

● НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ ●

# НАСТАНОВА

## З УЛАШТУВАННЯ

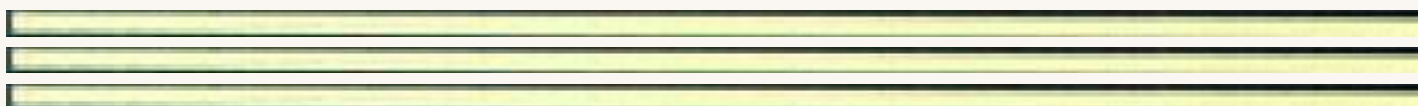
### АНТИКРИГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ

### КАБЕЛЬНИХ СИСТЕМ НА

### ПОКРИТТЯХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

### ТА В ЇХ ВОДОСТОКАХ

### ДСТУ-Н Б В.2.5-78:2014





НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

**НАСТАНОВА З УЛАШТУВАННЯ  
АНТИКРИГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КАБЕЛЬНИХ  
СИСТЕМ НА ПОКРИТТЯХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД  
ТА В ЇХ ВОДОСТОКАХ**

**ДСТУ-Н Б В.2.5-78:2014**

*Видання не офіційне*





НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

**НАСТАНОВА З УЛАШТУВАННЯ  
АНТИКРИГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КАБЕЛЬНИХ  
СИСТЕМ НА ПОКРИТТЯХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД  
ТА В ЇХ ВОДОСТОКАХ**

**ДСТУ-Н Б В.2.5-78:2014**

*Видання не офіційне*

Київ  
Мінрегіон України  
2015

## ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: ТОВ «Науково-виробниче підприємство «ЕЛЕТЕР»; ТОВ з ІІ «ДАНФОСС ТОВ», ТК 302 «Енергоефективність будівель і споруд» ПК2 «Енергоефективність систем забезпечення теплового режиму будівель»

РОЗРОБНИКИ: **Д. Розинський**, канд. техн. наук (науковий керівник); **О. Медведєв**,  
**В. Пирков**, канд. техн. наук (відповідальний виконавець); **С. Бованенко**

- 2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 12.12.2014 р. № 348, чинний з 2015-07-01

- 3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

- 4 Згідно з ДБН А.1.1-1-2009 «Система стандартизації та нормування в будівництві. Основні положення» цей стандарт відноситься до комплексу В.2.5 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди»

**Право власності на цей документ належить державі.  
Цей документ не може бути повністю чи частково відтворений,  
тиражований і розповсюджений як офіційне видання без дозволу  
Міністерства регіонального розвитку, будівництва  
та житлово-комунального господарства України**

**Мінрегіон України, 2015**

Видавець нормативних документів у галузі будівництва  
і промисловості будівельних матеріалів Мінрегіону України  
**Державне підприємство «Украхбудінформ»**

## ЗМІСТ

Вступ .....	V
1 Сфера застосування .....	1
2 Нормативні посилання .....	1
3 Терміни та визначення понять .....	2
4 Позначки та скорочення .....	4
5 Загальні положення .....	5
6 Загальні підходи до застосування АЕКС .....	5
6.1 Причини танення та намерзання льоду (полою) й утворення бурульок на покритті будівлі та в її водостоках .....	5
6.2 Класифікація покриття (даху) залежно від «паразитного» нагрівання покрівлі та рекомендовані місця розташування нагрівального кабелю АЕКС .....	7
6.3 Можливість забезпечення плюсової температури на поверхні даху залежно від вибору питомої потужності АЕКС .....	8
7 Питома потужність АЕКС .....	10
8 Визначення параметрів та улаштування нагрівальної частини АЕКС .....	10
8.1 Загальні вимоги .....	10
8.2 Типові зони розташування нагрівальної частини АЕКС .....	11
8.3 Вибір та встановлення нагрівального кабелю в типових зонах обігрівання на покриттях будівель та в їх водостоках .....	11
8.3.1 Дах з підвісними жолобами та підвісними водостічними трубами .....	11
8.3.2 Прикарнизні (настінні) жолоби та розташовані нижче них поверхня даху і крапельники .....	21
8.3.3 Карниз з неорганізованим водовідводом .....	29
8.3.4 Єндови та примикання покриття до стін та інших конструкцій .....	30
8.3.5 Водомети .....	31
8.3.6 Водоприймальні воронки на плоскому даху з внутрішнім водостоком .....	33
8.3.7 Дренажні та водозбірні лотки на/або в ґрунті .....	34
8.3.8 Колодязі зливної каналізації .....	35
8.3.9 Мансардні вікна .....	36
8.3.10 Узагальнені приклади розташування нагрівальних кабелів АЕКС на дахах різних конструкцій .....	37
9 Нагрівальні кабелі для АЕКС .....	37
9.1 Вимоги до нагрівального кабелю .....	37
9.2 Особливості застосування нагрівальних кабелів в АЕКС .....	38
9.3 Питома потужність нагрівальної поверхні та крок укладання нагрівального кабелю .....	39
10 Автоматичне регулювання АЕКС .....	40
10.1 Загальні принципи .....	40
10.2 Автоматичне регулювання за температурою зовнішнього повітря .....	40
10.3 Автоматичне регулювання за двома датчиками – температури зовнішнього повітря та вологості .....	42
11 Практичне застосування вимог та рекомендацій до проектування АЕКС .....	46

12 Електроживлення АЕКС .....	46
13 Пожежна безпека .....	47
14 Енергозбереження .....	47
15 Вимоги до технічних засобів АЕКС .....	48
15.1 Вимоги безпеки .....	48
15.2 Захист АЕКС від зовнішніх впливів .....	48
16 Загальні вимоги щодо монтажу нагрівального кабелю АЕКС .....	48
17 Випробування АЕКС .....	49
18 Експлуатація АЕКС .....	49
Додаток А	
Узагальнені приклади розташування нагрівальних кабелів АЕКС на дахах різних конструкцій .....	50
Додаток Б	
Приклад вибору та розрахунку резистивного кабелю на бобіні .....	55
Додаток В	
Основні електротехнічні формули .....	57
Додаток Г	
Приклад розрахунку та підбору обладнання АЕКС для одноповерхової будівлі . . .	58
Додаток Д	
Приклади схем підключення нагрівальних кабелів та регуляторів АЕКС до мережі живлення .....	62
Бібліографія .....	67

## ВСТУП

В Україні набули широкого розповсюдження антикригові електричні кабельні системи (АЕКС) на покриттях будинків, будівель і споруд (далі – будівель) та в їх водостоках.

За відсутності таких систем сніг та крига, що накопичується на будівлях, призводять до псування покрівельних матеріалів та водостоків, протікання покрівлі, псування майна та фасадів будівель, має смертельну загрозу для людей. АЕКС є економічно доцільними, оскільки суттєво зменшують витрати на підтримання об'єктів у належному стані в зимовий період.

Застосування АЕКС на покриттях будівель та у водостоках є сучасним етапом будівництва, капітального ремонту та реконструкції більшості будівель відповідно до будівельних норм, а також за потреби власників будівель.

АЕКС із застосуванням спеціальних нагрівальних кабелів відносять до електроустановок, тому принципи їх застосування регулюються загальними вимогами відповідних нормативних документів. Спеціальні вимоги до проектування цих систем не унормовані.

Даний стандарт встановлює вимоги до влаштування й експлуатації АЕКС на покриттях та у водостоках будівель і споруд будь-якого призначення. стандарт уніфікує та адаптує практичний вітчизняний та світовий досвід щодо проектування й експлуатації цих систем.

Для визначення обов'язковості виконання вимог цього стандарту використані слова "повинно", "слід". Слова "як правило" означають, що дана вимога є переважальною, а відступ від неї повинен бути обґрунтованим. Слово "рекомендується" означає, що дане рішення є одним із кращих, але не обов'язковим для виконання. Слово "допускається" означає, що дане рішення застосовують як виняток, наприклад, унаслідок обмеженої можливості застосування інших рішень. Слово "зазвичай" означає, що дане рішення має найбільш поширене застосування на практиці.



**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ****НАСТАНОВА З УЛАШТУВАННЯ  
АНТИКРИГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КАБЕЛЬНИХ СИСТЕМ  
НА ПОКРИТТЯХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ТА В ЇХ ВОДОСТОКАХ****РУКОВОДСТВО ПО УСТРОЙСТВУ  
АНТИОБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ  
НА ПОКРЫТИЯХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И В ИХ ВОДОСТОКАХ****TECHNICAL GUIDE  
FOR ICE PROTECTION ELECTRIC CABLE SYSTEMS  
ON ROOF COVERING OF BUILDINGS AND STRUCTURES AND THEIR DRAINS**

Чинний від 01.07.2015

**1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

1.1 Цей стандарт містить вимоги з проектування, улаштування та безпечної експлуатації антикригової електричної кабельної системи (АЕКС) на покриттях будинків, будівель і споруд будь-якого призначення (далі – будівель) та в їх водостоках.

1.2 Цей стандарт поширюється на проектування, улаштування та експлуатацію АЕКС з номінальною напругою до 1000 В при новому будівництві, реконструкції та капітальному ремонті будівель.

1.3 Сферу обов'язкового застосування АЕКС визначають згідно з ДБН В.2.5-64, а для інших будівель та споруд – відповідно до технічного завдання.

1.4 Цей стандарт призначений для використання підприємствами, установами й організаціями, що діють на території України, суб'єктами підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності.

**2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

У цьому стандарті є посилання на такі нормативно-правові акти, нормативні акти та нормативні документи:

НПАОП 40.01-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів

НПАОП 40.01-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок

Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Міністерства палива та енергетики України від 25.7.2006 №258, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 25.10.2006 за №1143/13017

ДБН В.2.5-24:2012 Електрична кабельна система опалення

ДБН В.2.5-27:2006 Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд

ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація

ДБН В.2.6-14-97 Покриття будинків і споруд. (Том 1,2 і 3)

ДСТУ 4809:2007 Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної безпеки та методи випробування

ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель

ДСТУ CISPR 14-1:2004 Електромагнітна сумісність. Вимоги до побутових електроприводів, електричних інструментів та аналогічної апаратури. Частина 1. Емісія завад (CISPR 14-1:2000, IDT)

ДСТУ CISPR 14-2:2007 Електромагнітна сумісність. Вимоги до побутових електроприладів, електроінструментів та аналогічних приладів. Частина 2. Несприятливість до завад (CISPR 14-2:2001, IDT)

ДСТУ EN 61000-3-3:2004 Електромагнітна сумісність. Частина 3-3. Норми. Нормування флуктуацій напруги і флікера в низьковольтних системах електропостачання для устаткування з номінальним струмом силою не більше 16 А (EN 61000-3-3:1995, IDT)

ДСТУ IEC 61000-3-2:2004 Електромагнітна сумісність. Частина 3-2. Норми на емісію гармонік струму (для сили вхідного струму обладнання не більше 16 А на фазу) (IEC 61000-3-2:2004, IDT)

ДСТУ IEC 60335-1:2004 Прилади побутові та аналогічні електричні. Безпека. Частина 1. Загальні вимоги (IEC 60335-1:2001, IDT)

ДСТУ IEC 60335-1:2004/Зміна №2:2010 Прилади побутові та аналогічні електричні. Безпека. Частина 1. Загальні вимоги (IEC 60335-1:2001/A2:2006 IDT)

НАПБ А.01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні

ДСанПіН 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів

ГОСТ 12.3.032-84 ССБТ. Работы электромонтажные. Общие требования безопасности (ССБП. Роботи електромонтажні. Загальні вимоги безпеки)

ПУЕ Правила улаштування електроустановок

### **3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ**

У цьому стандарті застосовані терміни, визначені у ДБН В.2.5-24, ДБН В.2.5-27, ДБН В.2.5-64 та ДБН В.2.6-14.

Нижче подано терміни, додатково використані у цьому стандарті, та визначення позначених ними понять:

#### **3.1 антикригова електрична кабельна система (АЕКС)**

Комплекс обладнання для забезпечення розподіленого електронагріву з безпосереднім перетворенням електричної енергії на теплову в нагрівальному кабелі, встановленому на покриттях будівель та у їх водостоках для запобігання накопиченню там льоду та снігу, та забезпечення вільного потоку талої води до рівня ґрунту або до зливової каналізації за мінусової температури зовнішнього повітря. Основними складовими АЕКС є: нагрівальний кабель, регулятор, датчик температури/вологи, пристрої захисної автоматики, кабелі приєднання до мережі живлення, деталі кріплення тощо

#### **3.2 броньований нагрівальний кабель**

Кабель із додатковою зовнішньою оболонкою, зазвичай, металевою для його зміцнення та захисту від зовнішнього навантаження тощо

#### **3.3 виробничо виготовлений нагрівальний кабель**

Готовий до застосування виріб, в якому у виробничих умовах нагрівальний кабель (нагрівальний елемент) з'єднаний з монтажним (холодним) кабелем з'єднувальною (перехідною) муфтою та, за певної конструкції, має кінцеву муфту

#### **3.4 водостічна труба**

Елемент водостічної системи, зазвичай, вертикальний, для відведення води з даху до рівня ґрунту або до зливової каналізації

**3.5 датчик температури зовнішнього повітря**

Вхідний елемент регулятора, як правило, терморезистор, який сприймає температуру зовнішнього повітря та передає відповідний сигнал до регулятора

**3.6 датчик вологи**

Вхідний елемент регулятора, який реагує на наявність вологи/води та її кількість на його чутливій поверхні та передає відповідний сигнал/інформацію до регулятора

**3.7 єндова (розжолобок)**

Нижній похилий перетин схилів даху будівлі або споруди, по якому вода стікає до водостічних воронок, жолобів або труб

**3.8 жолоб (ринва)**

Елемент водостічної системи для приймання та відведення води з даху, який, зазвичай, встановлюють уздовж нижнього краю скату даху

**3.9 замонолічений нагрівальний кабель**

Нагрівальний кабель у будівельній конструкції, об'єднаний з нею в єдине ціле

**3.10 запас потужності**

Додаток до потужності, що дає змогу забезпечити гарантовану роботу АЕКС при несприятливих факторах: зниження напруги живлення, нестандартні погодні умови тощо

**3.11 з'єднувальна (перехідна) муфта**

Герметизоване електричне та механічне з'єднання нагрівального кабелю (нагрівального елемента) з монтажним або холодним кабелем

**3.12 кінцева муфта**

Герметизоване електричне та механічне з'єднання провідників (жил) кінця нагрівального кабелю (нагрівального елемента) або герметизований його кінець

**3.13 крок укладання нагрівального кабелю**

Відстань між осями паралельних суміжних ліній нагрівального кабелю

**3.14 монтажний або «холодний» кабель**

Ізольований кабель живлення, який сполучає нагрівальний кабель (нагрівальний елемент) з точкою приєднання до джерела електричного струму

**3.15 нагрівальна поверхня**

Частина покрівлі або елемент покриття будівлі з укладеним або убудованим нагрівальним кабелем

**3.16 нагрівальний кабель**

Нагрівальний елемент, призначений для трансформації електричної енергії у теплову. Нагрівальним кабелем є нагрівальний елемент з одного чи декількох ізольованих один від одного провідників (жил), уміщених у захисну оболонку, та всякий інший різновид нагрівального кабелю: саморегульований (нагрівальний кабель що саморегулюється), секційний (зональний), будь-який резистивний або нагрівальна стрічка, а також плоска конструкція з будь-якими нагрівальними елементами у вигляді мата, плівки тощо

**3.17 номінальна питома електрична потужність нагрівального кабелю**

Декларована виробником електрична потужність, що припадає на 1 м довжини нагрівального кабелю за номінальної напруги

**3.18 питома електрична потужність АЕКС**

Електрична потужність системи, віднесена до 1 м<sup>2</sup> нагрівальної поверхні. Даний параметр не призначений для визначення електроспоживання системи

**3.19 покриття (дах)**

Верхня огорожувальна конструкція будівлі або споруди для їх захисту від зовнішніх кліматичних факторів і впливів

**3.20 покрівля**

Елемент покриття (даху), який захищає будівлю або споруду від проникнення атмосферних опадів у вигляді дощу і талого снігу

**3.21 регулятор**

Пристрій автоматичного регулювання АЕКС, що подає напругу на нагрівальний кабель за сигналом датчика/датчиків температури, вологи тощо

**3.22 резистивний нагрівальний кабель**

Нагрівальний кабель з однією чи декількома ізольованими один від одного провідниками (жилами) з певним опором, за рахунок якого електрична енергія трансформується в теплову при протіканні електричного струму. Цей кабель незалежно від зовнішньої температури виділяє незмінну кількість теплоти

**3.23 саморегульований нагрівальний кабель (нагрівальний кабель, що саморегулюється)**

Нагрівальний кабель, у якого простір між двома провідниками (жилами) заповнений спеціальним пластиком, що проводить струм та змінює опір в залежності від температури. У цього кабелю кількість теплоти, що виділяється окремими його ділянками, залежить від температури середовища в якому вони знаходяться

**4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ**

Умовна позначка	Одиниця виміру	Назва
$\alpha_{3.В}$	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Коефіцієнт тепловіддачі верхньої поверхні карнизу
$\alpha_{3.Н}$	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Коефіцієнт тепловіддачі нижньої поверхні карнизу
$q_{ht}$	Вт/м <sup>2</sup>	Питома потужність нагрівальної поверхні
$\rho$	Вт/м	Питома потужність нагрівального кабелю
$S_{ht}$	м	Крок укладання нагрівального кабелю
$P$	Вт	Потужність
$U$	В	Напруга
$R$	Ом	Опір
$I$	А	Струм

**Скорочення:****Позначка**

АЕКС

ПЗВ

**Розшифрування**

Антикригова електрична кабельна система

Пристрій захисного вимикання

## 5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**5.1** АЕКС застосовують для забезпечення вільного стікання талої води по всьому шляху її відведення з покриття будівель і захисту водостоків та окремих ділянок покрівлі від намерзання льоду та снігу. АЕКС забезпечують плюсову температуру водостоків та окремих ділянок покрівлі за мінусової температури зовнішнього повітря.

**5.2** АЕКС повинна автоматично включати нагрівальний кабель при виникненні однієї або, за певного поєднання, декількох умов – визначеної температури зовнішнього повітря, наявності талої води (дощу, снігу, льоду тощо) на відповідних елементах водостоків та ділянок покрівлі тощо. При зникненні цих умов АЕКС повинна автоматично виключити нагрівальний кабель.

**5.3** Цей стандарт дає базові положення з проектування, монтажу та експлуатації АЕКС, і не охоплює великої кількості різноманітних факторів, що мають місце на конкретному об'єкті, які слід враховувати та поєднувати з вимогами цього стандарту, наприклад:

- різноманітність конструкцій покриттів та їх водостічних систем;
- складність визначення оптимальної (мінімально достатньої) потужності при невизначеному поєднанні несприятливих впливових факторів. Основними такими факторами є: нагрівання внаслідок тепловтрат через покриття та нагрівання сонячним опроміненням – «паразитний» підігрів покрівлі, вплив конструктиву покриття та елементів/пристроїв на його поверхні, інтенсивність накопичення снігу та льоду, непередбачуваність погодних умов;
- важкість умов експлуатації нагрівального кабелю під впливом несприятливих зовнішніх факторів. Основними такими факторами є: сонячне ультрафіолетове та теплове опромінення, механічне навантаження снігом і льодом та їх зсув, різкі перепади температур кабелю, широкий діапазон температур оточуючого нагрівальний кабель середовища (приблизно до 90 °С влітку та до мінус 30 °С взимку), нерівномірність умов експлуатації по довжині нагрівального кабелю тощо.

**5.4** При проектуванні, монтажі та експлуатації АЕКС, крім положень цього стандарту, слід також керуватись вимогами інших нормативних документів, чинних в Україні.

## 6 ЗАГАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ЗАСТОСУВАННЯ АЕКС

### 6.1 Причини танення та намерзання льоду (полою) й утворення бурульок на покритті будівлі та в її водостоках

**6.1.1** Причини можливого намерзання льоду та утворення бурульок розрізняють за штучним та природним походженням.

Основні штучні причини:

- «паразитне» нагрівання внаслідок тепловтрат через покриття;
- недостатня теплоізоляція покрівлі;
- тепле горище/технічний поверх або наявність мансарди;
- наявність тепловиділяючого обладнання під дахом;
- відсутність вентиляційного прошарку/проміжку під покриттям або непровітрюваність горища.

Основні природні причини:

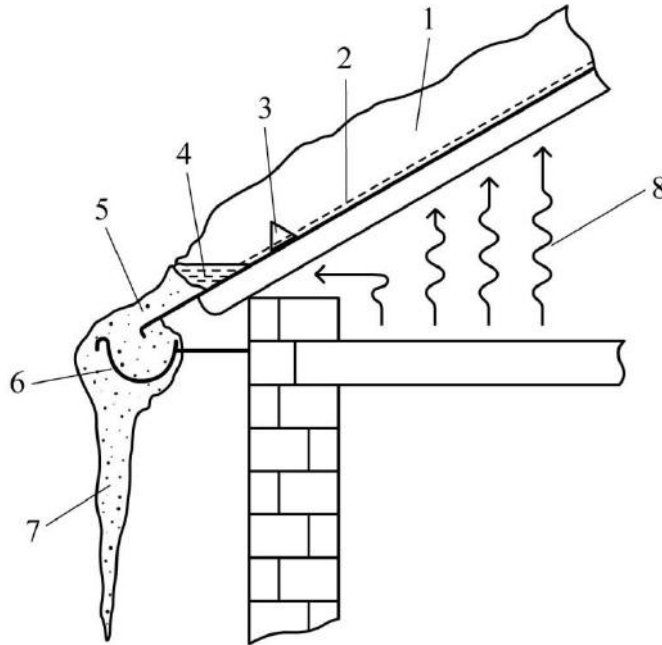
- нагрівання сонцем ділянок покрівлі, особливо темного кольору, не покритих снігом;
- нерівномірне нагрівання сонцем покрівлі та прилеглих водостоків, оскільки вони опромінюються сонцем під різними кутами;
- добова зміна температури зовнішнього повітря, зазвичай, з плюсової до мінусової;
- утворення талої води під шаром снігу внаслідок теплоізоляції покрівлі цим шаром від зовнішнього повітря з мінусовою температурою.

Головна причина намерзання льоду та утворення бурульок – це більш низка температура крайової зони покриття та його водостоків порівняно з температурою решти покриття.

Поєднання вище визначених та непередбачених природних та штучних причин може призвести до намерзання льоду та утворення бурульок упродовж усього зимового періоду року.

### 6.1.2 Утворення бурульок визначають відповідно до аналізу процесу танення снігу та льоду.

Основною із зазначених у 6.1.1 причин танення снігу та льоду є «паразитне» нагрівання внаслідок тепловтрат через покриття. Воно відбувається внаслідок нагрівання покриття навіть за мінусової температури зовнішнього повітря та наявності шару снігу за рахунок теплового потоку, що надходить через верхнє перекриття будівлі. Схеми танення снігу та льоду й утворення бурульок і накопичення льоду на типових покритті та водостоку представлені на рисунку 1.



1 – сніг; 2 – тала вода під шаром снігу; 3 – снігозатримувач; 4 – накопичена тала вода на льодяній греблі; 5 – лід, що намерз із талої води; 6 – підвісний жолоб; 7 – бурулька; 8 – тепловтрати через перекриття будівлі

**Рисунок 1** – Схеми танення снігу та льоду й утворення бурульок і накопичення льоду (полою)

Нагрітий прилеглий до покрівлі прошарок снігу перетворюється у талу воду, яка стікає до карнизу та водостоків, котрі позбавленні цього «паразитного» нагрівання. У холодних водостоках та на карнизах вода замерзає, утворюючи лід та бурульки. Слід запобігати їх утворенню, забезпечуючи плюсову температуру на всьому шляху стоку талої води від карнизу покрівлі до входу в зливову каналізацію або виходу з водостічної труби.

Намерзання льоду та бурульок припиняється за:

- відсутності снігу;
- плюсової температури зовнішнього повітря;
- низької температури зовнішнього повітря, зазвичай, – нижче мінус 10 °С.

Припинення намерзання льоду та бурульок за низької температури зовнішнього повітря залежить від співвідношення теплонадходжень (через теплоізоляцію покрівлі та від сонячного опромінення) і надходження холоду від зовнішнього повітря. Якщо надходження холоду більше, температура покрівлі стає мінусовою і танення не відбувається.

Підвищенню вірогідності танення снігу сприяє значна товщина снігового покриву. Теплопровідність снігового покриву приблизно в 4 рази вище ніж теплопровідність теплоізоляції ( $\lambda_{\text{сніг}} \approx 0,16$  Вт/(м·К)). Наприклад, 40 см снігу за теплоізолюючою властивістю приблизно дорівнюють 10 см теплоізоляції. Це сприяє перерозподілу температури по товщі снігу, що може призвести до плюсової температури прилеглого до покриття шару снігу і його таненню, навіть при добре теплоізолюваному даху. Утворенню значного снігового покриву сприяють малий похил покрівлі, складність її форми – наявність внутрішніх кутів (ендов), горизонтальних площадок, примикання до стін, парапетів тощо.

## **6.2 Класифікація покриття (даху) залежно від «паразитного» нагрівання покрівлі та рекомендовані місця розташування нагрівального кабелю АЕКС**

Місце розташування нагрівального кабелю, питому потужність АЕКС та нагрівального кабелю визначають в залежності від «паразитного» підігрівання покрівлі.

### **6.2.1 Класифікація покриття (даху) залежно від «паразитного» нагрівання покрівлі**

За рівнем паразитного підігрівання класифікують три типи дахів:

- холодний;
- теплий;
- гарячий.

**Холодний дах** – це добре теплоізований дах з низьким рівнем тепловтрат через нього або дах з провітрюванням горища зовнішнім повітрям. Танення снігу, як правило, відбувається тільки під дією сонця. Танення відбувається за температури зовнішнього повітря не нижче приблизно мінус 5 °С. Питому потужність АЕКС обирають, зазвичай, мінімальною. Нагрівальний кабель розташовують, зазвичай, лише у водостоках – у жолобі (ринві), водостічній трубі тощо.

**Теплий дах** – це недостатньо теплоізований дах. До такого типу відносять, наприклад, більшість дахів старих будівель з теплим горищем. Танення відбувається переважно за рахунок тепловтрат через дах навіть за достатньо низької температури зовнішнього повітря – не нижче приблизно мінус 10 °С. Питому потужність АЕКС обирають, зазвичай, максимальною для впевненого забезпечення плюсової температури у водостічній системі. Застосовують, зазвичай, нагрівальний кабель підвищеної питомої потужності. Нагрівальний кабель розташовують, як правило, не лише у водостоках, а й на деяких ділянках поверхні покрівлі – карнизі, кромці покрівлі, у ендові (розжолобку) тощо.

**Гарячий дах** – це не теплоізований або погано теплоізований дах, у якого горищний простір має достатньо високу температуру повітря за рахунок розташованих в ньому житлових приміщень (мансарди) чи приміщень іншого призначення, тепловиділяючого обладнання тощо. Танення відбувається за рахунок значних тепловтрат через дах навіть за дуже низьких температур зовнішнього повітря (нижче мінус 10 °С). Застосування нагрівального кабелю, як правило, не дає результату, тому що навіть максимальною можливою питомою потужністю не досягається плюсова температура водостоків та ділянок покрівлі. Необхідно, у першу чергу, належно теплоізувати дах і тільки після цього застосовувати АЕКС.

### **6.2.2 Місце розташування нагрівального кабелю**

АЕКС рекомендується обирати та застосовувати відповідно до даних таблиці 1. У даній таблиці не перелічені інші конструктивні елементи даху та його водостоків, які можуть потребувати додаткового встановлення на/в них нагрівальних кабелів.

