09	16,8	25,8	0,07	10,3
700	60,2	0,16	43,4	40,1	0,11	21,8	30,1	0,08	13,4
800	68,8	0,18	54,6	45,9	0,12	27,3	34,4	0,09	16,8
900	77,4	0,20	66,9	51,6	0,14	33,4	38,7	0,10	20,5
1000	86,0	0,23	80,2	57,3	0,15	39,9	43,0	0,11	24,5
1100	94,6	0,25	94,6	63,1	0,17	47,0	47,3	0,12	28,8
1200	103,2	0,27	110,1	68,8	0,18	54,6	51,6	0,14	33,4
1300	111,8	0,29	126,5	74,5	0,20	62,7	55,9	0,15	38,2
1400	120,4	0,32	143,9	80,3	0,21	71,2	60,2	0,16	43,4
1500	129,0	0,34	162,4	86,0	0,23	80,2	64,5	0,17	48,9
1600	137,6	0,36	181,8	91,7	0,24	89,7	68,8	0,18	54,6
1700	146,2	0,38	202,1	97,5	0,26	99,7	73,1	0,19	60,6
1800	154,8	0,41	223,5	103,2	0,27	110,1	77,4	0,20	66,9
1900	163,4	0,43	245,7	108,9	0,29	120,9	81,7	0,21	73,4
2000	172,0	0,45	268,9	114,7	0,30	132,9	86,0	0,23	80,2
2100	180,6	0,47	293,1	120,4	0,32	143,9	90,3	0,24	87,3
2200	189,2	0,50	318,1	126,1	0,33	156,1	94,6	0,25	94,6
2300	197,8	0,52	344,1	131,9	0,35	168,7	98,9	0,26	102,2
2400	206,4	0,54	371,0	137,6	0,36	181,8	103,2	0,27	110,1
2500	215,0	0,57	398,8	143,3	0,38	195,2	107,5	0,28	118,1
2600	223,6	0,59	427,5	149,1	0,39	209,1	111,8	0,29	126,5
2700	232,2	0,61	475,1	154,8	0,41	223,5	116,1	0,31	135,1
2800	240,8	0,63	487,6	160,5	0,42	238,2	120,4	0,32	143,9
2900	249,4	0,66	519,0	166,3	0,44	253,4	124,7	0,33	153,0
3000	258,0	0,68	551,2	172,0	0,45	268,9	129,0	0,34	162,4
3100	266,6	0,70	584,4	177,7	0,47	284,9	133,3	0,35	171,9
3200	275,2	0,72	618,4	183,5	0,48	301,3	137,6	0,36	181,8
3300	283,8	0,75	653,3	189,2	0,50	318,1	141,9	0,37	191,8
3400	292,4	0,77	689,1	194,9	0,51	335,4	146,2	0,38	202,1
3500	301,0	0,79	725,7	200,7	0,53	353,0	150,5	0,40	212,7
3700	318,2	0,48	801,5	212,1	0,56	389,4	159,1	0,42	234,5
3900	335,4	0,88	808,8	223,6	0,59	427,5	167,7	0,44	257,2
4100	352,6	0,93	963,5	235,1	0,62	467,2	176,3	0,46	280,9
4300	369,8	0,97	1049,5	246,5	0,65	508,4	184,9	0,49	305,5
4500				258,0	0,68	551,2	193,5	0,51	331,0
4700				269,5	0,71	595,6	202,1	0,53	357,4
4900				280,9	0,74	641,6	210,7	0,55	384,8
5100				292,4	0,77	689,1	219,3	0,58	413,1
5300				303,9	0,80	738,1	227,9	0,60	442,2
5500				315,3	0,83	788,6	236,5	0,62	472,2
5700				326,8	0,86	840,7	245,1	0,64	503,2
5900				338,3	0,89	894,3	253,7	0,67	535,0
6100				349,7	0,92	949,4	262,3	0,69	567,7
6300				361,2	0,95	1006,1	270,9	0,71	601,3
6500				372,7	0,98	1064,2	279,5	0,73	635,7
6700							288,1	0,76	671,1
6900							296,7	0,78	707,3
7100							305,3	0,80	744,3
7300							313,9	0,83	782,2
7500							322,5	0,85	821,0
7700							331,1	0,87	860,6
7900							339,7	0,89	901,1
8100							348,3	0,92	942,5
8300							356,9	0,94	984,7
8500							365,5	0,96	1027,7
8800							378,4	0,99	1093,8

Додаток 3

**Таблиця 2. Таблиця для визначення втрат тиску в трубопроводах
“Heat-PEX” PE-Xa Ø20x2,8 (перепад температур 10, 15, 20K). Температура води 60 °C**

