



Захист від обледеніння труб

Посібник із застосування



Зміст

1. Короткий огляд	4
2. Опис системи	5
3. Продукція	7
4. Конструкція системи	11
5. Установлення	20
6. Приклади	28

Наша **система менеджменту якості** та **сертифікати відповідності**

✓ ISO 9001

✓ TS 16949

✓ ISO 14001

У поєднанні з повною відповідністю директивам ЄС та сертифікацією продукції

Дозвольте DEVI виконати свою роботу

DEVI - аббревіатура Dansk El-Varme Industri – була заснована у 1942 році в Копенгагені, Данія. З 1-го січня 2003 року компанія DEVI стала частиною Danfoss Group – найбільшої промислової групи Данії. Danfoss є однією з провідних компаній у сфері опалення, охолодження і кондиціювання. Група Danfoss нараховує у своєму штаті більше 23000 співробітників і обслуговує клієнтів у більше ніж 100 країнах.

DEVI є європейським лідируючим брендом електричних кабельних нагрівальних систем і систем електричного обігріву труб з більше ніж 70-річним досвідом. Виробництво електричних кабелів здійснюється у Франції і у Польщі, у той час як головний офіс компанії розташований у Данії.

Захист від обледеніння труб

Цей практичний посібник містить рекомендації DEVI з проектування і установлення систем захисту від замерзання трубопроводів. Цей документ містить інструкції з розміщення нагрівальних кабелів, електричні характеристики та варіанти виконання систем.

Виконання цих рекомендацій DEVI забезпечить вам енергоефективне і надійне рішення, що не потребує технічного обслуговування, для нагрівальних кабелів постійної потужності з 20- річною гарантією і нагрівальних кабелів з саморегуляцією з 5- річною гарантією.



1. Короткий огляд

У зимовий час проблем з замерзанням питної води, стічних вод, охолоджуючої та живильної води і спринклерних систем можна уникнути шляхом внутрішнього або зовнішнього обігріву трубопроводів.

Трубопроводи, що установлені зовні і всередині неопалюваних приміщень, навіть добре ізольованих, можуть піддаватися дії низьких температур, що призводить до утворення льоду усередині труб.

Коли вода перетворюється в лід, її об'єм збільшується, і лід усередині труб стає досить сильним, щоб викликати розрив трубопроводу. Це викликає пошкодження, витікання води і дорогий ремонт.

Нагрівальні системи DEVI пропонують бюджетне, просте в монтажі і обслуговуванні рішення у вигляді нагрівальних кабелів з регулюванням термостатом.

Завдяки такому рішення власник трубопроводу отримує безпечну, надійну систему, що не потребує обслуговування, з гарантією належної ефективності протягом багатьох років.

Системи обігріву труб DEVI можуть використовуватися для внутрішнього і зовнішнього установлення в окремих трубах і трубопроводах, а також для повітряних і прокладених у землі трубопроводів.

Переваги

- **Уникнення непередбачених витрат на ремонт:** Захист від обледеніння труб виключає необхідність дорогого ремонту і заміни після тривалої холодної зими.
- Забезпечує **постійний потік води** в трубах, навіть у найбільш холодних і непередбачених умовах.
- **Установлення в будь-якому місці:** Можуть використовуватися на поверхні або всередині труб, всередині приміщень і зовні, та на поверхні ґрунту.
- **Схвалені до використання в системах водопостачання питної води,** відповідно до сертифікації GDV.
- **Знижені витрати на установлення** в скелястих та інших типах ґрунтів шляхом можливості установлення неглибокого залягання.
- Можливість **модернізації ізольованих труб.**

2. Опис системи

Нагрівальні системи DEVI забезпечують універсальне рішення для захисту водопроводів (у т.ч. трубопроводів питної води) від замерзання.

Установлення на трубах:

кабелі постійної потужності або (SLC) кабелі з саморегулюванням DEVIflex™, наприклад DEVIpipeguard™.

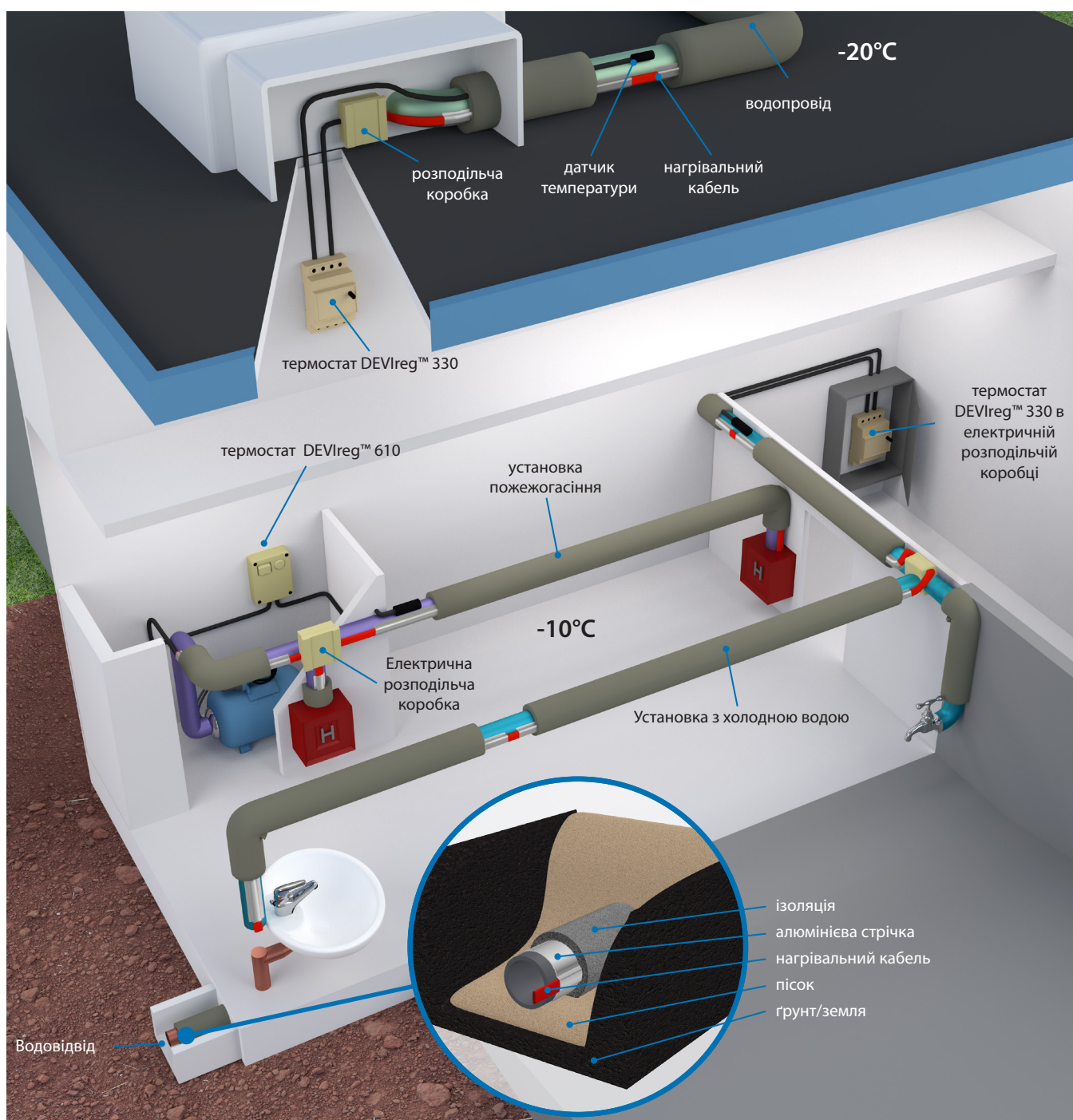
Установлення усередині труб:

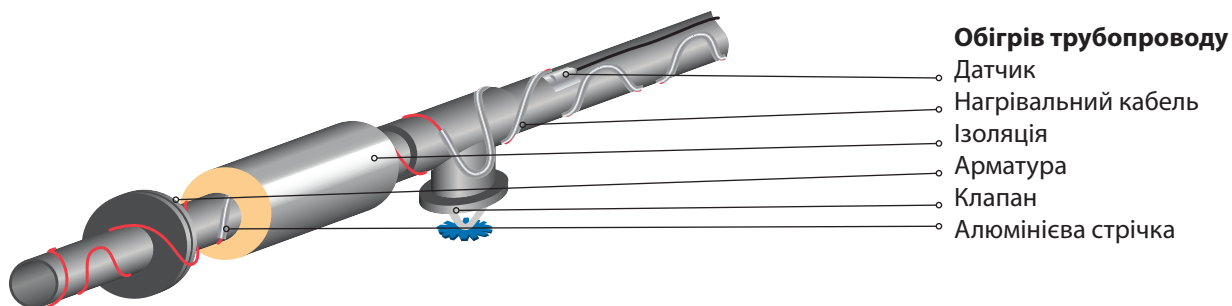
кабелі постійної потужності або (SLC) кабелі з саморегулюванням DEVIaqua™, наприклад, DEVIpipeheat™, забезпечують гнучкі рішення з мож-

ливістю підрізання до необхідної довжини безпосередньо в місці установлення. Регулювання системи здійснюється за допомогою електронних термостатів DEVIreg™ 330 або 610. Це є необхідною умовою для кабелів постійної потужності і наполегливо рекомендується для кабелів з саморегулюванням з метою уникнення споживання енергії в режимі очікування.

Для забезпечення енергоефективної роботи алюмінієва стрічка для монтажу кабелю, теплоізоляція труб і електронні термостати для управління системою є основними факторами.

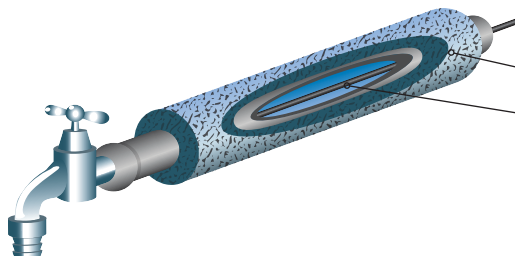
Електронні термостати DEVIreg™ обладнані датчиком, який розміщується на трубі безпосередньо під ізоляцією і забезпечує оптимальну роботу при мінімальному споживанні енергії.





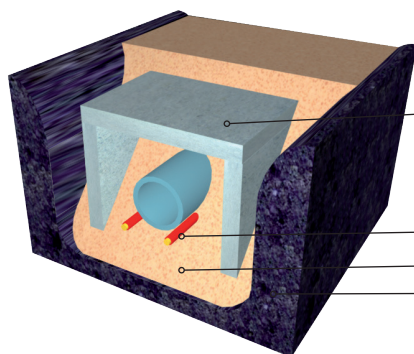
Обігрів трубопроводу

- Датчик
- Нагрівальний кабель
- Ізоляція
- Арматура
- Клапан
- Алюмінієва стрічка



Захист від замерзання усередині труби

- Ізоляція
- Нагрівальний кабель



Обігрів підземних трубопроводів

- Шлакобетонний блок (встановлюється не завжди) аі/або ізоляція з екструдованого пінополістиролу (XPS) (встановлюється не завжди)
- Нагрівальний кабель DEVIflex™
- Піщана подушка
- Ґрунт

Нагрівальні кабелі можуть використовуватися для металевих і пластикових труб (наприклад, ПВХ, ПЕ, ПП і т.п.). Пластикові труби можуть мати обмеження щодо встановленої потужності нагрівальних кабелів. Більш детальну інформацію див. у розділі з описом конструкції в цьому посібнику, а також перевірте інформацію про температурні обмеження для пластикових труб у свого постачальника.

У цілому установки діляться на дві основні категорії:

- Внутрішнього установлення
- Зовнішнього установлення

Категорію зовнішнього установлення можна додатково поділити на:

- Установлення в повітрі
- Установлення в ґрунті, як показано на рисунках вище.

Системи внутрішнього установлення

Водопровідні труби, установлені всередині будинків, де температура може опускатися нижче 0 °C, наприклад, неопалювані автостоянки.

Для таких типів застосування, щоб забезпечити постійний потік води і уникнути обледеніння і, як наслідок, розриву трубопроводу, наполегливо рекомендується використовувати нагрівальні кабелі, а в багатьох випадках цього вимагає законодавство. За більш детальною інформацією зверніться до місцевих нормативів.

Системи зовнішнього установлення в повітрі

Труби зовнішнього установлення особливо потребують захисту від замерзання.

Основний захист забезпечує ізоляція, але найчастіше для захисту труб в екстремальних погодних умовах або з економічних міркувань доцільно встановити систему електричного обігріву (кабелі і термостат).

Приклади використання таких установок можна знайти на дахах торговельних центрів, офісних будинків, готелів або будинках комунальних підприємств, наприклад, на водопровідних станціях.

Системи зовнішнього установлення в ґрунті

Ізольовані трубопроводи з захистом за допомогою електричних систем обігріву можуть установлюватись в ґрунті на невеликій глибині.

У деяких регіонах, де ґрунт представлений твердими породами, це є найбільш економічно вигідним рішенням.

Місце розташування нагрівальних кабелів повинно чітко позначатися відповідно до нормативів для електроустановок. У якості маркування необхідно використовувати жовтий або червоний попереджувальний напис з зазначенням напруги. Крім цього, якщо кабель не захищений за допомогою бетонних блоків або будь-яким іншим способом, необхідно розмістити товсту пластикову стрічку по всій довжині кабелю над ним. Це необхідно, щоб мінімізувати можливість механічного пошкодження кабелю в процесі виконання земляних робіт у майбутньому.