**Таблиця 1** – Загальні рекомендації щодо місць розташування нагрівальних кабелів залежно від типу покриття (даху)

Тип даху	Орієнтовна температура танення снігу на покритті	Місця розташування нагрівальних кабелів (мінімально необхідні)	
		Дах з організованим водовідводом	Дах з неорганізованим водовідводом
Холодний	До −5 °С	Із зовнішнім водостоком <sup>1)</sup> : - жолоб (ринва), - водостічна труба; - водомет та ділянка покрівлі перед ним; - тощо	Із зовнішнім водостоком <sup>1)</sup> : - смуга карнизу; - кромка покрівлі; - тощо
		З внутрішнім водостоком <sup>1)</sup> : - воронка; - ділянка покрівлі перед воронкою; - вхідна (холодна) ділянка водостічної труби, що примикає до воронки	—
Теплий	До −10 °С	Із зовнішнім водостоком: - перелічені для холодного даху; - смуга карнизу; - кромка покрівлі; - єндова (розжолобок); - тощо	Із зовнішнім водостоком: - перелічені для холодного даху; - єндова (розжолобок); - тощо
		З внутрішнім водостоком: - перелічені для холодного даху; - єндова (розжолобок); - тощо	—
Гарячий	Нижче −10 °С	Застосування нагрівальних кабелів не вирішує проблеми, а іноді погіршує. Необхідно теплоізулювати дах та виконати інші заходи зменшення паразитного нагрівання покрівлі	

<sup>1)</sup> Для впевненої роботи АЕКС на холодному даху рекомендується розташовувати нагрівальні кабелі за рекомендаціями для теплого даху, тобто не тільки у водостоках, а й на поверхні покрівлі.

### 6.3 Можливість забезпечення плюсової температури на поверхні даху залежно від вибору питомої потужності АЕКС

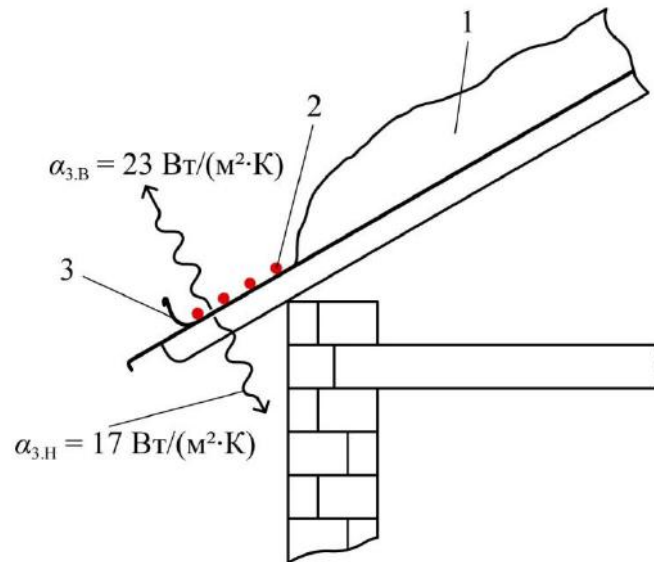
Для обраної питомої потужності АЕКС можна орієнтовно оцінити можливість досягнення плюсової температури на поверхні покриття, карнизи, у жолобі тощо в залежності від мінусової температури зовнішнього повітря.

Орієнтовний підхід оцінки можливості досягнення плюсової температури розглянуто на прикладі карнизу. Спрощена схема теплообміну нагрітої поверхні карнизу представлена на рисунку 2. Теплообмін нагрітої поверхні оцінюють за коефіцієнтами тепловіддачі зовнішніх поверхонь. Їх оціночні значення для верхньої та нижньої поверхні карнизу можна прийняти як для подібних зовнішніх поверхонь огорожувальних конструкцій, зазначених у ДСТУ Б В.2.6-189:

- $\alpha_{3,B} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої верхньої поверхні карнизу;
- $\alpha_{3,H} = 17 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої нижньої поверхні карнизу.

Зазначені коефіцієнти є розрахунковими та відповідають середнім умовам зовнішнього середовища. Фактичні їх значення можуть бути значно більшими, наприклад, із-за сильного вітру.





1 – шар снігу; 2 – нагрівальний кабель; 3 – прикарнизний (настінний) жолоб

**Рисунок 2** – Спрощена схема теплообміну нагрітої поверхні карнизу

Сумарний коефіцієнт тепловіддачі нагрітого карнизу складається з коефіцієнтів тепловіддачі верхньої та нижньої його поверхонь –

$$\alpha_{3,В} + \alpha_{3,Н} = 23 + 17 = 40 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}. \quad (6.1)$$

Тобто для нагрівання на один градус поверхні карнизу необхідна питома потужність АЕКС – 40 Вт/м<sup>2</sup>.

Розглядаємо практичну достатність визначеної питомої потужності.

Наприклад, АЕКС на карнизі виконана нагрівальним кабелем питомою потужністю 20 Вт/м з кроком укладки 5 см (зазвичай, це мінімальний крок, рекомендований виробниками), що складає питому потужність АЕКС – 400 Вт/м<sup>2</sup>. Така потужність при сумарному коефіцієнті тепловіддачі 40 Вт/(м<sup>2</sup>·К) збільшить температуру поверхні карнизу на

$$400 : 40 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Отже, дана АЕКС здатна за температури зовнішнього повітря мінус 9 °С збільшити температуру поверхні карнизу на 10 °С, тобто досягти на поверхні карнизу температури (–9 + 10) = 1 °С, досягаючи температури танення снігу. А за температури зовнішнього повітря, наприклад, мінус 11 °С – досягти (–11 + 10) = –1 °С на поверхні, не утворюючи танення, тобто не забезпечуючи покладеної на АЕКС задачі.

Таким чином, дана АЕКС може бути застосованою для теплого даху, виходячи з умови щодо орієнтовної температури танення снігу на покритті, зазначеної у таблиці 1. А для гарячого даху така нагрівальна система не зможе завжди забезпечити плюсову температуру на карнизі, оскільки вище карнизу танення снігу можливе за температури зовнішнього повітря нижче мінус 10 °С, що призведе до намерзання льоду на карнизі.

Орієнтовну оцінку інших елементів даху та водостоків можливо здійснити за аналогією розглянутого прикладу для карнизу.

## 7 ПИТОМА ПОТУЖНІСТЬ АЕКС

Розрахункову теплову потужність АЕКС вибирають, враховуючи рівень теплоізоляції даху, матеріал покриття, тип водостічної системи, діаметр водостоків тощо.

Розрахункову питому потужність АЕКС рекомендується приймати за даними таблиці 2.

**Таблиця 2** – Рекомендована розрахункова питома потужність АЕКС

Місце розташування АЕКС	Рекомендована розрахункова питома потужність АЕКС		
	Холодний дах	Теплий дах	Максимально допустима <sup>2)</sup>
Прикарнизний (настінний) жолоб, поверхня даху, карниз, ендова та інші умовно плоскі конструкції	(250–300) Вт/м <sup>2</sup>	(350–400) Вт/м <sup>2</sup>	600 Вт/м <sup>2</sup>
Підвісний водостік, жолоб (ринва) тощо діаметром <sup>1)</sup> до 12 см	(30–40) Вт/м	(30–40) Вт/м	40 Вт/м
Підвісний водостік, жолоб (ринва) тощо діаметром <sup>1)</sup> від 12 см до 20 см	(40–60) Вт/м	(50–80) Вт/м	80 Вт/м
Підвісний водостік, жолоб (ринва) тощо діаметром <sup>1)</sup> більше 20 см	Пропорційна збільшенню діаметра водостоків		

<sup>1)</sup> Для водостоку іншої форми поперечного перерізу розрахункову питому потужність приймають як для водостоку круглої форми такого ж еквівалентного діаметра.

<sup>2)</sup> Обмеження максимально-допустимої потужності стосується водостічних труб та водостоків із закритим перерізом. Для жолобу (ринви) тощо, які мають відкритий переріз, питому теплову потужність допустимо збільшувати на 30...60 %.

При виборі розрахункової потужності АЕКС рекомендується застосовувати правило – чим більша питома потужність, тим надійніше працює система, тобто забезпечує плюсову температуру на поверхні покриття та у водостоках при більш низьких температурах зовнішнього повітря.

## 8 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА УЛАШТУВАННЯ НАГРІВАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ АЕКС

### 8.1 Загальні вимоги

**8.1.1** При проектуванні АЕКС на підставі наявних креслень, фотографій, натурних вимірів тощо аналізують будівлю стосовно можливих місць накопичення снігу, утворення талої води та намерзання криги і бурульок. Визначають шляхи стікання талої води.

Оцінюють можливість зриву з поверхні даху та з водостоків крижаних брил і бурульок, сповзання товщі снігу, що небезпечно для людини, можуть бути пошкодженні автомобілі тощо, а також нагрівальний кабель та інші елементи АЕКС. Визначають необхідні технічні рішення для запобігання цього, наприклад, – встановлення елементів снігозатримання.

**8.1.2** Розділяють покрівлю та водостоки на характерні необхідні зони нагрівання. Для кожної зони, залежно від її розмірів, форми, зручності монтажу нагрівального кабелю, датчиків тощо визначають загальну кількість АЕКС, типи застосовуваних у них нагрівальних кабелів та їх потужність.

**8.1.3** Як правило, АЕКС не використовують для зниження снігового навантаження на покриття, тобто для танення снігу на всій поверхні даху. АЕКС не зможе забезпечити танення снігу при його значному накопиченні на покритті тощо, особливо за низьких температур зовнішнього повітря. Покриття повинно відповідати вимогам на навантаження снігового покриву у даній кліматичній зоні.

**8.1.4** При виборі місці кріплення нагрівальних кабелів, датчиків, кабелів живлення тощо слід передбачати надійність їх кріплення з урахуванням механічних впливів від зливових потоків води, сповзання товщі снігу та льоду.

**8.1.5** Необхідно застосовувати елементи кріплення, захищені від корозії. При застосуванні металевих водостоків і покрівлі елементи кріплення повинні бути гальванічно сумісними до них. Наприклад, для мідних покриття та водостоків необхідні елементи кріплення з міді або будь-які з пластиковим покриттям або пластиком. Для мідних даху та водостоків застосування залізних або алюмінієвих для мідних елементів кріплення не допускається.

**8.1.6** В АЕКС можуть застосовуватись елементи заводського виготовлення з убудованим підігріванням – воронки тощо. При використанні таких елементів у АЕКС слід дотримуватись рекомендацій виробників.

## **8.2 Типові зони розташування нагрівальної частини АЕКС**

**8.2.1** Вибір зон необхідно здійснювати з урахуванням типу водостоку та організації водовідведення. Покриття будівель може бути виконаним з внутрішнім водостоком при організованому чи із зовнішнім водостоком при організованому або неорганізованому водовідводах відповідно до ДБН В.2.6-14. Організований водовідвід може бути виконаним за допомогою спеціальних водозбірних лотків, водоприймальних воронок і системи водовідвідних трубопроводів. Неорганізований – за допомогою оснащення покрівлі карнизними звисами необхідних розмірів.

**8.2.2** Типові зони розташування АЕКС:

- водостічна труба;
- водозбірний лоток – жолоб (ринва) тощо;
- прикарнизний (настінний) жолоб;
- крапельник за прикарнизним (настінним) жолобом;
- карниз при неорганізованому водовідводі;
- єндова (розжолобок), примикання покрівлі до стін тощо;
- водоприймальна воронка плоского даху з внутрішнім водостоком і ділянка даху навколо неї;
- водомет і ділянка даху перед ним;
- колодязь зливної каналізації на глибину можливого промерзання при заведеній в нього водостічній трубі;
- дренажний та водозбірний лоток на/або в ґрунті під витоком з водостічної труби.

## **8.3 Вибір та встановлення нагрівального кабелю в типових зонах обігрівання на покриттях будівель та в їх водостоках**

### **8.3.1 *Дах з підвісними жолобами та підвісними водостічними трубами***

**8.3.1.1** Відповідно до таблиці 1 (6.2.2) для даху з підвісними жолобами та підвісними водостічними трубами розташування нагрівального кабелю здійснюють згідно з типом даху:

- холодний дах – у жолобах і водостічних трубах;
- теплий дах – у жолобах, водостічних трубах та на кромці покрівлі смугою нагрівання, яка примикає до жолоба.

Для впевненої роботи АЕКС на холодному даху рекомендується розташовувати нагрівальні кабелі за рекомендаціями для теплового даху, тобто не тільки у водостоках, а й на кромці покрівлі.

Подальші положення 8.3.1.2 – 8.3.1.7 стосуються підвісних водостоків – жолобів, водостічних труб, водозбірних лотків, водовідвідних трубопроводів тощо. За необхідності утворення смуги нагрівання вздовж кромки покриття слід керуватися 8.3.2.

**8.3.1.2** Визначення розрахункової питомої потужності та кількості ліній нагрівального кабелю здійснюють залежно від діаметра підвісного водостоку (дивись також розділ 7):

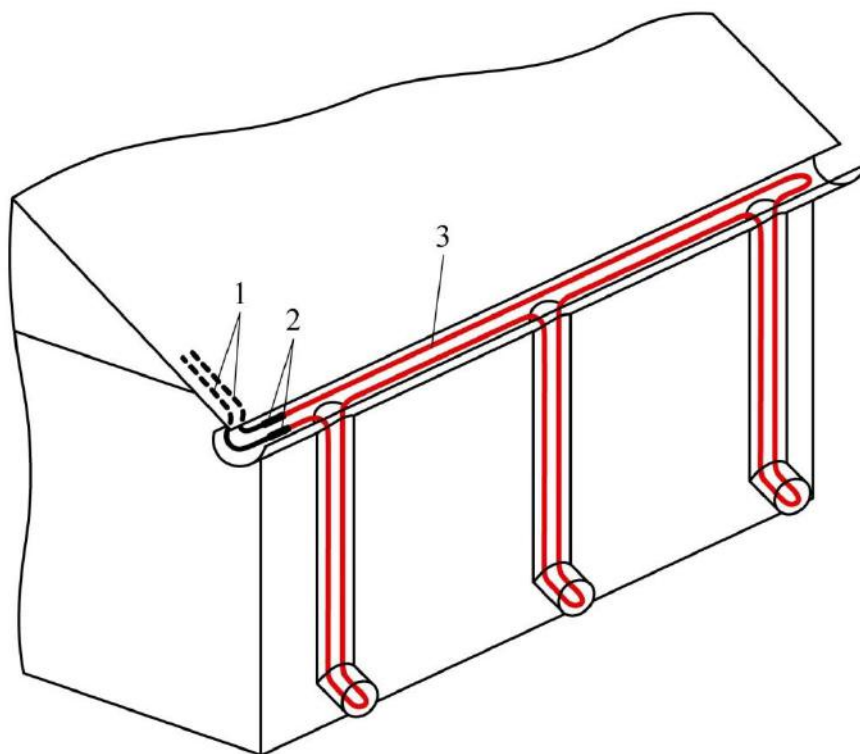
- до 12 см – рекомендується застосувати дві лінії кабелю питомою потужністю не менше 20 Вт/м або одну лінію кабелю не менше 30 Вт/м, тобто питома потужність на метр водостоку складає не менше (30–40) Вт;
- від 12 см до 20 см – рекомендується застосувати дві лінії кабелю, як правило, питомою потужністю не менше 30 Вт/м, а для холодного даху допускається застосувати кабель питомою

потужністю не менше 20 Вт/м. Тобто питома потужність на метр водостоку складає не менше (40–80) Вт;

- більше 20 см – рекомендується застосувати кабель питомою потужністю не менше 30 Вт/м. Кількість ліній кабелю приймають більшою відносно рекомендацій до діаметрів від 12 см до 20 см пропорційно збільшенню діаметра водостоку.

**8.3.1.3** Схема укладання нагрівального кабелю залежить від обраного конструктивного типу кабелю – одножильного чи двожильного, що визначає у подальшому правила проектування відносно вибору мінімальної кількості ліній кабелю та зручності його монтажу.

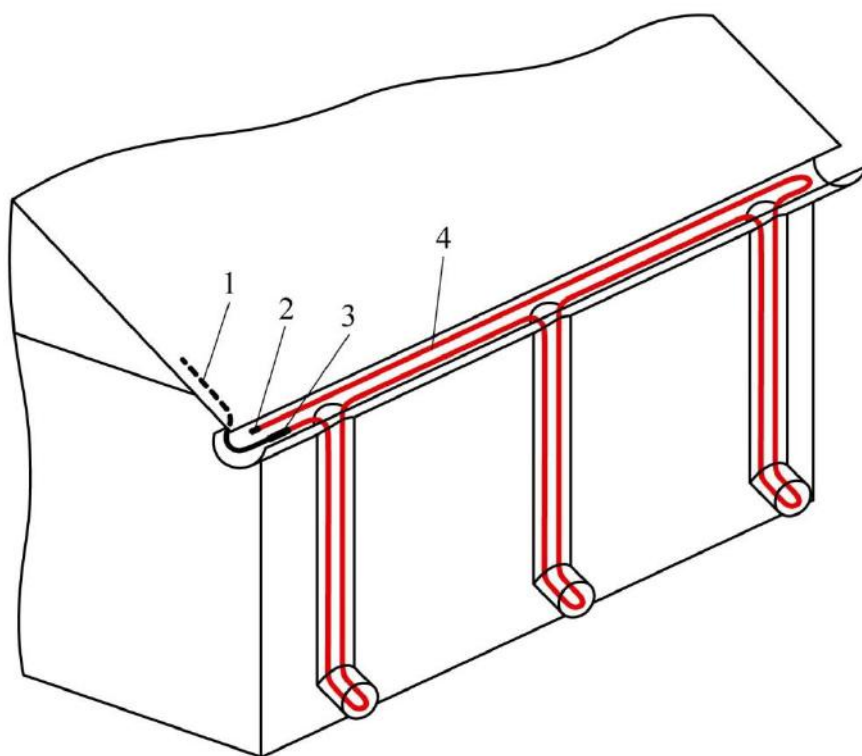
Одножильний нагрівальний кабель, за необхідності підключення до живлення обома кінцями в одній точці, у жолобах та водостічних трубах найбільш зручно монтувати парною кількістю ліній кабелю – дві (туди й зворотно), чотири (туди й зворотно і ще раз туди й зворотно) тощо. Приклад схеми прокладання одножильного нагрівального кабелю з парною кількістю ліній у підвісних водостоках представлено на рисунку 3.



1 – холодні кабелі; 2 – з'єднувальні муфти; 3 – нагрівальний кабель

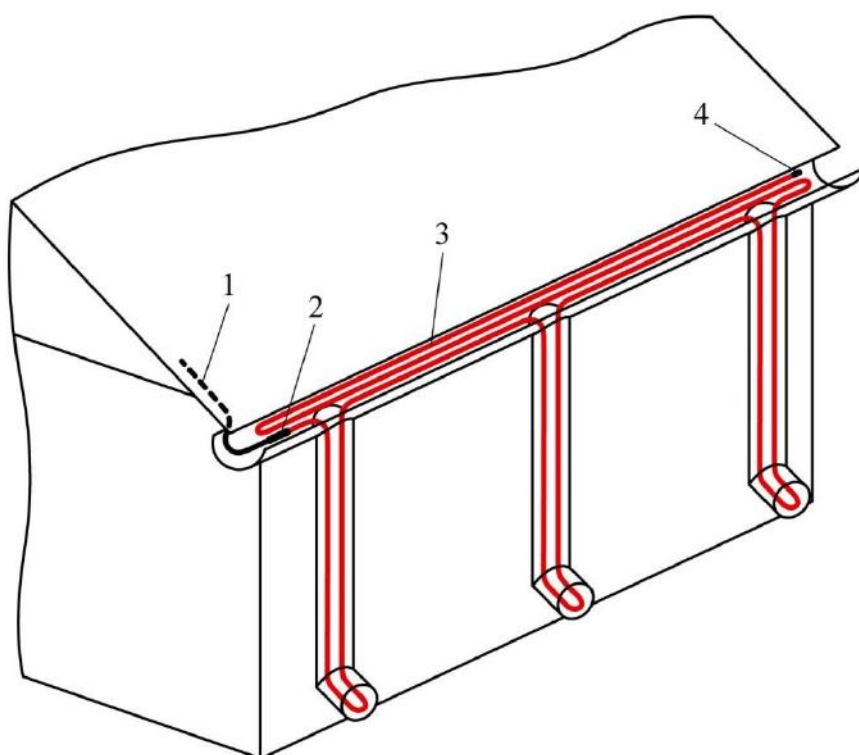
**Рисунок 3** – Приклад схеми прокладання одножильного нагрівального кабелю з парною кількістю ліній у підвісних водостоках

Двожильний нагрівальний кабель підключається до живлення одним кінцем. У жолобах і водостічних трубах його найбільш зручно монтувати з парною кількістю ліній – дві (туди й зворотно), чотири (туди й зворотно і ще раз туди й зворотно) тощо (рисунок 4). Однак у жолобі двожильний кабель можна монтувати і з непарною кількістю ліній, забезпечуючи рекомендоване збільшення питомої потужності в жолобі відповідно до виноски 2 у таблиці 2. Приклад схеми прокладання двожильного нагрівального кабелю з парною кількістю ліній у водостічних трубах та непарною у жолобі представлено на рисунку 5.



1 – холодний кабель; 2 – кінцева муфта; 3 – з'єднувальна муфта; 4 – нагрівальний кабель

**Рисунок 4** – Приклад схеми прокладання двожильного нагрівального кабелю з парною кількістю ліній у підвісних водостоках



1 – холодний кабель; 2 – з'єднувальна муфта; 3 – нагрівальний кабель; 4 – кінцева муфта

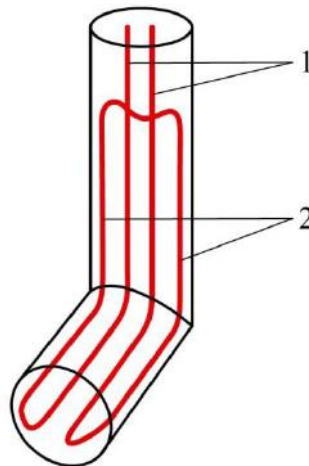
**Рисунок 5** – Приклад схеми прокладання двожильного нагрівального кабелю з парною кількістю ліній у водостічних трубах (дві лінії) та непарною у жолобі (три лінії)

Відповідно до вищезазначених рекомендацій щодо укладання нагрівального кабелю двома лініями у підвісних жолобах і водостічних трубах, загальну довжину кабелю визначають за простим правилом – щонайменше як подвоєну суму їх довжин.

Виходячи із різноорієнтованості скатів та інших конструктивних особливостей даху, зазвичай, складно застосувати один нагрівальний кабель для всього даху та його водостічної системи. Наприклад, для кожного скату рекомендується застосовувати окремий нагрівальний кабель або окрему групу кабелів. У цьому випадку об'єднання всіх кабелів в єдину систему здійснюють в з'єднувальній коробці під дахом. Якщо не застосовувати окремі нагрівальні кабелі, то, наприклад, для двоскатного даху необхідно врахувати додаткову довжину кабелю з відповідним кріпленням, який необхідно прокласти через два скати від одного жолоба через гребінь даху до іншого жолоба. До того ж такий монтаж кабелю доволі складний, а іноді – неможливий.

**8.3.1.4** У підвісних водостоках найбільш вразливими до замерзання талої води є вертикальні водостічні труби, особливо їх нижні частини. Внаслідок руху повітря, що входить в трубу за рахунок конвекції, переохолоджується її нижня частина, де може утворитися льодяна пробка, закупоривши витікання талої води. Зазвичай цей ефект має місце у трубах висотою більше 5 м. До того ж тала вода охолоджується при стіканні в трубі, що також може спричинити утворення льоду.

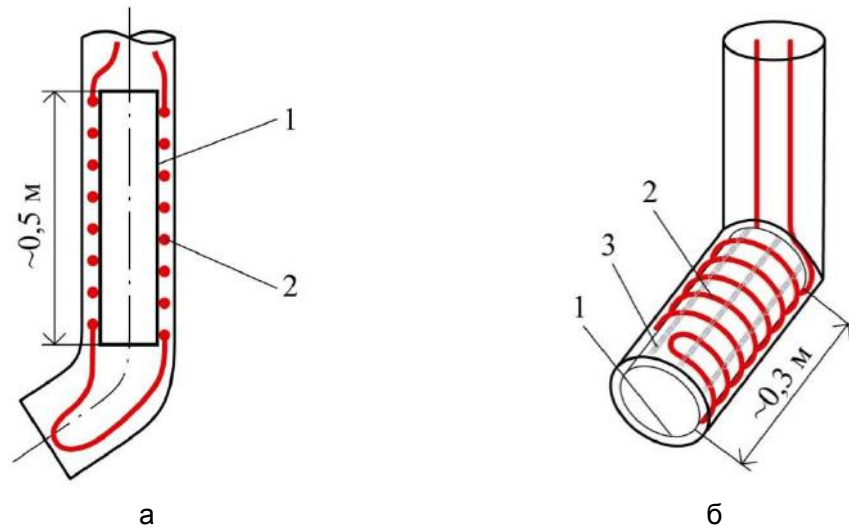
Усунення проблеми замерзання нижньої частини водостічної труби здійснюють додатковим підігріванням її нижньої частини на ділянці довжиною приблизно (0,5–1) м, наприклад, утворенням додаткової петлі або декількох петель нагрівального кабелю, як показано на рисунку 6.



1 – дві лінії нагрівального кабелю у верхній частині труби; 2 – додаткові лінії нагрівального кабелю для збільшення потужності

**Рисунок 6** – Приклад додаткового нагрівання нижньої частини водостічної труби за допомогою утворення додаткової петлі нагрівального кабелю (кріплення нагрівального кабелю умовно не показано)

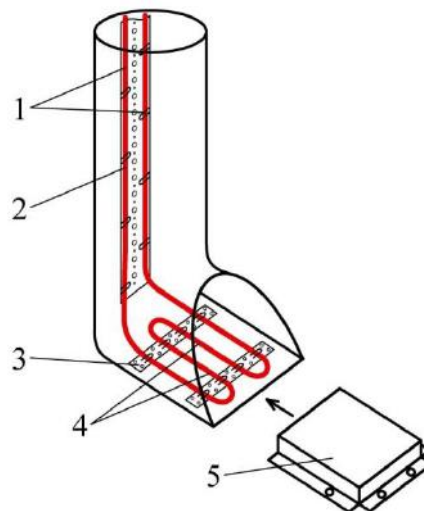
Іншим прикладом забезпечення збільшення потужності у нижній частині труби є застосування металевої гільзи з навитим нагрівальним кабелем. Гільзу довжиною приблизно (0,3–0,5) м виготовляють, зазвичай, із металевого листа (оцинковане залізо, мідь тощо). Нагрівальний кабель намотують витками з кроком (5–8) см і закріплюють на гільзі, наприклад, за допомогою металевої монтажної стрічки. Гільзу встановлюють і закріплюють на прямолінійній ділянці нижньої частини труби, як на рисунку 7. Однак цей варіант потребує демонтажу нижньої частини труби.



1 – металева гільза; 2 – витки нагрівального кабелю; 3 – монтажна стрічка

**Рисунок 7** – Приклад додаткового нагрівання нижньої частини водостічної труби за допомогою гільзи з навитим кабелем у вертикальній ділянці труби (а) та на виході з труби (б)

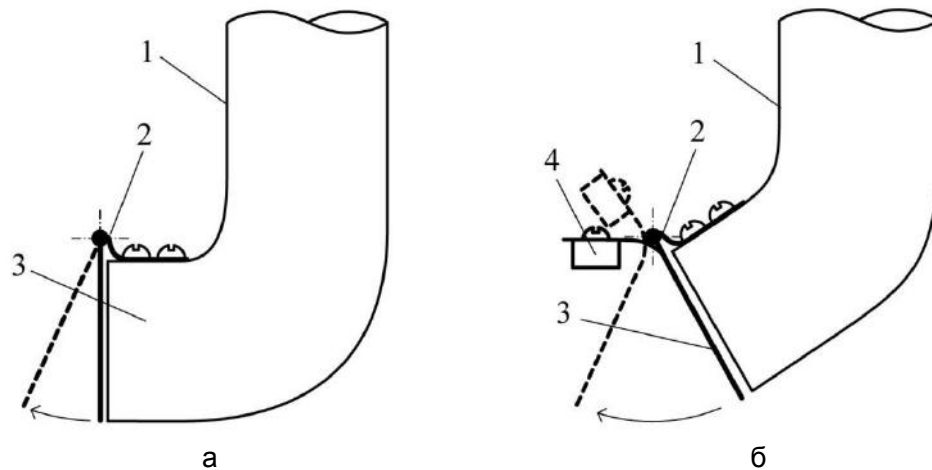
Петлю нагрівального кабелю слід закінчувати й закріплювати на рівні найнижчої точки витікання води з водостічної труби. Однак у трубі, що виходить на тротуар тощо, наявність видимої частини кабелю може стати причиною його пошкодження, у тому числі внаслідок вандалізму. За таких обставин рекомендується нижню петлю(-і) кабелю кріпити невидимо, наприклад, до верхньої кромки виходу водостічної труби або з улаштуванням металевого захисного кожуха, як представлено на рисунку 8.