Теплове навантаження	Перепад температур 10 K			Перепад температур 15 K			Перепад температур 20 K		
	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску
Q	m	w	R	m	w	R	m	w	R
Вт	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
600	51,6	0,09	12,0	34,4	0,06	6,1	25,8	0,04	3,8
700	60,2	0,10	15,6	40,1	0,07	7,9	30,1	0,05	4,9
800	68,8	0,12	19,6	45,9	0,08	9,9	34,4	0,06	6,1
900	77,4	0,13	24,0	51,6	0,09	12,0	38,7	0,07	7,4
1000	86,0	0,15	28,8	57,3	0,10	14,4	43,0	0,07	8,8
1100	94,6	0,16	33,9	63,1	0,11	16,9	47,3	0,08	10,4
1200	103,2	0,18	39,4	68,8	0,12	19,6	51,6	0,09	12,0
1300	111,8	0,19	45,3	74,5	0,13	22,5	55,9	0,10	13,8
1400	120,4	0,21	51,4	80,3	0,14	25,6	60,2	0,10	15,6
1600	137,6	0,23	64,9	91,7	0,16	32,2	68,8	0,12	19,6
1800	154,8	0,26	79,6	103,2	0,18	39,4	77,4	0,13	24,0
2000	172,0	0,29	95,7	114,7	0,20	47,3	86,0	0,15	28,8
2200	189,2	0,32	113,0	126,1	0,22	55,8	94,6	0,16	33,9
2400	206,4	0,35	131,7	137,6	0,23	64,9	103,2	0,18	39,4
2600	223,6	0,38	151,6	149,1	0,25	74,5	111,8	0,19	45,3
2800	240,8	0,41	172,7	160,5	0,27	84,8	120,4	0,21	51,4
3000	258,0	0,44	195,0	172,0	0,29	95,7	129,0	0,22	58,0
3200	275,2	0,47	218,6	183,5	0,31	107,1	137,6	0,23	64,9
3400	292,4	0,50	243,3	194,9	0,33	119,1	146,2	0,25	72,1
3600	309,6	0,53	269,2	206,4	0,35	131,7	154,8	0,26	79,6
3800	326,8	0,56	296,3	217,9	0,37	144,8	163,4	0,28	87,5
4000	344,0	0,59	324,6	229,3	0,39	158,5	172,0	0,29	95,7
4200	361,2	0,62	354,0	240,8	0,41	172,7	180,6	0,31	104,2
4400	378,4	0,65	384,6	252,3	0,43	187,4	189,2	0,32	113,0
4600	395,6	0,67	416,4	263,7	0,45	202,7	197,8	0,34	122,2
4800	412,8	0,70	449,2	275,2	0,47	218,6	206,4	0,35	131,7
5000	430,0	0,73	483,2	286,7	0,49	234,9	215,0	0,37	141,5
5200	447,2	0,76	518,3	298,1	0,51	251,8	223,6	0,38	151,6
5400	464,4	0,79	554,6	309,6	0,53	269,2	232,2	0,40	162,0
5600	481,6	0,82	591,9	321,1	0,55	287,2	240,8	0,41	172,7
5800	498,8	0,85	630,4	332,5	0,57	305,6	249,4	0,43	183,7
6000	516,0	0,88	670,0	344,0	0,59	324,6	258,0	0,44	195,0
6200	533,2	0,91	710,6	355,5	0,61	344,1	266,6	0,45	206,6
6400	550,4	0,94	752,4	366,9	0,63	364,1	275,2	0,47	218,6
6600	567,6	0,97	795,3	378,4	0,65	384,6	283,8	0,48	230,8
6800	584,8	1,00	839,2	389,9	0,66	405,6	292,4	0,50	243,3
7000				401,3	0,68	427,2	301,0	0,51	256,1
7200				412,8	0,70	449,2	309,6	0,53	269,2
7400				424,3	0,72	471,8	318,2	0,54	282,6
7600				435,7	0,74	494,8	326,8	0,56	296,3
7800				447,2	0,76	518,3	335,4	0,57	310,3
8000				458,7	0,78	542,4	344,0	0,59	324,6
8200				470,1	0,80	566,9	352,6	0,60	339,2
8400				481,6	0,82	591,9	361,2	0,62	354,0
8600				493,1	0,84	617,5	369,8	0,63	369,2
8800				504,5	0,86	643,5	378,4	0,65	384,6
9000				516,0	0,88	670,0	387,0	0,66	400,3
9200				527,5	0,90	697,0	395,6	0,67	416,4
9600				550,4	0,94	752,4	412,8	0,70	449,2
9800				561,9	0,96	780,9	421,4	0,72	466,1
10000				573,3	0,98	809,8	430,0	0,73	483,2
10500							451,5	0,77	527,3
11000							473,0	0,81	573,1
11500							494,5	0,84	620,7
12000							516,0	0,88	670,0
12500							537,5	0,92	721,0
13000							559,0	0,95	773,7
13500							580,5	0,99	828,1

Додаток 3

**Таблиця 3. Таблиця для визначення втрат тиску в трубопроводах
«Heat-PEX» PE-Xa $\varnothing 25 \times 3,5$ (перепад температур 10, 15, 20K). Температура води 60 °C**