3. Продукція

Нагрівальні кабелі

Наступні типи нагрівальних кабелів можуть використовуватися для систем обігріву для захисту водопровідних труб:

Нагрівальні кабелі для установлення на трубі:

- Резистивні (постійної потужності) кабелі:
DEVIflex™ 6T, DEVIflex™ 10T,
DEVIflex™ 18T;
DEVlbasic™ 10S, DEVlbasic™ 20S.
- Кабелі з саморегулюванням (SLC; змінної потужності):
DEVlpipeguard™ 10,
DEVlpipeguard™ 25,
DEVlpipeguard™ 33;
DEVlice-guard™ 18.

Нагрівальні кабелі для установлення в трубі:

- DEVlaqua™ 9T і кабель з саморегулюванням DEVlpipeheat™ 10 (як для установлення усередині, так і на трубі).

Обидва ці типи кабелю, згадані як "для установлення в трубі", схвалені для використання у водопроводах питної води у відповідності зі стандартом GDV.

Нагрівальний кабель відносно твердий, що значно спрощує його установлення. Поліетиленова оболонка виключає ймовірність смакових змін питної води.

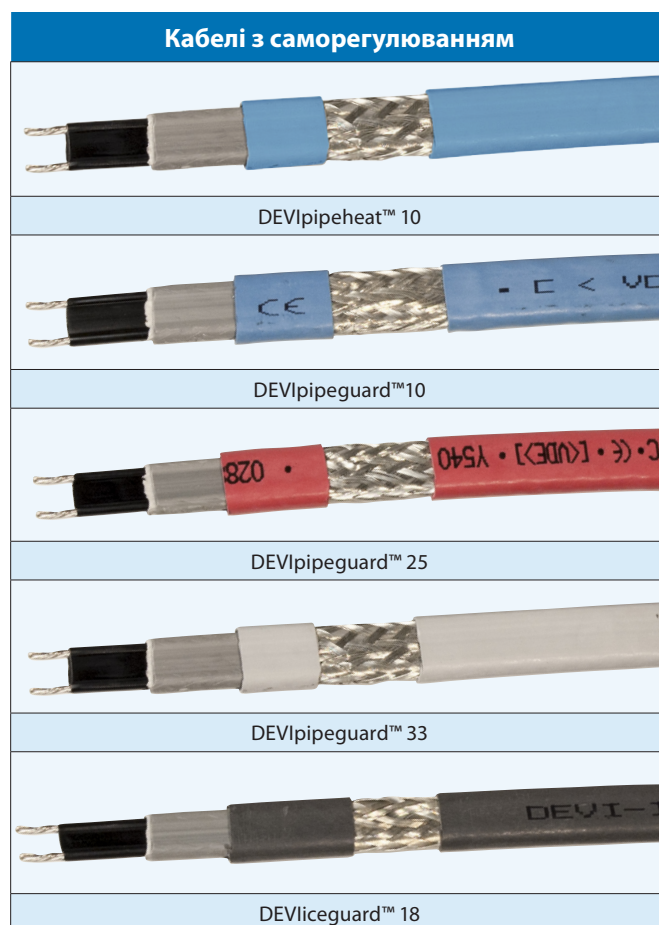
Нагрівальні кабелі з саморегулюванням обладнані чутливим до температури захисним елементом між двома паралельними мідними провідниками. При підключенні провідників до джерела живлення струм протікає через цей термочутливий елемент, який починає нагріватися. У міру нагрівання елемента значення опору зростає, тим самим зменшуючи струм і знижуючи потужність обігріву. Цим пояснюється ефект саморегулювання потужності.

Таке незалежне регулювання потужності здійснюється по всій довжині кабелю залежно від фактичної температури навколишнього середовища. При підвищенні зовнішньої температури потужність кабелю зменшується.

Здатність самообмеження потужності дозволяє уникнути перегріву навіть у випадку перехреснування або контакту двох кабелів.

Автономне живлення нагрівальних кабелів з саморегулюванням дозволяє укорочувати або подовжувати кабелі безпосередньо на місці. Це спрощує проектування і установлення кабелів.

Щоб обмежити енергоспоживання, нагрівальний кабель повинен вмикатися/вимикатися, якщо його довжина перевищує приблизно 3 м, наприклад, шляхом використання термостата DEVlreg™.



Термостати

Для контролю системи обігріву труб рекомендується використовувати термостат DEVIreg™ 330 (5...45 °C) з кріпленням на DIN-рейці і DEVIreg™ 610 (IP44) з установленням на стіну або трубу.

Всі термостати поставляються в комплекті з провідними температурними датчиками NTC 15 кОм при 25 °C, 3 м.

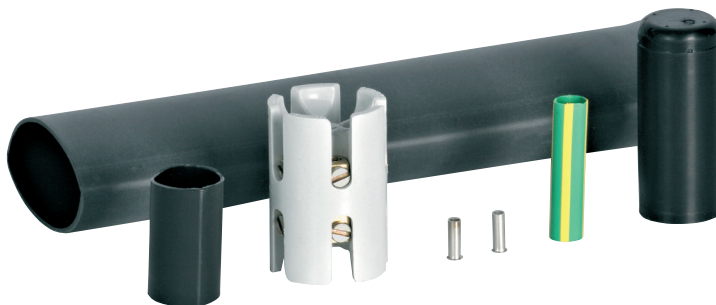


Комплект для підключення кабелю з саморегулюванням до розподільчої коробки (#19400100)

Кріплення і підключення

Кріплення кабелів до металевих або пластикових труб рекомендується здійснювати за допомогою клейкої алюмінієвої стрічки.

Великий вибір наборів для підключення, термоусадкових трубок або системних комплектів доступні для підключення і з'єднання нагрівальних кабелів (у т.ч. з саморегулюванням) до джерела живлення і один до одного. Див. також інформацію на наступній сторінці.



Комплект для з'єднання кабелів з саморегулюванням (#19400126)

У наявності великий асортимент з'єднувальної арматури (стаціонарної, а також для гофрованої трубки) для нагрівальних кабелів з саморегулюванням.

Більш детальну інформацію див. у каталозі продукції DEVI або зверніться до постачальника продукції DEVI у своєму регіоні.



Клейка алюмінієва стрічка з попереджувальними знаками (#19805076)



DEVIreg™ 330



DEVIreg™ 610

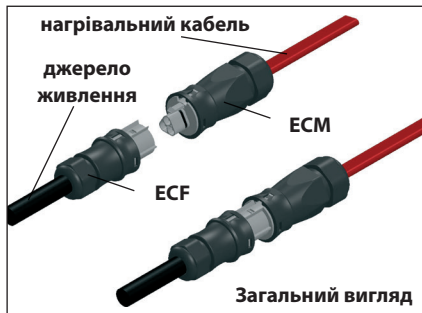


Розподільча коробка (#19400167)

DEVI EasyConnect

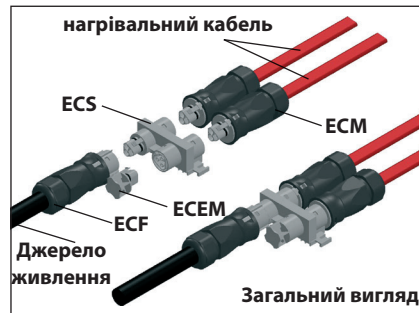
EC-1 (98300870).

Комплект для підключення до джерела живлення



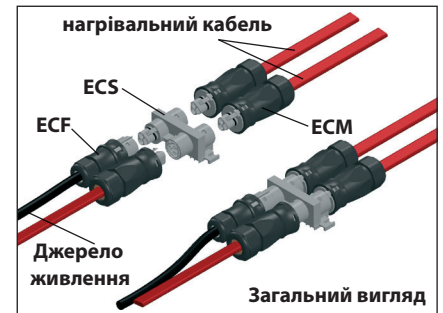
EC-2 (98300875).

Комплект для підключення до джерела живлення для 2 кабелів



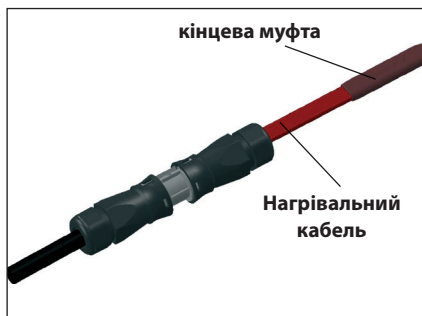
EC-3 (98300876).

Комплект для підключення до джерела живлення для 3 кабелів



EC-ETK (98300872).

Комплект кінцевої муфти



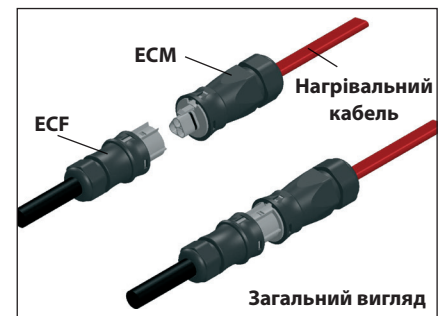
EC-1 + ETK (98300873).

Комплект для підключення до джерела живлення з кінцевою муфтою



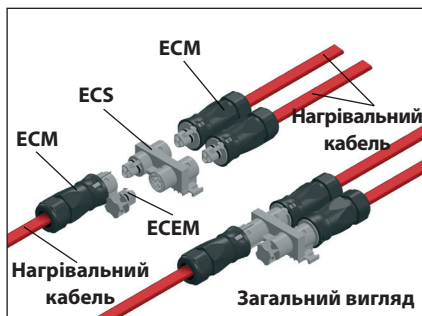
EC-T1 (98300871).

Комплект для з'єднання 2 кабелів



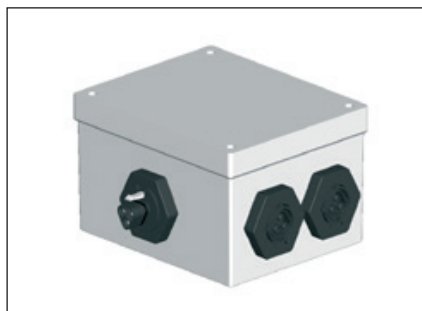
EC-T2 (98300874).

Комплект для розгалуження нагрівального кабелю – 1 на 2

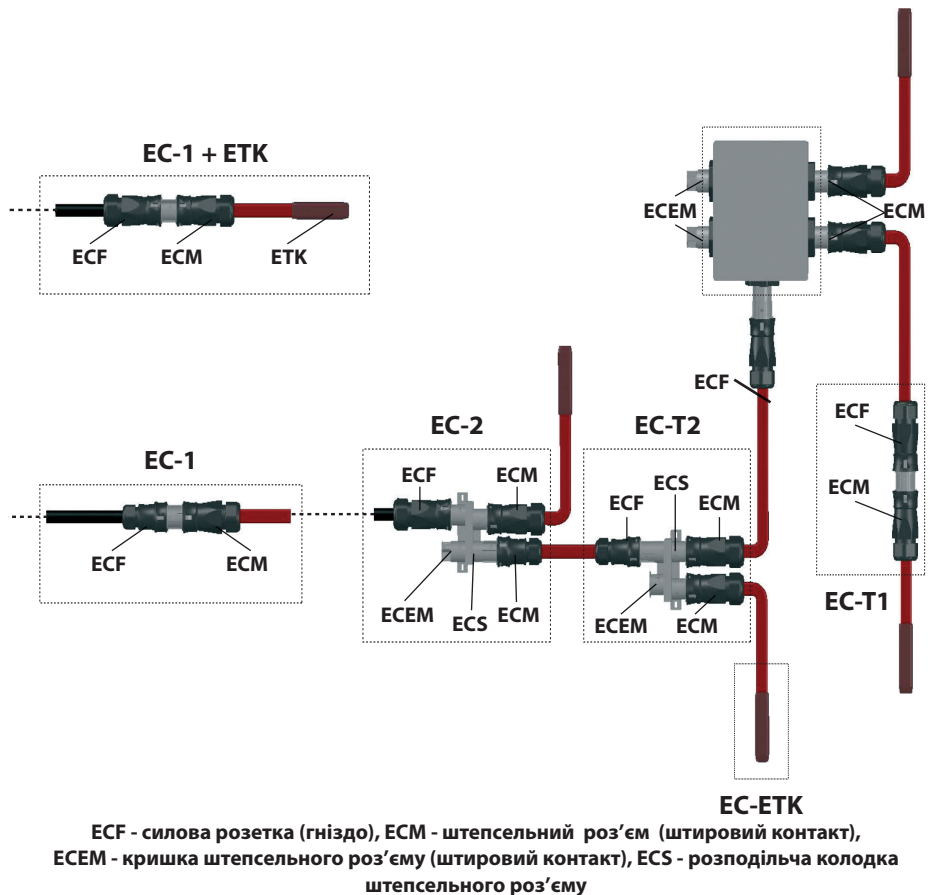


EC-JB4 (98300877).