1 – дві лінії нагрівального кабелю у верхній частині; 2 – подвійна монтажна стрічка; 3 – монтажна стрічка; 4 – додаткові лінії нагрівального кабелю для збільшення потужності; 5 – захисний кожух

**Рисунок 8** – Приклад захисту кабелю металевим кожухом на виході з водостічної труби

Додаткового зменшення впливу конвективного потоку на переохолодження нижньої частини водостічної труби досягають застосуванням на її виході поворотної заслінки, показаної на рисунку 9. За відсутності витoku води під дією гравітаційної сили заслінка перекриває трубу.



1 – водостічна труба; 2 – завіса; 3 – поворотна заслінка; 4 – тягарець

**Рисунок 9** – Приклад застосування заслінки для зменшення конвективного потоку повітря на виході труби з вертикальним (а) та похилим (б) перерізом

Якщо водостічна труба заходить у зливову каналізацію, то нагрівальний кабель заводять у каналізацію до рівня не менше глибини промерзання ґрунту.

**8.3.1.5 Водостічні труби – загальні рекомендації та приклади кріплення нагрівального кабелю.**

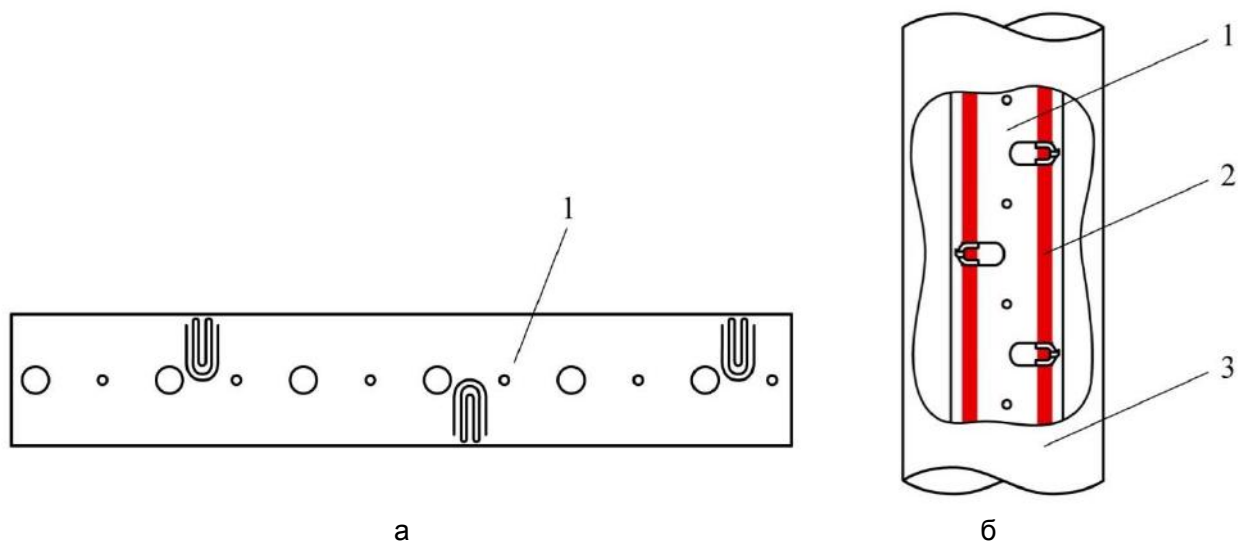
Слід дотримуватись вимог виробників нагрівального кабелю для АЕКС стосовно його кріплення. Для нагрівального кабелю конкретного виробника, як правило, використовують елементи кріплення того ж виробника.

При прокладанні двох або більше ліній кабелю у водостічній трубі слід забезпечити неможливість їх перехрещення, дотику тощо, що може призвести до перегрівання та виходу з ладу нагрівального кабелю. Особливо важлива ця вимога при використанні резистивного кабелю. Для забезпечення такого розташування ліній кабелю застосовують спеціальні елементи кріплення – затискачі, кліпси, монтажну стрічку тощо, які забезпечують монтаж та кріплення декількох паралельних ліній нагрівального кабелю. Відстань між сусідніми лініями нагрівального кабелю задається цими елементами кріплення і, зазвичай, дорівнює (4–8) см. Уздовж ліній кабелю рекомендується використовувати 3–4 елементи кріплення на метр, тобто через кожних (25–30) см.

У водостічних трубах довжиною більше 3 м слід, а у трубах до 3 м рекомендується здійснювати механічне розвантаження нагрівального кабелю. Для цього застосовують трос, ланцюг тощо, на якому зафіксують елементи кріплення. Застосовувані розвантажувальні троси не повинні розтягуватися під дією зовнішніх чинників (вологи, температури, навантаження тощо).

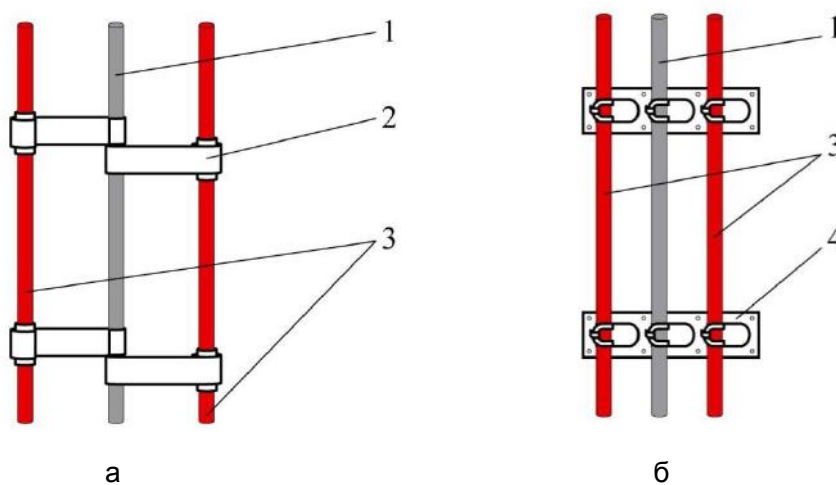
Як варіант, використовують спеціальну металеву розвантажувальну монтажну стрічку з елементами кріплення ліній кабелю. Розвантажувальні трос, ланцюг або монтажна стрічка тощо слід надійно кріпити зверху до стіни, парапету, несучих конструкцій даху тощо, які в разі аварійного виникнення АЕКС здатні витримати навантаження стовпа льоду в трубі. Приклади застосовуваних елементів кріплення та конструктивних рішень кріплення кабелю у водостічних трубах показано на рисунках 10–14.





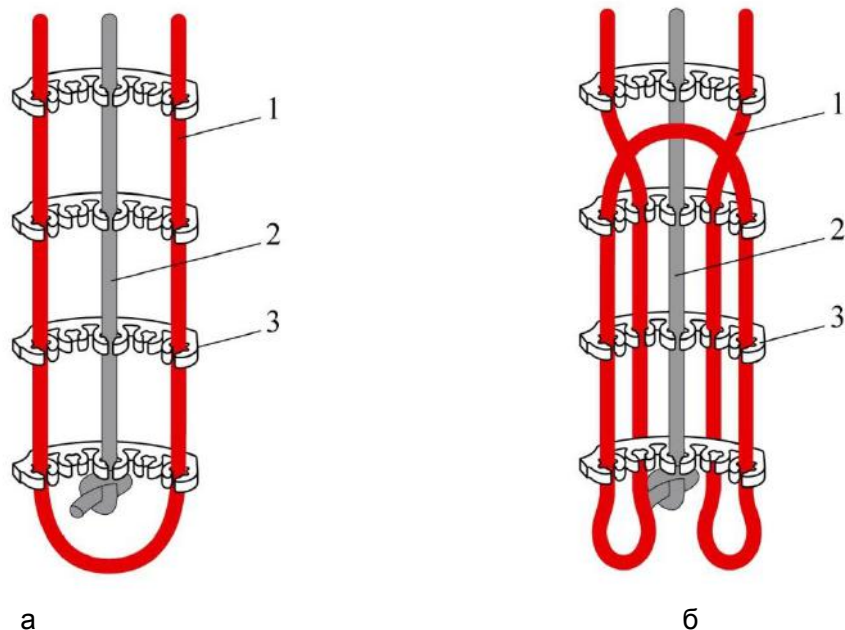
1 – подвійна металева монтажна стрічка; 2 – нагрівальний кабель; 3 – водостічна труба

**Рисунок 10** – Приклади конструкції металевої розвантажувальної монтажної стрічки (а) та її застосування у водостічній трубі (б)



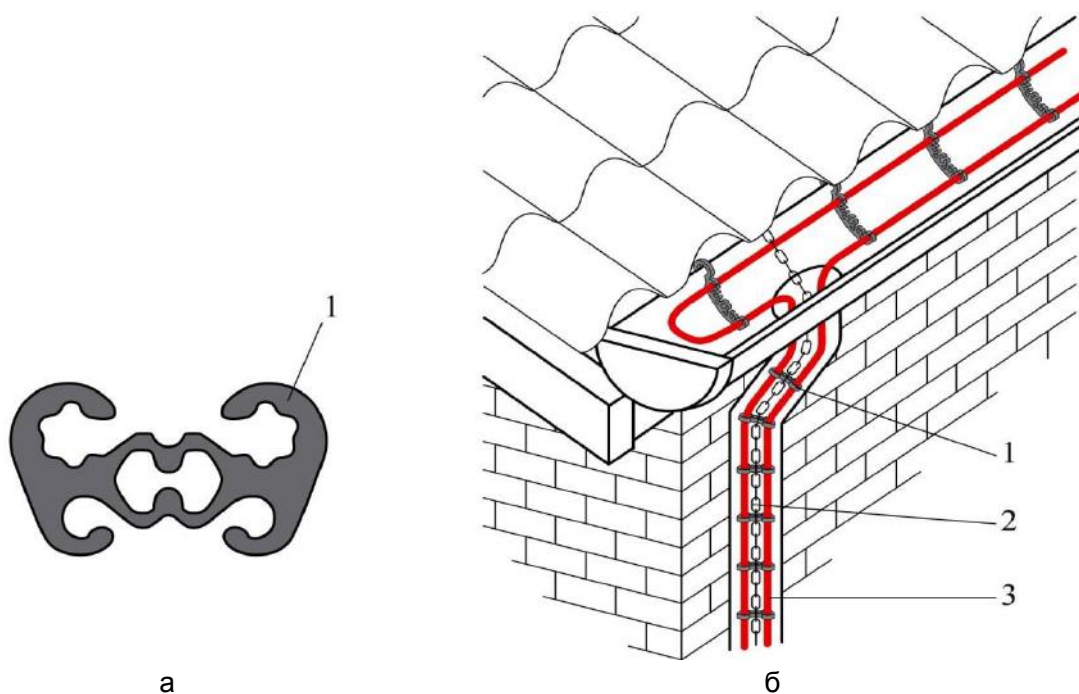
1 – металевий розвантажувальний трос; 2 – металевий затискач з прокладкою; 3 – нагрівальний кабель, 4 – металева монтажна стрічка

**Рисунок 11** – Приклади кріплення двох ліній нагрівального кабелю у водостічній трубі до металевого троса за допомогою металевих затискачів (а) та металевої монтажної стрічки (б)



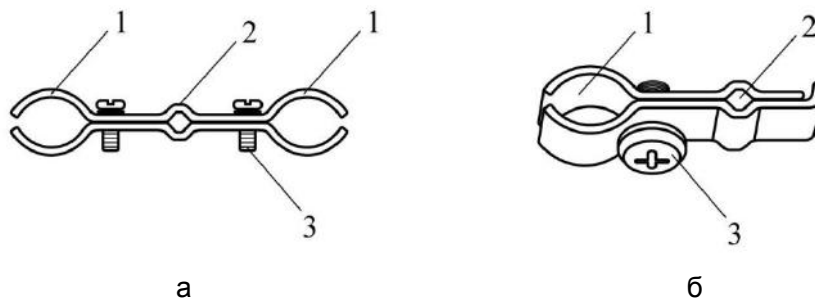
1 – нагрівальний кабель; 2 – полімерний трос, що не розтягується; 3 – спеціальний пластиковий затискач з п'ятьма кіпсами (защіпками)

**Рисунок 12** – Приклади кріплення двох (а) та чотирьох (б) ліній нагрівального кабелю у водостічній трубі за допомогою затискачів, установлених на тросі



1 – спеціальний пластиковий затискач для ланцюга з чотирма кіпсами (защіпками); 2 – ланцюг;  
3 – нагрівальний кабель

**Рисунок 13** – Приклади спеціального пластикового затискача для ланцюга (а) та кріплення за їх допомогою нагрівального кабелю у водостічній трубі (б)



1 – затискач нагрівального кабелю; 2 – затискач троса; 3 – гвинт

**Рисунок 14** – Приклади конструкцій металевих кріплень кабелю до троса з гвинтовим затискачем для двох ліній кабелю (а) та для однієї лінії кабелю (б)

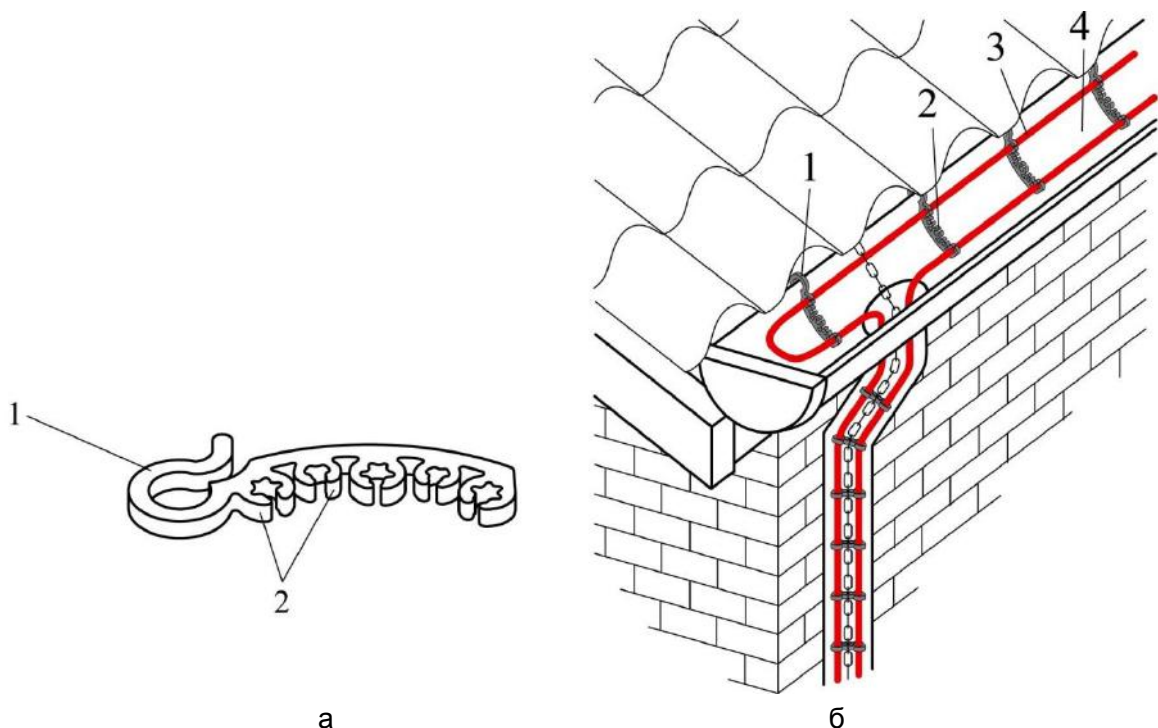
#### 8.3.1.6 Кріплення нагрівального кабелю в підвісних жолобах

Слід дотримуватись вимог виробників нагрівального кабелю для АЕКС стосовно його кріплення. Для нагрівального кабелю конкретного виробника, як правило, використовують елементи кріплення того ж виробника.

Нижче наведені загальні рекомендації та приклади кріплення кабелю в жолобах.

Прокладання в жолобі двох або більше ліній нагрівального кабелю рекомендується здійснювати таким чином, щоб одна з ліній кабелю була розташована вздовж дна жолоба, а інша – на стіні жолоба ближче до його верху (рисунок 15,б). Відстань між лініями нагрівального кабелю, зазвичай, дорівнює (4–8) см. Уздовж ліній кабелю рекомендується використовувати 3...4 елементи кріплення на метр, тобто через кожних (25–30) см.

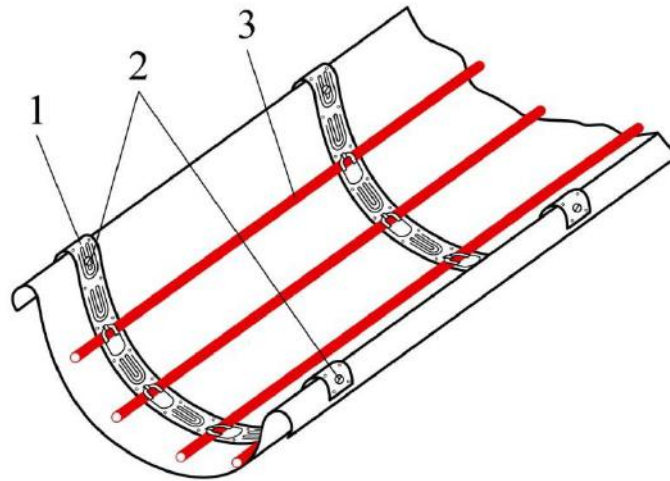
Як варіант для пластикового круглого жолоба кабель закріплюють на спеціальних пластикових кріпленнях (затискачах), які защіпають за край жолоба та які мають декілька кліпс (защіпок) для фіксації кабелю. Приклад конструкції одного з типів пластикового кріплення та його застосування в жолобі показано на рисунку 15.



1 – дужка защіпання до краю жолоба; 2 – дужки кріплення ліній нагрівального кабелю; 3 – нагрівальний кабель; 4 – підвісний жолоб

**Рисунок 15** – Приклади конструкції одного з типів пластикового кріплення для жолоба (а) та його застосування у підвісному жолобі (б)

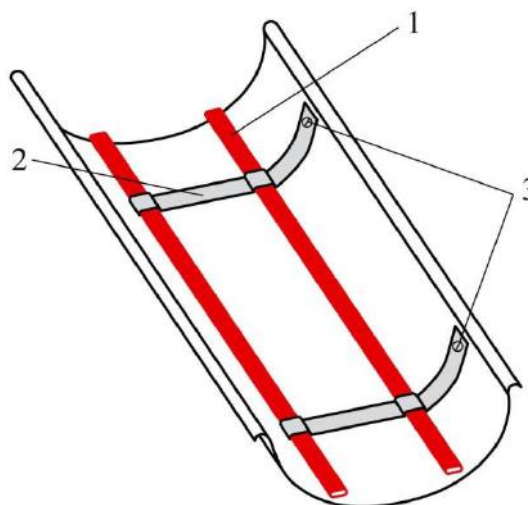
Як варіант кріплення в підвісному жолобі нагрівальний кабель може бути закріплений до монтажної стрічки. Відрізки монтажної стрічки розташовують поперек жолоба та кріплять саморізами, витяжними заклепками тощо, зазвичай, до його верхніх частин (бортиків), не утворюючи протікання жолоба. Спосіб кріплення з монтажною стрічкою підходить для жолобів різних форм поперечного перерізу (круглих, прямокутних тощо) і виконаних з різного матеріалу. Монтажна стрічка порівняно із пластиковим кріпленням для жолоба дає можливість розташовувати більшу кількість ліній нагрівального кабелю та розподілити їх більш рівномірно на поверхні жолоба. Приклад кріплення нагрівального кабелю у жолобі за допомогою металевої монтажної стрічки показано на рисунку 16.



1 – металева монтажна стрічка; 2 – точки кріплення монтажної стрічки саморізом тощо; 3 – нагрівальний кабель

**Рисунок 16** – Приклад кріплення нагрівального кабелю в підвісному жолобі за допомогою металевої монтажної стрічки

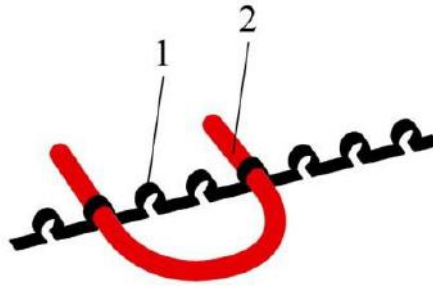
Як варіант, нагрівальний кабель закріплюють спеціальними металевими гнучкими затискачами, прикріпленими до верхніх частин (бортиків) жолоба подібно металевій монтажній стрічці, як показано на рисунку 17.



1 – нагрівальний кабель; 2 – затискач; 3 – точки кріплення затискача до жолоба

**Рисунок 17** – Приклад кріплення нагрівального кабелю в підвісному жолобі за допомогою спеціальних металевих гнучких затискачів

Варіант конструкції пластикової монтажної стрічки, яку застосовують для жолоба, показано на рисунку 18.



1 – дужки кріплення ліній нагрівального кабелю; 2 – нагрівальний кабель

**Рисунок 18** – Приклад кріплення нагрівального кабелю пластиковою монтажною стрічкою

#### **8.3.1.7** *Визначення довжини нагрівального кабелю в підвісних жолобах і водостоках*

Розрахункову довжину нагрівального кабелю(-ів) визначають за довжиною підвісних жолобів і водостоків та обраною кількістю його ліній.

При обиранні двох ліній нагрівального кабелю для зручності проектування та монтажу, що доцільно застосовувати для підвісних жолобів і підвісних водостоків діаметром до 20 см, загальну розрахункову довжину кабелю визначають за простим правилом – щонайменше як подвоєну суму довжин жолобів і водостоків.

Визначену загальну розрахункову довжину, за необхідності, коригують для конкретних технічних рішень з урахуванням додаткової довжини кабелю для:

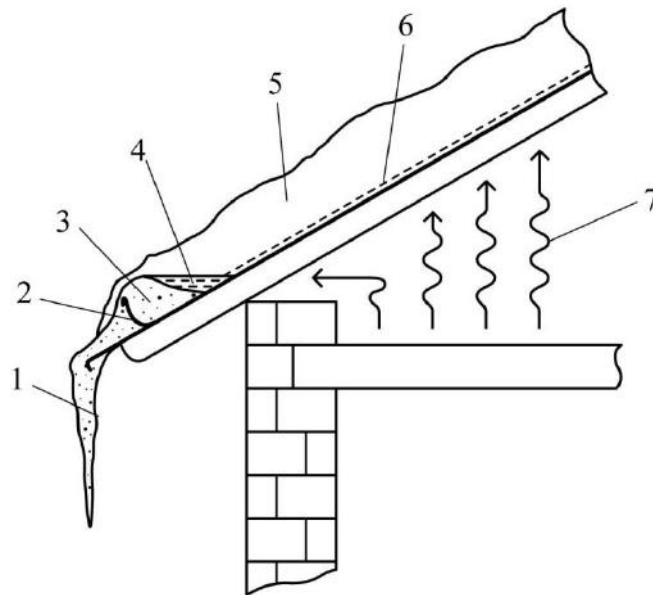
- збільшення потужності нижньої частини водостічної труби;
- вигину (коліна) водостічної труби, жолобу тощо;
- водоприймальної воронки складної або нестандартної конструкції;
- можливого відхилення від проекту;
- тощо.

Для спрощення розрахунку загальної довжини кабелю її збільшують на коефіцієнт запасу, який приймають на рівні 1,05–1,1.

Як правило, для АЕКС використовують виробничо виготовлений нагрівальний кабель. Його довжину вибирають найближчою більшою до загальної розрахункової із номенклатурного ряду виробника. Виникаюче збільшення довжини нагрівального кабелю дає змогу більш вільно та зручно виконувати його монтаж і йому завжди є місце для укладання.

### **8.3.2 Прикарнизні (настінні) жолоби та розташовані нижче них поверхня даху і карпельники**

**8.3.2.1** Особливістю прикарнизного (настінного) жолоба є одночасне виконання двох функцій: збирання води та снігозатримання в зимовий період. Він утримує весь пласт снігу на покрівлі від сповзання. Коли тала вода з поверхні покрівлі стікає до прикарнизного жолоба, вона насичує пласт снігу біля нього. За рахунок цього рівень води на покрівлі біля жолоба підіймається, що може призвести до протікання покрівлі через фальці, напустки покрівельних листів тощо. Окрім того, насичений водою пласт снігу інколи замерзає і тала вода по ньому перетікає жолоб, стікаючи до карнизу, замерзаючи й утворюючи там бурульки, або блокується замерзлим снігом, як гребля, та затікає під покрівлю. Приклад намерзання льоду та бурульок на даху з прикарнизним жолобом показано на рисунку 19.



1 – бурулька; 2 – прикарнизний жолоб; 3 – лід; 4 – накопичена тала вода; 5 – пласт снігу; 6 – тала вода під пластом снігу; 7 – «паразитне» нагрівання внаслідок тепловтрат через покриття

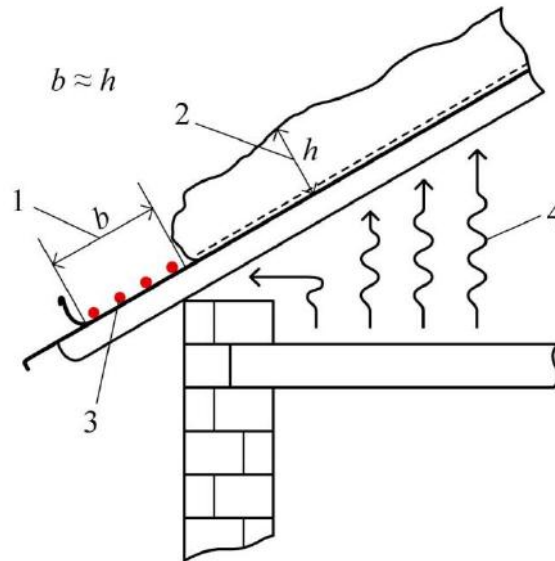
**Рисунок 19** – Намерзання льоду та бурульок на даху з прикарнизним жолобом

**8.3.2.2** Розрахункову питому потужність АЕКС прикарнизного жолоба рекомендується приймати залежно від рівня теплоізоляції даху (дивись також розділ 7, таблиця 2):

- холодний дах –  $(250\text{--}300) \text{ Вт/м}^2$ ;
- теплий дах –  $(350\text{--}400) \text{ Вт/м}^2$ ;
- але не більше  $600 \text{ Вт/м}^2$ .

При виборі розрахункової потужності АЕКС рекомендується застосовувати правило – чим більша питома потужність, тим надійніше працює система, тобто забезпечує плюсову температуру на поверхні покриття та у водостоках за більш низьких температур зовнішнього повітря.