Теплове навантаження	Перепад температур 10 K			Перепад температур 15 K			Перепад температур 20 K		
	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску
Q	m	w	R	m	w	R	m	w	R
Вт	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1000	86,0	0,09	10,0	57,3	0,06	5,0	43,0	0,05	3,1
1100	94,6	0,10	11,8	63,1	0,07	5,9	47,3	0,05	3,6
1200	103,2	0,11	13,7	68,8	0,08	6,9	51,6	0,06	4,2
1300	111,8	0,12	15,7	74,5	0,08	7,9	55,9	0,06	4,8
1400	120,4	0,13	17,9	80,3	0,09	8,9	60,2	0,07	5,5
1500	129,0	0,14	20,1	86,0	0,09	10,0	64,5	0,07	6,2
1600	137,6	0,15	22,5	91,7	0,10	11,2	68,8	0,08	6,9
1700	146,2	0,16	25,0	97,5	0,11	12,4	73,1	0,08	7,6
1800	154,8	0,17	27,6	103,2	0,11	13,7	77,4	0,08	8,4
1900	163,4	0,18	30,3	108,9	0,12	15,0	81,7	0,09	9,2
2000	172,0	0,19	33,1	114,7	0,13	16,4	86,0	0,09	10,0
2200	189,2	0,21	39,0	126,1	0,14	19,4	94,6	0,10	11,8
2400	206,4	0,23	45,4	137,6	0,15	22,5	103,2	0,11	13,7
2600	223,6	0,24	52,2	149,1	0,16	25,8	111,8	0,12	15,7
2800	240,8	0,26	59,5	160,5	0,18	29,4	120,4	0,13	17,9
3000	258,0	0,28	67,1	172,0	0,19	33,1	129,0	0,14	20,1
3200	275,2	0,30	75,1	183,5	0,20	37,0	137,6	0,15	22,5
3400	292,4	0,32	83,6	194,9	0,21	41,1	146,2	0,16	25,0
3600	309,6	0,34	92,4	206,4	0,23	45,4	154,8	0,17	27,6
3800	326,8	0,36	101,6	217,9	0,24	49,9	163,4	0,18	30,3
4000	344,0	0,38	111,2	229,3	0,25	54,6	172,0	0,19	33,1
4400	378,4	0,41	131,6	252,3	0,28	64,5	189,2	0,21	39,0
4800	412,8	0,45	153,5	275,2	0,30	75,1	206,4	0,23	45,4
5200	447,2	0,49	176,9	298,1	0,33	86,5	223,6	0,24	52,2
5600	481,6	0,53	201,8	321,1	0,35	98,5	240,8	0,26	59,5
6000	516,0	0,56	228,2	344,0	0,38	111,2	258,0	0,28	67,1
6400	550,4	0,60	256,0	366,9	0,40	124,7	275,2	0,30	75,1
6800	584,8	0,64	285,3	389,9	0,43	138,8	292,4	0,32	83,6
7200	619,2	0,68	316,0	412,8	0,45	153,5	309,6	0,34	92,4
7600	653,6	0,71	348,1	435,7	0,48	169,0	326,8	0,36	101,6
8000	688,0	0,75	381,6	458,7	0,50	185,1	344,0	0,38	111,2
8500	731,0	0,80	425,4	487,3	0,53	206,1	365,5	0,40	128,8
9000	774,0	0,84	471,5	516,0	0,56	228,2	387,0	0,42	137,0
9500	817,0	0,89	519,7	544,7	0,59	251,3	408,5	0,45	150,7
10000	860,0	0,94	570,0	573,3	0,63	275,4	430,0	0,47	165,1
10500	903,0	0,99	622,5	602,0	0,66	300,4	451,5	0,49	180,0
11000				630,7	0,69	326,5	473,0	0,52	195,5
11500				659,3	0,72	353,6	494,5	0,54	211,6
12000				688,0	0,75	381,6	516,0	0,56	228,2
12500				716,7	0,78	410,6	537,5	0,59	245,4
13000				745,3	0,81	440,6	559,0	0,61	263,2
13500				774,0	0,84	471,5	580,5	0,63	281,5
14000				802,7	0,88	503,4	602,0	0,66	300,4
14500				831,3	0,91	536,2	623,5	0,68	319,9
15000				860,0	0,94	570,0	645,0	0,70	339,9
15500				888,7	0,97	604,8	666,5	0,73	360,5
16000				917,3	1,00	640,5	688,0	0,75	381,6
16500							709,5	0,77	403,2
17000							731,0	0,80	425,4
17500							752,5	0,82	448,2
18000							774,0	0,84	471,5
18500							795,5	0,87	495,3
19000							817,0	0,89	519,7
19500							838,5	0,92	544,6
20000							860,0	0,94	570,0
20500							881,5	0,96	596,0
21000							903,0	0,99	622,5
21400							920,2	1,00	644,1

Додаток 3

**Таблиця 4. Таблиця для визначення втрат тиску в трубопроводах
“Heat-REX” PE-Xa $\varnothing 32 \times 4,4$ (перепад температур 10, 15, 20K). Температура води 60 °C**