Комутаційна коробка для підключення 4 нагрівальних кабелів – 1 до 4



Приклад застосування DEVI EasyConnect



Огляд продуктів для захисту від обледеніння труб

Продукт	Модель	Опис
Резистивний нагрівальний кабель DEVIflex™	DEVIflex™ 6T, 230 В; DEVIflex™ 10T, 230 В; DEVIflex™ 18T, 230 В	Двожильний, повністю екранований 6, 10 або 18 Вт/м (230 В); Ø 6,9 мм. DIN IEC 60800:2009 M2
Резистивний нагрівальний кабель DEVIbasic™	DEVIbasic™ 10S, 230 В, на барабані; DEVIbasic™ 20S, 230 В, на барабані; DEVIbasic™ 20S, 400 В, на барабані	Одножильний, екранований провідник. 10 Вт/м (230 В), 20 Вт/м (230 В/400 В); Ø 5,5 мм. DIN IEC 60800:1992 M2
Резистивний нагрівальний кабель DEVIaqua™	DEVIaqua™ 9T з патрубком 3/4"+1"	Двожильний, екранований провідник, 9 Вт/м (230 В); Ø 5,7 мм Схвалено для використання у водопроводах питної води.
Нагрівальний кабель з саморегулюванням DEVIceguard™	DEVIceguard™ 18, з вилкою, 2-50 м; DEVIceguard™ 18, на барабані	18 Вт/м при 0 °C. 11,8 x 5,8 мм.
Нагрівальний кабель з саморегулюванням DEVIpipeguard™	DEVIpipeguard™ 10, на барабані DEVIpipeguard™ 25, на барабані DEVIpipeguard™ 33, на барабані	10 Вт/м при 10 °C. 25 Вт/м при 10 °C. 33 Вт/м при 10 °C. 11,8 x 5,8 мм
Нагрівальний кабель з саморегулюванням для установлення в трубі DEVIpipeheat™	DEVIpipeheat™ 10 з вилкою, 2-25 м. Арматура: патрубок 3/4"+1" (13 бар при 22 °C)	10 Вт/м при 10 °C, повністю екранований. 7,7 мм x 5,3 мм. Схвалено для використання у водопроводах питної води.
DEVIreg™ Термостат	DEVIreg™ 330 (5...45 °C)	5...45 °C, 16 А, IP20, DIN-рейка
DEVIreg™ Термостат	DEVIreg™ 610	-10...+50 °C, 10 А, IP44, установлення на стіну/трубу
Датчик температури	10 м, ПВХ	Провідний датчик, Ø 8 мм, IP65, NTC 15 кОм при 25 °C
Датчик температури	40 м (Сантопрен)	Провідний датчик, Ø 5 мм, IP67, NTC 15 кОм при 25 °C
Монтажний комплект	DEVICrimp™ CS2A/CS2B та інші монтажні комплекти	Для двожильного кабелю
Кріплення	Алюмінієва стрічка	Клейка алюмінієва стрічка 38 ммх 50 м, 0,06 мм; макс. 75 °C

Більш детальну інформацію див. у каталозі продукції DEVI.
В асортименті доступні спеціалізовані монтажні комплекти.

4. Конструкція системи

Вихідна потужність нагрівальних кабелів, установлених на трубі, не повинна бути меншою розрахункових теплових втрат, помножених на коефіцієнт запасу 1,3.

У більшості випадків потужності 10 Вт/м достатньо, якщо:

- діаметр труби не перевищує 50 мм,
- товщина ізоляції не менша діаметра труби,

Захист від замерзання трубопроводів [Вт/м].

У таблиці нижче представлені теплові втрати на погонний метр для різних розмірів труб, товщини ізоляції та температур.

- температура навколишнього середовища не опускається нижче -30 °C.
- необхідна температура всередині труби 5 °C.

Інакше кажучи, для вищезгаданих умов потрібно всього одна лінія кабелю потужністю 10 Вт/м (DEVIflex™ 10T і т.п.).

Щоб визначити теплові втрати, виберіть необхідний діаметр труби (в [мм] або [дюйм]) у верхній частині таблиці напроти рядка зі значення товщини ізоляції і на перетині з необхідним значенням температури ви знайдете значення теплових втрат. λ – параметр ізоляційного матеріалу (наприклад, мінеральна вата); у цій таблиці використовується значення 0,04 Вт/мк. (e.g. mineral wool) and safety factor is 1,3.

Примітка. Для пластикових труб лінійна потужність резистивних нагрівальних кабелів не повинна перевищувати 10 Вт/м. Це обмеження не поширюється на кабелі з саморегулюванням.

Інформація на наступних сторінках допоможе покроково зробити правильний вибір конструкції.

Таблиця з мінімальними необхідними значеннями потужності в [Вт/м] для прямих трубопроводів (без фланців, клапанів і Т-подібних відгалужень).

Внутрішній діаметр труби	дюйм (NPS*)	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	6	8	10	12
Зовнішній діаметр труби*	мм (DN*)	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	115	125	150	200	250	300
Товщина ізоляції	ΔT , °C	Теплові втрати на 1 метрові труби, Вт/м ($\lambda = 0,04$, Коефіцієнт безпеки = 1,3)															
10 мм	20	9,8	11,8	14,1	16,8	18,8	22,7	27,0	32	36	40	45	49	58	75	92	109
	25	12,2	14,7	17,6	21,0	23,4	28,4	34	40	46	51	56	62	73	93	115	136
	30	14,6	17,7	21,2	25,2	28,1	34	40	48	55	61	67	74	87	112	139	164
	40	19,5	23,6	28,2	34	38	45	54	64	73	81	89	98	116	149	185	218
	60	29,3	35	42	50	56	68	81	97	109	121	134	148	174	224	277	327
	80	39,0	47	56	67	75	91	108	129	146	162	179	197	232	299	370	436
20 мм	100	48,8	59	71	84	94	114	135	161	182	202	223	246	290	374	462	545
	20	6,1	7,2	8,4	9,8	10,8	12,8	14,9	17,6	19,7	21,7	23,9	26,2	31	39	48	56
	25	7,7	9,0	10,5	12,2	13,5	16,0	18,7	22,0	24,7	27,1	30	33	38	49	60	70
	30	9,2	10,8	12,6	14,6	16,2	19,2	22,4	26,4	30	33	36	39	46	58	72	84
	40	12,2	14,4	16,8	19,5	21,6	25,6	30	35	39	43	48	52	61	78	96	112
	60	18,4	21,6	25,2	29,3	32	38	45	53	59	65	72	78	92	117	143	168
30 мм	80	24,5	28,7	34	39	43	51	60	70	79	87	95	105	122	156	191	224
	100	30,6	36	42	49	54	64	75	88	99	109	119	131	153	195	239	281
	20	4,8	5,6	6,4	7,4	8,1	9,4	10,9	12,7	14,1	15,4	16,9	18,4	21,4	27,0	33	38
	25	6,0	7,0	8,0	9,2	10,1	11,8	13,6	15,8	17,6	19,3	21,1	23,0	26,7	34	41	48
	30	7,3	8,4	9,6	11,0	12,1	14,1	16,3	19,0	21,2	23,2	25,3	27,6	32	40	49	58
	40	9,7	11,2	12,8	14,7	16,1	18,8	21,8	25,3	28,2	31	34	37	43	54	66	77
40 мм	60	14,5	16,7	19,3	22,1	24,2	28,3	33	38	42	46	51	55	64	81	99	115
	80	19,4	22,3	25,7	29,4	32	38	44	51	56	62	68	74	86	108	131	154
	100	24,2	27,9	32	37	40	47	54	63	71	77	84	92	107	135	164	192
	20	4,2	4,7	5,4	6,1	6,7	7,7	8,8	10,2	11,3	12,3	13,4	14,5	16,8	21,0	25,4	29,6
	25	5,2	5,9	6,7	7,7	8,3	9,6	11,0	12,7	14,1	15,4	16,7	18,2	21,0	26,2	32	37
	30	6,2	7,1	8,1	9,2	10,0	11,6	13,2	15,3	16,9	18,4	20,1	21,8	25,2	31	38	44
50 мм	40	8,3	9,5	10,8	12,2	13,3	15,4	17,7	20,4	22,6	24,6	26,7	29,1	34	42	51	59
	60	12,5	14,2	16,2	18,4	20,0	23,1	26,5	31	34	37	40	44	50	63	76	89
	80	16,6	19,0	21,6	24,5	26,6	31	35	41	45	49	53	58	67	84	102	118
	100	20,8	23,7	27,0	31	33	39	44	51	56	61	67	73	84	105	127	148
	20	3,7	4,2	4,8	5,4	5,8	6,7	7,6	8,7	9,6	10,4	11,2	12,2	14,0	17,4	20,9	24,3
	25	4,7	5,3	6,0	6,7	7,3	8,3	9,5	10,8	11,9	13,0	14,1	15,2	17,5	21,7	26,2	30,4
75 мм	30	5,6	6,3	7,1	8,0	8,7	10,0	11,4	13,0	14,3	15,6	16,9	18,3	21,0	26,0	31	36
	40	7,5	8,4	9,5	10,7	11,6	13,3	15,1	17,3	19,1	20,7	22,5	24,4	28,0	35	42	49
	60	11,2	12,7	14,3	16,1	17,4	20,0	22,7	26,0	28,7	31	34	37	42	52	63	73
	80	14,9	16,9	19,0	21,4	23,2	26,6	30	35	38	41	45	49	56	69	84	97
	100	18,6	21,1	23,8	26,8	29,0	33	38	43	48	52	56	61	70	87	105	121
	20	3,1	3,5	3,9	4,3	4,6	5,2	5,8	6,6	7,2	7,8	8,4	9,0	10,2	12,5	14,9	17,2
	25	3,9	4,3	4,8	5,4	5,8	6,5	7,3	8,3	9,0	9,7	10,5	11,3	12,8	15,6	18,6	21,5
	30	4,7	5,2	5,8	6,4	6,9	7,8	8,8	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	15,4	18,8	22,4	25,7
	40	6,2	6,9	7,7	8,6	9,2	10,4	11,7	13,2	14,4	15,6	16,8	18,0	20,5	25,0	29,8	34
	60	9,3	10,4	11,6	12,9	13,8	15,6	17,5	19,8	21,7	23,3	25,1	27,0	31	38	45	51
	80	12,5	13,9	15,5	17,2	18,4	20,9	23,4	26,4	28,9	31	34	36	41	50	60	69
	100	15,6	17,4	19,3	21,5	23,0	26,1	29,2	33	36	39	42	45	51	63	75	86

* NPS - Nominal Pipe Size, DN - diamètre nominal/nominal diameter/Durchmesser nach Norm.

Значення в таблиці можна розрахувати за формулою, що представлена на наступній сторінці (параграф 4.1).

4.1. Покрокові розрахунки системи

На наступних сторінках цього документа представлені покрокові інструкції для вибору системи захисту від замерзання труб DEVI.

Представлені рекомендації стосуються як кабелів постійної потужності, так і кабелів з саморегулюванням, а також термостатів і аксесуарів.

В кінці цього розділу представлений детальний приклад.

Крок 1 2 3 4 5	Розрахунки теплових втрат
Крок 1 2 3 4 5	Вибір продукту
Крок 1 2 3 4 5	Вибір довжини кабелю
Крок 1 2 3 4 5	Вибір регулятора
Крок 1 2 3 4 5	Вибір аксесуарів

Крок 1 2 3 4 5 Розрахунки теплових втрат

Найважливіші факторами при визначенні теплових втрат труби є:

- діаметр труби
- товщина ізоляції
- різниця температур усередині (необхідна температура) і зовні (зовнішня температура) труби в місці установлення.

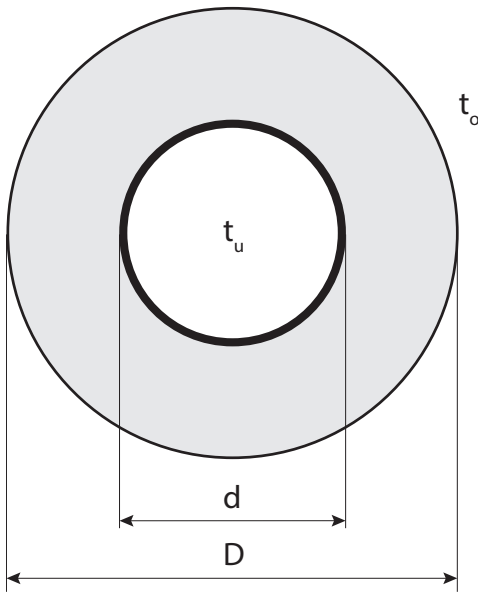
Для розрахунків теплових втрат по всій довжині труби, для якої потрібно встановити захист:

$$Q[W] = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot l \cdot (t_u - t_o)}{\ln(D/d)} \cdot 1,3,$$

де:

- D - зовнішній діаметр труби з урахуванням ізоляції, [м],
- d - діаметр труби без ізоляції [м],
- l - загальна довжина труби, [м],
- t_p - необхідна температура, [°C],
- t_a - зовнішня температура (навколишнього середовища), [°C],
- λ - теплопровідність ізоляції,
- 1,3 - коефіцієнт запасу.

Значення λ для стандартного ізоляційного матеріалу (скловата або стиропор) прийняте 0,04 Вт/м.



ln(D/d)	0,0	0,4	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,7	3,0	3,2
(D/d)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	15,0	20,0	25,0

Теплові втрати, що наведені в таблиці на попередній сторінці, розраховані за цією формулою і поділені на загальну довжину труби. Отримані значення представлені в [Вт/м].

Значення натурального логарифма (ln) для відношення D/d представлені в таблиці вище, де X = D/d.

Нагрівальні кабелі постійної потужності

Зазвичай використовуються у випадку прямих трубопроводів, установлених у схожих температурних умовах.

У таких випадках вибір нагрівального кабелю прямо залежить від довжини труби.

У випадку установлення нових труб або довшого трубопроводу рекомендується використовувати нагрівальні кабелі для установлення на трубі.

Для більш коротких або наявних трубопроводів використання нагрівальних кабелів у трубі є єдиним доцільним або доступним рішенням.