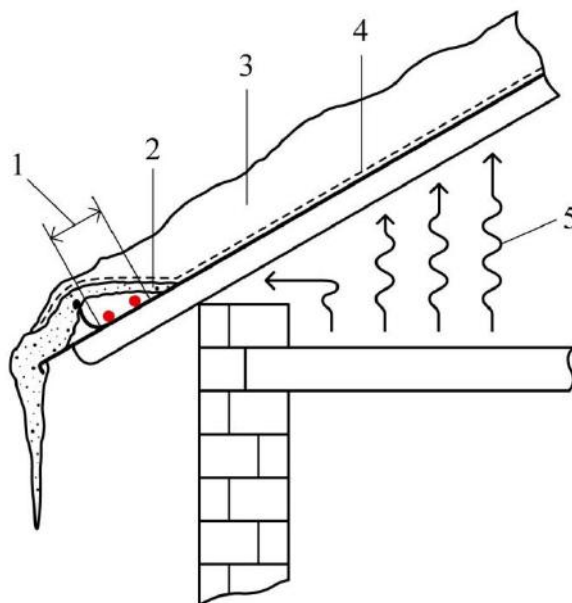
**8.3.2.3** Наявність товстого пласту снігу вище прикарнизного жолоба потребує спеціального рішення стосовно визначення площі нагрівання смуги покрівлі уздовж цього жолоба. Нагрівальний кабель розташовують так, щоб утворити смугу нагрівання приблизною шириною не менше висоти снігового покриву для даної місцевості. Для більшості районів України мінімальну смугу вище прикарнизного жолоба приймають шириною  $(30\text{--}40) \text{ см}$  (рисунок 20).



1 – смуга нагрівання, шириною  $b$ ; 2 – сніговий покрив висотою  $h$ ; 3 – нагрівальний кабель; 4 – «паразитне» нагрівання внаслідок тепловтрат через перекриття

**Рисунок 20** – Залежність ширини смуги нагрівання над прикарнизним жолобом від висоти снігового покриву

Зменшення ширини смуги нагрівання може призвести до танення снігу тільки біля нагрівального кабелю, утворюючи льодяну порожнину (печеру, тунель) у товщі снігу, як показано на рисунку 21. У цьому випадку тала вода перетече жолоб по склепінню печери та намерзне нижче жолоба. При правильно обраній ширині смуги нагрівання відбувається обвал печери та забезпечується правильне стікання талої води вздовж жолоба.

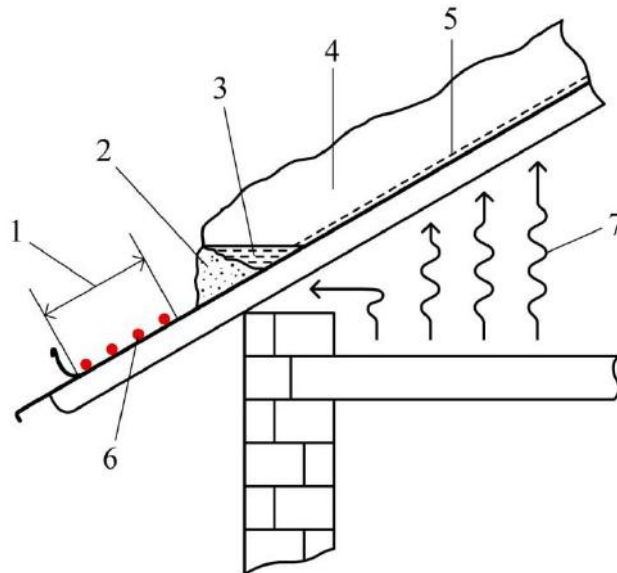


1 – смуга нагрівання невідповідної ширини; 2 – льодове склепіння печери; 3 – сніговий покрив; 4 – тала вода під пластом снігу; 5 – «паразитне» нагрівання внаслідок тепловтрат через перекриття

**Рисунок 21** – Приклад утворення снігової порожнини при невірному обраній ширині смуги нагрівання



Окремого підходу потребує конструкція даху з карнизом значної ширини і, як наслідок, із жолобом, установленим віддалено від стіни. За певних температур зовнішнього повітря замерзання талої води відбувається вище нагрівального кабелю, установленного біля прикарнизного жолоба, як показано на рисунку 22. При цьому в жолобі не намерзає лід, однак вище нагрівального кабелю виникає льодяна гребля, що підпирає воду, яка може протікати через покрівлю.

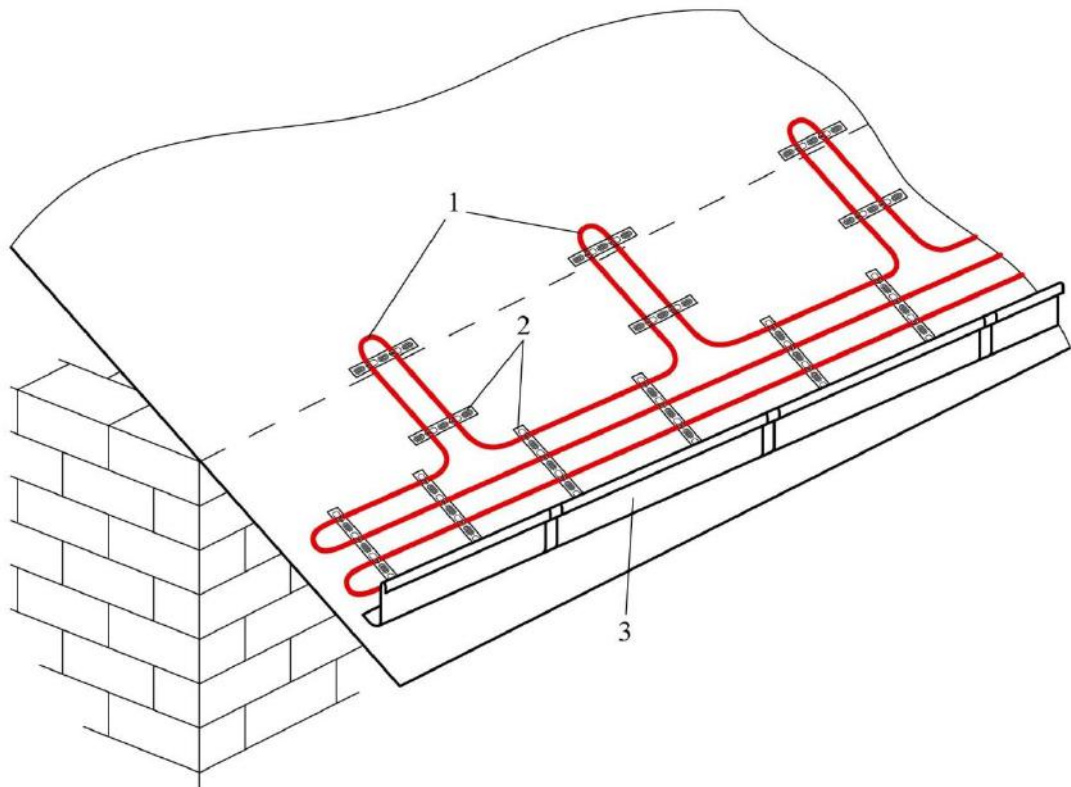


1 – смуга нагрівання; 2 – льодяна гребля; 3 – тала вода; 4 – сніговий покрив; 5 – тала вода під пластом снігу;  
6 – нагрівальний кабель; 7 – «паразитне» нагрівання внаслідок тепловтрат через перекриття

**Рисунок 22** – Приклад намерзання льоду на даху з карнизом значної ширини

Для запобігання намерзання льодяної греблі рекомендується розширити смугу нагрівання до рівня стіни, тобто шириною, більшою ніж (30–40) см. Однак такий підхід призводить до значного зростання потужності. Як варіант з меншою потужністю – утворення петель нагрівального кабелю до рівня стіни, перпендикулярно до жолоба. Крок між петлями – приблизно 1 м, що достатньо для забезпечення відводу води до жолоба (рисунок 23).





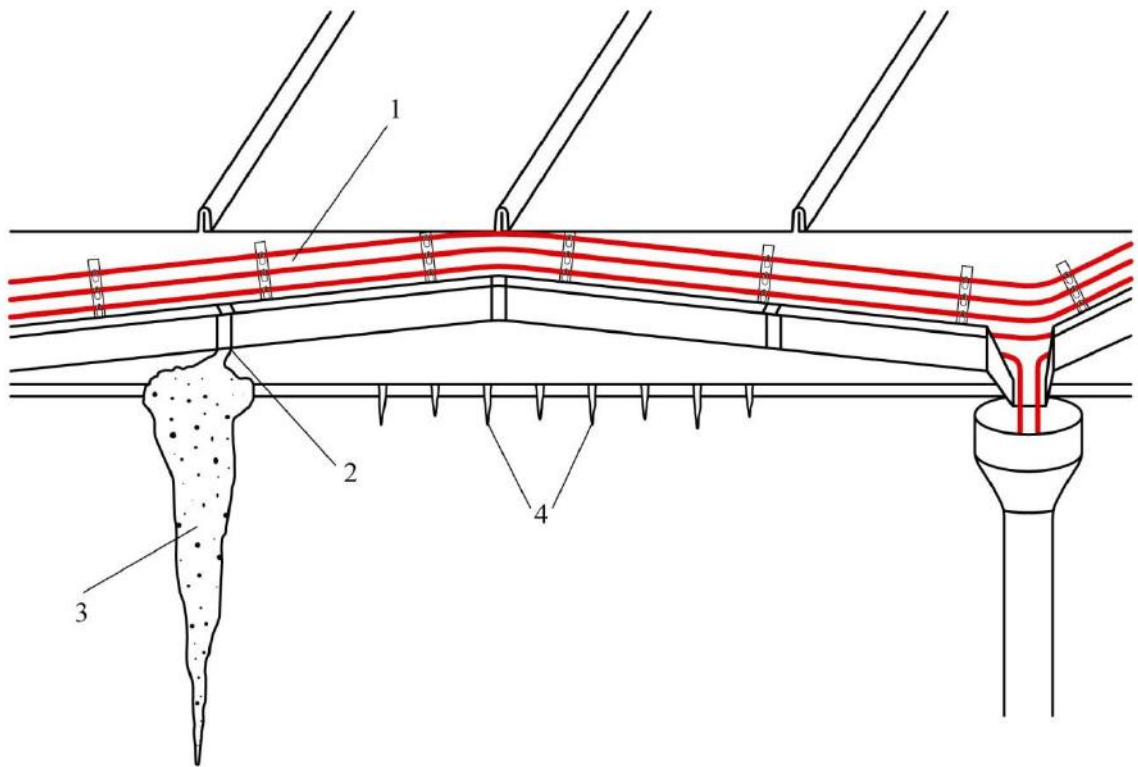
1 – петлі нагрівального кабелю до рівня стіни; 2 – монтажні стрічки; 3 – прикарнизний жолоб

**Рисунок 23** – Приклад запобігання намерзання льодяної греблі на даху з карнизом значної ширини

**8.3.2.4** На даху зі значним похилом слід передбачати можливість сповзання пластів снігу та їх руйнівної дії на нагрівальний кабель і його кріплення. Для уникнення цього рекомендується встановлювати снігозатримувачі вище нагрівального кабелю.

#### **8.3.2.5 Нагрівання крапельника та поверхні даху нижче прикарнизного жолоба**

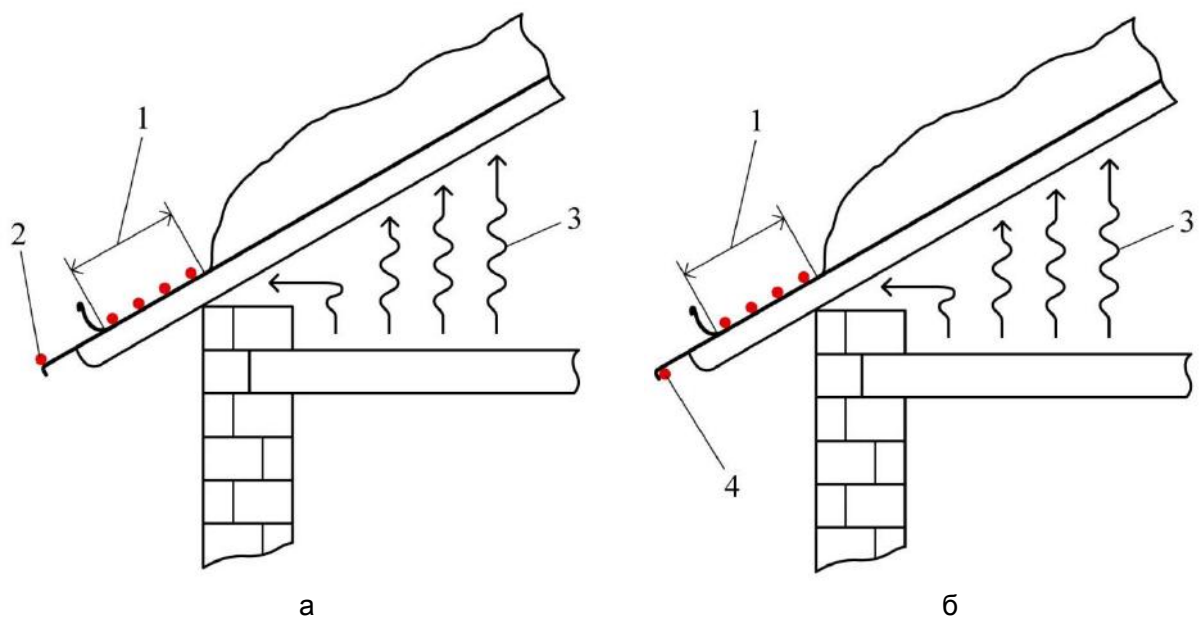
При розташуванні жолоба на значній відстані від кромки нижче нього існує поверхня покрівлі, на якій накопичується сніг. Даний шар снігу не є суттєво небезпечним, оскільки не має впливу від «паразитного» підігрівання. Однак при коливанні температури повітря близько нуля градусів можливе танення цього снігу й утворення невеликих бурульок на крапельнику. У той же час, за наявності протікання прикарнизного жолоба можуть виникати великі бурульки на кромці даху внаслідок танення снігу від нагрівального кабелю (рисунок 24). Це неможливо передбачити на етапі проектування. Рекомендується на об'єкті перевірити герметичність жолоба шляхом штучного проливання води на нього.



1 – смуга нагрівання; 2 – місце протікання жолоба; 3 – бурулька внаслідок протікання прикарнизного жолоба;  
4 – бурульки внаслідок танення снігу нижче жолоба

**Рисунок 24** – Приклад утворення бурульок нижче прикарнизного жолоба

Утворенню бурульок нижче прикарнизного жолоба запобігають встановленням нагрівального кабелю вздовж крапельника, тобто вздовж лінії зриву крапель води з кромки покрівлі. Рекомендується встановлювати мінімум одну лінію кабелю, як показано на рисунку 25.



1 – смуга нагрівання; 2 – нагрівальний кабель ззовні крапельника; 3 – «паразитне» нагрівання внаслідок теплопроводності через перекриття; 4 – нагрівальний кабель всередині крапельника

**Рисунок 25** – Приклад розташування лінії нагрівального кабелю вздовж крапельника ззовні (а) та всередині (б)

Ідеальним рішенням запобігання утворення бурульок нижче прикарнизного жолоба є збільшення кількості ліній нагрівального кабелю вздовж крапельника та встановлення нагрівального кабелю на всій поверхні нижче прикарнизного жолоба. Однак результатом буде значне підвищення потужності та вартості АЕКС, що, зазвичай, обмежує застосування такого рішення.

#### 8.3.2.6 Визначення довжини нагрівального кабелю в прикарнизному жолобі

Нагрівальний кабель у прикарнизному жолобі розташовують, зазвичай, уздовж жолоба, хоча для танення снігу напрямок розташування кабелю не має значення – уздовж або поперек жолоба.

При укладанні кабелю вздовж жолоба розрахункову довжину нагрівального кабелю(-ів) визначають за довжиною прикарнизного жолоба та обраною кількістю ліній кабелю.

Слід брати до уваги, що, зазвичай, використовують один і той же нагрівальний кабель як для нагрівання прикарнизного жолоба, так і для прилеглих до нього водостічних труб, крапельника та поверхні нижче прикарнизного жолоба тощо. Це слід враховувати при визначенні загальної розрахункової довжини кабелю.

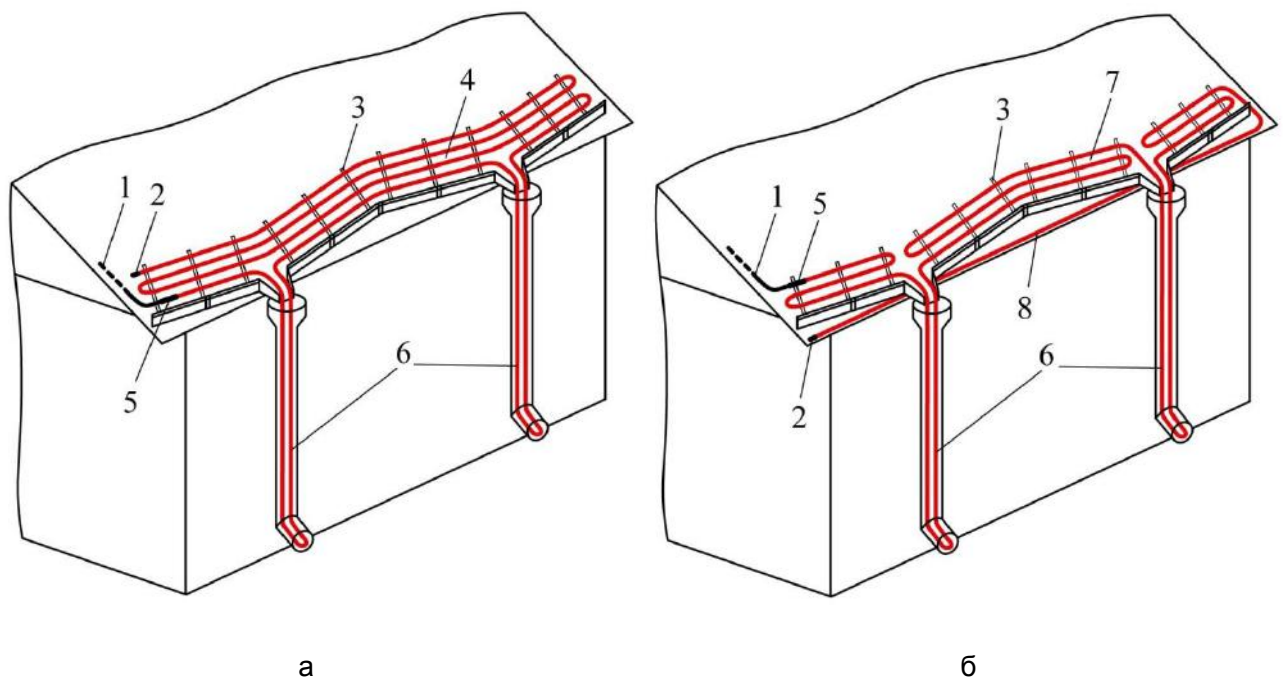
При утворенні смуги нагрівання встановлюють, як правило, 4–6 ліній нагрівального кабелю, утворюючи достатню ширину цієї смуги – мінімально (30–40) см (див. 8.3.2.3) та забезпечуючи рекомендовану розрахункову питому потужність відповідно до розділу 7. Крок укладання кабелю вибирають, як правило, (4–8) см, але не більше 10 см.

Кількість ліній нагрівального кабелю – парну або непарну – вибирають виходячи зі зручності монтажу, а також обраного способу прокладання:

- одного кабелю як для жолоба, так і для прилеглих до нього водостічних труб, крапельника й поверхні нижче прикарнизного жолоба тощо;
- окремих кабелів для різних ділянок водостічної системи.

Слід брати до уваги й обраний конструктивний тип кабелю – одножильний чи двожильний, тобто кількість його холодних кінців (див. 8.3.1.3).

Приклади укладання двожильного нагрівального кабелю в прикарнизному жолобі показано на рисунку 26.



1 – холодний кінець; 2 – кінцева муфта; 3 – монтажна стрічка; 4 – смуга нагрівання з парною кількістю (чотири) ліній; 5 – перехідна муфта; 6 – нагрівальний кабель у водостічних трубах; 7 – смуга нагрівання з непарною кількістю (три) ліній; 8 – нагрівальний кабель вздовж крапельника

**Рисунок 26** – Приклади укладання двожильного нагрівального кабелю в прикарнизному жолобі парною (а) та непарною (б) кількістю ліній

Розраховану довжину кабелю рекомендується збільшувати на коефіцієнт запасу, який приймають на рівні 1,05 – 1,1.

Як правило, для АЕКС використовують виробничо виготовлений нагрівальний кабель. Його довжину вибирають найближчою більшою до загальної розрахункової із номенклатурного ряду виробника. Виникаюче збільшення довжини нагрівального кабелю дає змогу більш вільно та зручно виконувати його монтаж і йому завжди є місце для укладання.

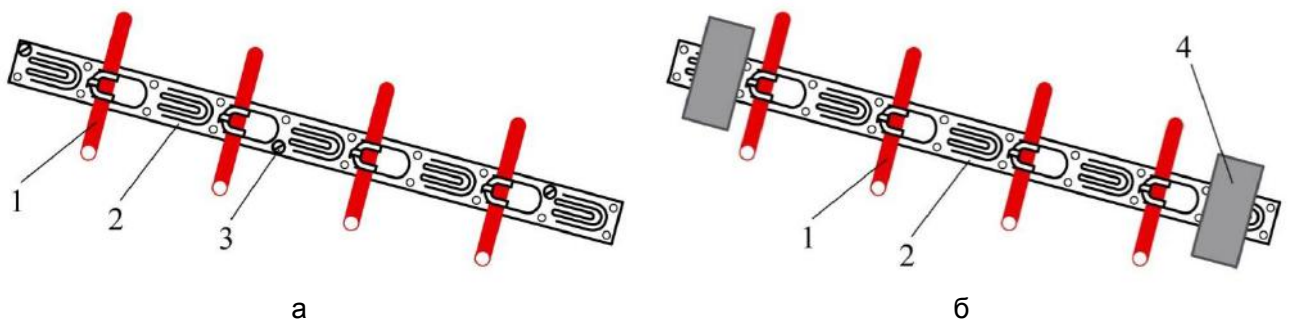
**8.3.2.7 Прикарнизний жолоб, крапельник та поверхня покрівлі нижче жолоба – загальні рекомендації та приклади кріплення нагрівального кабелю.**

Слід дотримуватись вимог виробників нагрівального кабелю для АЕКС стосовно його кріплення. Для нагрівального кабелю конкретного виробника, як правило, використовують елементи кріплення того ж виробника.

Для нагрівального кабелю слід застосовувати надійні елементи кріплення, які запобігають перехрещенням, дотикам його ліній тощо, які можуть призвести до перегрівання та виходу з ладу нагрівального кабелю.

Лінію(-ї) кабелю рекомендується кріпити через кожних (25–30) см, тобто використовувати 3–4 елементи кріплення на кожний метр його довжини.

Найбільш поширений варіант кріплення нагрівального кабелю – за допомогою металевої монтажної стрічки. Відрізки монтажної стрічки встановлюють поперек ліній кабелю та кріплять до покрівлі саморізами, витяжними заклепками тощо. Для запобігання протіканню місця кріплення саморізи і заклепки рекомендується садити на герметик, призначений для зовнішнього застосування. Як варіант, металеву монтажну стрічку кріплять до покриття без порушення його герметичності – приклеюванням монтажної стрічки до покриття розігрітими клаптиками покрівельного матеріалу (руберойд тощо), наприклад, будівельним феном або газовим пальником. Приклади кріплення монтажної стрічки до покриття показано на рисунку 27.



1 – нагрівальний кабель; 2 – монтажна стрічка; 3 – саморізи або витяжні заклепки; 4 – клаптики покрівельного матеріалу

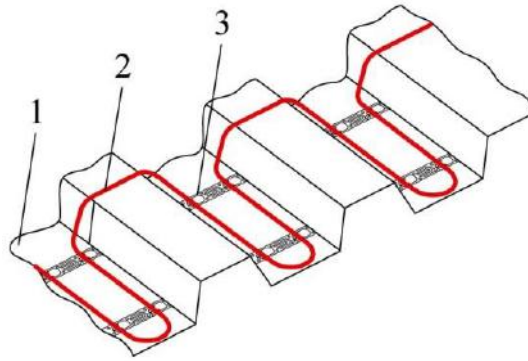
**Рисунок 27** – Приклад кріплення монтажної стрічки до покриття саморізами або витяжними заклепками (а) та клаптиками розігрітого покрівельного матеріалу (б)

Можливе використання пластикових елементів кріплення кабелю (пластикової монтажної стрічки), які кріплять до покрівлі способами, аналогічними вищенаведеним для металевої монтажної стрічки. Варіант конструкції пластикової монтажної стрічки показано на рисунку 18.

Також можливе використання різноманітних саморобних елементів кріплення кабелю. Наприклад, можливе розтягування вздовж жолоба металевого дроту (зазвичай, нержавіючого) і кріплення кабелю до нього хомутами тощо. Також можливою є фіксація різноманітних металевих елементів до фальців металевої покрівлі за допомогою гвинтових струбцин тощо. Строк служби саморобних елементів кріплення не повинен бути нижче строку служби нагрівального кабелю.







1 – профільоване покриття; 2 – нагрівальний кабель; 3 – металева монтажна стрічка

**Рисунок 29** – Приклад розташування нагрівального кабелю на карнизі з профільованим покриттям

**8.3.3.4** Карниз з неорганізованим водовідводом – загальні рекомендації та приклади кріплення нагрівального кабелю аналогічні вимогам у 8.3.2.7.

**8.3.3.5** Довжину нагрівального кабелю, що утворює смугу нагрівання уздовж карнизу, визначають як у 8.3.2.6.

#### **8.3.4 Їндови та примикання покриття до стін та інших конструкцій**

**8.3.4.1** Особливістю єндов (розжолобків) та примикання покриття до стін та інших конструкцій є те, що рівень накопичення снігу на них більший ніж на інших ділянках покриття. Тала вода насичує пласт снігу та, замерзаючи в ньому, утворює греблі, що може призвести до протікання покрівлі через фальці, напущки покрівельних листів, стики покриття зі стінами та іншими конструкціями.

**8.3.4.2** Розрахункову питому потужність АЕКС єндови тощо рекомендується приймати залежно від рівня теплоізоляції даху (розділ 7, таблиця 2):

- холодний дах – (250–300) Вт/м<sup>2</sup>;
- теплий дах – (350–400) Вт/м<sup>2</sup>;
- але не більше 600 Вт/м<sup>2</sup>.

**8.3.4.3** Нагрівальний кабель у єндовах, як правило, розташовують паралельними лініями уздовж єндови. Кількість ліній нагрівального кабелю, як правило, визначають, виходячи з геометрії та конструкції єндови. Зазвичай, встановлюють 2–4 лінії нагрівального кабелю вздовж єндови, забезпечуючи рекомендовану розрахункову питому потужність відповідно до 7. Крок укладання кабелю вибирають, як правило, (4–8) см, але не більше 10 см.

Нагрівальний кабель слід розташовувати уздовж єндови не менше ніж на 2/3 її довжини.

У нижній частині єндови накопичується більше снігу ніж у верхній. Тому, як варіант, нагрівальним кабелем утворюють своєрідний трикутник з меншою кількістю ліній кабелю зверху єндови та з більшою кількістю ліній знизу (рисунок 30).

Уздовж примикання покрівлі до вертикальних стін, як правило, розташовують 2–4 лінії нагрівального кабелю.

#### **8.3.4.4 Визначення довжини нагрівального кабелю**

При укладанні кабелю вздовж єндови тощо розрахункову довжину нагрівального кабелю визначають за довжиною єндови та обраною кількістю ліній кабелю.