Теплове навантаження	Перепад температур 10 K			Перепад температур 15 K			Перепад температур 20 K		
	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску
Q	m	w	R	m	w	R	m	w	R
Вт	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1800	154,8	0,10	8,3	103,2	0,07	4,1	77,4	0,05	2,5
2000	172,0	0,11	9,9	114,7	0,08	5,0	86,0	0,06	3,0
2200	189,2	0,12	11,7	126,1	0,08	5,8	94,6	0,06	3,6
2400	206,4	0,14	13,6	137,6	0,09	6,8	103,2	0,07	4,1
2600	223,6	0,15	15,6	149,1	0,10	7,8	111,8	0,07	4,7
2800	240,8	0,16	17,8	160,5	0,11	8,8	120,4	0,08	5,4
3000	258,0	0,17	20,0	172,0	0,11	9,9	129,0	0,08	6,1
3200	275,2	0,18	22,4	183,5	0,12	11,1	137,6	0,09	6,8
3400	292,4	0,19	24,9	194,9	0,13	12,3	146,2	0,10	7,5
3600	309,6	0,20	27,5	206,4	0,14	13,6	154,8	0,10	8,3
3800	326,8	0,21	30,3	217,9	0,14	14,9	163,4	0,11	9,1
4000	344,0	0,23	33,1	229,3	0,15	16,3	172,0	0,11	9,9
4200	361,2	0,24	36,1	240,8	0,16	17,8	180,6	0,12	10,8
4400	378,4	0,25	39,1	252,3	0,17	19,3	189,2	0,12	11,7
4600	395,6	0,26	42,3	263,7	0,17	20,8	197,8	0,13	12,6
4800	412,8	0,27	45,6	275,2	0,18	22,4	206,4	0,14	13,6
5000	430,0	0,28	49,0	286,7	0,19	24,1	215,0	0,14	14,6
5500	473,0	0,31	57,9	315,3	0,21	28,4	236,5	0,16	17,2
6000	516,0	0,34	67,5	344,0	0,23	33,1	258,0	0,17	20,0
6500	559,0	0,37	77,8	372,7	0,24	38,1	279,5	0,18	23,0
7000	602,0	0,40	88,7	401,3	0,26	43,4	301,0	0,20	26,2
7500	645,0	0,42	100,2	430,0	0,28	49,0	322,5	0,21	29,6
8000	688,0	0,45	112,4	458,7	0,30	54,9	344,0	0,23	33,1
8500	731,0	0,48	125,2	487,3	0,32	61,0	365,5	0,24	36,8
9000	774,0	0,51	138,6	516,0	0,34	67,5	387,0	0,25	40,7
9500	817,0	0,54	152,6	544,7	0,36	74,3	408,5	0,27	44,7
10000	860,0	0,57	167,2	573,3	0,38	81,3	430,0	0,28	49,0
10500	903,0	0,59	182,5	602,0	0,40	88,7	451,5	0,30	53,4
11000	946,0	0,62	198,3	630,7	0,41	96,3	473,0	0,31	57,9
11500	989,0	0,65	214,8	659,3	0,43	104,2	494,5	0,32	62,6
12000	1032,0	0,68	231,8	688,0	0,45	112,4	516,0	0,34	67,5
12500	1075,0	0,71	249,4	716,7	0,47	120,8	537,5	0,35	72,6
13000	1118,0	0,73	267,6	745,3	0,49	129,6	559,0	0,37	77,8
13500	1161,0	0,76	286,4	774,0	0,51	138,6	580,5	0,38	83,1
14000	1204,0	0,79	305,8	802,7	0,53	147,9	602,0	0,40	88,7
14500	1247,0	0,82	325,7	831,3	0,55	157,4	623,5	0,41	94,4
15000	1290,0	0,85	346,3	860,0	0,57	167,2	645,0	0,42	100,2
16000	1376,0	0,90	389,0	917,3	0,60	187,7	688,0	0,45	112,4
17000	1462,0	0,96	434,1	974,7	0,64	209,2	731,0	0,48	125,2
18000				1032,0	0,68	231,8	774,0	0,51	138,6
19000				1089,3	0,72	255,4	817,0	0,54	152,6
20000				1146,7	0,75	280,1	860,0	0,57	167,2
21000				1204,0	0,79	305,8	903,0	0,59	182,5
22000				1261,3	0,83	332,5	946,0	0,62	198,3
23000				1318,7	0,87	360,3	989,0	0,65	214,8
24000				1376,0	0,90	389,0	1032,0	0,68	231,8
25000				1433,3	0,94	418,8	1075,0	0,71	249,4
26000				1490,7	0,98	449,6	1118,0	0,73	267,6
27000							1161,0	0,76	286,4
28000							1204,0	0,79	305,8
29000							1247,0	0,82	325,7
30000							1290,0	0,85	346,3
31000							1333,0	0,88	367,4
32000							1376,0	0,90	389,0
33000							1419,0	0,93	411,3
34000							1462,0	0,96	434,1
35000							1505,0	0,99	457,5
35500							1526,5	1,00	469,4

Додаток 4

**Таблиця 5. Таблиця для визначення втрат тиску в трубопроводах
«Heat-PEX» PE-Xc/Al/PEX $\varnothing 16 \times 2,6$ (перепад температур 10, 15, 20K). Температура води 60 °C**