Існує три типи кабелю для вибору з різними значеннями лінійної потужності (6 Вт/м, 10 Вт/м або 18 Вт/м). Необхідно вибрати нагрівальний кабель з вихідною потужністю, яка дорівнює або більша розрахованої за формулою (з урахуванням коефіцієнта запасу 1,3).

Значення вихідної потужності кабелю розраховані для 230 В. Для 220 В представлене значення потужності в [Вт] необхідно помножити на коефіцієнт 0,91. Наприклад, DEViflex™ 10T, 60 мм потужністю 600 Вт при 230 В, має потужність тільки 546 Вт при 220 В.

Приклад (див. також Крок 1)

- діаметр труби $D = \varnothing 65 \text{ мм}$
- товщина ізоляції $= 20 \text{ мм}$
- значення теплопровідності ізоляції $\lambda = 0,04$
- необхідна температура $t_u = +10 \text{ }^\circ\text{C}$
- мінімальна температура навколишнього середовища до $t_o = -20 \text{ }^\circ\text{C}$

Значення теплових втрат Q розраховане за формулою Кроку 1 або обране з таблиці на стор. 11. $Q = 16 \text{ Вт/м}$. Вибір падає на користь DEViflex™ 18T лінійною потужністю 18 Вт/м.

DEViflex™ 6T	
Потужність [Вт]	Довжина [м]
180	30
250	40
310	50
345	60
415	70
500	80
540	90
653	100
720	115
770	129
870	140
915	160
1095	180
1160	190
1260	200

DEViflex™ 10T	
Потужність [Вт]	Довжина [м]
20	2
40	4
60	6
80	8
100	10
205	20
290	30
390	40
505	50
600	60
695	70
790	80
920	90
990	100
1220	120
1410	140
1575	160
1760	180
1990	200
2050	210

DEViflex™ 18T	
Потужність [Вт]	Довжина [м]
130	7,3
270	15
395	22
535	29
680	37
820	44
935	52
1075	59
1220	68
1340	74
1485	82
1625	90
1880	105
2135	118
2420	131
2775	155

Нагрівальні кабелі з саморегулюванням

Найчастіше використовуються для трубопроводів з великою кількістю відгалужень, оскільки простіше відрегулювати довжину кабелю відповідно до довжини труби (кабелі з саморегулюванням можна підрізати до необхідної довжини за умови дотримання максимальної довжини кабелю).

Функція саморегулювання, яка дозволяє регулювати вихідну потужність кабелю в залежності від температури труби, є дуже корисною властивістю. Однак, рекомендується забезпечити регулювання термостатом внаслідок безперервної роботи кабелів з саморегулюванням, навіть у періоди, коли обігрів не потрібен.

При виборі нагрівального кабелю з саморегулюванням важливо оцінити, чи може нагрівальний кабель забезпечити необхідну потужність при заданій температурі.

Як користуватися графіком

Проведіть лінію від необхідного значення температури (вісь X) і розрахуйте значення теплових втрат (вісь Y).

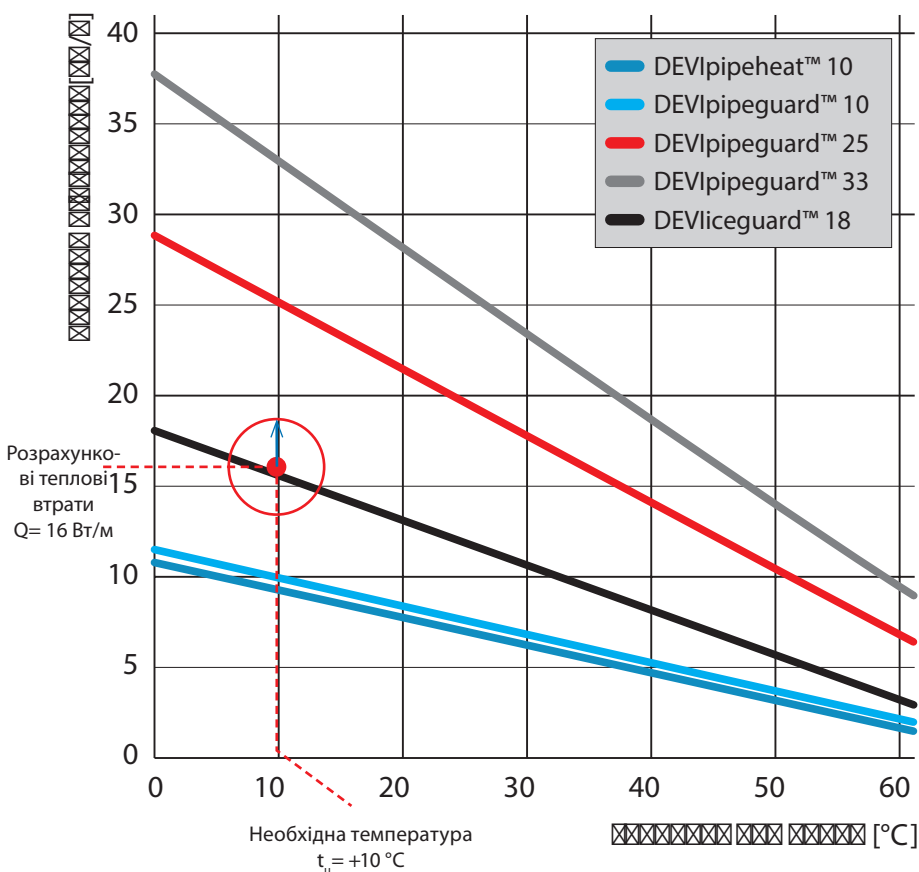
Після цього знайдіть нагрівальний кабель зі значенням вихідної потужності вище (вісь X), ніж значення на перетині ліній заданих значень температури і потужності.

Приклад (див. також Крок 1)

- діаметр труби $D = \varnothing 65 \text{ мм}$
- товщина ізоляції $= 20 \text{ мм}$
- теплопровідність ізоляційного матеріалу $\lambda = 0,04$
- необхідна температура $t_u = +10^\circ\text{C}$
- мінімальна температура навколишнього середовища до $t_o = -20^\circ\text{C}$

Значення теплових втрат Q розраховане за формулою Кроку 1 або обране з таблиці на стор. 11: $Q = 16 \text{ Вт/м}$.

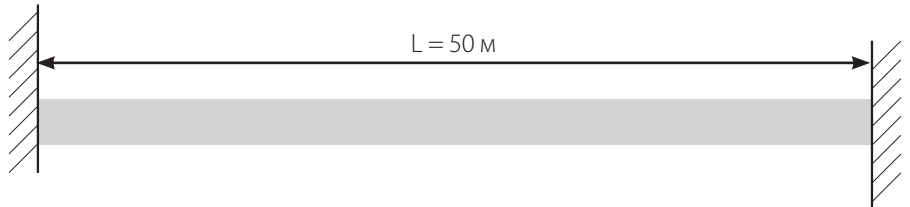
Вибір падає на користь DEVliceguard™ 18 з лінійною потужністю 18 Вт/м при 10°C .



Нагрівальні кабелі постійної потужності

Приклад:

Довжина труби $L = 50$ м,
 $Q = 16$ Вт/м (як і раніше).



Обраний нагрівальний кабель довжиною $L = 52$ м і потужністю 935 Вт.

Всі нагрівальні кабелі постійної потужності DEViflex™ виготовляються з визначеною довжиною. Продукт, який необхідно вибрати, повинен бути такої ж довжини або більше від загальної довжини труби, захист якої необхідно забезпечити.

Якщо труба обладнана деякими елементами, такими як фланці, клапани, опори, Т-подібні відгалуження або спринклери, необхідно передбачити додаткову довжину кабелю. У цьому випадку використовуйте формулу розрахунків у п. 4.1.

Важливо:

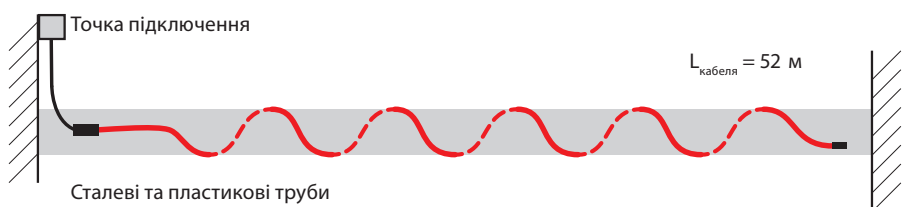
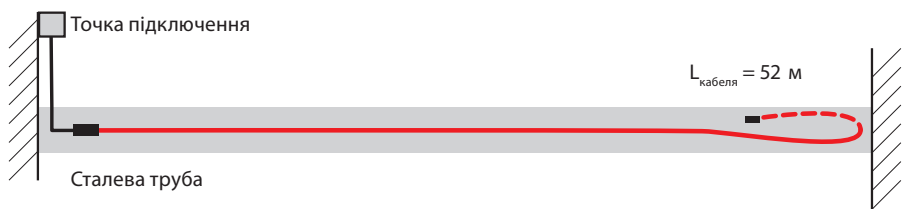
Категорично забороняється відрізати кабель постійної потужності. У випадку надлишкової довжини кабелю необхідно намотати його навколо труби або, тільки для металевих труб, натягнути його на кінці труби.

Довжина кабелю пов'язана з його повною експлуатаційною готовністю. Необхідно використовувати повну довжину кабелю. Зменшення довжини кабелю шляхом відрізання категорично забороняється.

Намотування кабелю навколо труби забезпечує кращий розподіл тепла і захист, однак потребує більше місця навколо труби під час установлення і у деяких випадках може бути недоцільним.

Більш детальну інформацію про розміщення кабелю див. у п.5.1. (Установлення).

DEViflex™ 6T		DEViflex™ 10T		DEViflex™ 18T	
Потужність (Вт)	Довжина (м)	Потужність (Вт)	Довжина (м)	Потужність (Вт)	Довжина (м)
180	30	20	2	130	7,3
250	40	40	4	270	15
310	50	60	6	395	22
345	60	80	8	535	29
415	70	100	10	680	37
500	80	205	20	820	44
540	90	290	30	935	52
653	100	390	40	1075	59
720	115	505	50	1220	68
770	129	600	60	1340	74
870	140	695	70	1485	82
915	160	790	80	1625	90
1095	180	920	90	1880	105
1160	190	990	100	2135	118
1260	200	1220	120	2420	131
		1410	140	2775	155
		1575	160		
		1760	180		
		1990	200		
		2050	210		



Нагрівальні кабелі з саморегулюванням

Нагрівальні кабелі з саморегулюванням доступні на барабанах і можуть бути підрізані до необхідної довжини. Максимальна довжина кабелів з саморегулюванням визначається типом кабелю, початковою температурою під час запуску і параметрами плавкого запобіжника.

Необхідно збільшити довжину нагрівального кабелю з саморегулюванням у випадку наявності клапанів, фланців і т.п. так само, як і для кабелів постійної потужності (див. детальну інформацію в п. 4.1).

Максимальна довжина підключених нагрівальних кабелів з саморегулюванням

Максимальна довжина нагрівальних кабелів з саморегулюванням у повному комплекті (всі частини) не повинна перевищувати значення для цього кабелю, що зазначені в таблиці нижче.

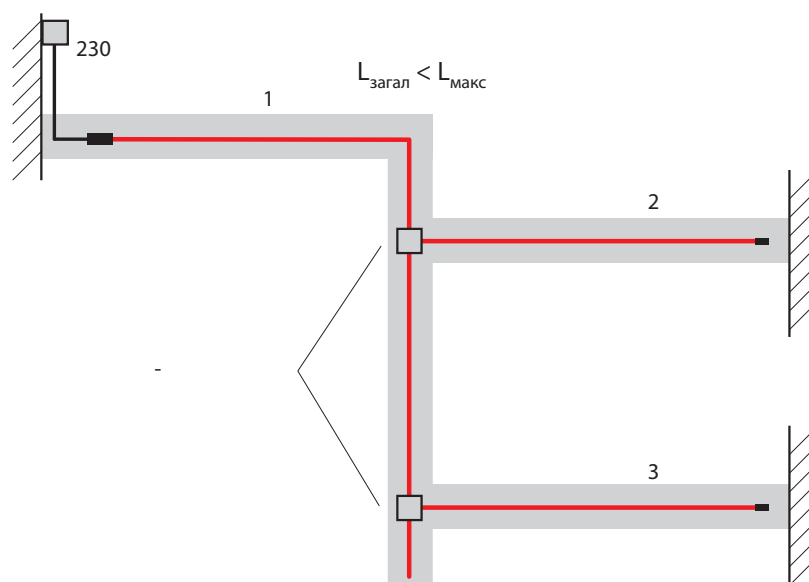
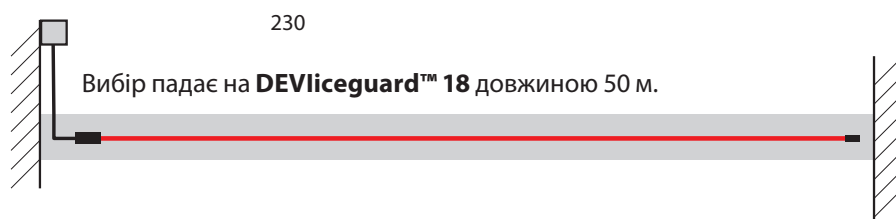
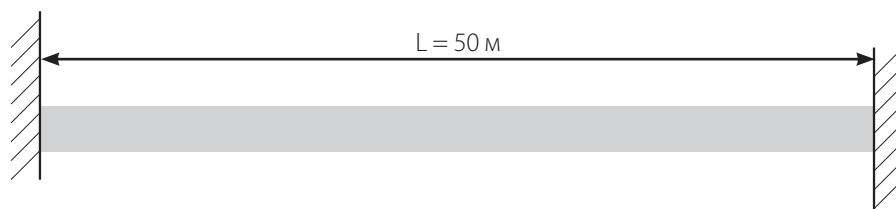
Загальна довжина кабелю

$$L_{\text{заг}} = \text{частина 1} + \text{частина 2} + \text{частина 3} \leq \text{макс. припустима довжина (} L_{\text{макс. кабель}} \text{)}$$

Приклад: При початковій температурі +10 °C, запобіжник 10 A і кабель DEVPipeguard™ 18, $L_{\text{макс. кабеля}} = 58$ м

Приклад:

Довжина труби $L = 50$ м,
 $Q = 16$ Вт/м.