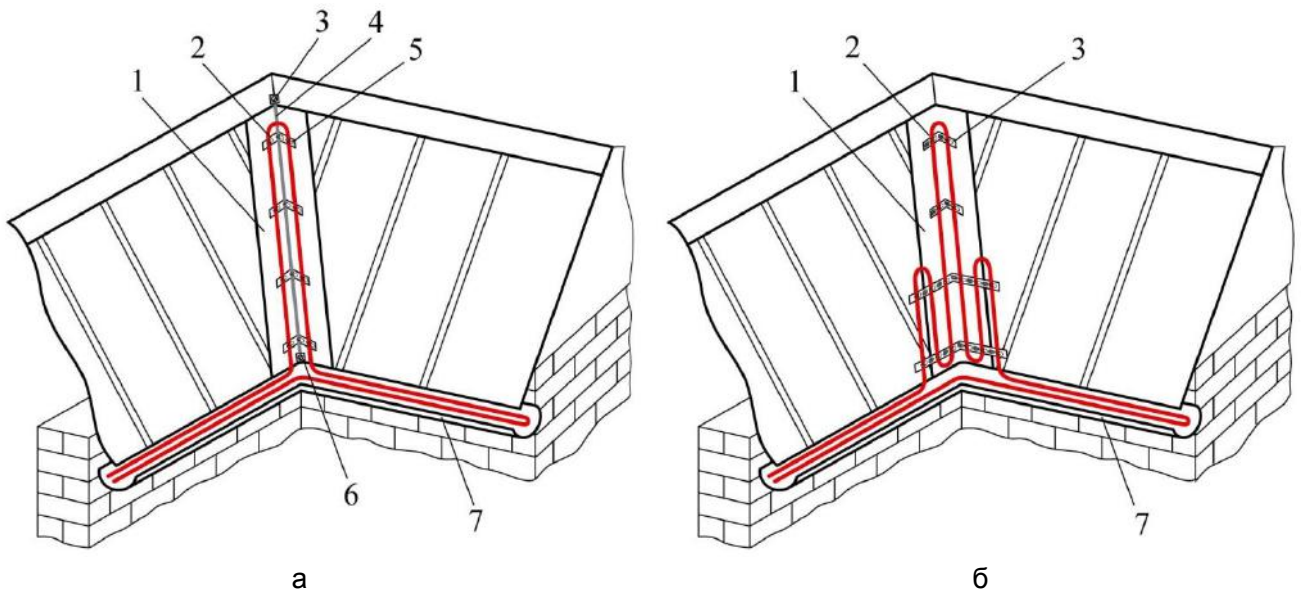
Слід брати до уваги, що, зазвичай, використовують той самий нагрівальний кабель як для нагрівання єндови, так і для прилеглих до неї жолоба, водостічної труби тощо. Це слід враховувати при визначенні загальної розрахункової довжини кабелю.

Розраховану довжину кабелю рекомендується збільшувати на коефіцієнт запасу, який приймають на рівні 1,05–1,1.

#### 8.3.4.5 Кріплення нагрівального кабелю в єндові

Загальні рекомендації та приклади кріплення нагрівального кабелю в єндові та на поверхні покриття, що примикає до стін та інших конструкцій, аналогічні вимогам у 8.3.2.7. Як варіант для забезпечення мінімального порушення герметичності покриття здійснюють кріплення нагрівального кабелю за допомогою троса, натягнутого уздовж єндови та закріпленого до неї у верхній та нижній точках (рисунок 30,а). До троса кріплять спеціальні затискачі, відрізки монтажною стрічки тощо.

8.3.4.6 Приклади укладання нагрівального кабелю в єндові показано на рисунку 30.



1 – єндова; 2 – нагрівальний кабель; 3 – кріплення троса на верху єндови; 4 – трос; 5 – монтажна стрічка (затискач); 6 – кріплення троса знизу єндови; 7 – жолоб

**Рисунок 30** – Приклади кріплення нагрівального кабелю в єндові – двох ліній за допомогою троса (а) та трикутником до монтажною стрічки (б)

#### 8.3.5 Водомети

8.3.5.1 Особливістю водометів є їх розташування, зазвичай, у парапетах плоского даху. Зовнішнє повітря оточує парапети з усіх боків, що охолоджує їх до меншої температури ніж поверхню даху. Унаслідок цього тала вода з поверхні плоского даху, замерзає у водометі, та не відводиться з даху, замерзає і руйнує покриття, наслідком чого є його протікання.

8.3.5.2 Нагрівальний кабель, як правило, розташовують на дні водомета та на прилеглій до нього площадці з приблизним розміром 1 м × 1 м.

Крок укладання кабелю вибирають, як правило, (4–8) см, але не більше 10 см, забезпечуючи рекомендовану розрахункову питому потужність як для поверхні даху відповідно до розділу 7.

Слід брати до уваги, що, зазвичай, використовують той самий нагрівальний кабель як для нагрівання водомета, так і, за наявності, для прилеглих до нього жолоба, водостічної труби, покриття тощо. Це слід урахувати при визначенні загальної розрахункової довжини кабелю.

Можливе використання одного нагрівального кабелю для нагрівання декількох водометів та прилеглих до них площадок, прокладаючи нагрівальний кабель між водометами, зазвичай, уздовж парапету.

Якщо покрівля має великий похил та утворює жолоб на стику з парапетом, слід забезпечувати нагрів цього жолоба за вимогами, як до прикарнизного жолоба у 8.3.2.

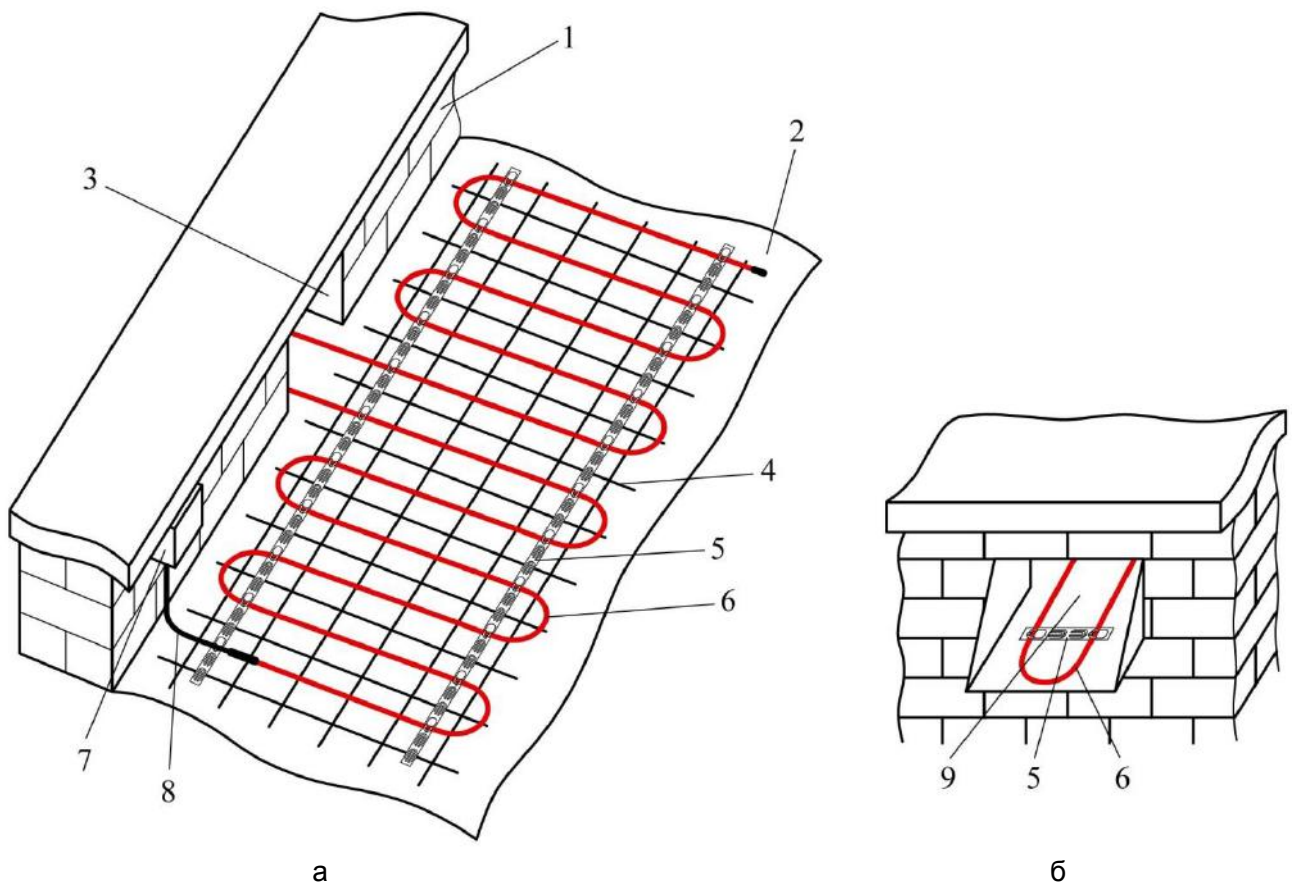
### 8.3.5.3 Кріплення нагрівального кабелю

Загальні рекомендації та приклади кріплення нагрівального кабелю до дна водомета та до прилеглої площадки аналогічні вимогам у 8.3.2.7.

Для мінімального порушення герметичності покриття при фіксації нагрівального кабелю застосовують:

- металеву монтажну стрічку або металеві затискачі, які приклеюють до покриття розігрітими клепками покрівельного матеріалу (руберойд тощо), наприклад, будівельним феном або газовим пальником (рисунок 27,б);
- металеву оцинковану сітку, на яку прикручують смуги монтажної стрічки або до якої затискачами фіксують нагрівальний кабель. Для надійної фіксації сітки на поверхні рекомендується приклеювати її до покриття розігрітими клепками покрівельного матеріалу.

**8.3.5.4** Приклади укладання нагрівального кабелю на дні водомета та на прилеглий площадці показано на рисунку 31.



1 – парапет; 2 – поверхня плоского даху; 3 – вікно водомета в парапеті; 4 – сітка металева оцинкована; 5 – монтаж-  
 жна стрічка; 6 – нагрівальний кабель; 7 – з'єднувальна коробка; 8 – холодний кінець нагрівального кабелю; 9 – дно  
 водомета

**Рисунок 31** – Приклад укладання нагрівального кабелю на прилеглий до водомета площадці (а)  
 та на дні водомета (б)



### **8.3.6 Водоприймальні воронки на плоскому даху з внутрішнім водостоком**

**8.3.6.1** Особливістю водоприймальної воронки на плоскому даху з внутрішнім водостоком є те, що водостічна труба проходить у будівлі, як правило, через теплі приміщення. Теплота від водостічної труби спричиняє танення снігу навколо воронки, утворюючи замерзлі греблі, що унеможлиблює відвід талої води з поверхні плоского даху. Це призводить до руйнування покрівлі й подальшого її протікання.

Внутрішня водостічна труба, яка проходить через теплі приміщення, може мати вихід або до «теплої» зливової каналізації або назовні будівлі. При другому варіанті слід брати до уваги, що на виході з труби можливе намерзання талої води.

**8.3.6.2** Нагрівальний кабель, як правило, розташовують на площадці навколо воронки розміром приблизно 1 м × 1 м. Нагрівальна поверхня може бути прямокутною або круглою форми. Додатково петлю нагрівального кабелю заводять у водостічну трубу на глибину можливого її промерзання, зазвичай, не менше ніж на 1 м, або до рівня теплового приміщення.

Внутрішній водостік, який виходить назовні будівлі, потребує нагрівання його нижньої (вихідної) ділянки. Можливі наступні рішення:

- застосування окремого нагрівального кабелю, але при цьому виникають певні труднощі його підключення до живлення;
- застосування одного кабелю для нагрівання воронки та вихідної ділянки труби, але при цьому нагрівальний кабель проходитиме теплою ділянкою водостічної труби, що може призвести до виходу його з ладу. Для уникнення такого негативного перегрівання слід застосовувати саморегульований нагрівальний кабель.

Можливе застосування одного нагрівального кабелю для обігрівання декількох воронок та прилеглих до них площадок, для чого нагрівальний кабель прокладають між воронками. Рекомендоване прокладання – уздовж найнижчих ділянок покрівлі, які утворені суміжними поверхнями плоского даху з різними похилами, для прогрівання шляху стікання води до воронок.

Крок укладання кабелю вибирають, як правило, (4–8) см, але не більше 10 см, забезпечуючи рекомендовану розрахункову питому потужність як для поверхні даху відповідно до розділу 7.

В АЕКС можуть застосовуватись воронки внутрішніх водостоків з убудованим підігріванням. При їх використанні слід дотримуватись рекомендацій виробників. Такі воронки, як правило, приєднують до загальної системи регулювання АЕКС і, як правило, потребують нагрівання прилеглих поверхонь даху навколо них.

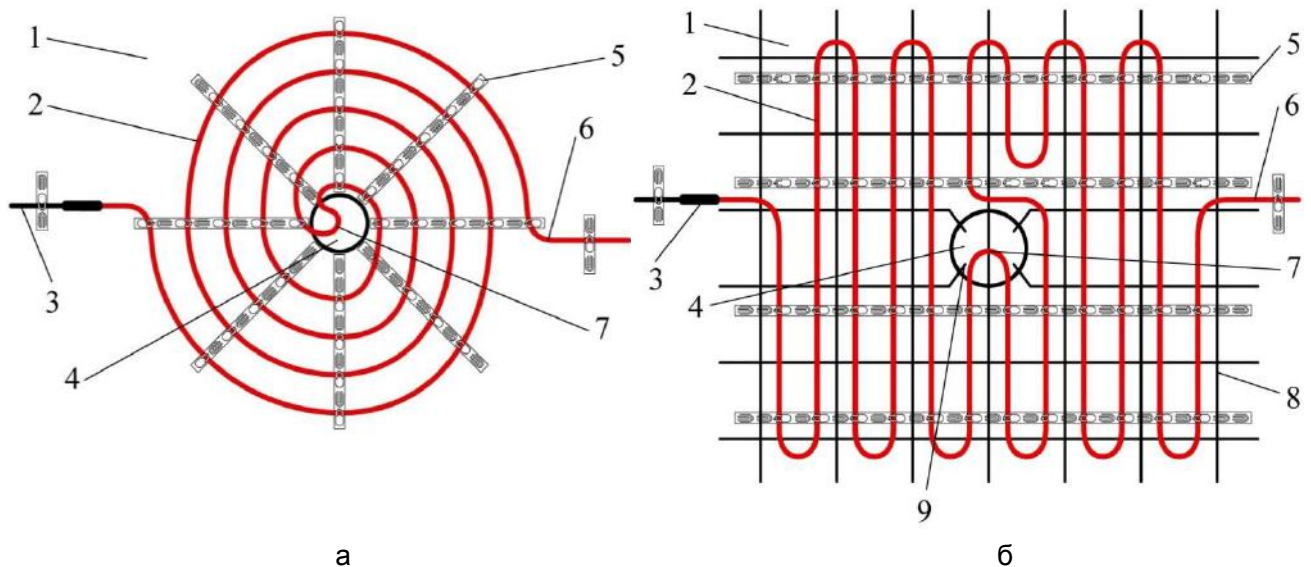
#### **8.3.6.3 Кріплення нагрівального кабелю**

Загальні рекомендації та приклади кріплення нагрівального кабелю на площадці навколо воронки та у воронці аналогічні вимогам у 8.3.2.7.

Для забезпечення мінімального порушення герметичності покрівлі для фіксації нагрівального кабелю зазвичай застосовують:

- металеву монтажну стрічку або металеві затискачі, які приклеюють до покриття розігрітими клепками покрівельного матеріалу (руберойд тощо), наприклад, будівельним феном або газовим пальником (рисунок 27,б). Монтажну стрічку розташовують паралельними лініями для утворення прямокутної нагрівальної поверхні або променями від воронки для утворення круглої нагрівальної поверхні (рисунок 32,а);
- металеву оцинковану сітку, на яку прикручують смуги монтажної стрічки або до якої затискачами фіксують нагрівальний кабель. Як варіант фіксації сітки на поверхні покриття в її середині викушують дротини та формують (вигинають) їх таким чином, щоб кінці заходили всередину водостоку. Для надійної фіксації сітки на поверхні рекомендується приклеювати її до покриття розігрітими клепками покрівельного матеріалу.

**8.3.6.4** Приклади укладання нагрівального кабелю на площадці навколо воронки та у воронці показано на рисунку 32.



1 – поверхня плоского даху; 2 – нагрівальний кабель; 3 – холодний кабель; 4 – воронка внутрішнього водостоку; 5 – монтажна стрічка; 6 – нагрівальний кабель до сусідньої воронки (за потреби); 7 – петля нагрівального кабелю у водостоці; 8 – сітка металева оцинкована; 9 – загин металевої сітки у водостік

**Рисунок 32** – Приклади укладання двожильного нагрівального кабелю на площадці навколо воронки та у воронці з утворенням круглої (а) або прямокутної (б) нагрівальної поверхні

### 8.3.7 Дренажні та водозбірні лотки на/або в ґрунті

**8.3.7.1** Особливістю водостічних систем, які відводять воду назовні будівлі, є те, що тала вода попадає або у спеціальні водозбірні лотки на або в ґрунті, чи прямо на відкриту поверхню – тротуар, вимощення тощо, де вода замерзає за мінусової температури ґрунту.

**8.3.7.2** За наявності дренажних чи водозбірних лотків нагрівальний кабель розташовують в них або під ними, як правило, уздовж у дві-чотири лінії. Рекомендується, як мінімум, одну з цих ліній укласти уздовж бокової поверхні лотка ближче до верху.

За відсутності лотків нагрівальний кабель розташовують під виходом водостічної труби, замонітуючи під покриттям, утворюючи площадку з нагріванням розміром приблизно 0,5 м × 0,5 м та утворюючи доріжку з нагріванням для відводу талої води у безпечне місце (зазвичай, дві-чотири лінії кабелю).

Зазвичай, використовують окремий нагрівальний кабель. Застосування спільного з водостоком нагрівального кабелю може бути технічно складним або небезпечним через необхідність його виведення назовні з водостічної труби й відкритого прокладання до лотка або площадки.

Крок укладання кабелю вибирають, як правило, (4–8) см, але не більше 10 см, забезпечуючи розрахункову питому потужність (300–400) Вт/м<sup>2</sup>.

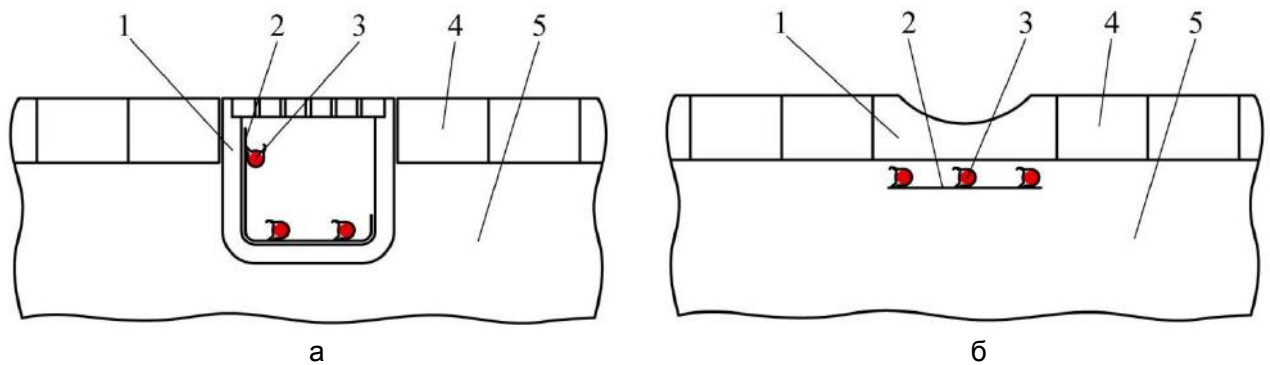
#### 8.3.7.3 Кріплення нагрівального кабелю

Для кріплення нагрівального кабелю під покриття площадки та доріжки або під лоток використовують металеву чи пластикову монтажну стрічку або кріплять кабель до металевої сітки.

Для кріплення нагрівального кабелю у дренажному або водозбірному лотку, як правило, застосовують:

- відрізки одинарної металевої (рисунок 27) чи пластикової монтажної стрічки (рисунок 18) або спеціальні металеві затискачі, які кріплять поперек лотка з кроком приблизно 0,3 м;
- подвійну металеву монтажну стрічку (рисунок 10), яку прокладають уздовж дна лотка та на якій можна закріпити дві-чотири лінії кабелю

**8.3.7.4** Приклади розташування нагрівального кабелю в лотку та під лотком показано на рисунку 33.



1 – дренажний або водозбірний лоток; 2 – монтажна стрічка; 3 – нагрівальний кабель; 4 – покриття; 5 – основа

**Рисунок 33** – Приклади укладання нагрівального кабелю в лотку (а) та під лотком (б)

### **8.3.8 Колодязі зливової каналізації**

**8.3.8.1** Особливістю водостоків з відведенням у колодязі зливової каналізації є те, що колодязі можуть промерзати в зимовий період. Температура ґрунту відрізняється від температури водостоків навіть за відсутності АЕКС, тому тала вода може замерзнути в колодязі.

**8.3.8.2** Нагрівальний кабель, як правило, розташовують на стінці колодязя уздовж шляху стікання води з водостоку, утворюючи смугу з 4-6 ліній. Смугу нагрівання слід починати вище входу водостоку в колодязь. Можливе використання як окремого нагрівального кабелю, так і спільного з водостічною трубою, яка заходить у колодязь.

Глибина смуги нагрівання повинна бути не менше глибини промерзання колодязя, зазвичай, не менше 1,5 м.

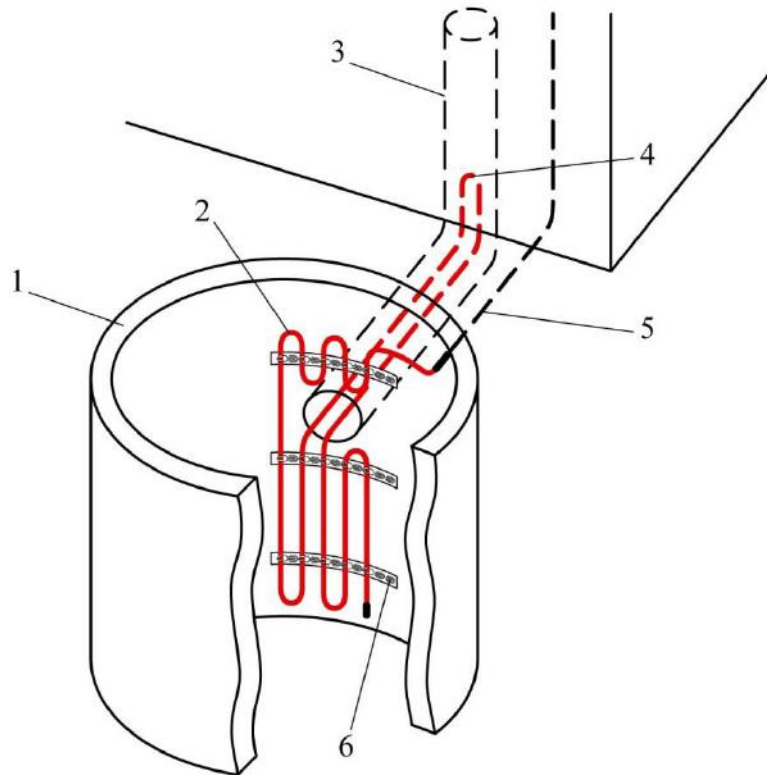
Додатково рекомендується теплоізулювати кришку колодязя та його верхню частину.

#### **8.3.8.3 Кріплення нагрівального кабелю**

Для кріплення нагрівального кабелю в колодязі зливової каналізації застосовують металеву (рисунок 27) або пластикову (рисунок 18) монтажну стрічку, яку кріплять до стінки.

Крок укладання кабелю вибирають, як правило, (4–8) см, але не більше 10 см, забезпечуючи розрахункову питому потужність (250–400) Вт/м<sup>2</sup>.

**8.3.8.4** Приклад укладання нагрівального кабелю в колодязі зливової каналізації показано на рисунку 34.



1 – колодязь; 2 – нагрівальний кабель; 3 – внутрішній водостік; 4 – петля нагрівального кабелю у вихідній ділянці водостічної труби; 5 – холодний кабель; 6 – металева монтажна стрічка

**Рисунок 34** – Приклад укладання нагрівального кабелю в колодязі зливової каналізації

### 8.3.9 Мансардні вікна

**8.3.9.1** Особливістю мансардних вікон є те, що вони мають вищу температуру ніж прилегле покриття даху. Тепле вікно розтоплює сніг і тала вода замерзає на поверхні даху під ним. Окрім того, тала вода затікає у стики вікна та прилеглого покриття даху та, замерзаючи, руйнує їх.

**8.3.9.2** Нагрівальний кабель, як правило, розташовують смугою на покритті даху уздовж верхньої та бокових сторін вікна. Для забезпечення стоку талої води нагрівальну смугу подовжують до водостоку або кромки покриття.

Смугу нагрівання утворюють щонайменше з двох ліній нагрівального кабелю.

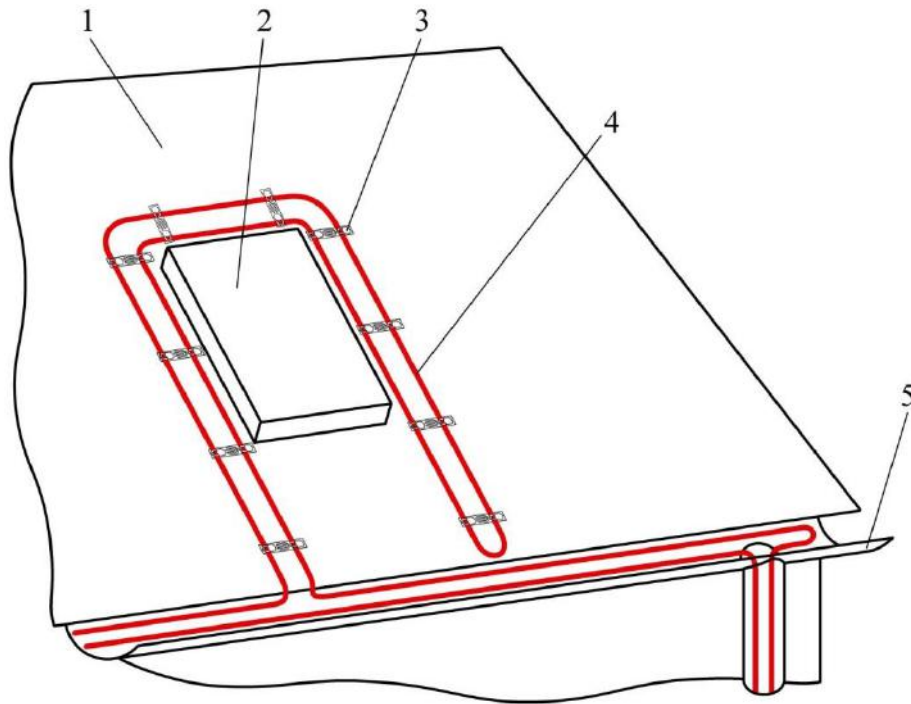
Можливе використання як окремого нагрівального кабелю, так і спільного з водостоком, розташованим під мансардним вікном.

Крок укладання кабелю вибирають, як правило, (4–8) см, але не більше 10 см.

#### 8.3.9.3 Кріплення нагрівального кабелю

Загальні рекомендації та приклади кріплення нагрівального кабелю аналогічні вимогам у 8.3.2.7.

**8.3.9.4** Приклад укладання нагрівального кабелю навколо мансардного вікна показано на рисунку 35.



1 – покриття даху; 2 – мансардне вікно; 3 – монтажна стрічка; 4 – нагрівальний кабель; 5 – жолоб

**Рисунок 35** – Приклад укладання нагрівального кабелю навколо мансардного вікна (кріплення кабелю в жолобі умовно не показано)

### **8.3.10 Узагальнені приклади розташування нагрівальних кабелів АЕКС на дахах різних конструкцій**

Приклади розташування нагрівального кабелю АЕКС на дахах найбільш поширених конструкцій з урахуванням вимог та рекомендацій розділів 6, 8 цього стандарту представлено у додатку А.

## **9 НАГРІВАЛЬНІ КАБЕЛІ ДЛЯ АЕКС**

### **9.1 Вимоги до нагрівального кабелю**

**9.1.1** Слід застосовувати спеціальний нагрівальний кабель для АЕКС. Нагрівальний кабель, призначений для систем електричного кабельного опалення та теплих підлог, як правило, не застосовують для АЕКС.