Теплове навантаження	Перепад температур 10 K			Перепад температур 15 K			Перепад температур 20 K		
	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску
Q	m	w	R	m	w	R	m	w	R
Вт	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
400	34,4	0,10	22,1	22,9	0,07	11,2	17,2	0,05	6,9
500	43,0	0,13	32,3	28,7	0,09	16,3	21,5	0,06	10,1
600	51,6	0,15	44,1	34,4	0,10	22,1	25,8	0,08	13,6
700	60,2	0,18	57,5	40,1	0,12	28,8	30,1	0,09	17,7
800	68,8	0,20	72,3	45,9	0,14	36,1	34,4	0,10	22,1
900	77,4	0,23	88,6	51,6	0,15	44,1	38,7	0,12	27,0
1000	86,0	0,26	106,4	57,3	0,17	52,9	43,0	0,13	32,3
1100	94,6	0,28	125,5	63,1	0,19	62,3	47,3	0,14	38,0
1200	103,2	0,31	146,0	68,8	0,20	72,3	51,6	0,15	44,1
1300	111,8	0,33	167,9	74,6	0,22	83,0	55,9	0,17	50,6
1400	120,4	0,36	191,1	80,3	0,24	94,4	60,2	0,18	57,5
1500	129,0	0,38	215,6	86,0	0,26	106,4	64,5	0,19	64,7
1600	137,6	0,41	241,4	91,8	0,27	119,0	68,8	0,20	72,3
1700	146,2	0,43	268,5	97,5	0,29	132,2	73,1	0,22	80,3
1800	154,8	0,46	296,9	103,2	0,31	146,0	77,4	0,23	88,6
1900	163,4	0,49	326,6	109,0	0,32	160,4	81,7	0,24	97,3
2000	172,0	0,51	357,5	114,7	0,34	175,5	86,0	0,26	106,4
2100	180,6	0,54	389,7	120,4	0,36	191,1	90,3	0,27	115,8
2200	189,2	0,56	423,1	126,1	0,38	207,3	94,6	0,28	125,5
2300	197,8	0,59	457,8	131,9	0,39	224,1	98,9	0,29	135,6
2400	206,5	0,61	493,7	137,6	0,41	241,4	103,2	0,31	146,0
2500	215,1	0,64	530,8	143,4	0,43	259,4	107,5	0,32	156,8
2600	223,7	0,66	569,1	149,1	0,44	277,9	111,8	0,33	167,9
2700	232,3	0,69	608,6	154,8	0,46	296,9	116,1	0,35	179,3
2800	240,9	0,72	649,3	160,6	0,48	316,6	120,4	0,36	191,1
2900	249,5	0,74	691,2	166,3	0,49	336,8	124,7	0,37	203,2
3000	258,1	0,77	734,3	172,0	0,51	357,5	129,0	0,38	215,6
3100	266,7	0,79	778,6	177,8	0,53	378,9	133,3	0,40	228,3
3200	275,3	0,82	824,0	183,5	0,55	400,7	137,6	0,41	241,4
3300	283,9	0,84	870,6	189,2	0,56	423,1	141,9	0,42	254,8
3400	292,5	0,87	918,4	195,0	0,58	446,1	146,2	0,43	268,5
3500	301,1	0,90	967,4	200,7	0,60	469,6	150,5	0,45	282,6
3600	309,7	0,92	1017,5	206,5	0,61	493,7	154,8	0,46	296,9
3700	318,3	0,95	1068,8	212,2	0,63	518,3	159,1	0,47	311,6
3800	326,9	0,97	1121,2	217,9	0,65	543,4	163,4	0,49	326,6
3900	335,5	1,00	1174,8	223,7	0,66	569,1	167,7	0,50	341,9
4000				229,4	0,68	595,3	172,0	0,51	357,5
4100				235,1	0,70	622,0	176,3	0,52	373,5
4200				240,9	0,72	649,3	180,6	0,54	389,7
4300				246,6	0,73	677,1	184,9	0,55	406,3
4400				252,3	0,75	705,4	189,2	0,56	423,1
4500				258,1	0,77	734,3	193,5	0,58	440,3
4700				269,5	0,80	793,6	202,2	0,60	475,6
4900				281,0	0,84	855,0	210,8	0,63	512,1
5100				292,5	0,87	918,4	219,4	0,65	549,8
5300				303,9	0,90	984,0	228,0	0,68	588,7
5500				315,4	0,94	1051,6	236,6	0,70	628,8
5700				326,9	0,97	1121,2	245,2	0,73	670,1
5900				338,4	1,01	1192,9	253,8	0,75	712,6
6100							262,4	0,78	756,3
6300							271,0	0,81	801,1
6500							279,6	0,83	847,2
6700							288,2	0,86	894,4
6900							296,8	0,88	942,8
7100							305,4	0,91	992,3
7300							314,0	0,93	1043,0
7500							322,6	0,96	1094,9
7700							331,2	0,98	1147,9
7900							339,8	1,01	1202,0

Додаток 4

**Таблиця 6. Таблиця для визначення втрат тиску в трубопроводах
“Heat-PEX” Re-Xc/Al/Pe-X ø20x2,9. Температура води 60 °C**