Максимальні значення довжини для кабелів з саморегулюванням в залежності від початкової температури і параметрів плавкого запобіжника

Початкова температура	Максимальна довжина нагрівального кабелю при 230 В [м]															
	DEVpipeguard™ 10				DEVliceeguard™ 18				DEVpipeguard™ 25				DEVpipeguard™ 33			
	10A	16A	25A	32A	10A	16A	20A	25A	10A	16A	25A	32A	10A	16A	25A	32A
-20°C	97	156	226	226	35	56	70	87	46	74	116	146	28	45	71	91
-10°C	110	176	226	226	39	63	79	99	52	84	131	146	32	51	81	103
0°C	119	191	226	226	43	70	88	110	58	93	146	146	36	58	91	117
+10°C	119	191	226	226	58	93	116	145	58	93	146	146	42	67	105	120

Максимальна довжина кабелю визначена для випадку, коли підключення кабелю відбувається в холодному стані.

У цьому випадку енергоспоживання буде в діапазоні 1,8 - 2,3 номінального значення при досягненні робочої температури.

Початкова температура – це температура навколишнього середовища, при якому запускається кабель з саморегулюванням. Дуже часто температура дорівнює необхідному значенню температури, яке необхідно підтримувати.

Регулювання температури

Нагрівальні кабелі постійної потужності, а також і нагрівальні кабелі з саморегулюванням потребують установлення термостата. Термостат забезпечує підтримку постійної температури і нагрівання при обмеженому споживанні енергії, навіть для кабелів з саморегулюванням, які завжди увімкнено, навіть коли це не потрібно.

Вибір термостата залежить від конкретного установлення. Найпоширеніші системи описані на цій сторінці, як для датчика, установленного безпосередньо на трубі (під шаром ізоляції) або для датчика температури навколишнього середовища.

Системи з датчиком, установленним безпосередньо на трубі, захист якої необхідно забезпечити, мають найпоширеніше застосування.

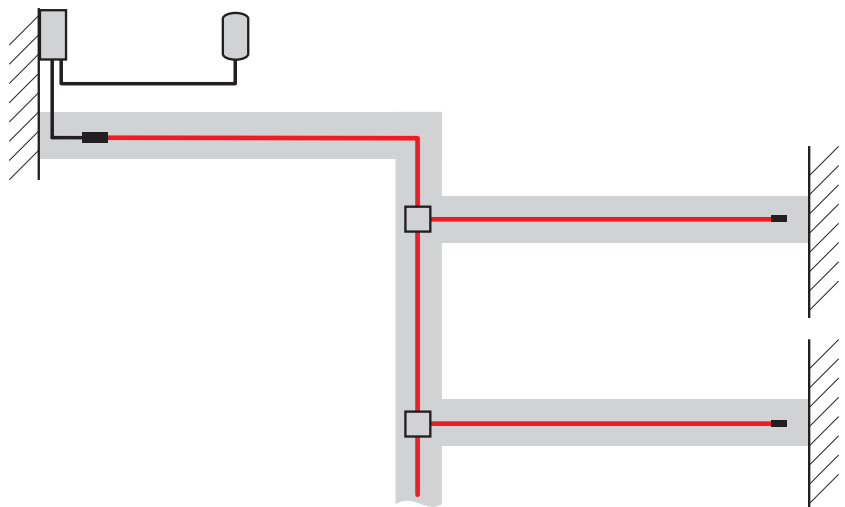
Регулювання температури за допомогою датчика температури навколишнього середовища

Система на основі датчика температури навколишнього середовища, який установленний біля труби, що підлягає захисту, і який забезпечує запуск обігріву при зниженні температури повітря нижче заданого значення.

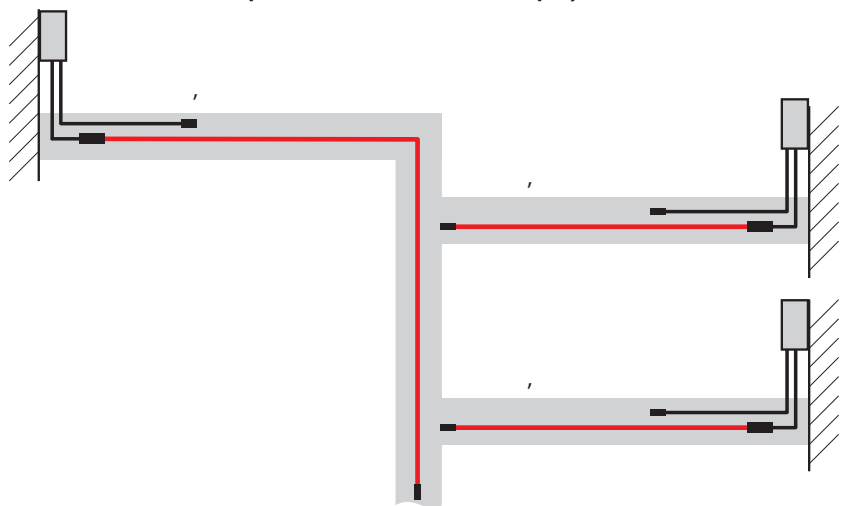
Така організація в основному використовується в комбінації з кабелями з саморегулюванням

Якщо параметри нагрівального елемента перевищують максимально припустиме значення, задане термостатом, потрібно підключити більшу кількість нагрівальних елементів за допомогою реле/вимикачів. У таких установках один термостат може забезпечувати регулювання декількох нагрівальних елементів.

Перевага такої системи головним чином проявляється в регулюванні систем захисту від замерзання труб, коли труби мають різні розміри і товщину ізоляції.



Установлення захисту від замерзання. Труби різних діаметрів. Установлення виконано нагрівальними кабелями з саморегулюванням



Установлення захисту від замерзання. Труби різних діаметрів. Установлення виконане нагрівальними кабелями постійної потужності

Регулювання температури за допомогою датчиків, установлених на трубі

Цей тип установки, коли датчик установлюється безпосередньо на трубі під шаром ізоляції, є більш точним і енергоефективним способом регулювання, ніж датчик температури повітря.

Регулювання за допомогою датчика, установленного на трубі, найчастіше використовується для систем з великою кількістю труб і відгалужень з різними температурними параметрами та умовами.

Така система, як показано на рисунку, потребує більшої кількості термостатів і є необхідною в наступних випадках:

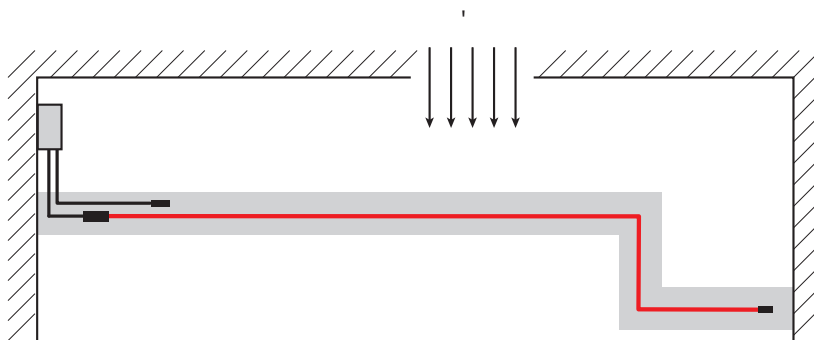
- труби мають різні розміри і товщину ізоляції;
- змінні температурні умови, наприклад, труба, що веде з будинку назовні і назад у будинок або встановлена в повітрі або під землею;
- змішана система труб для стоячої і проточної води;
- труби, що забезпечують подачу будь-якої рідини, чутливої до різких перепадів температури

Такий тип регулювання, з датчиком на трубі, потрібен у випадках, коли установлення виконане з кабелів постійної потужності або з використанням пластикових труб (наприклад, ПВХ, ПП, ПЕ, ПЕ-X).

Вибір термостата також залежить від температурного діапазону, запланованого місця установлення (на DIN-рейці, у коробці або зовні) і будь-яких додаткових вимог.

Розміщення датчика

Датчики для систем захисту від замерзання труб необхідно встановлювати в місці, найбільш показовому для всієї установки, тобто в найхолоднішій точці установлення (наприклад, на тій частині труби, яка направлена до входу неопалюваної автостоянки).



Приклад:

Довжина труби 50 м, установлення обігріву за допомогою кабелів з саморегулюванням DEVicesegurad™ 18 на DIN-рейці. Необхідно підтримувати температуру +10 °C.

Рішенням є DEVireg™ 330 (-10...+10 °C), але також можна розглядати DEVireg™ 330 (+5...+45 °C).

Більш детальну інформацію див. у розділі 3 (Продукція) або в каталозі продукції DEVI.

Крок 1 2 3 4 5

Вибір аксесуарів

Кабелі постійної потужності і кабелі з саморегулюванням

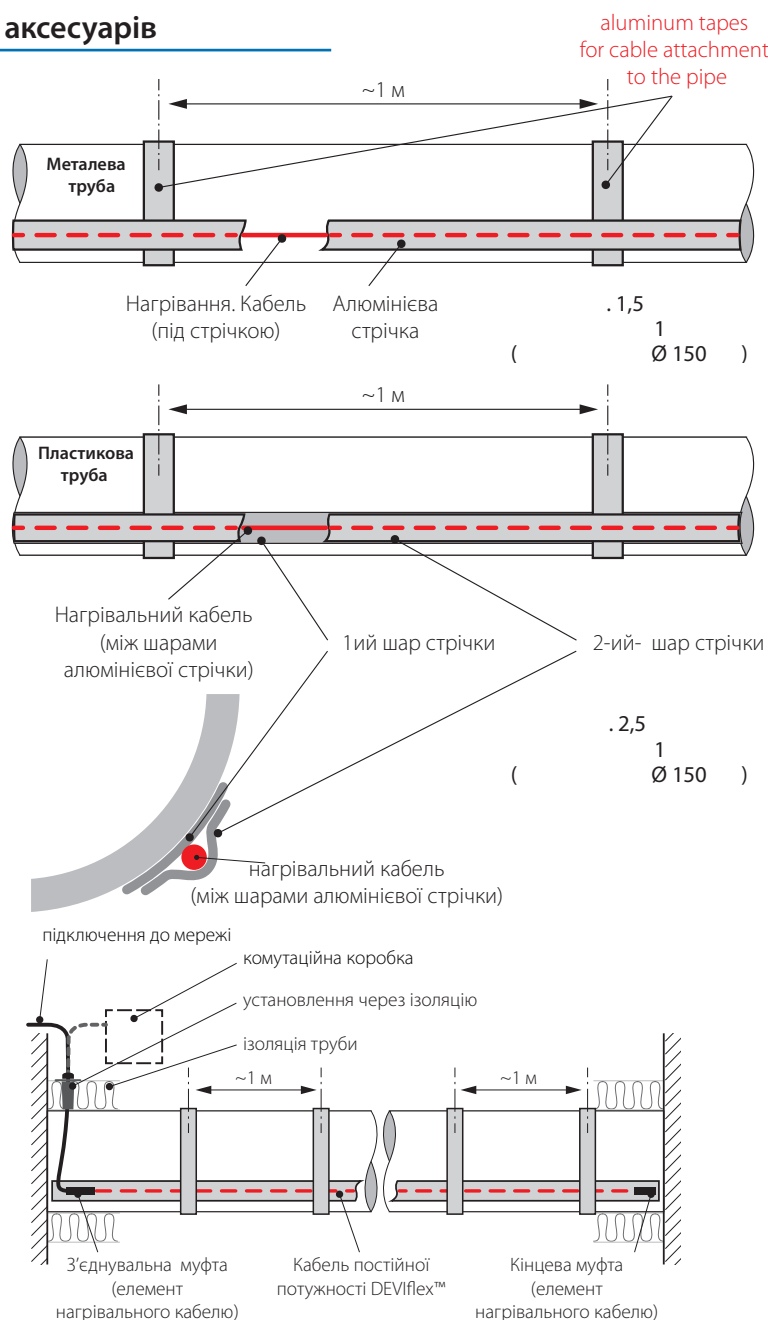
У випадку металевих труб нагрівальний кабель може кріпитися до труби за допомогою алюмінієвої стрічки, розміщеної з інтервалом приблизно 1 м. Отже, нагрівальний кабель по всій довжині повинен покриватися алюмінієвою стрічкою, що забезпечує його кріплення до труби.

У випадку пластикових труб монтаж кабелю на трубі здійснюється за допомогою алюмінієвої стрічки, яка повинна кріпитись на нагрівальний кабель. Інша частина установлення виконується так само, як і для металевої труби.