**9.1.2** Нагрівальний кабель для АЕКС повинен відповідати наступним вимогам:

- бути водогерметичним та стійким до тривалого впливу зовнішніх факторів: атмосферних опадів, ультрафіолетового опромінення, мінусових і плюсових температур повітря та покриття;
- мати відповідну механічну міцність для зовнішнього застосування – протистояти навантаженню від снігу та льоду тощо [1];
- мати достатню питому потужність для ефективного танення снігу та льоду, зазвичай, не менше 20 Вт/м;
- мати багат шарову (не менше ніж двошарову) теплостійку електричну ізоляцію та металевий екран [1].

**Примітка.** Вимоги до кабелів живлення, кабелів датчиків, холодних кінців нагрівальних кабелів тощо, які прокладаються ззовні будівлі на покритті та у водостоках, аналогічні відповідним вимогам до нагрівальних кабелів АЕКС згідно з умовами їх експлуатації.

**9.1.3** Як правило, застосовують виробничо виготовлений нагрівальний кабель готовий до монтажу, в якому у виробничих умовах нагрівальний елемент з'єднаний з монтажним (холодним) кабелем з'єднувальною (перехідною) муфтою та який, за певної конструкції, має кінцеву муфту. Забороняється укорочувати та подовжувати його нагрівальний елемент, окрім холодного кінця.

Допускається застосовувати нагрівальний кабель на бобіні, з якої відрізають потрібну його довжину. Фактичну довжину нагрівального кабелю, як правило, уточнюють при монтажі й вона не повинна відрізнятися від розрахункової на  $\pm 10\%$ . При цьому необхідно приєднати холодний кабель(-і) за допомогою муфти та, за певної конструкції, виготовити кінцеву муфту. Слід враховувати, що це здійснюють, як правило, на даху при монтажі, зазвичай, за поганих погодних умов. Виготовлення муфт потребує досвіду та спеціальних монтажних елементів, інструменту тощо. Муфти та холодні кінці повинні мати відповідні характеристики для їх зовнішнього застосування.

**9.1.4** Для АЕКС, зазвичай, використовують нагрівальні кабелі питомою потужністю від 20 Вт/м до 40 Вт/м. При цьому кабелі питомою потужністю до 30 Вт/м відносять до кабелів малої потужності, а 30 Вт/м і вище – до кабелів великої потужності.

Нагрівальний кабель питомою потужністю більше 40 Вт/м допускається в спеціальних застосуваннях за відповідного обґрунтування безпечності та виконання вимог і рекомендацій виробника.

## **9.2 Особливості застосування нагрівальних кабелів в АЕКС**

### **9.2.1 Основні принципи вибору та розрахунку резистивного нагрівального кабелю на бобінах**

Нижче наведено один з можливих алгоритмів вибору та розрахунку.

Резистивний нагрівальний кабель на бобінах вибирають за питомим опором [Ом/м]. Розрахунковий питомий опір визначають за:

- довжиною;
- напругою живлення;
- питомою потужністю.

При цьому питому потужність рекомендується приймати з коефіцієнтом 0,75 – 0,9 від максимальної питомої потужності для даного типу кабелю, заданої виробником.

За розрахованим питомим опором вибирають опір кабелю з номенклатурного ряду виробника – найближчий менший опір.

За обраним опором розраховують питому потужність і перевіряють її на перевищення максимальної питомої потужності для даного типу кабелю, заданої виробником. Якщо немає перевищення, даний кабель підходить до застосування, а його опір і розраховану питому потужність використовують для подальших розрахунків. Якщо є перевищення, з номенклатурного ряду виробника вибирають найближчий більший опір і за ним розраховують питому потужність, які використовують для подальших розрахунків.

Приклад вибору та розрахунку резистивного кабелю на бобіні за вищевказаним алгоритмом представлено у додатку Б.

### **9.2.2 Основні принципи вибору та розрахунку саморегульованих нагрівальних кабелів**

Саморегульовані нагрівальні кабелі, зазвичай, використовують для спеціальних умов. Кількість теплоти, що виділяється його окремими ділянками, залежить від температури середовища, в якому вони знаходяться. Така особливість має суттєві переваги при його застосуванні в захаращуваних водостоках, наприклад, листям, голками тощо. За таких обставин звичайний резистивний кабель може вийти з ладу від перегрівання, що виникає внаслідок його теплоізоляції сміттям, у той час як саморегульований кабель зменшить своє тепловиділення в місці захаращення та не перегріється. Також саморегульований кабель не перегрівається при дотику його ліній, що підвищує надійність та безпеку АЕКС і дозволяє простіше виконувати його монтаж.

При проектуванні АЕКС з саморегульованим кабелем слід брати до уваги, що фірма-виробник обмежує його максимальну довжину, зазвичай, на рівні приблизно 100 м.

**Примітка.** Вартість саморегульованого кабелю, як правило, більша ніж резистивного.

### 9.2.3 Броньований нагрівальний кабель

Броньований нагрівальний кабель (різновид резистивного нагрівального кабелю) рекомендується застосовувати там, де при монтажі та експлуатації можливі значні механічні навантаження на нього (ударні, крутильні, розтягувальні, стискальні).

## 9.3 Питома потужність нагрівальної поверхні та крок укладання нагрівального кабелю

**9.3.1** Питому потужність нагрівальної поверхні  $q_{ht}$ , Вт/м<sup>2</sup>, обчислюють за питомою потужністю нагрівального кабелю  $p$ , Вт/м, та кроком укладання нагрівального кабелю  $S_{ht}$ , м, за формулою:

$$q_{ht} = p / S_{ht} \quad (9.1)$$

Крок укладання нагрівального кабелю  $S_{ht}$ , м, обчислюють за питомою потужністю кабелю  $p$ , Вт/м, та питомою потужністю нагрівальної поверхні  $q_{ht}$ , Вт/м<sup>2</sup>, за формулою:

$$S_{ht} = p / q_{ht} \quad (9.2)$$

Формули (9.1), (9.2) визначають загальне правило для нагрівальних електричних кабельних систем: чим менший крок, тим більша питома потужність.

**9.3.2** Питому потужність нагрівальної поверхні  $q_{ht}$ , Вт/м<sup>2</sup>, залежно від кроку укладання нагрівального кабелю  $S_{ht}$ , см, зазвичай, визначають за таблицями. Приклад наведено в таблиці 3

**Таблиця 3** – Питома потужність нагрівальної поверхні залежно від кроку укладання нагрівального кабелю для деяких питомих потужностей нагрівального кабелю, Вт/м, нормованих при 230 В або 400 В

Крок укладання кабелю $S_{ht}$ , см	Питома потужність нагрівальної поверхні $q_{ht}$ , Вт/м <sup>2</sup> , при 230 В або 400 В				
	20 Вт/м	25 Вт/м	30 Вт/м	35 Вт/м	40 Вт/м
5	400	500	600 <sup>1)</sup>	700 <sup>1)</sup>	800 <sup>1)</sup>
7,5	265	330	400	465	530
10	200 <sup>2)</sup>	250	300	350	400
12,5	160 <sup>2)</sup>	200 <sup>2)</sup>	240	280	320
15	130 <sup>2)</sup>	165 <sup>2)</sup>	200 <sup>2)</sup>	230	265
17,5	115 <sup>2)</sup>	140 <sup>2)</sup>	170 <sup>2)</sup>	200 <sup>2)</sup>	230

<sup>1)</sup> Указана питома потужність нагрівальної поверхні є достатньо великою. Її використання можливе за допустимості виробником до застосування в АЕКС зі строгим дотриманням його вимог.

<sup>2)</sup> Указана питома потужність є замалою для АЕКС, оскільки не відповідає вимогам, визначеним у розділі 7.

Слід звертати увагу на те, що виробники визначають питому потужність нагрівального кабелю при напрузі живлення 230 В або 400 В. Для найбільш поширеної в Україні напруги живлення 220 В або 380 В питома потужність таких кабелів та питома потужність нагрівальної поверхні з них будуть меншими від наданих виробником з коефіцієнтом приблизно 0,9.

У загальному випадку потужність за напругою живлення при резистивному навантаженні обчислюють за формулою:

$$P = U^2 / R, \quad (9.3)$$

де  $P$  – потужність, Вт;

$U$  – напруга живлення, В;

$R$  – опір навантаження, Ом.

Інші основні електротехнічні формули наведені у додатку В.

## 10 АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ АЕКС

### 10.1 Загальні принципи

В АЕКС застосовують один з наступних видів автоматичного регулювання з відповідним регулятором:

- за температурою зовнішнього повітря, тобто з регулятором з датчиком температури зовнішнього повітря;
- за температурою зовнішнього повітря та вологою (тала вода, дощ, сніг, лід тощо), тобто з регулятором з двома датчиками – з датчиком температури зовнішнього повітря та датчиком вологоти.

Для АЕКС потужністю більше приблизно 10 кВт рекомендується застосовувати регулятор з двома датчиками, а для систем меншої потужності – з одним датчиком зовнішнього повітря, як дешевше технічне рішення. Для економії електроенергії та більш надійного регулювання доцільніше застосовувати регулятор з двома датчиками.

### 10.2 Автоматичне регулювання за температурою зовнішнього повітря

#### 10.2.1 Загальні положення

Для АЕКС застосовують два види автоматичного регулювання за температурою зовнішнього повітря:

- за одним значенням температури;
- за діапазоном температури (між двома значеннями температури).

**При автоматичному регулюванні за одним значенням температури** на регуляторі виставляють (програмують) її плюсову величину – трохи вище нуля градусів Цельсія (її, зазвичай, називають температурою танення). При зниженні температури зовнішнього повітря до встановленої нагрівальний кабель включається і весь час працює за будь-якої меншої температури. Температури настройки регулятора визначають виходячи з процесу утворення льоду на покритті та у його водостоках, надійності розтоплення снігу та льоду, вартості експлуатації системи тощо. Фірмами-виробниками рекомендовано приймати цю температуру на рівні (1,5–3) °С. Більшість регуляторів мають можливість її вибору, зазвичай, у діапазоні від 0 °С до 10 °С, однак налаштування на температуру вище 5 °С є недоцільним.

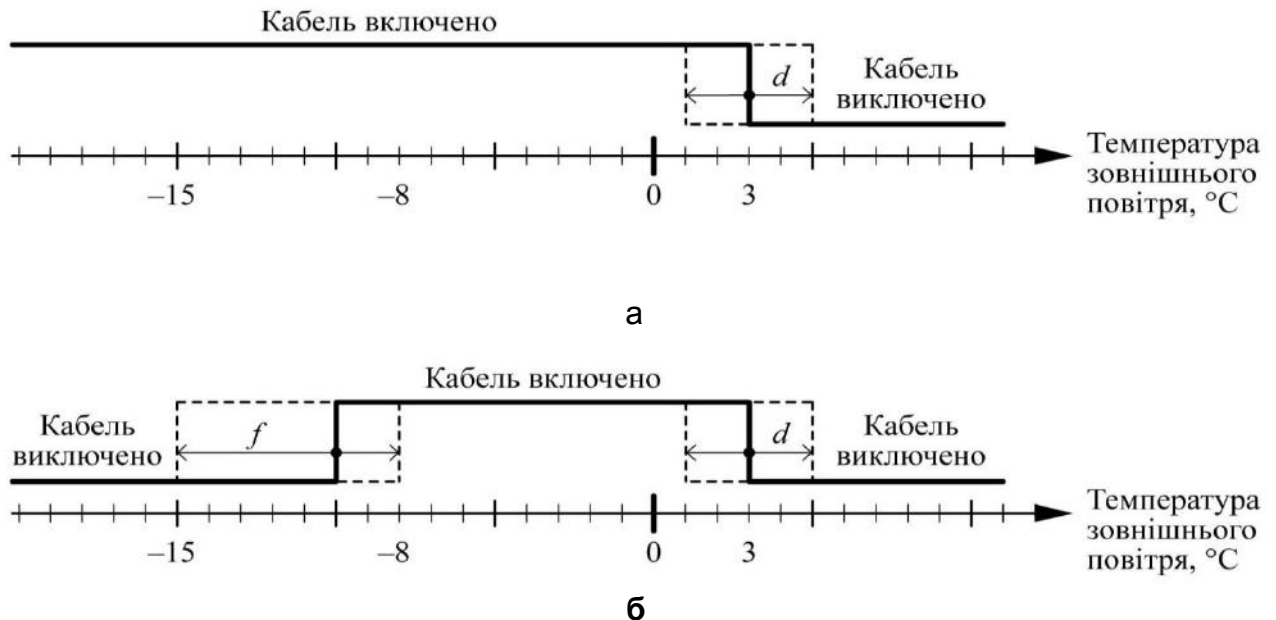
**При автоматичному регулюванні за діапазоном температури (між двома значеннями температури)** – додатково до вищерозглянутого регулювання за одним значенням температури додається налаштування на ще одну температуру (її, зазвичай, називають мінімальною температурою). При зниженні температури зовнішнього повітря до неї нагрівальний кабель виключається і не працює за будь-якої нижчої температури. Тобто нагрівальний кабель є включеним у діапазоні між температурою танення та мінімальною температурою.

Для такого регулювання застосовують спеціальний регулятор з налаштуванням на діапазон температури, на якому виставляють (програмують) дві температури – температуру танення (трохи вище нуля градусів) і мінімальну температуру, зазвичай, на рівні від мінус 8 °С до мінус 15 °С.

Відсутність нагрівання за достатньо низьких температур пов'язана з тим, що тала вода може не утворюватись і не виникає потреба в її відведенні через водостоки. Також за дуже низької температури нагрівальний кабель певної потужності може і не забезпечити плюсову температуру у водостоках тощо (обґрунтування див. у 6.3). Окрім того, часткове підтоплення снігу за дуже низьких температур може стати причиною утворення бурульок.

Приклад графіків роботи двох типів автоматичних регуляторів показано на рисунку 36.





$d$  – діапазон налаштування (програмування) температури танення;  $f$  – діапазон налаштування (програмування) мінімальної температури

**Рисунок 36** – Приклад графіків роботи автоматичних регуляторів за одним значенням (а) та за діапазоном значень (б) температури зовнішнього повітря

### 10.2.2 Конструкція датчика температури зовнішнього повітря

Датчик температури зовнішнього повітря, як правило, – це терморезистор, який змінює свій опір у залежності від температури. Виробники, зазвичай, пропонують терморезистор з від'ємним температурним коефіцієнтом (англ. – NTC, negative temperature coefficient) і вказують його опір за певної температури (приклад маркування – NTC 25k $\Omega$ @25°C). Також надається таблиця або графік з опором датчика за деяких інших температур.

У документації на АЕКС слід вказувати маркування датчика за певної температури та кілька його опорів за інших температур. Це дасть можливість перевірити справність датчика шляхом виміру його опору при налаштуванні та експлуатації.

Датчик температури зовнішнього повітря конструктивно виконаний, зазвичай, як:

- терморезистор на кабелі певної довжини (датчик на проводі);
- терморезистор з гвинтовою колодкою для підключення кабелю в герметичному корпусі. Він, як правило, не укомплектований кабелем підключення, що потребує окремого визначення його довжини та типу (для зовнішнього застосування).

### 10.2.3 Розташування датчика температури зовнішнього повітря

Необхідно керуватись вимогами та рекомендаціями виробника. Зазвичай, датчик температури зовнішнього повітря розташовують ззовні на будівлі – у місцях, де на нього не попадають сонячні промені та опади, віддалено від дверей, вікон, вентиляційних отворів тощо, вплив яких може спотворити значення температури зовнішнього повітря.

### 10.2.4 Подовження кабелю датчика температури зовнішнього повітря

Необхідно керуватись вимогами та рекомендаціями виробника.

Залежно від конструктивного виконання датчика температури зовнішнього повітря виникає потреба у кабелі підключення для датчика в герметичному корпусі та іноді потреба у додатковому кабелі для подовження датчика на проводі. За такої необхідності слід використовувати будь-який двожильний кабель для зовнішнього застосування.

Додатковий кабель для подовження приєднують до кабелю датчика:

- через проміжну монтажну коробку з гвинтовими або затискними контактами, що дозволяє достатньо просто замінити датчик на проводі в разі його несправності;
- шляхом опресування контактів проводів спеціальними гільзами з подальшою герметизацією їх термоусадочними трубками, клейовою муфтою тощо.

Елементи приєднання кабелів та кабель подовження, що розташовують зовні будівлі, повинні бути призначені для зовнішнього застосування.

Елементи приєднання кабелів та кабель подовження рекомендується розташовувати у доступному місці під дахом для забезпечення можливості налаштування системи, перевірки датчика тощо.

Слід дотримуватись рекомендацій виробника щодо перерізу кабелю підключення та кабелю подовження для конкретної їх довжини. Для більшості датчиків температури зовнішнього повітря використовують будь-який кабель з перерізом, зазвичай, не менше 0,3 мм<sup>2</sup>.

### **10.3 Автоматичне регулювання за двома датчиками – температури зовнішнього повітря та вологи**

#### **10.3.1 Загальні положення**

Для такого регулювання використовують регулятор з двома датчиками – датчиком температури зовнішнього повітря та датчиком вологи. Датчик вологи забезпечує точніше визначення моментів включення-відключення нагрівального кабелю залежно від погодних умов, знижуючи електроспоживання. Такий регулятор є складнішим та дорожчим порівняно з регулятором тільки з одним датчиком температури повітря.

Деякі регулятори мають можливість приєднання певної кількості таких датчиків для більш надійного сприйняття вологи на різних ділянках водостічної системи, особливо для покрівель, які мають схили, орієнтовані на протилежні сторони світу.

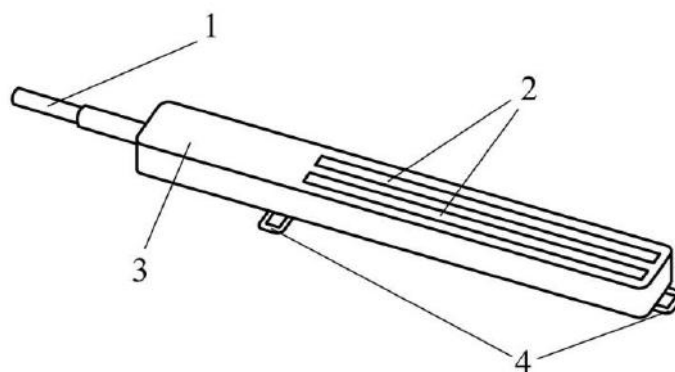
Для покрівель зі схилами, орієнтованими на різні сторони світу, тобто з різним рівнем накопичення снігу, різною інсоляцією тощо й відповідно виникаючою потребою різного часу включення системи, рекомендується застосовувати АЕКС для кожного схилу з власним регулюванням, що знижує електроспоживання.

#### **10.3.2 Конструкція датчика вологи**

Для АЕКС необхідно застосовувати спеціально призначені датчики вологи. Такий датчик, як правило, має поверхню з двома металевими контактними пластинами, замикання яких водою (вологою) дає сигнал регулятору про її наявність та, для деяких конструкцій, – її рівень. Зазвичай, поверхня датчика має підігрівання, яке підтримує плюсову температуру на ній. Це дає можливість талій воді не замерзати на поверхні датчика. До того сніг, лід та іний на цій поверхні перетворюються у воду, що дає потрібну інформацію про наявність вологи (води).

Датчик температури зовнішнього повітря та датчик вологи можуть бути як розрізненні, так і поєднані в одному корпусі.

Приклад датчика вологи для АЕКС показано на рисунку 37.



1 – кабель підключення; 2 – металеві контактні пластини; 3 – місце розташування датчика температури зовнішнього повітря; 4 – вушки для кріплення датчика

**Рисунок 37** – Приклад суміщеного в одному корпусі датчика температури зовнішнього повітря та датчика вологи для АЕКС

**Примітка.** Застосовувані назви датчика вологи для АЕКС – датчик покрівлі, датчик талої води, опадів, дощу, снігу, льоду.

### 10.3.3 Розташування датчика вологи

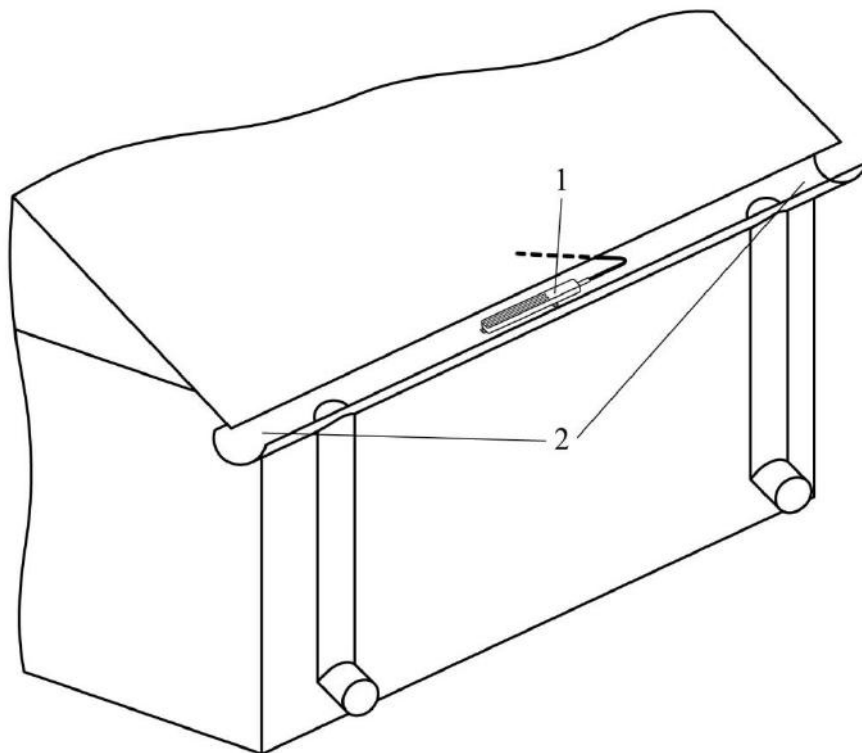
Необхідно керуватись вимогами та рекомендаціями виробника.

При розташуванні датчика вологи слід ґрунтуватись основним принципом його роботи – він визначає наявність талої води, яка виникає на поверхні покриття будівлі, тобто на нього повинна стікати (капати) тала вода (див. 6.1).

Основні правила для визначення місця розташування датчика вологи:

- датчик вологи необхідно розташовувати в зоні нагрівання між лініями нагрівального кабелю;
- рекомендується використовувати щонайменше два датчика вологи – на схилах даху, орієнтованих на протилежні сторони світу;
- перший або єдиний датчик вологи слід розташовувати там, де покрівля знаходиться в затінку або орієнтована на північ-захід, тобто де сніг на поверхні покрівлі зникає в останню чергу;
- другий або наступні датчики вологи слід розташовувати в місці з найбільшою вірогідністю накопичення снігу на покритті – у водостоках під ендовами, біля мансардних вікон тощо;
- датчик вологи розташовують в жолобі, якомога ближче до основної водостічної труби або в її вхідній воронці;
- слід уникати розташування датчика у місцях можливого його «паразитного» нагрівання сонячним опроміненням або слід встановлювати над ним захисний козирок від сонця.

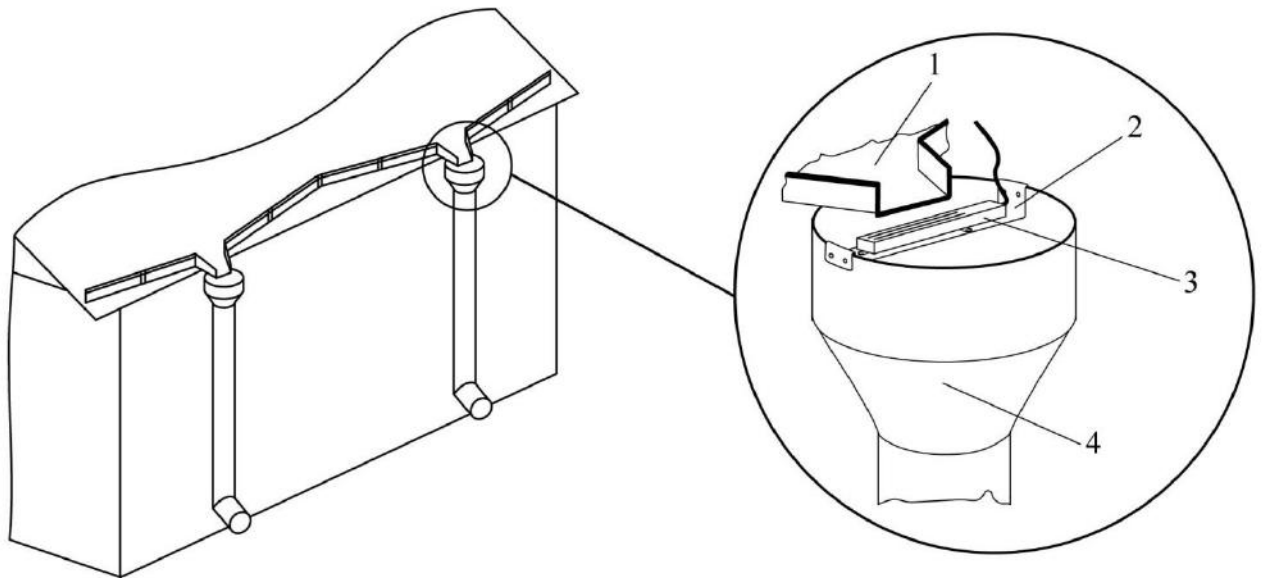
Датчик вологи рекомендується розташовувати у місцях, куди найбільшою мірою стікає тала вода з різних частин покрівлі, та на відстані не ближче 1 м до країв зони нагрівання. Наприклад, для покриття з підвісним жолобом датчик вологи рекомендується розташовувати на середині жолоба та не рекомендується розташовувати близько до його країв, як показано на рисунку 38.



1 – датчик вологи; 2 – нерекомендовані місця розташування датчика вологи (менше 1 м від країв)

**Рисунок 38** – Приклад розташування датчика вологи на середині підвісного жолоба (нагрівальний кабель умовно не показано)

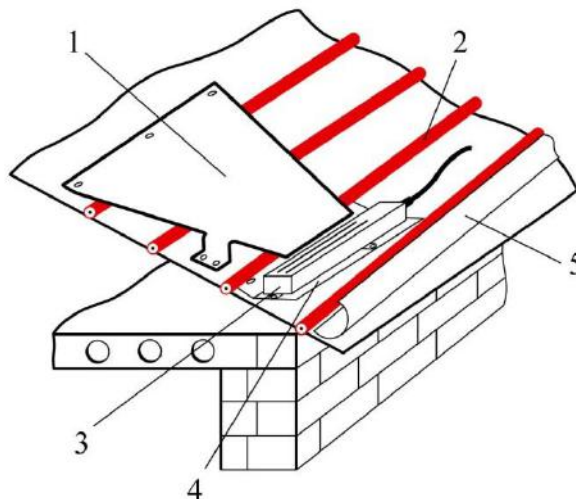
Одним з найкращих місць розташування датчика вологи є воронка водостічної труби, в яку по жолобах, як правило, з різних сторін стікає тала вода. Жолоби збирають зі значної поверхні даху талу воду та направляють у воронку, що робить воронку найбільш відображаючим елементом водостоку на наявність талої води. Слід враховувати, що розташування датчика у воронці, як правило, обмежує його розмір – він, зазвичай, більше діаметра воронки. Приклад розташування датчика вологи у воронці, в яку збирається тала вода з половини схилу даху, показано на рисунку 39.



1 – зливний лоток; 2 – монтажний кронштейн; 3 – датчик вологи; 4 – воронка водостічної труби

**Рисунок 39** – Приклад розташування датчика вологи у воронці  
(нагрівальний кабель у зливному лотку та воронці умовно не показаний)

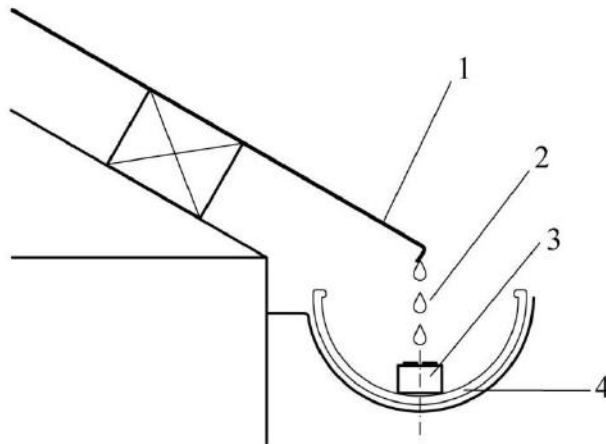
На покритті з прикарнизним (настінним) жолобом слід проектувати спеціальний лоток для спрямування талої води з покриття на поверхню датчика вологи. Приклад такого рішення показано на рисунку 40.