Теплове навантаження	Перепад температур 10 K			Перепад температур 15 K			Перепад температур 20 K		
	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску
Q	m	w	R	m	w	R	m	w	R
Вт	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
600	51,6	0,09	13,2	34,4	0,06	6,7	25,8	0,05	4,1
700	60,2	0,11	17,2	40,1	0,07	8,7	30,1	0,05	5,3
800	68,8	0,12	21,6	45,9	0,08	10,8	34,4	0,06	6,7
900	77,4	0,14	26,4	51,6	0,09	13,2	38,7	0,07	8,1
1000	86,0	0,15	31,7	57,3	0,10	15,8	43,0	0,08	9,7
1200	103,2	0,18	43,4	68,8	0,12	21,6	51,6	0,09	13,2
1400	120,4	0,21	56,6	80,3	0,14	28,1	60,2	0,11	17,2
1600	137,6	0,25	71,4	91,8	0,16	35,4	68,8	0,12	21,6
1800	154,8	0,28	87,7	103,2	0,18	43,4	77,4	0,14	26,4
2000	172,0	0,31	105,4	114,7	0,20	52,0	86,0	0,15	31,7
2200	189,2	0,34	124,5	126,2	0,23	61,4	94,6	0,17	37,3
2400	206,5	0,37	145,1	137,6	0,25	71,4	103,2	0,18	43,4
2600	223,7	0,40	167,0	149,1	0,27	82,1	111,8	0,20	49,8
2800	240,9	0,43	190,3	160,6	0,29	93,4	120,4	0,21	56,6
3000	258,1	0,46	214,9	172,0	0,31	105,4	129,0	0,23	63,8
3200	275,3	0,49	240,9	183,5	0,33	118,0	137,6	0,25	71,4
3400	292,5	0,52	268,2	195,0	0,35	131,2	146,2	0,26	79,4
3600	309,7	0,55	296,8	206,5	0,37	145,1	154,8	0,28	87,7
3800	326,9	0,58	326,7	217,9	0,39	159,5	163,4	0,29	96,7
4000	344,1	0,61	358,0	229,4	0,41	174,6	172,0	0,31	105,4
4200	361,3	0,64	390,4	240,9	0,43	190,3	180,6	0,32	114,8
4400	378,5	0,68	424,2	252,3	0,45	206,6	189,2	0,34	124,5
4600	395,7	0,71	459,2	263,8	0,47	223,5	197,8	0,35	134,6
4800	412,9	0,74	495,5	275,3	0,49	240,9	206,5	0,37	145,1
5000	430,1	0,77	533,1	286,7	0,51	259,0	215,1	0,38	155,9
5200	447,3	0,80	571,8	298,2	0,53	277,6	223,7	0,40	167,0
5400	464,5	0,83	611,9	309,7	0,55	296,8	232,3	0,41	178,5
5600	481,7	0,86	653,1	321,1	0,57	316,6	240,9	0,43	190,3
5800	498,9	0,89	695,6	332,6	0,59	337,0	249,5	0,45	202,5
6000	516,1	0,92	739,3	344,1	0,61	358,0	258,1	0,46	214,9
6200	533,3	0,95	784,3	355,6	0,63	379,5	266,7	0,48	227,8
6400	550,5	0,98	830,4	367,0	0,65	401,6	275,3	0,49	240,9
6600	567,7	1,01	877,8	378,5	0,68	424,2	283,9	0,51	254,4
6800				390,0	0,70	447,4	292,5	0,52	268,2
7000				401,4	0,72	471,2	301,1	0,54	282,4
7200				412,9	0,74	495,5	309,7	0,55	296,8
7400				424,4	0,76	520,4	318,3	0,57	311,6
7600				435,8	0,78	545,8	326,9	0,58	326,7
7800				447,3	0,80	571,8	335,5	0,60	342,2
8000				458,8	0,82	598,4	344,1	0,61	358,0
8200				470,3	0,84	625,5	352,7	0,63	374,0
8400				481,7	0,86	653,1	361,3	0,64	390,4
8600				493,2	0,88	681,3	369,9	0,66	407,2
8800				504,7	0,90	710,1	378,5	0,68	424,2
9000				516,1	0,92	739,3	387,1	0,69	441,6
9200				527,6	0,94	769,2	395,7	0,71	459,2
9400				539,1	0,96	799,5	404,3	0,72	477,2
9600				550,5	0,98	830,4	412,9	0,74	495,5
9800				562,0	1,00	861,9	421,5	0,75	514,1
10000							430,1	0,77	533,1
10200							438,7	0,78	552,3
10400							447,3	0,80	571,8
10600							455,9	0,81	591,7
10800							464,5	0,83	611,9
11000							473,1	0,84	632,3
11500							494,6	0,88	684,9
12000							516,1	0,92	739,3
12500							537,6	0,96	795,7
13000							559,1	1,00	854,0

Додаток 4

Таблиця 7. Таблиця для визначення втрат тиску в трубопроводах
“Heat-PEX” Re-Xc/Al/Pe-X ø25x3,7. Температура води 60 °C