Вибір розподільчої коробки і аксесуарів для кабелів постійної потужності

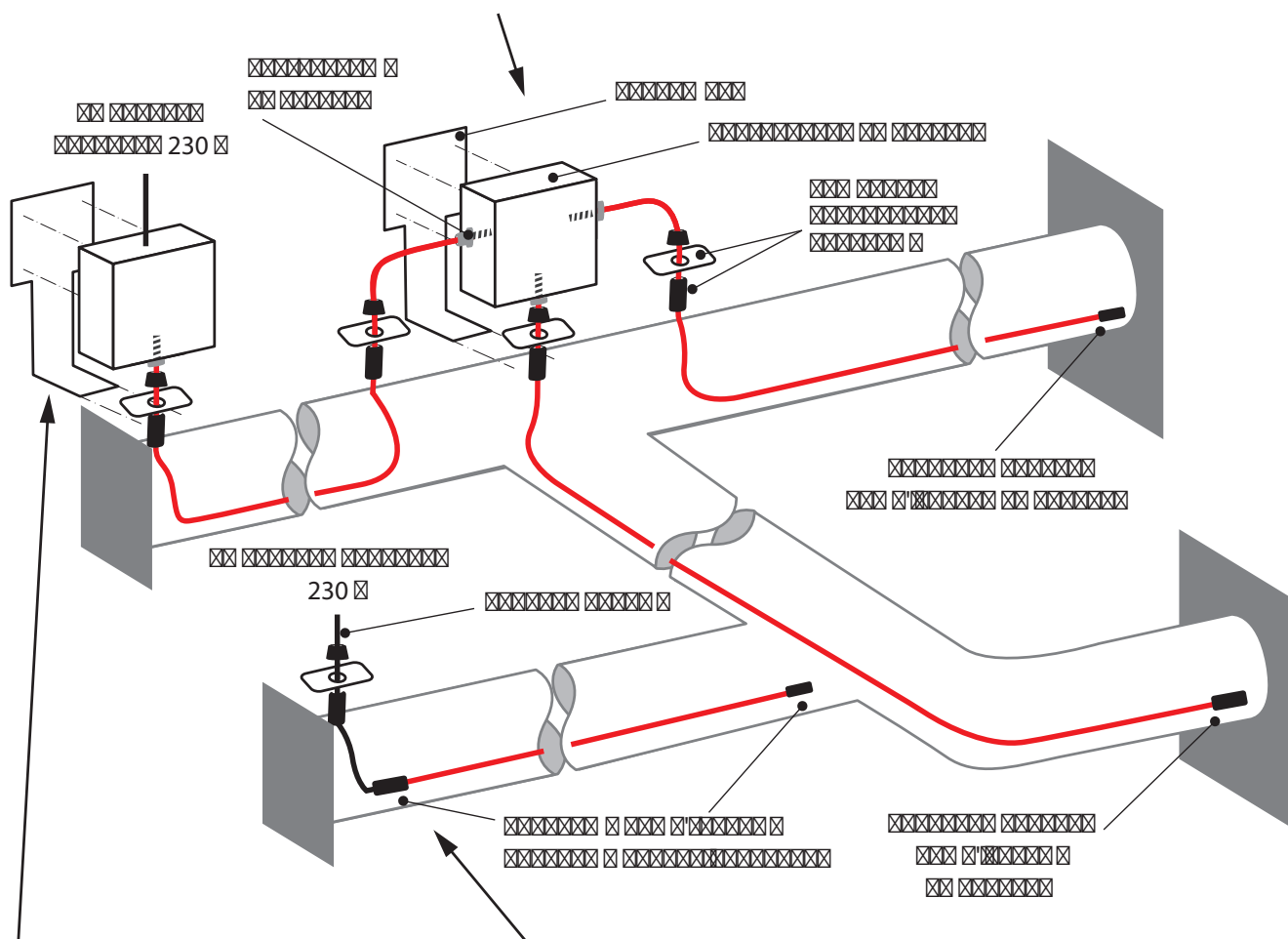
Кабелі постійної потужності обладнані розподільчими коробками, тому використання будь-якої іншої з'єднувальної арматури не потрібне.

Якщо необхідно, може використовуватися комутаційна коробка.



1. Повний комплект для 1 відгалуження:

- 1 x розподільча коробка
- 3 x підключення до коробки
- 1 x кронштейн
- 3 x прохідний ізоляційний комплект



2. Комплект аксесуарів для підключення до джерела живлення (варіант 1):

- 1 x розподільча коробка
- 1 x підключення до коробки
- 1 x кронштейн
- 1 x прохідний ізоляційний комплект

Комплекти для підключення до коробки та з'єднання кабелів з саморегулюванням також містить кінцеві елементи.

3. Комплект аксесуарів для підключення до джерела живлення (варіант 2):

- 1 x комплект для з'єднання саморегулювальних кабелів
- 1 x прохідний ізоляційний комплект

Підключення до джерела живлення може бути виконане шляхом підключення нагрівального кабелю через розподільчу коробку (варіант 1) або з холодним провідником на кінці з підключенням за варіантом 2.

Крім наборів для підключення в гофрованій трубі, DEVI пропонує широкий вибір з'єднувальних комплектів простого монтажу для нагрівальних кабелів з саморегулюванням.

Більш детальну інформацію див. у розділі 3 (Продукція) і каталозі продукції DEVI.

5. Установлення

5.1. Загальна інформація

Параметри труби

Перед установленням нагрівальних кабелів важливо перевірити трубу на наявність будь-яких ознак пошкодження або витікання.

Труби повинні бути ізольовані, оскільки це дозволить значно скоротити теплові втрати. Це поширюється на всі види труб, незалежно від того, прокладені вони в повітрі або під землею.

Кабель необхідно кріпити до труби обережно, щоб не пошкодити його. Кабель необхідно кріпити до труби по всій її довжині за допомогою алюмінієвої, а НЕ пластикової стрічки (наприклад, ПВХ), оскільки в ній містяться пластифікатори.

Кабель необхідно прокладати таким чином, щоб уникати гострих країв труби. Не наступайте на кабель і завжди поводьтеся з ним обережно.

Всі траншеї для труб повинні бути чітко позначені, свідчаючи про наявність на/у них нагрівального кабелю. Також вони повинні бути позначені видимим попереджувальним знаком, наприклад, **“УВАГА: НАГРІВАЛЬНІ КАБЕЛІ 230 В”**.

Ізольовані труби повинні бути позначені попереджувальним знаком, який розміщується зовні ізоляційного матеріалу. Забороняється розтягувати нагрівальний кабель навантаженням понад 25 кг.

Електричні параметри

Екран нагрівальних кабелів повинен бути заземлений відповідно до місцевих електричних стандартів.

Активний опір і опір ізоляції нагрівального кабелю необхідно перевіряти в обов'язковому порядку до і після установлення. Значення опору повинно зазначатися на табличці розподільчої коробки.

Кабель датчика може бути подовжений до будь-якої розумної довжини за допомогою кабелю 2 x 0,75 мм².

Кабель кріпиться до труби за допомогою алюмінієвої стрічки з інтервалом приблизно 25-30 см. При кріпленні кабелю до труби він повинен покриватися алюмінієвою стрічкою по всій довжині. Це допомагає уникнути прямого контакту кабелю з ізоляційним матеріалом і забезпечує щільне прилягання нагрівального кабелю до поверхні труби.

Перед кріпленням нагрівального кабелю до пластикової труби, необхідно нанести алюмінієву стрічку по всій довжині труби, після чого прикріпити на неї кабель. Це забезпечує кращу передачу тепла до поверхні труби. Кабель необхідно прикріпити в нижній частині труби або/і симетрично навколо труби.

Розподільча коробка між нагрівальним кабелем і холодним провідником також повинна бути закріплена за допомогою алюмінієвої стрічки.

Кабель датчика кріпиться до труби так само, як і нагрівальний кабель. Наконечник на кінці датчика необхідно покрити алюмінієвою стрічкою і розмістити між кабельними лініями і за можливості поверх труби.

Забороняється прокладати нагрівальний кабель через вентиля. Нагрівальний кабель відносно твердий, що спрощує його установлення.



Кабель повинен бути рівномірно розподілений на поверхні, перехрещування резистивних кабелів забороняється.

Труби зазвичай ізолюються пінопластом, мінеральною ватою або іншим ізоляційним матеріалом, товщина якого може відрізнятися, зазвичай не менше ніж діаметр труби.

Ізоляція повинна мати захист від вологи, яка може призвести до пошкодження ізоляції і зниження ефективності.

Вибирайте ізоляцію з більшим внутрішнім діаметром з урахуванням того, що діаметр труби збільшується внаслідок установлення нагрівального кабелю.

Установлення під землею

У випадку наземного прокладання кабелів у лотках, необхідно забезпечити їх надійність і цілісність. Необхідно розмістити чітко видимий попереджувальний знак, наприклад, **“УВАГА: НАГРІВАЛЬНІ КАБЕЛІ 230 В”**.

У випадку прокладання кабелів у ґрунті, необхідно помістити пластикову стрічку (червону, жовту і т.п.) поверх труб/установки, що свідчить про наявність кабелю прямо під нею.

Для такого типу установок необхідно точно виміряти необхідну довжину труби, оскільки кабель не можна відрізати або скручувати в петлю.

Вам знадобиться підходящий монтажний комплект DEVlcrimp™ для підключення холодного провідника і кінцевої муфти нагрівальних кабелів на барабанах. Наприклад, монтажний/ремонтний комплект DEVlcrimp™ для двожильних кабелів CS2A/CS2B (артикул: 18055350).

Приклади установлення

Установлення на спеціальних фланцях і насосах

Завжди дотримуйтесь мінімального припустимого діаметра вигину 25 мм **for resistive cables and** 64 мм **for self-limiting cable.**

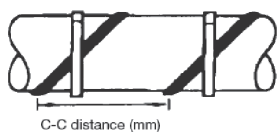
Нагрівальні кабелі на компонентах особливого призначення, вентилях і т.п. повинні завжди розміщатися таким чином, щоб забезпечити легкий доступ до них і можливість заміни при оглядах і ремонті, а також, щоб виключити необхідність їх відрізання!

Ви можете уникнути цієї проблеми, намотавши достатньо кабелю по спіралі навколо цих компонентів.

Формула розрахунку

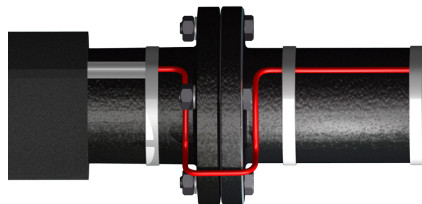
Centre-centre (C-C) distance for cables wrapped in a spiral:

$$C-C = \pi \cdot d \cdot \sqrt{\frac{1}{n^2 - 1}}$$

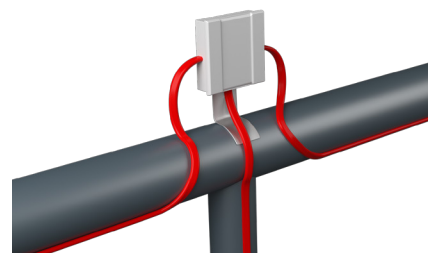


Загальна довжина нагрівального кабелю:

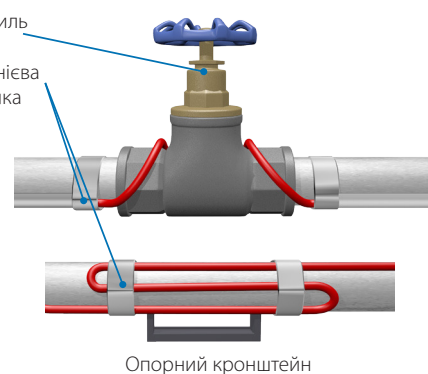
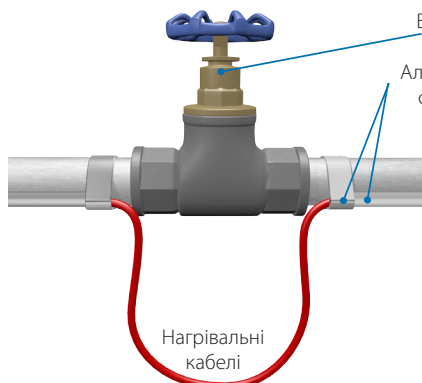
$$L_{\text{кабеля}} [\text{м}] = n \cdot L_{\text{труби}} + 0,5 \cdot (C + FV + 2 \cdot T)$$



Приклад установлення кабелю на вентилі.



Приклад установлення кабелю з саморегулюванням на трубу з використанням розподільчої коробки і металевого кронштейна.



Приклад установлення навколо вентиля і опорного фланця

де:

- d - Зовнішній діаметр труби;
- n - Кількість кабельних ліній (мін. 2 для DN125-200) Ціле = прямі лінії (простіше установлення) Десятькове = кабель, що намотаний навколо труби;
- C-C - Відстань між центрами для витого кабелю, [мм];

- $L_{\text{кабеля}}$ - Загальна довжина нагрівального кабелю, [м]. Дотримуйтесь максимальної довжини для кабелів з саморегулюванням (див. специфікацію);
- C - Кількість кабельних з'єднань (0,5 м кабелю на кожне);
- FV - Кількості фланців/вентилів (0,5 м кабелю на кожне);
- T - Кількість Т-відгалужень (1 м кабелю на кожне).