1 – лоток спрямування талої води на датчик вологи; 2 – нагрівальний кабель; 3 – датчик вологи; 4 – монтажний кронштейн; 5 – прикарнизний жолоб

**Рисунок 40** – Приклад розташування датчика вологи на поверхні покриття з прикарнизним жолобом

Для датчики вологи слід окремо проектувати його кріплення, забезпечуючи надійне попадання талої води на металеві контактні пластини. Датчик, зазвичай, кріплять строго горизонтально. Вертикальна лінія падіння крапель повинна проходити по середині датчика вологи – приклад показано на рисунку 41.



1 – кромка покрівлі; 2 – краплі талої води; 3 – датчик вологи; 4 – підвісний жолоб

**Рисунок 41** – Приклад розташування датчика вологи відносно точки падіння крапель талої води

#### 10.3.4 Подовження кабелю датчика вологи

Необхідно керуватись вимогами та рекомендаціями виробника.

Кабель підключення датчика, зазвичай, має достатню довжину для підключення до регулятора, наприклад, (10–15) м. За необхідності його подовження слід використовувати додатковий кабель, зазвичай, багатожильний з різнокольоровою ізоляцією проводів.

Слід дотримуватись рекомендацій виробника щодо перерізу кабелю підключення та кабелю подовження для конкретної їх довжини.

Вимоги до способів подовження, місця розташування й елементів приєднання є аналогічними зазначеним у 10.2.4.

#### 10.3.5 Загальна інформація щодо програмування параметрів регулятора

При проектуванні АЕКС рекомендується визначати параметри програмування регулятора з двома датчиками. Вибір параметрів здійснюють з урахуванням типу будівлі та покриття її даху, необхідності підвищення надійності роботи системи або мінімального електроспоживання тощо, а також слід керуватись рекомендаціями виробника регулятора.

При регулюванні за двома датчиками, як правило, виставляють (програмують) наступні основні параметри АЕКС:

- температуру танення (наприклад, англ. – melting temperature);
- рівень вологи (наприклад, англ. – moisture level).

Окрім того, може програмуватись час додаткового нагрівання (наприклад, англ. – post-heat) тощо.

**Температура танення** – плюсова температура зовнішнього повітря трохи вище нуля градусів Цельсія, зниження до якої є однією з двох основних умов включення нагрівального кабелю (інша основна умова – наявність вологи вище запрограмованого рівня). Її величина залежить від фізичних процесів танення снігу на покритті та намерзання льоду в його водостоках, надійності розтоплення снігу та льоду, економічності роботи системи, рекомендацій виробників тощо. Для АЕКС виробники рекомендують приймати цю температуру на рівні (1,5–3) °С. Більшість регуляторів мають можливість її вибору, зазвичай, у діапазоні від 0 °С до 10 °С, однак налаштування на температуру вище 5 °С є недоцільним.

**Рівень вологи** – це деяка кількість вологи або талої води на поверхні датчика, досягнення якого є другою основною умовою включення нагрівального кабелю (інша основна умова – температура нижче температури танення). Програмування рівня вологи, зазвичай, здійснюють в умовних одиницях або відсотках, наприклад, від 5 до 95 одиниць, де програмування регулятора на 5 одиниць означає найбільшу його чутливість до вологи. Слід брати до уваги, що налаштування регулятора на високу чутливість до вологи приводить до більш надійної роботи АЕКС, але і до збільшення електроспоживання.

**Час додаткового нагрівання** – це час продовження роботи нагрівального кабелю після того, як за інформацією датчика вологи кабель слід виключити внаслідок відсутності на ньому вологи. Продовженням нагрівання забезпечують надійне розтоплення льоду та снігу, які знаходяться на віддалі від датчика вологи. Програмування додаткового нагрівання здійснюють, зазвичай, у годинах, наприклад, від 0 до 9 год.

Регулятори різних виробників, як правило, мають заводські установки параметрів програмування регулятора, які, зазвичай, налаштовані на середні значення величин. Рекомендовані налаштування регулятора за двома датчиками представлено в таблиці 4.

**Таблиця 4** – Рекомендовані налаштування регулятора з датчиками температури зовнішнього повітря та вологи

Параметр	Надійна робота АЕКС	Економна робота АЕКС
Температура танення, °C	4	2
Рівень вологи, умов. од	30	50
Час додаткового нагрівання, год.	3	1

## 11 ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ВИМОГ ТА РЕКОМЕНДАЦІЙ ДО ПРОЕКТУВАННЯ АЕКС

Приклад розрахунку та підбору обладнання для захисту водостоків даху одноповерхової будівлі з урахуванням вимог та рекомендацій розділів 6, 8, 10 цього стандарту представлено у додатку Г.

## 12 ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ АЕКС

**12.1** При проектуванні підключення АЕКС до електроживлення слід виконувати вимоги ПУЕ, НПА ОП 40.1-1.32 та інших нормативних документів.

**12.2** Живлення АЕКС, як правило, здійснюють від загальної електромережі 380/220 В будівлі.

**12.3** Категорію надійності електропостачання АЕКС, як правило, приймають такою ж, як категорія надійності електропостачання будівлі.

**12.4** Облік споживання електричної енергії АЕКС, зазвичай, здійснюють загальним з обліком електричної енергії усієї будівлі.

Рекомендується застосовувати для АЕКС окремий засіб обліку. Рекомендується застосовувати засіб обліку за двоставковим тарифом.

**12.5** В електричній схемі підключення АЕКС слід застосовувати пристрій захисного автоматичного вимикання живлення (далі – автоматичний вимикач), який реагує на надструм (струм короткого замикання) та на струм перевантаження. Для нагрівальних кабелів слід, а для регуляторів та пристроїв керування АЕКС рекомендується, застосовувати пристрої захисного автоматичного вимикання, які реагують на диференційний струм – ПЗВ (пристрій захисного вимикання).

**12.6** Слід враховувати, що пусковий струм деяких типів нагрівальних кабелів може значно перевищувати їх номінальний струм. Наприклад, пусковий струм саморегульованого нагрівального кабелю може бути більшим у 5...7 разів за номінальний. За таких випадків, вибір типу та номінального струму автоматичного вимикача необхідно здійснювати згідно з рекомендаціями виробника нагрівального кабелю.

**12.7** В АЕКС слід застосовувати ПЗВ з номінальним диференційним струмом спрацьовування не більше 30 мА. Допускається використовувати ПЗВ з номінальним диференційним струмом спрацьовування до 100 мА, якщо натуральний або розрахований за НПАОП 40.1-1.32 (2.8.15) диференційний струм витоку нагрівального(-их) кабелю(-ів) перевищує  $1/3$  номінального струму для ПЗВ на 30 мА, тобто перевищує 10 мА.

Якщо нагрівальний кабель АЕКС, металеві водостік або покриття з нагрівальним кабелем доступні для дотику, забороняється застосовувати ПЗВ з номінальним диференційним струмом спрацьовування більше 30 мА.

Якщо вимагається підвищена надійність АЕКС для безпечного функціонування водостоків будівлі чи споруди або обладнання, пов'язаного з водостоками, допускається за відповідного обґрунтування не застосовувати відключення нагрівальних кабелів від живлення при спрацьовуванні ПЗВ. При цьому слід застосовувати світлову та/або звукову сигналізацію для інформування про спрацьовування пристроїв захисного автоматичного вимикання живлення або ПЗВ з обов'язковим негайним реагуванням обслуговуючого персоналу.

**12.8** При потужності АЕКС, що перевищує допустиму комутаційну потужність регулятора, для забезпечення комутації кола живлення слід застосовувати проміжний пристрій відповідної потужності, котрий автоматично керується регулятором, наприклад, контактор.

**12.9** Приклади схем підключення нагрівальних кабелів та регуляторів АЕКС до мережі живлення показані у додатку Д:

- однофазна на 230 В з підключенням до регулятора;
- однофазна на 230 В з контактором;
- трифазна на 230 В зі спільним ПЗВ;
- трифазна на 230 В з окремими ПЗВ;
- трифазна на 400 В з окремими ПЗВ.

## **13 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА**

**13.1** Пожежна безпека АЕКС повинна відповідати вимогам НАПБ А.01.001, ПУЕ, НПАОП 40.1-1.32 та вимогам інших нормативних документів.

**13.2** Нагрівальні кабелі, холодні кінці нагрівальних кабелів, кабелі живлення, які прокладаються ззовні будівлі на покритті та у водостоках, за винятком замоноличених, повинні бути стійкі до поширення полум'я відповідно до 4.1 ДСТУ 4809.

## **14 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**14.1** АЕКС є системою з автоматичним регулювання, що забезпечує мінімальне електроспоживання.

**14.2** Рекомендується застосовувати АЕКС з регулятором з двома датчиками – температури зовнішнього повітря та вологі. Терморегулятор з двома датчиками постійно контролює наявність вологі в елементах водостічної системи будівлі та температуру зовнішнього повітря й за необхідності включає або виключає нагрівальний кабель. Тобто нагрівання включається за наявності снігу на даху та при загрозі утворення бурульок/льоду й виключається з їх зникненням. Таким чином забезпечується мінімальне електроспоживання.

**14.3** Рекомендується застосовувати окремі АЕКС для схилів даху, орієнтованих на різні сторони світу. Тобто нагрівання включається окремо для кожного схилу, залежно від наявності на ньому снігу та при загрозі утворення бурульок/льоду саме на ньому.

**14.4** Рекомендується не налаштовувати регулятор на температуру танення, значно вищу 0 °С.

## **15 ВИМОГИ ДО ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АЕКС**

### **15.1 Вимоги безпеки**

**15.1.1** Безпека АЕКС повинна відповідати вимогам НАПБ А.01.001, відповідним положенням у 9.5 НПАОП 40.01-1.32 та інших нормативних документів.

**15.1.2** В АЕКС рекомендується передбачати додатковий захист, спрямований на убезпечення від помилкових дій обслуговуючого персоналу.

**15.1.3** АЕКС повинні мати захист від ураження електричним струмом згідно з ПУЕ та іншими нормативними документами.

**15.1.4** При роботі з АЕКС слід виконувати вимоги до джерел електромагнітних полів згідно з ДСанПІН 3.3.6.096.

**15.1.5** Електромагнітна сумісність обладнання АЕКС повинна відповідати вимогам ДСТУ CISPR 14-1, ДСТУ CISPR 14-2, ДСТУ IEC 61000-3-2, ДСТУ EN 61000-3-3.

**15.1.6** Безпека обладнання АЕКС повинна відповідати вимогам до низьковольтного електричного обладнання згідно з ДСТУ IEC 60335-1.

**15.1.7** Обладнання АЕКС не повинно завдавати ризику для здоров'я людини.

### **15.2 Захист АЕКС від зовнішніх впливів**

**15.2.1** Засоби управління обладнанням АЕКС, як правило, розташовують всередині будівлі у шафах (щитах) з класом захисту не нижче IP30.

**15.2.2** Захист компонентів АЕКС від кліматичних та механічних впливів необхідно забезпечувати відповідно до вимог виробника.

## **16 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ НАГРІВАЛЬНОГО КАБЕЛЮ АЕКС**

**16.1** При монтажі слід керуватися вимогами та рекомендаціями виробника нагрівального кабелю.

**16.2** Перехідні та кінцеві муфти слід установлювати в найбільш сухих місцях, наприклад, під кромкою покриття. Вони повинні бути доступні для ремонту.

**16.3** Заведення кабелів у з'єднувальну коробку, розташовану ззовні будівлі, слід виконувати знизу через герметичні муфти.

**16.4** Слід уникати застосування додаткових муфт.

**16.5** Кабель монтують, як правило, починаючи з холодного кінця.

**16.6** Забороняється дотикання або перехрещення ліній нагрівального кабелю, за винятком саморегульованого кабелю.

**16.7** Слід дотримуватись мінімально допустимого радіуса вигину нагрівального кабелю. За потреби рекомендується застосовувати спеціальні напрямні елементи, особливо для кабелів, що знаходяться під фізичним навантаженням.

**16.8** Слід вимірювати опір нагрівального кабелю та опір його ізоляції до та після монтажу.

**16.9** Слід передбачати можливість сповзання пластів снігу та їх руйнівної дії на нагрівальний кабель і його кріплення. Для уникнення цього впливу рекомендується встановлювати снігозатримувачі вище нагрівального кабелю.

**16.10** Кріплення через отвори в покритті слід надійно герметизувати спеціальними герметиками для зовнішнього застосування.

**16.11** Необхідно застосовувати елементи кріплення, захищені від корозії. Їх термін експлуатації повинен бути не менше терміну експлуатації нагрівального кабелю.



## 17 ВИПРОБУВАННЯ АЕКС

**17.1** Монтаж та пусконаладжувальні роботи АЕКС слід виконувати з дотриманням вимог безпеки згідно з вимогами ДБН В.2.5-27, НПАОП 40.1-1.21, ГОСТ 12.3.032, ПУЕ.

**17.2** Приймання та введення в експлуатацію АЕКС слід здійснювати після електричних випробувань.

**17.2.1** Слід здійснювати перевірку безперервності захисних провідників (перевірка цілісності ланцюгів заземлення). Не повинно бути обривів і незадовільних контактів у проводці, що з'єднує металеві оболонки кабелів і всі доступні дотику відкриті провідні частини у шафі/щитку, від якого здійснюється живлення АЕКС.

**17.2.2** Слід здійснювати перевірку опору ізоляції мегаомметром. Для нагрівальних кабелів АЕКС опір ізоляції має бути не менше 20 МОм [2].

**17.2.3** Перевірку надійності захисного автоматичного виключання живлення слід робити шляхом проведення наступних перевірок:

- опору петлі «фаза-нуль»;
- струму уставки автоматичних вимикачів;
- струму спрацьовування ПЗВ;
- опору ізоляції кабелів;
- омичного опору нагрівального кабелю (значення опору за вимірюванням може відрізнятися від паспортного для даного кабелю в зазначених виробником межах);
- опору заземлювача (проводиться тільки для АЕКС із заземлювачем, окремо влаштованим від пристрою заземлення в мережі живлення).

**17.3** Рекомендується випробувати АЕКС на функціонування в холодний період року. При цьому слід враховувати інерційність АЕКС: якщо система була виключеною, а на покритті накопився шар снігу, вихід у робочий режим може становити від 6 до 24 год.

**17.4** Випробування АЕКС на функціонування в теплий період року рекомендується, за можливості, здійснювати імітуванням подачі сигналів з датчиків на регулятор для переходу системи в режим нагрівання.

## 18 ЕКСПЛУАТАЦІЯ АЕКС

**18.1** У теплий період року АЕКС рекомендується виключити.

**18.2** До настання холодного періоду року рекомендується перевірити забрудненість (листя, гілки тощо) нагрівального кабелю та датчиків АЕКС і, за необхідності, очистити. Перевірити технічний стан нагрівального кабелю та датчиків, елементів їх кріплення, а також стан елементів автоматичного регулювання та захисної автоматики. Провести пробне включення. За належного стану – перевірити налаштування терморегулятора та здійснити включення АЕКС у режим очікування відповідно до експлуатаційної документації.

**18.3** Експлуатація АЕКС повинна відповідати вимогам Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів та відповідним нормативно-правовим актам України.

**18.4** Не допускається застосовувати гострі знаряддя (лопати, ломи, скребки тощо) для очищення нагрівального кабелю та датчиків АЕКС від льоду, снігу, листя, бруду тощо.

ДОДАТОК А  
(довідковий)

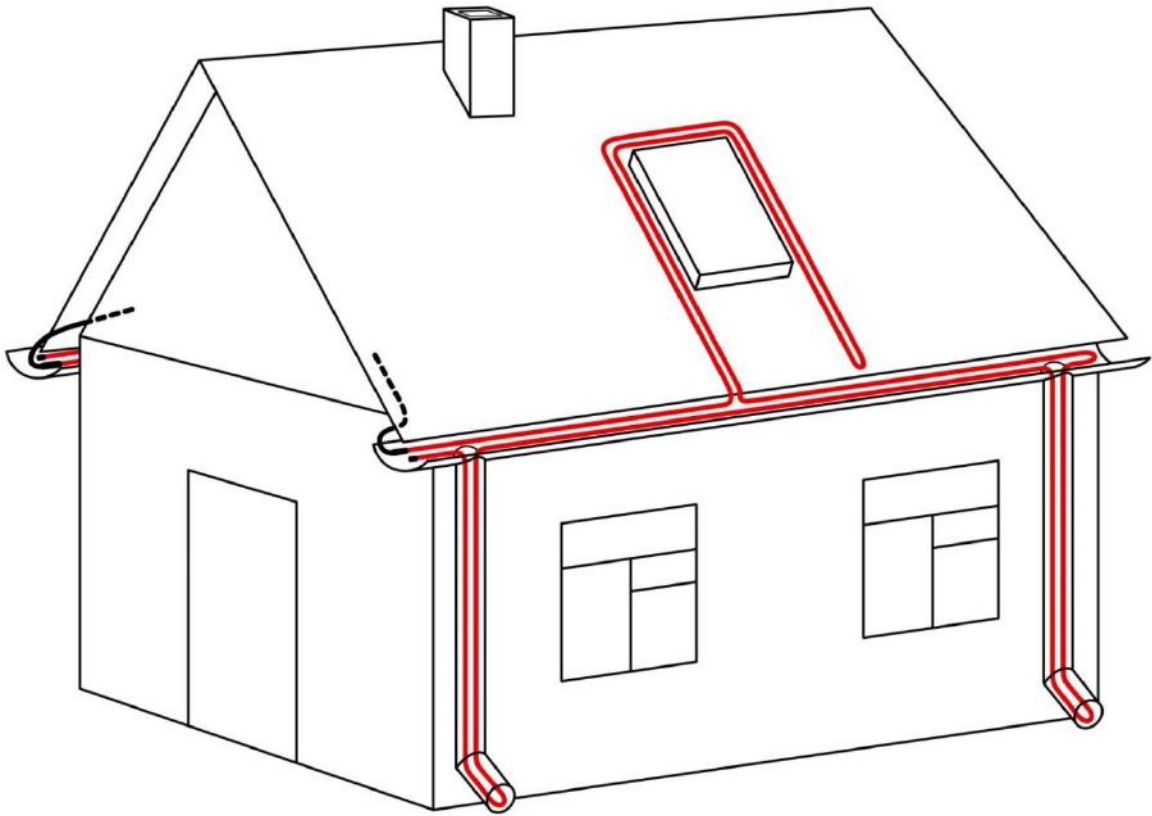
**УЗАГАЛЬНЕНІ ПРИКЛАДИ РОЗТАШУВАННЯ НАГРІВАЛЬНИХ КАБЕЛІВ АЕКС  
НА ДАХАХ РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Розташування нагрівального кабелю АЕКС на дахах різних конструкцій здійснено з урахуванням вимог та рекомендацій розділів 6, 8 цього стандарту. Посилання на цей додаток наведено у 8.3.10.

**А.1. Двосхилий дах з мансардним вікном, підвісними жолобами та водостічними трубами**

Вимоги та рекомендації для такої конструкції даху наведені в 6.2.2, 8.3.1 та 8.3.9.

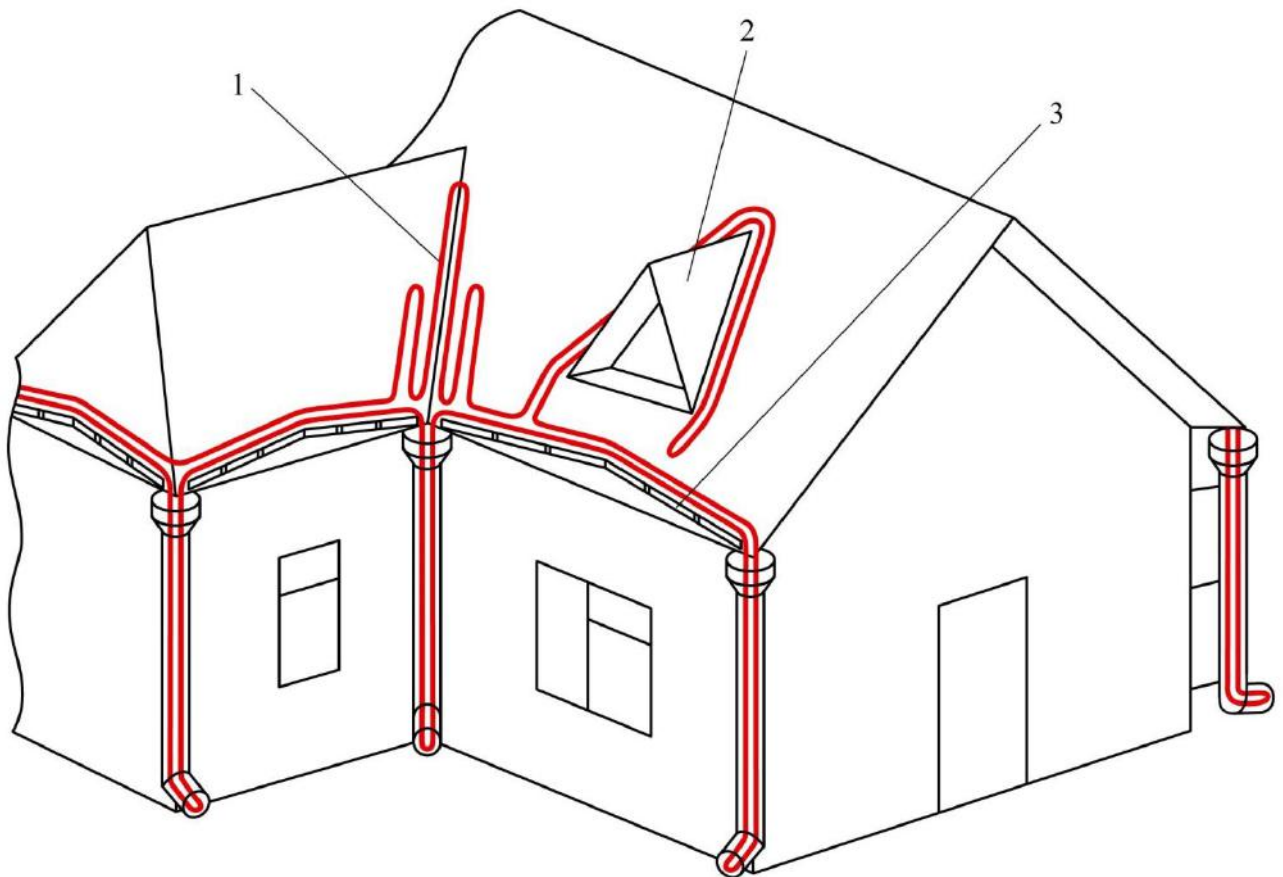
Приймаємо покриття даху теплоізолюваним згідно з будівельними нормами, тобто дах холодний і для нього є достатнім розташування нагрівального кабелю в жолобах і водостічних трубах (8.3.1.1).



**Рисунок А.1** – Приклад розташування нагрівального кабелю на даху з мансардним вікном, підвісними жолобами та водостічними трубами

**А.2. Дах з прикарнизними жолобами, єндовами та люкарною (слуховим вікном)**

Вимоги та рекомендації для такої конструкції даху наведені у 6.2.2, 8.3.2 та 8.3.4.

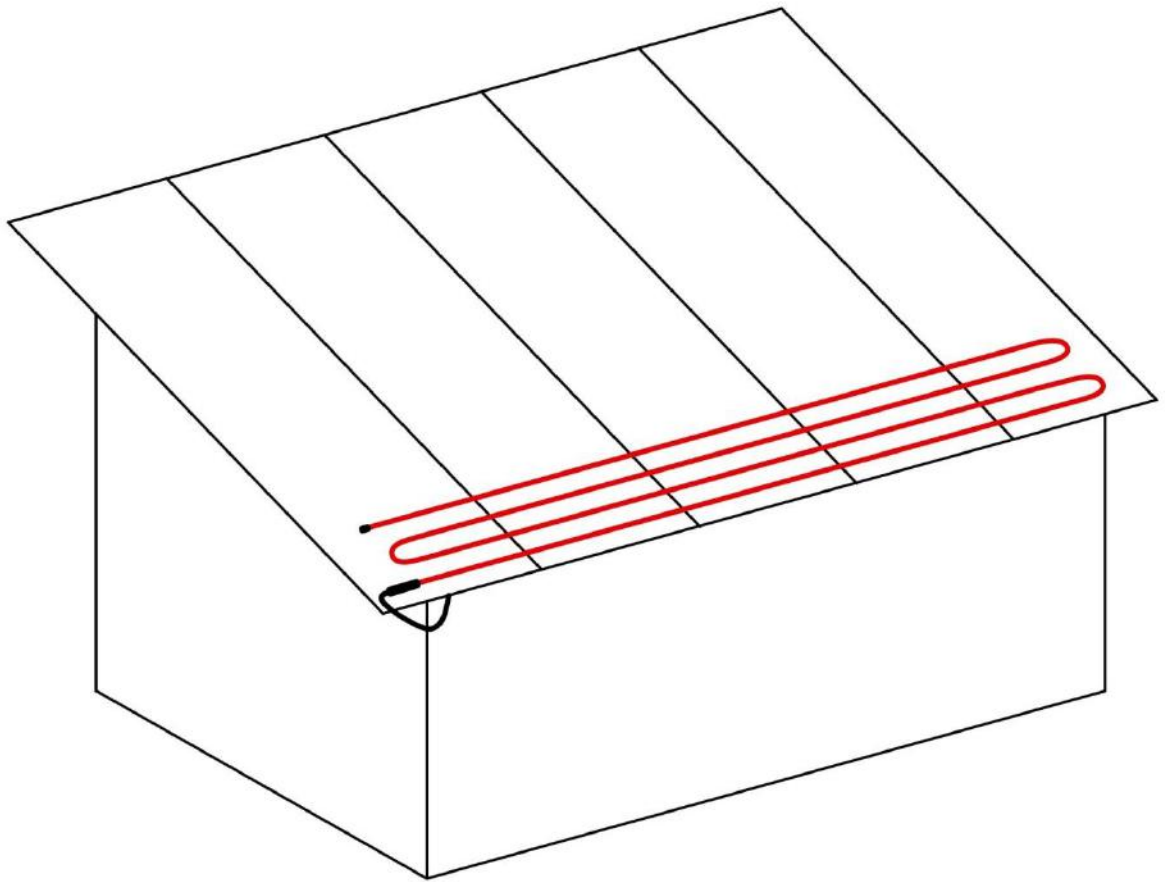


1 – єндова; 2 – люкарна; 3 – прикарнизний жолоб

**Рисунок А.2** – Приклад розташування нагрівального кабелю на даху з прикарнизними жолобами, єндовами та люкарною

**А.3. Односхилий дах з неорганізованим водовідводом**

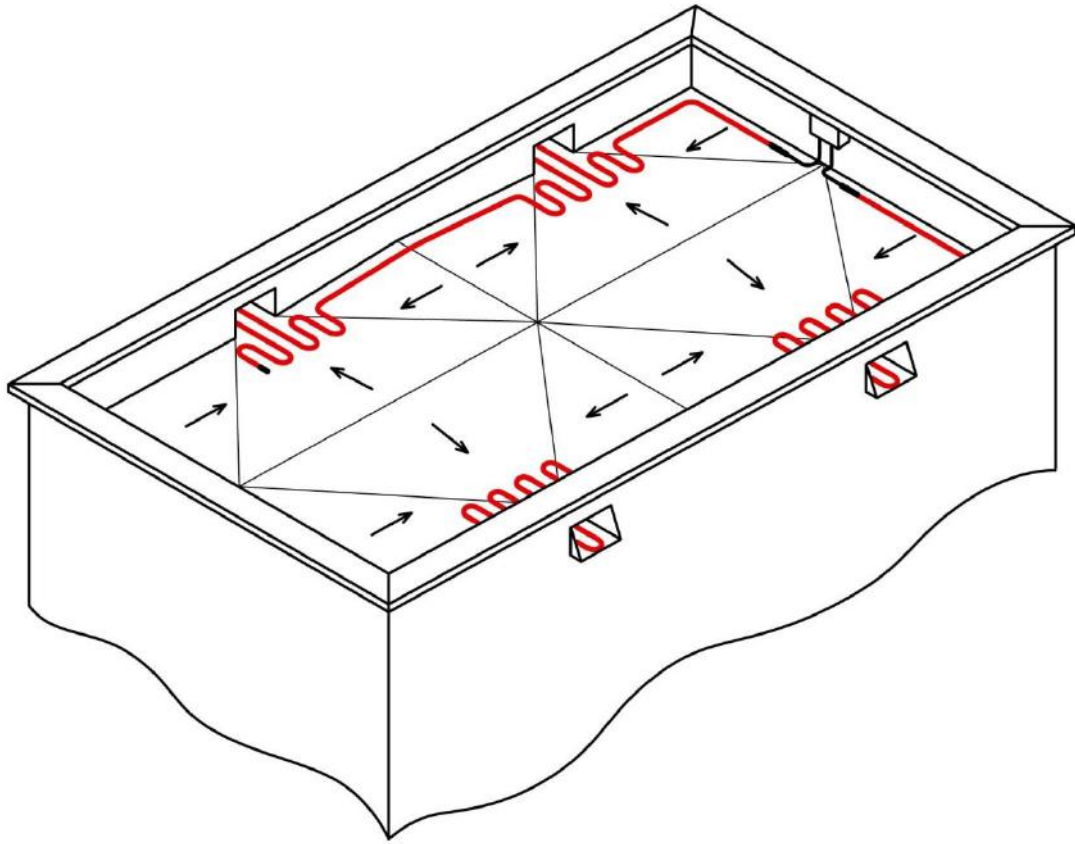
Вимоги та рекомендації для такої конструкції даху наведені у 6.2.2 та 8.3.3.