Теплове навантаження	Перепад температур 10 K			Перепад температур 15 K			Перепад температур 20 K		
	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску
Q	m	w	R	m	w	R	m	w	R
Вт	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1000	86,0	0,10	11,5	57,3	0,07	5,8	43,0	0,05	3,6
1200	103,2	0,12	15,7	68,8	0,08	7,9	51,6	0,06	4,8
1400	120,4	0,14	20,5	80,3	0,09	10,2	60,2	0,07	6,3
1600	137,6	0,16	25,8	91,8	0,11	12,8	68,8	0,08	7,9
1800	154,8	0,18	31,6	103,2	0,12	15,7	77,4	0,09	9,6
2000	172,0	0,20	37,9	114,7	0,13	18,8	86,0	0,10	11,5
2200	189,2	0,22	44,8	126,2	0,15	22,2	94,6	0,11	13,5
2400	206,5	0,24	52,1	137,6	0,16	25,8	103,2	0,12	15,7
2600	223,7	0,26	59,9	149,1	0,17	29,6	111,8	0,13	18,0
2800	240,9	0,28	68,2	160,6	0,19	33,6	120,4	0,14	20,5
3000	258,1	0,30	77,0	172,0	0,20	37,9	129,0	0,15	23,0
3200	275,3	0,32	86,2	183,5	0,21	42,4	137,6	0,16	25,8
3400	292,5	0,34	95,9	195,0	0,23	47,2	146,2	0,17	28,6
3600	309,7	0,36	106,0	206,5	0,24	52,1	154,8	0,18	31,6
3800	326,9	0,38	116,6	217,9	0,25	57,2	163,4	0,19	34,7
4000	344,1	0,40	127,7	229,4	0,27	62,6	172,0	0,20	37,9
4200	361,3	0,42	139,2	240,9	0,28	68,2	180,6	0,21	41,3
4400	378,5	0,44	151,1	252,3	0,29	74,0	189,2	0,22	44,8
4600	395,7	0,46	163,5	263,8	0,31	80,0	197,8	0,23	48,4
4800	412,9	0,48	176,3	275,3	0,32	86,2	206,5	0,24	52,1
5000	430,1	0,50	189,5	286,7	0,33	92,6	215,1	0,25	55,9
5200	447,3	0,52	203,2	298,2	0,35	99,2	223,7	0,26	59,9
5400	464,5	0,54	217,3	309,7	0,36	106,0	232,3	0,27	64,0
5600	481,7	0,56	231,8	321,1	0,37	113,0	240,9	0,28	68,2
5800	498,9	0,58	246,8	332,6	0,39	120,3	249,5	0,29	72,5
6000	516,1	0,60	262,2	344,1	0,40	127,7	258,1	0,30	77,0
6200	533,3	0,62	277,9	355,6	0,41	135,3	266,7	0,31	81,5
6400	550,5	0,64	294,1	367,0	0,43	143,1	275,3	0,32	86,2
6600	567,7	0,66	310,8	378,5	0,44	151,1	283,9	0,33	91,0
6800	584,9	0,68	327,8	390,0	0,45	159,3	292,5	0,34	95,9
7000	602,2	0,70	345,3	401,4	0,47	167,7	301,1	0,35	100,9
7400	636,6	0,74	381,4	424,4	0,49	185,1	318,3	0,37	111,3
7800	671,0	0,78	419,2	447,3	0,52	203,2	335,5	0,39	122,1
8200	705,4	0,82	458,5	470,3	0,55	222,1	352,7	0,41	133,4
8600	739,8	0,86	499,5	493,2	0,57	241,8	369,9	0,43	145,1
9000	774,2	0,90	542,1	516,1	0,60	262,2	387,1	0,45	157,2
9400	808,6	0,94	586,3	539,1	0,63	283,3	404,3	0,47	169,8
9800	843,0	0,98	632,1	562,0	0,65	305,2	421,5	0,49	182,9
10200	877,4	1,02	679,5	584,9	0,68	327,8	438,7	0,51	196,3
10600				607,9	0,71	351,2	455,9	0,53	210,2
11000				630,8	0,73	375,3	473,1	0,55	224,5
11500				659,5	0,77	406,4	494,6	0,57	243,0
12000				688,2	0,80	438,6	516,1	0,60	262,2
12500				716,8	0,83	472,0	537,6	0,62	282,0
13000				745,5	0,87	506,5	559,1	0,65	302,4
13500				774,2	0,90	542,1	580,6	0,67	323,5
14000				802,9	0,93	578,9	602,2	0,70	345,3
14500				831,5	0,97	616,7	623,7	0,72	367,6
15000				860,2	1,00	655,6	645,2	0,75	390,7
15500							666,7	0,77	414,3
16000							688,2	0,80	438,6
16500							709,7	0,82	463,6
17000							731,2	0,85	489,1
17500							752,7	0,87	515,3
18000							774,2	0,90	542,1
18500							795,7	0,92	569,6
19000							817,2	0,95	597,6
19500							838,7	0,97	626,3
20000							860,2	1,00	655,6

Додаток 4

Таблиця 8. Таблиця для визначення втрат тиску в трубопроводах
"Heat-PEX" Re-Xc/Al/Pe-X ø32x4,7. Температура води 60 °C