Таблиця зі значеннями відстаней між точками кріплення кабелів при використанні більше 1 м кабелю на 1 метр труби

Зовнішній діаметр труби	Внутрішній діаметр труби	Внутрішній діаметр труби	Довжина кабелю в [м]								
			1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
[мм]	[мм]	[дюйм]	C-C відстань [мм]								
34	25	1	233	161	129	109	96	86	78	71	66
42	32	1 ¼	288	199	159	135	118	106	96	88	82
48	40	1 ½	329	227	182	154	135	121	110	101	93
60	50	2	411	284	227	192	169	151	137	126	117
76	65	2 ½	521	360	287	244	214	191	174	160	148
89	80	3	610	422	337	285	250	224	203	187	173
102	90	3 ½	699	483	386	327	287	257	233	214	198
114	100	4	782	540	431	366	320	287	261	239	222
141	125	5	967	668	533	452	396	355	322	296	274
168	150	6	1152	796	635	539	472	423	384	353	327
219	200	8	1501	1037	828	702	615	551	500	460	426

Швидкий пошук рішення

Якщо вам не потрібні розрахунки теплових втрат, наступні таблиці, допоможуть вам швидко знайти підходящий продукт для захисту труб від замерзання.

Як користуватися таблицями нижче?

Знаючи діаметр труби, наприклад, Ø60 мм, з товщиною ізоляції 20 мм і Δt дорівнює 30K:

- 1 Знайдіть розмір труби в мм або дюймах у верхній частині таблиці.
- 2 Знайдіть значення різниці температур (Δt) у крайньому лівому стовпці.
- 3 Знайдіть значення ізоляції у відповідному рядку (20 мм).

- 4 Рухайтесь по відповідному рядку і стовпцю до їх перетину.

Згідно з таблицею на попередній сторінці мінімальна потужність, необхідна для захисту труби від замерзання, становить 15-25 Вт/м.

Пам'ятайте про те, що краще вибрати більше значення потужності, отже, 20-25 Вт/м.

Таблиця з мінімальними необхідними значеннями потужності в [Вт/м] для прямих трубопроводів (без фланців, вентилів і T-відгалужень)

ΔT [°C]	Ізоляція [мм]	Питомі теплові втрати труби, $q_{\text{труби}}$											
		Номинальний розмір труби NPS [дюйм], DN [мм]											
		1/2" 15	3/4" 20	1" 25	1 1/4" 32	1 1/2" 40	2" 50	2 1/2" 65	3" 80	4" 100	5" 125	6" 150	8" 200
20	10												
	20												
	30												
	40												
	50												
30	10												
	20												
	30												
	40												
	50												
40	10												
	20												
	30												
	40												
	50												

Знайдіть підходящий тип і кількість нагрівальних кабелів для захисту труби в наступній таблиці.

Кількість кабельних ліній		Потужність кабелю $q_{\text{кабелю}}$ [Вт/м]					
		0 - 6	6 - 10	10 - 15	15 - 25	25 - 50	>50
DEVIflex™ Кабель постійної потужності	DEVIflex™ 6T	1	2				Необхідно більше ізоляції
	DEVlaqua™ 9T (у трубі)	1	1				
	DEVIflex™ 10T	1	1	2	2-3	Макс. 4	
	DEVIflex™ 18T	1	1	1	2	Макс. 3	
Кабель з саморегулюванням	DEVlpipeheat™ 10 (у трубі)	1	1				
	DEVlpipeguard™10	1	1	2			
	DEVlpipeguard™15			1	2		
	DEVlpipeguard™ 25			1	1	2	

Приклад

Швидкий пошук рішення

Водостічна труба DN50 (Ø 60 мм) довжиною 12 м і товщиною ізоляції 20 мм і значенням теплопровідності ізоляції і дренажний вентиль потребують установлення обігріву при зниженні температури до -25°C ($\Delta t = +5^\circ\text{C} - (-25^\circ\text{C}) = 30^\circ\text{C}$).

Питомі теплові втрати труби $q_{\text{труби}}$ залежать від діаметра труби, товщини ізоляції і різниці температур.

Питомі теплові втрати труби $q_{\text{труби}}$

розраховані за таблицею на стор. 22 = 15-25 Вт/м (жовтий).

Розрахунок по формулі зі стор. 12.

Точні теплові втрати:

$$q_{\text{труби}} = \frac{2\pi \cdot \lambda \cdot \Delta t}{\ln \frac{D}{d}} \cdot 1,3 = \frac{2\pi \cdot 0,04 \cdot 30}{\ln \frac{60+20+20}{60}} \cdot 1,3 = 19,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}}$$

Рішення:

Обрана 1 лінія DEVlpipeguard 25 Вт/м з 1 кабельним з'єднанням.

Довжина кабелю:

$$L_{\text{кабелю}} = n \cdot L_{\text{труби}} + 0,5 \cdot (C + FV + 2 \cdot T) = 1 \cdot 12 + 0,5 \cdot (1 \cdot 0,5 + 1 + 2 \cdot 0) = 13 \text{ м}$$

Оскільки обраний контролер DEVIreg™ 610 з кабелем датчика для установлення між поверхнею труби і шаром ізоляції.

У якості альтернативи можна вибрати 2 паралельні лінії кабелю DEVIflex™ 10T 15 м загальною довжиною 30 м. Кабель повинен обгорнутися легко, тому що довжина більша ніж розраховувалось: $2 \cdot 13 \text{ м} = 26 \text{ м}$.

5.2 Особливості установаження

Існує декілька способів кріплення кабелю до труби:

1. Один або декілька кабелів прокладаються по прямій уздовж стінки труби, див. рис. 7 і 8.
2. Кабель кріпиться хвилями або по спіралі, див. рис. 9.
3. Кабель установлений усередині труби, див. рис. 10. Спеціальний трубопровідний фітинг (3/4" + 1", 10 бар при 23 °C; входить у комплект DEVlaqua™, але замовляється окремо для DEVlpipeheat™) необхідний для підключення кабелю до труби, див. рис. 11.

Нагрівальний кабель, установлений безпосередньо на трубі і закріплений за допомогою алюмінієвої стрічки, що забезпечує оптимальний контакт (теплопередачу) між кабелем і поверхнею труби. Те ж стосується провідних датчиків.

Перед кріпленням нагрівального кабелю до пластикової труби необхідно нанести по всій довжині труби алюмінієву стрічку, на яку буде розміщено кабель.

На Рис. 12 показано рекомендований спосіб прокладання кабельних ліній в залежності від кількості нагрівальних кабелів, які будуть кріпитися на трубі.

Датчик температури необхідно встановлювати під кутом 90 градусів до нагрівального кабелю, розраховуючи по периметру труби, або на відстані не менше 5 см від неї.

Але переважно з протилежної сторони від місця прокладання нагрівального кабелю.

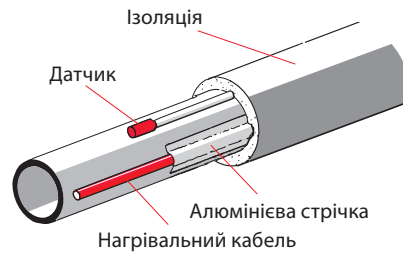


Рис. 7

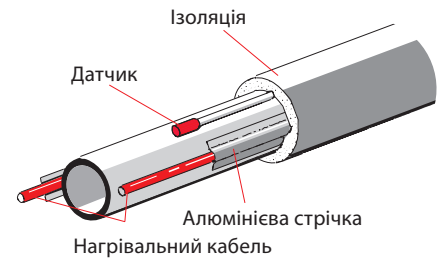


Рис. 8

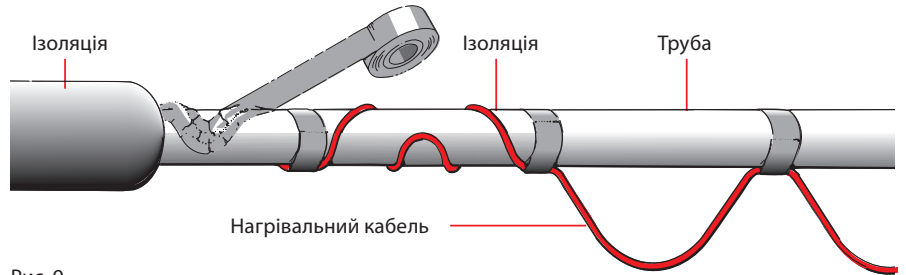


Рис. 9

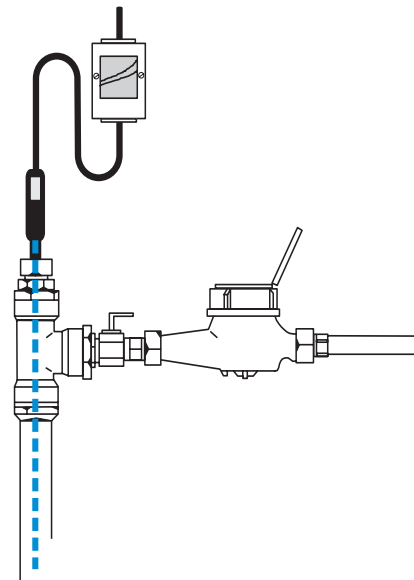


Рис. 10

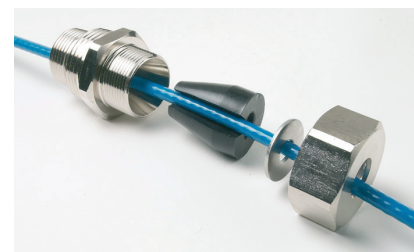


Рис. 11

Установка нагрівальних кабелів на трубах великого діаметра (> Ø 100 мм)

Для труб великого діаметра наполегливо рекомендується використовувати кабелі з меншим значенням вихідної потужності і більшої довжини, що рівномірно розподілена.

Приклад:

Діаметр труби Ø = 150 мм з розрахунковим значенням теплових втрат $Q = 30 \text{ Вт/м}$; рекомендується використовувати 2 довжини кабелю лінійною потужністю 18 Вт/м замість 1 кабелю потужністю 33 Вт/м.

Діаметр труби	Кількість паралельних ліній нагрів. кабелю
20 – 100	1
125 – 200	2
250 – 400	3
450 – 600	4

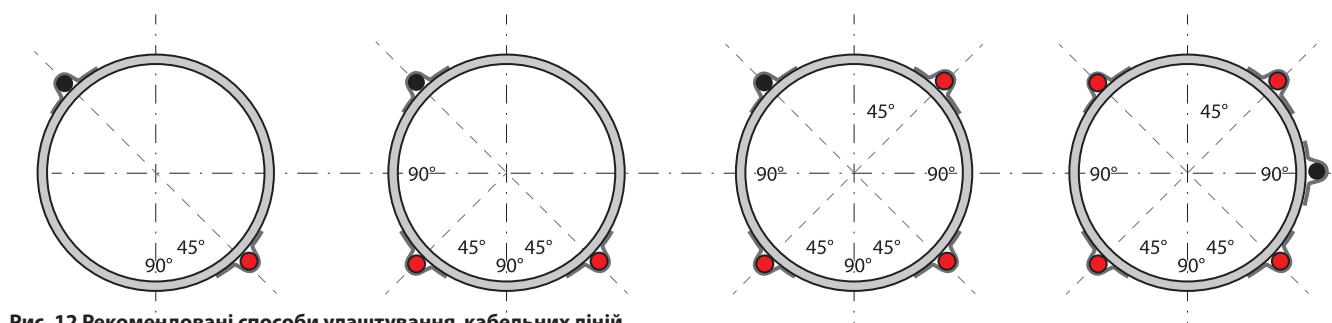


Рис. 12 Рекомендовані способи улаштування кабельних ліній

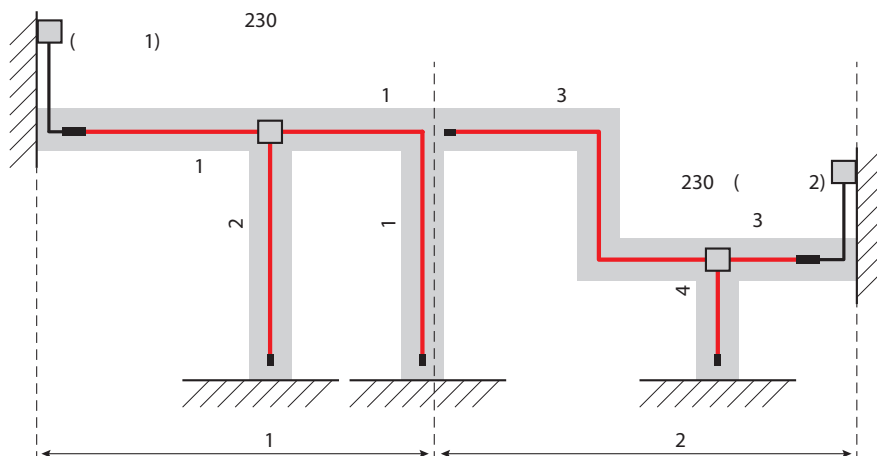
Приклади використання кабелів з саморегулюванням

Якщо максимальна довжина кабелю з саморегулюванням перевищує довжину, зазначену на стор. 16 (вибір довжини кабелю), необхідно поділити його на менші частини.

Приклад:

Вибір кабелю DEVIpipeguard™ 10, коли загальна довжина труби становить 256 м.

Очікувана початкова температура становить -20 °C, необхідна температура труби $t = +5$ °C, максимальний доступний номінал плавкого запобіжника 16 А. З таблиці на стор. 16 єдина доступна максимальна довжина для кабелю з саморегулюванням 156 м. Необхідно поділити трубу на 2 незалежних контури з окремими точками підключення, як показано на рисунку.



Поділ контурів – нагрівальний кабель з саморегулюванням

Приклад поділу контурів:

Контур 1: частина 1 + частина 2 = 156 м

Контур 2: частина 3 + частина 4 = 100 м

Приклад використання кабелів постійної потужності

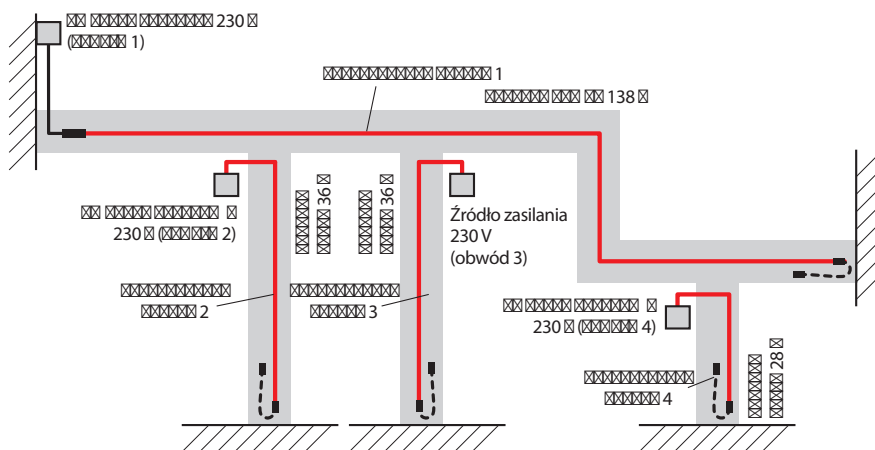
Для кабелів постійної потужності максимальна довжина контуру обмежується максимально припустимою довжиною нагрівального кабелю.

Оскільки нагрівальні кабелі постійної потужності забороняється відрізати, на кожному Т-подібному відгалуженні необхідно підключати новий кабель. Для кожної труби необхідно вибирати кабель відповідної довжини.

Приклад:

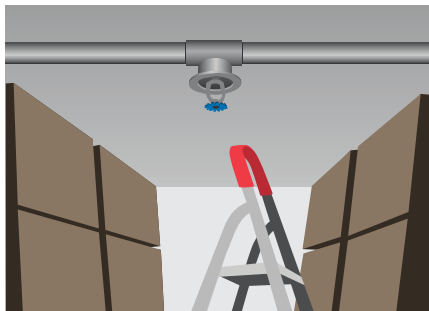
Для захисту від замерзання металевих труб, як показано на рисунку, підходять наступні рішення.

- Нагрівальний кабель 1: DEVIflex™ 10T, 140 м
- Нагрівальний кабель 2: DEVIflex™ 10T, 40 м
- Нагрівальний кабель 3: DEVIflex™ 10T, 40 м
- Нагрівальний кабель 4: DEVIflex™ 10T, 30 м

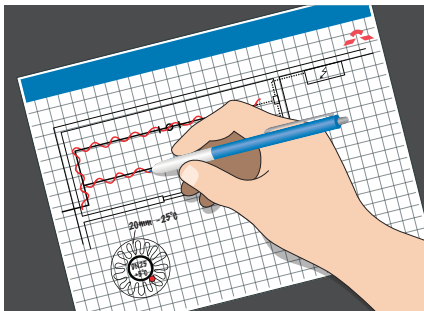


Поділ контурів – нагрівальний кабель постійної потужності

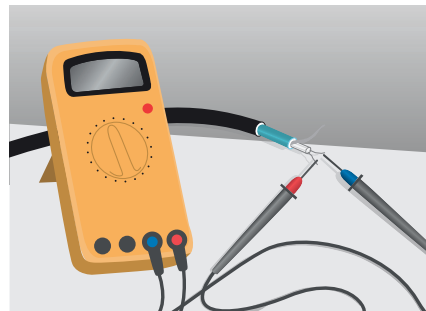
5.3 Короткі відомості про установлення



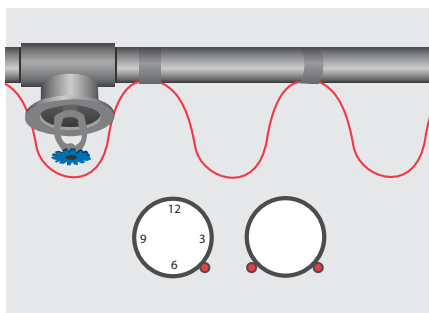
1. Перевірте трубопровід, обігрів якого планується, і переконайтеся, що труби сухі, гладкі і герметичні. Перевірте і підготуйте розподільчий щит.



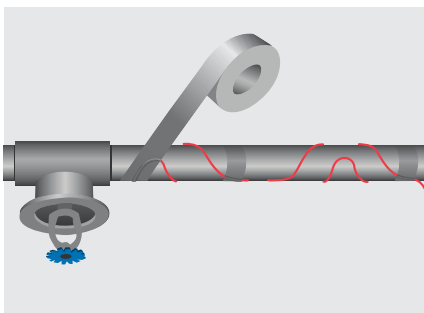
2. Накресліть план розміщення кабелю (кабелів), датчиків і термостатів, кабельних з'єднань, розподільчої коробки, кабельних трас і розподільчого щита.



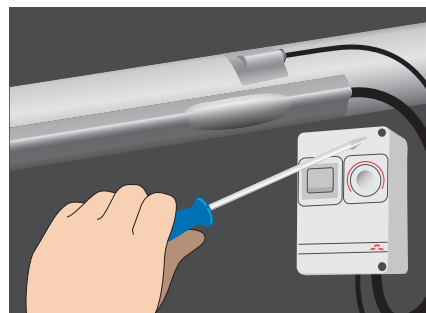
3. Перевірте опір ізоляції і активний опір нагрівальних кабелів. Порівняйте отримані значення з номінальними, зазначеними на етикетці кабелю.



4. Закріпіть хвилеподібно прокладений кабель, як показано на рисунку, через кожні 25-30 см труби за допомогою алюмінієвої стрічки. Прямі лінії необхідно фіксувати, як показано на рисунку, у напрямку 5 або 7 годин.

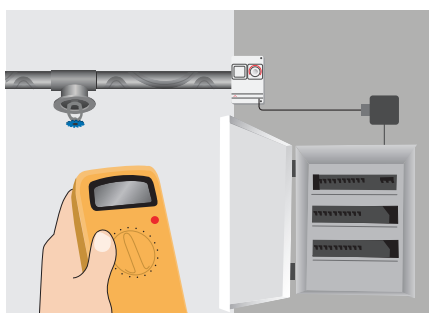


5. Нанесіть алюмінієву стрічку знизу (обов'язкова умова для пластикових труб) і зверху по всій довжині кабелю. Переконайтеся, що кабелі не перетинають в натяжку гострі краї, і що вони не перехрещуються (для кабелів постійної потужності). Закріпіть кабель на трубі за допомогою стрічки, уникаючи появи повітряних люфтів.

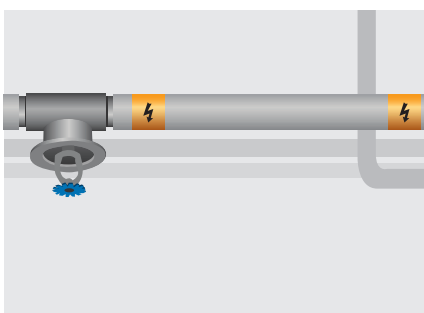


6. Прикріпіть і закрийте датчик і наконечник поверх труби алюмінієвою стрічкою. Подовжте холодні провідники / закріпіть кінці кабелю і розмістіть в сухому місці. Установіть розподільчу коробку на трубі або поруч з нею і установіть термостат поруч з трубою.

Пуско-налагодження



7. Повторно перевірте опір ізоляції і активний опір кабелів постійної потужності. Підключіть кабелі до розподільчих коробок і розподільчого щита.



8. Після завершення ізоляції помістіть попереджувальну маркувальну стрічку на ізоляційну оболонку або в траншеї труби через кожні 5 м. Для установок, прокладених під землею необхідно прокласти маркувальну стрічку над кабелем з попереджувальним написом кожні 10 см.

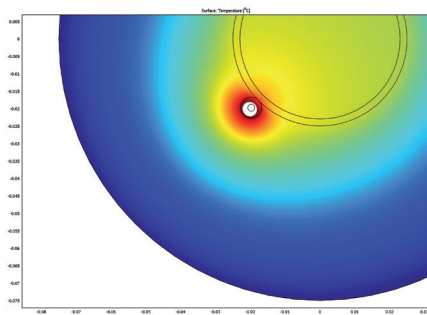
9. Повторно перевірте і порівняйте значення опору ізоляції і активного опору кабелю постійної потужності і опір заземлення.

10. Термостат DEVIreg™ повинен бути встановлений відповідно до інструкцій з установлення. Рекомендоване налаштування температури труби: +3 до +6 °C.

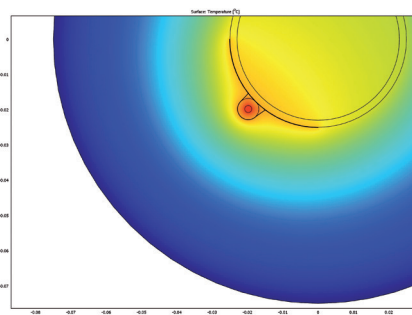
11. Навчіть користувача управляти і обслуговувати системи захисту від замерзання.

12. Перед початком кожного опалювального сезону перевіряйте справність електрощита, термостатів і датчиків. Повторно перевірте і порівняйте значення опору ізоляції і активного опору з номінальними значеннями для кабелів постійної потужності, а також опір заземлення.

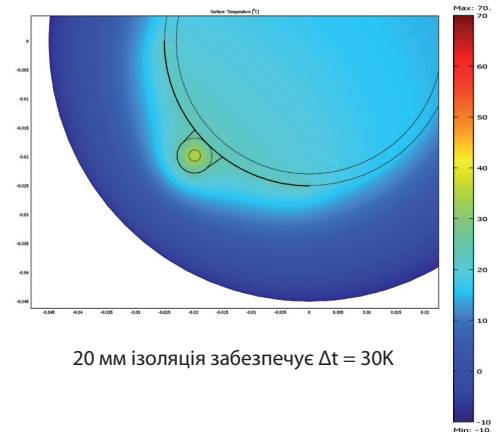
5.4 Важливо



Стрічка alutape не сприяє перегріву кабелів постійної потужності. Кабелі з саморегулюванням самостійно обмежують потужність і забезпечують недостатній обігрів.



Стрічка Alutape над і під кабелем забезпечує кращу ефективність.
50 мм ізоляція забезпечує $\Delta t = 50K$



20 мм ізоляція забезпечує $\Delta t = 30K$

Розподіл температури

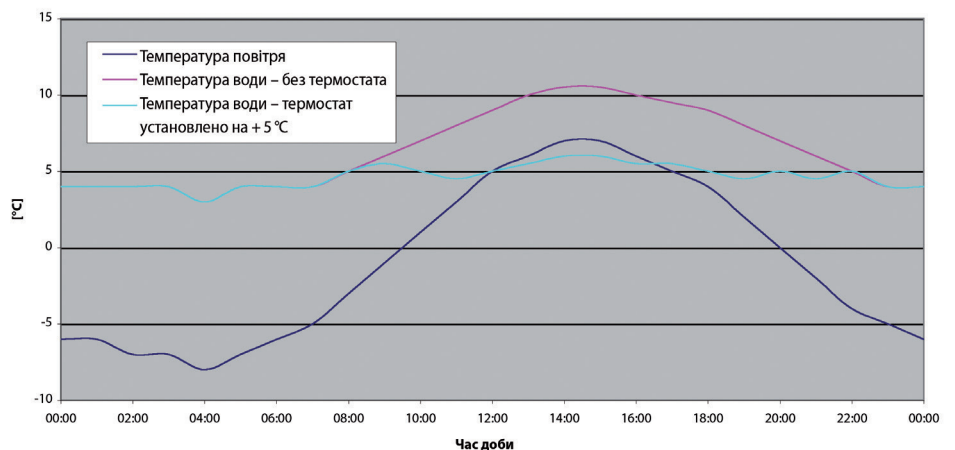
Алюмінієва стрічка та ізоляція є важливими факторами, коли мова йде про ефективність, і особливо важливі для пластикових труб. Пластикові труби DN50 (наприклад, ПП) з 10 Вт/м при контрольній температурі $-10^{\circ}C$ показана для трьох різних типів установок.

Кабелі з саморегулюванням і економія енергії в режимі очікування за допомогою термостата

Завжди використовуйте термостат для кабелів з саморегулюванням довжиною >3 м, оскільки це:

- продовжує термін служби кабелю;
- заощаджує енергоспоживання в режимі очікування;
- зберігає, наприклад, питну воду холодною і свіжою, коли опалення не потрібне.

Захист від замерзання трубопроводу питної води Приклад добового температурного цикла



This image shows a full page of blank, lined paper. It features approximately 30 horizontal blue lines spaced evenly across the page, typical of standard notebook or school paper. The lines are thin and light blue, set against a plain white background. There are no margins, text, or other markings on the page.

6. Приклади

ГАЗОТУРБІННА УСТАНОВКА, Терешково, Росія

Обігрів труб.

Обсяг проекту:

DEVIpipeguard™ 33 - 170 м

DEVIpipeguard™ 25 - 635 м

DEVlreg™ 316 (10...+50 °C) - 17 шт

Зовнішній датчик GB IP-44 - 17 шт

Комплект для підключення кабелів з

саморегулюванням - 160 шт

DEVIfast™ (25м) - 36 шт

Стрічка Alutare 38мм x 50 м - 1400 м



SPAR ZENTRALE SALZBURG, Зальцбург, Австрія

Система захисту від замерзання
водопровідних труб.

Обсяг проекту:

DEVIpipeguard™ 10 - 700 м

Датчики централізованого регулю-
вання - 25 шт.