Теплове навантаження	Перепад температур 10 K			Перепад температур 15 K			Перепад температур 20 K		
	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску	Масова витрата	Швидкість	Питомі втрати тиску
Q	m	w	R	m	w	R	m	w	R
Вт	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м	кг/год	м/с	Па/м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1800	154,8	0,11	9,7	103,2	0,07	4,8	77,4	0,05	3,0
2000	172,0	0,12	11,6	114,7	0,08	5,8	86,0	0,06	3,5
2200	189,2	0,13	13,7	126,2	0,09	6,8	94,6	0,07	4,2
2400	206,5	0,15	15,9	137,6	0,10	7,9	103,2	0,07	4,8
2600	223,7	0,16	18,2	149,1	0,11	9,1	111,8	0,08	5,5
2800	240,9	0,17	20,7	160,6	0,11	10,3	120,4	0,08	6,3
3000	258,1	0,18	23,4	172,0	0,12	11,6	129,0	0,09	7,1
3200	275,3	0,19	26,2	183,5	0,13	12,9	137,6	0,10	7,9
3400	292,5	0,21	29,1	195,0	0,14	14,4	146,2	0,10	8,8
3600	309,7	0,22	32,1	206,5	0,15	15,9	154,8	0,11	9,7
3800	326,9	0,23	35,3	217,9	0,15	17,4	163,4	0,12	10,6
4000	344,1	0,24	38,6	229,4	0,16	19,1	172,0	0,12	11,6
4500	387,1	0,27	47,5	258,1	0,18	23,4	193,5	0,14	14,2
5000	430,1	0,30	57,2	286,7	0,20	28,1	215,1	0,15	17,0
5500	473,1	0,33	67,7	315,4	0,22	33,2	236,6	0,17	20,1
6000	516,1	0,36	78,9	344,1	0,24	38,6	258,1	0,18	23,4
6500	559,1	0,39	90,9	372,8	0,26	44,5	279,6	0,20	26,9
7000	602,2	0,42	103,7	401,4	0,28	50,7	301,1	0,21	30,6
7500	645,2	0,45	117,2	430,1	0,30	57,2	322,6	0,23	34,5
8000	688,2	0,48	131,4	458,8	0,32	64,1	344,1	0,24	38,6
8500	731,2	0,51	146,4	487,5	0,34	71,3	365,6	0,26	43,0
9000	774,2	0,55	162,1	516,1	0,36	78,9	387,1	0,27	47,5
9500	817,2	0,58	178,5	544,8	0,38	86,8	408,6	0,29	52,3
10000	860,2	0,61	195,7	573,5	0,40	95,1	430,1	0,30	57,2
10500	903,2	0,64	213,5	602,2	0,42	103,7	451,6	0,32	62,3
11000	946,2	0,67	232,1	630,8	0,44	112,6	473,1	0,33	67,7
11500	989,2	0,70	251,3	659,5	0,46	121,8	494,6	0,35	73,2
12000	1032,3	0,73	271,3	688,2	0,48	131,4	516,1	0,36	78,9
12500	1075,3	0,76	291,9	716,8	0,50	141,3	537,6	0,38	84,8
13000	1118,3	0,79	313,3	745,5	0,53	151,5	559,1	0,39	90,9
13500	1161,3	0,82	335,3	774,2	0,55	162,1	580,6	0,41	97,2
14000	1204,3	0,85	358,0	802,9	0,57	173,0	602,2	0,42	103,7
14500	1247,3	0,88	381,4	831,5	0,59	184,1	623,7	0,44	110,3
15000	1290,3	0,91	405,5	860,2	0,61	195,7	645,2	0,45	117,2
15500	1333,3	0,94	430,2	888,9	0,63	207,5	666,7	0,47	124,2
16000	1376,3	0,97	455,6	917,6	0,65	219,6	688,2	0,48	131,4
16500	1419,4	1,00	481,7	946,2	0,67	232,1	709,7	0,50	138,8
17000				974,9	0,69	244,8	731,2	0,51	146,4
17500				1003,6	0,71	257,9	752,7	0,53	154,1
18000				1032,3	0,73	271,3	774,2	0,55	162,1
18500				1060,9	0,75	285,0	795,7	0,56	170,2
19000				1089,6	0,77	299,0	817,2	0,58	178,5
19500				1118,3	0,79	313,3	838,7	0,59	187,0
20000				1147,0	0,81	327,9	860,2	0,61	195,7
20500				1175,6	0,83	342,8	881,7	0,62	204,5
21000				1204,3	0,85	358,0	903,2	0,64	213,5
21500				1233,0	0,87	373,5	924,7	0,65	222,7
22500				1290,3	0,91	405,5	967,7	0,68	241,6
23500				1347,7	0,95	438,6	1010,8	0,71	261,2
24500				1405,0	0,99	473,0	1053,8	0,74	281,5
25500				1462,4	1,03	508,5	1096,8	0,77	302,5
26500							1139,8	0,80	324,2
27500							1182,8	0,83	346,6
28500							1225,8	0,86	369,6
29500							1268,8	0,89	393,4
30500							1311,8	0,92	417,8
31500							1354,8	0,95	442,9
32500							1397,8	0,98	468,6
33500							1440,9	1,01	495,0