**Рисунок А.3** – Приклад розташування нагрівального кабелю на даху з неорганізованим водовідводом

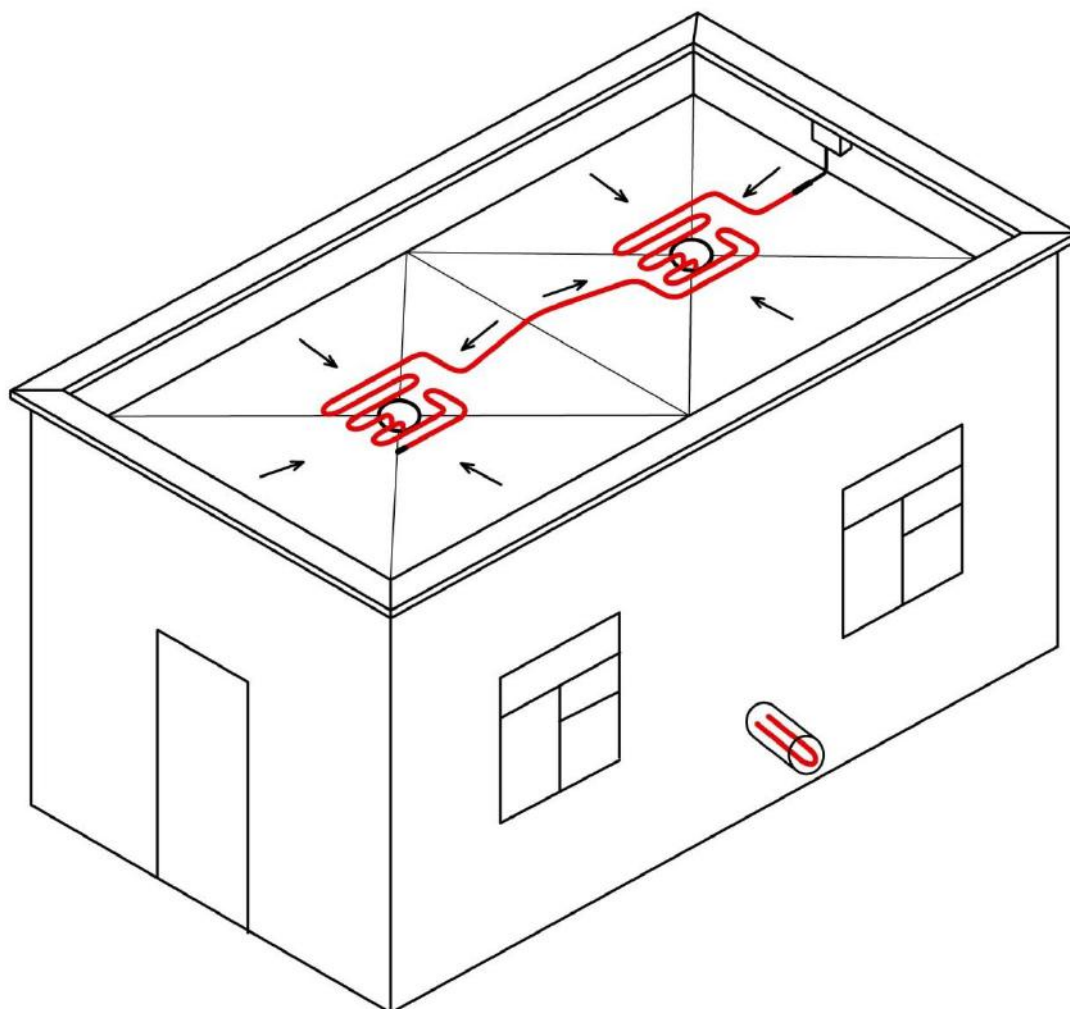
**А.4. Дах плоский з водометами**

Вимоги та рекомендації для такої конструкції даху наведені у 6.2.2, 8.3.5.



**Рисунок А.4** – Приклад розташування нагрівального кабелю на плоскому даху з водометами

**А.5. Дах плоский з внутрішнім водостоком і виходом водостічної труби назовні будівлі**  
Вимоги та рекомендації для такої конструкції даху наведені у 6.2.2, 8.3.6.



**Рисунок А.5** – Приклад розташування нагрівального кабелю на плоскому даху з внутрішнім водостоком і виходом водостічної труби назовні будівлі

## ДОДАТОК Б (довідковий)

### ПРИКЛАД ВИБОРУ ТА РОЗРАХУНКУ РЕЗИСТИВНОГО КАБЕЛЮ НА БОБІНІ

Приклад здійснено за алгоритмом відповідно до 9.2.1.

Питомий опір  $r$ , Ом/м, і питому потужність  $p$ , Вт/м, резистивного нагрівального кабелю обчислюють за формулами:

$$r = U^2 / (L^2 \cdot p); \quad (\text{Б.1})$$

$$p = U^2 / (L^2 \cdot r), \quad (\text{Б.2})$$

де  $U$  – напруга живлення, В;

$L$  – довжина нагрівального кабелю, м.

#### Б.1 Вихідні дані

Слід підібрати резистивний нагрівальний кабель на бобіні за питомим опором.

Довжина кабелю: варіант 1 – 150 м, варіант 2 – 140 м.

Напруга живлення – 230 В.

Передбачається використовувати резистивний нагрівальний кабель з максимальною питомою потужністю, наприклад, 25 Вт/м. Номенклатурний ряд кабелю виробника для даної потужності, наприклад, представлено в таблиці:

Артикул*	Питомий опір, Ом/м
2000	0,0322
3000	0,0508
4000	0,0715
5000	0,105
6000	0,153
7000	0,217
8000	0,319
* Артикул вказано умовно.	

#### Б.2 Розрахунок

Питому потужність кабелю рекомендується приймати з коефіцієнтом 0,75...0,9 від максимальної питомої потужності, заданої виробником. Тоді, наприклад, задаючись коефіцієнтом 0,8, маємо наступну питому потужність –  $0,8 \cdot 25 = 20$  Вт/м.

Варіант 1 – довжина кабелю 150 м.

Визначають розрахунковий питомий опір кабелю за формулою (Б.1) –

$$r = U^2 / (L^2 \cdot p) = 230^2 / (150^2 \cdot 20) = 0,118 \text{ Ом/м.}$$

Вибирають найближчий менший опір кабелю з номенклатурного ряду виробника – це кабель з артикулом 5000 й питомим опором 0,105 Ом/м.

Обчислюють для даного опору питому потужність кабелю за формулою (Б.2) –

$$p = U^2 / (L^2 \cdot r) = 230^2 / (150^2 \cdot 0,105) = 22,4 \text{ Вт/м.}$$

Дане значення менше за максимально допустиме –  $22,4 < 25$  Вт/м. Отже, для цього прикладу підходить резистивний нагрівальний кабель, що має артикул 5000, питомий опір 0,105 Ом/м і питому потужність 22,4 Вт/м.

Загальна потужність обраного кабелю довжиною 150 м становить  $22,4 \cdot 150 = 3360$  Вт.

Варіант 2 – довжина кабелю 140 м.

Визначають розрахунковий питомий опір кабелю за формулою (Б.1) –

$$r = U^2 / (L^2 \cdot p) = 230^2 / (140^2 \cdot 20) = 0,135 \text{ Ом/м.}$$

Вибирають найближчий менший опір кабелю з номенклатурного ряду виробника – це кабель з артикулом 5000 й питомим опором 0,105 Ом/м.

Обчислюють для даного опору питому потужність кабелю за формулою (Б.2) –

$$p = U^2 / (L^2 \cdot r) = 230^2 / (140^2 \cdot 0,105) = 25,7 \text{ Вт/м.}$$

Дане значення перевищує максимально допустиме –  $25,7 > 25$  Вт/м. Отже, даний кабель не підходить до застосування й необхідно вибрати інший з найближчим більшим опором з номенклатурного ряду виробника – це кабель з артикулом 6000 й питомим опором 0,153 Ом/м.

Перераховують для даного опору питому потужність кабелю за формулою (Б.2) –

$$p = U^2 / (L^2 \cdot r) = 230^2 / (140^2 \cdot 0,153) = 17,6 \text{ Вт/м.}$$

Отже, для варіанта 2 підходить резистивний нагрівальний кабель, що має артикул 6000, питомий опір 0,153 Ом/м і питому потужність 17,6 Вт/м.

Загальна потужність обраного кабелю довжиною 140 м становить

$$17,6 \cdot 140 = 2464 \text{ Вт.}$$

**Примітка.** Питома потужність обраного резистивного нагрівального кабелю для варіанта 2 (кабель 140 м) становить 17,6 Вт/м. Для АЕКС, зазвичай, застосовують нагрівальний кабель питомою потужністю не менше 20 Вт/м (9.1.2). Оскільки обраний кабель має меншу питому потужність, слід перевірити достатність обраного кроку його укладання на забезпечення мінімально рекомендованої розрахункової питомої потужності АЕКС відповідно до розділу 7. За необхідності, слід зменшити, наприклад, крок укладання, але це може призвести до зменшення ширини смуги нагрівання.

Як варіант, можливо застосувати кабель більшої довжини, наприклад, не 140 м, а – 150 м, з характеристиками як у варіанті 1. При цьому питома потужність кабелю 22,4 Вт/м є достатньою, тобто більшою за 20 Вт/м (9.1.2).



ДОДАТОК В  
(довідковий)

**ОСНОВНІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ ФОРМУЛИ**

Нижче наведені основні формули електротехнічних розрахунків при резистивному навантаженні. Їх застосовують як базові для вибору нагрівальних кабелів, регуляторів, приладів автоматики та іншого обладнання АЕКС. Посилання на цей додаток наведено у 9.3.2.

Потужність  $P$ , Вт, обчислюють за формулою (закон Джоуля-Ленца):

$$P = U^2 / R \quad (\text{B.1})$$

або за формулою:

$$P = U \cdot I, \quad (\text{B.2})$$

де  $U$  – напруга живлення, В;  
 $R$  – опір навантаження, Ом;  
 $I$  – струм навантаження, А.

Струм  $I$ , А, обчислюють за формулою (закон Ома):

$$I = U / R \quad (\text{B.3})$$

або за формулою:

$$I = P / U. \quad (\text{B.4})$$

Опір  $R$ , Ом, обчислюють за формулою:

$$R = U / I \quad (\text{B.5})$$

або за формулою

$$R = U^2 / P. \quad (\text{B.6})$$

ДОДАТОК Г  
(довідковий)

**ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ ТА ПІДБОРУ ОБЛАДНАННЯ АЕКС  
ДЛЯ ОДНОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ**

Приклад розрахунку та підбору обладнання для захисту водостоків даху здійснено відповідно до вимог та рекомендацій розділів 6, 8, 10 цього стандарту. Посилання на цей додаток наведено в розділі 11.

**Г.1 Вихідні дані**

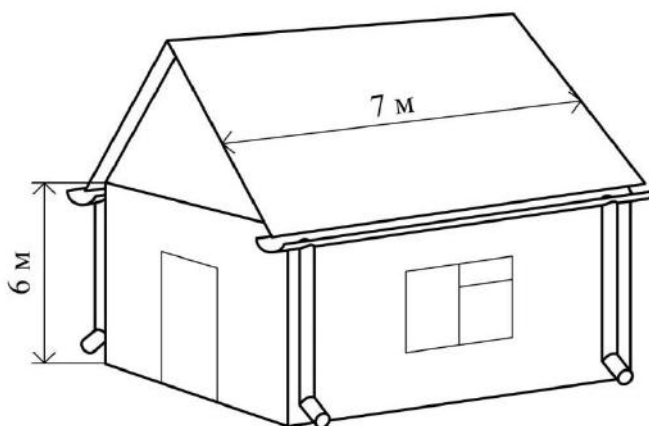
Будівля – одноповерхова з двосхилим дахом (рисунок Г.1).

Покриття даху – теплоізольоване згідно з будівельними нормами.

Довжина кромки покриття одного схилу – 7 м; водостічні труби – висота 6 м, по дві труби на схил.

Діаметр жолобів та водостічних труб – 10 см.

Напруга живлення – 230 В.



**Рисунок Г.1** – Одноповерхова будівля з двосхилим теплоізольованим дахом

Спеціальний резистивний нагрівальний кабель для АЕКС з переліку продукції виробника має питому потужність, наприклад, 30 Вт/м та 20 Вт/м при 230 В. Номенклатурний ряд нагрівального кабелю з питомою потужністю 20 Вт/м представлено в таблиці Г.1.

**Таблиця Г.1** – Номенклатурний ряд нагрівального кабелю з питомою потужністю 20 Вт/м

Артикул*	Довжина, м	Потужність при 230 В, Вт
1001	6	125
1002	15	245
1003	25	505
1004	33	670
1005	42	835
1006	50	1000
1007	60	1200
...	...	...
* Артикул вказано умовно.		

## **Г.2 Розрахунок**

Покриття має підвісні жолоби та підвісні водостічні труби, для яких вимоги та рекомендації щодо вибору та розташуванню нагрівального кабелю приймають згідно з 8.3.1.

### **Г.2.1 Вибір питомої потужності та кількості ліній нагрівального кабелю для водостоків**

Здійснюють згідно з 8.3.1.2 за діаметром водостоку – до або більше 12 см. Оскільки у даному прикладі діаметр 10 см, то відповідно до рекомендацій допускається застосовувати або дві лінії кабелю питомою потужністю 20 Вт/м, або одну лінію кабелю – 30 Вт/м. Вибираємо нагрівальний кабель питомою потужністю 20 Вт/м у дві лінії.

### **Г.2.2 Визначення необхідності встановлення кабелю на кромці покриття**

Здійснюють згідно з 6.2.1 та 6.2.2 за типом даху – холодний, теплий або гарячий. У даному прикладі покриття даху теплоізольоване згідно з будівельними нормами, тобто тип даху – холодний, що не потребує встановлення нагрівального кабелю на кромці покрівлі.

### **Г.2.3 Розрахунок довжини та визначення кількості нагрівальних кабелів**

Оскільки дах має два схили, то доцільно застосовувати окремий кабель для водостоків кожного схилу. Довжина жолоба та двох водостоків на одному схилі становить

$$7 \text{ м} + (6 \text{ м} \cdot 2 \text{ шт.}) = 19 \text{ м.}$$

Для обраних двох ліній нагрівального кабелю його розрахункова довжина становить

$$19 \text{ м} \cdot 2 \text{ лінії} = 38 \text{ м.}$$

Згідно з 8.3.1.7 коригують розрахункову довжину нагрівального кабелю, наприклад, з коефіцієнтом 1,05, яка становить

$$38 \text{ м} \cdot 1,05 = 39,9 \text{ м.}$$

З номенклатурного ряду нагрівального кабелю питомою потужністю 20 Вт/м (таблиця Г.1) вибирають кабель найближчої більшої довжини – 42 м (артикул 1005, потужність 835 Вт при 230 В).

Кількість кабелів визначена за кількістю схилів – 2 шт. по 42 м.

### **Г.2.4 Розрахунок загальної потужності АЕКС.**

Для двох кабелів потужністю по 835 Вт загальна потужність АЕКС складає

$$835 \text{ Вт} \cdot 2 \text{ шт.} = 1670 \text{ Вт.}$$

### **Г.2.5 Вибір елементів кріплення нагрівального кабелю у водостічних трубах та жолобах.**

Приклади застосовуваних елементів кріплення для вертикальних водостоків наведені у 8.3.1.5.

Для водостічних труб можна використати найбільш простий для використання елемент – подвійну металеву монтажну стрічку (рисунок 10). Довжина чотирьох водостічних труб становить

$$6 \text{ м} \cdot 4 \text{ шт.} = 24 \text{ м,}$$

тобто вибираємо подвійну металеву монтажну стрічку довжиною 24 м.

Для жолобів можна використати пластикове кріплення яке захищають за край жолоба (див. рисунок 15 у 8.3.1.6). Вибираємо 3 кріплення на метр жолоба, тобто загальна кількість пластикових кріплень для двох жолобів довжиною 7 м кожний становить

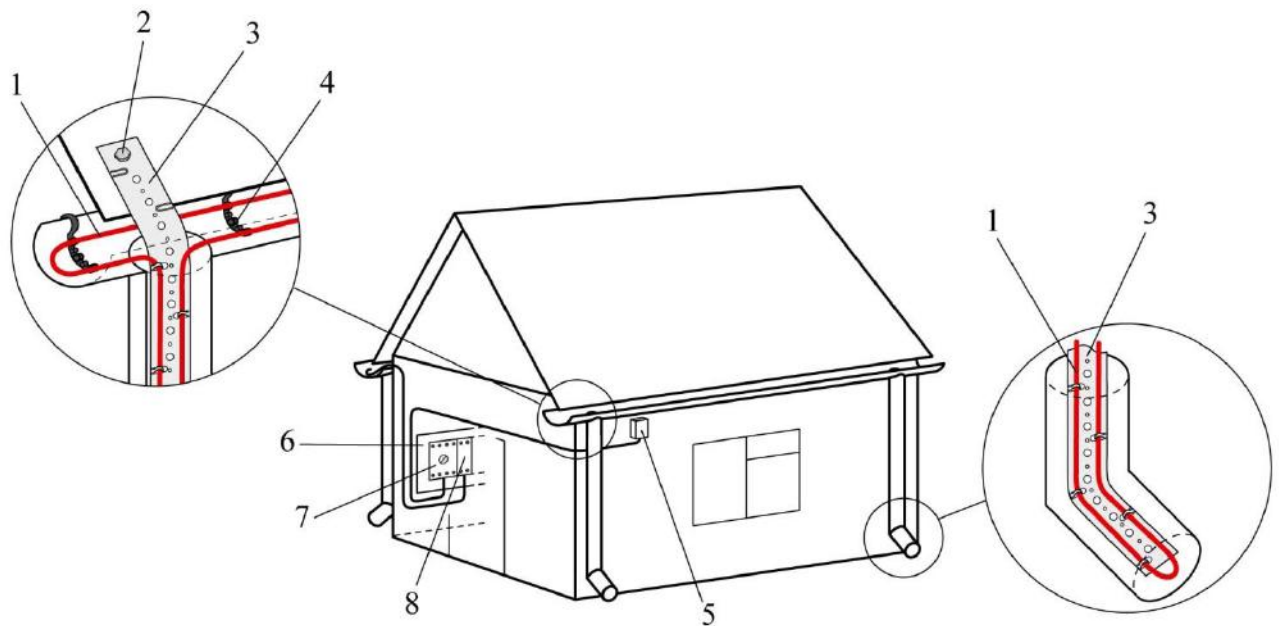
$$(7 \text{ м} \cdot 3 \text{ шт./м}) \cdot 2 = 42 \text{ шт.}$$

### Г.2.6 Вибір регулятора.

Виконують згідно з 10.1 для АЕКС потужністю менше приблизно 10 кВт рекомендоване застосування регулятора з одним датчиком зовнішнього повітря. Оскільки загальна потужність АЕКС становить 1670 Вт, вибираємо регулятор з датчиком зовнішнього повітря (приклад схеми підключення регулятора наведено у додатку Д). Приймаємо налаштування (програмування) регулятора на температуру зовнішнього повітря, за якої нагрівальний кабель включиться, наприклад, 3 °С (див. 10.2.1).

**Примітка.** Слід зіставити максимальний струм навантаження (потужність) обраного регулятора зі струмом навантаження (потужністю) приєднуваного до цього регулятора нагрівального кабелю(-ів). За необхідності, слід застосовувати додатковий контактор.

Загальний вигляд АЕКС із застосованим обладнанням представлено на рисунку Г.2.



- 1 – нагрівальний кабель; 2 – кріплення монтажної стрічки до покрівлі; 3 – подвійна металева монтажна стрічка;  
 4 – пластикове кріплення для жолобів; 5 – датчик температури зовнішнього повітря на північній стіні;  
 6 – електрощит; 7 – терморегулятор; 8 – пристрій захисної автоматики

**Рисунок Г.2** – АЕКС одноповерхової будівлі з підвісними водостоками

**Г.3 Перелік обладнання АЕКС**

Перелік основного та додаткового обладнання АЕКС для даного прикладу розрахунку та підбору обладнання наведені відповідно в таблицях Г.2 та Г.3. Загальнобудівельні матеріали специфікують окремо.

**Таблиця Г.2 – Основне обладнання для АЕКС**

№ з/п	Найменування	Тип, технічна характеристика	Одиниця виміру	Кількість
1	Нагрівальний кабель для зовнішнього застосування	XXXX*, арт. 1005, 42 м, 20 Вт/м, 835 Вт (230 В)	шт.	2
2	Подвійна металева монтажна стрічка для водостічних труб	YYYY*, ширина 5 см, крок кріплень 20 см	м	24
3	Пластикові кріплення для жолобів	ZZZZ*	шт.	42
4	Терморегулятор	TTTT*, діапазон регулювання -10 °C...+10 °C, макс. 16 А при 230 В, монтаж на шину DIN	шт.	1
5	Датчик температури повітря для зовнішнього застосування	DDDD*, 15 кОм при 25 °C	шт.	1
* Тип обладнання наведено умовно.				

**Таблиця Г.3 – Додаткове обладнання для підключення та живлення АЕКС (за необхідності)**

№ з/п	Найменування	Тип, технічна характеристика	Одиниця виміру	Кількість
1	Автоматичний вимикач однополюсний	SSS*, 5 А	шт.	1
2	Пристрій захисного вимкнення (ПЗВ)	NNN*, 30 мА, 10 А	шт.	1
3	Кабель живлення	RRR*, 3×1,5 мм <sup>2</sup>	м	...
4	Кабель підключення датчика температури	GGG*, 2×0,5 мм <sup>2</sup>	м	...
5	З'єднувальна коробка для кабелів	MMM*	шт.	...
6	Інше обладнання	...	...	...
* Тип обладнання наведено умовно.				

ДОДАТОК Д  
(довідковий)

**ПРИКЛАДИ СХЕМ ПІДКЛЮЧЕННЯ НАГРІВАЛЬНИХ КАБЕЛІВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ АЕКС  
ДО МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ**

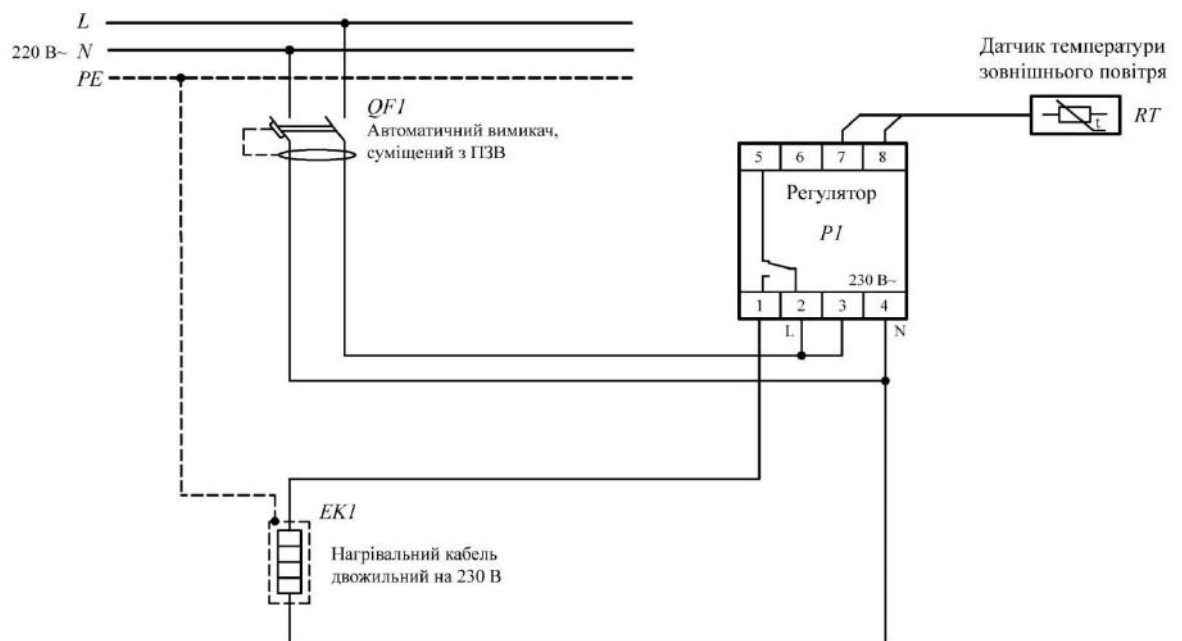
Умовні позначки на схемах: G – блок живлення; QF – захисний автоматичний вимикач; КА – захисний автоматичний вимикач суміщений з ПЗВ; КМ – контактор; Р – регулятор; ЕК – нагрівальний кабель; ВА – датчики вологи та температури, поєднані в одному корпусі; RT – датчик температури.

**Примітка.** Умовні зображення регуляторів, датчиків температури та вологи, нагрівальних кабелів тощо можуть відрізнятися у різних виробників.

Посилання на цей додаток наведено у 12.9.

**Д.1 Схема однофазна на 230 В з підключенням до регулятора**

Регулятор з датчиком температури зовнішнього повітря. Один захисний автоматичний вимикач на 230 В суміщений з ПЗВ для регулятора та нагрівального кабелю. Нагрівальний кабель на 230 В, двожильний. Схема наведена на рисунку Д.1.



**Рисунок Д.1 – Схема однофазна на 230 В з підключенням до регулятора**

## Д.2 Схема однофазна на 230 В з контактором

Регулятор з датчиком вологості та з датчиком температури зовнішнього повітря поєднані в одному корпусі. Дві незалежні АЕКС на одному регуляторі – система А та В, кожна з окремими датчиками. Окремий захисний автоматичний вимикач на 230 В суміщений з ПЗВ для нагрівальних кабелів кожної з систем А та В. Окремий захисний автоматичний вимикач для регулятора. Нагрівальні кабелі на 230 В, двожильні. Нагрівальні кабелі кожної системи підключені до окремого контактора. Схема наведена на рисунку Д.2.

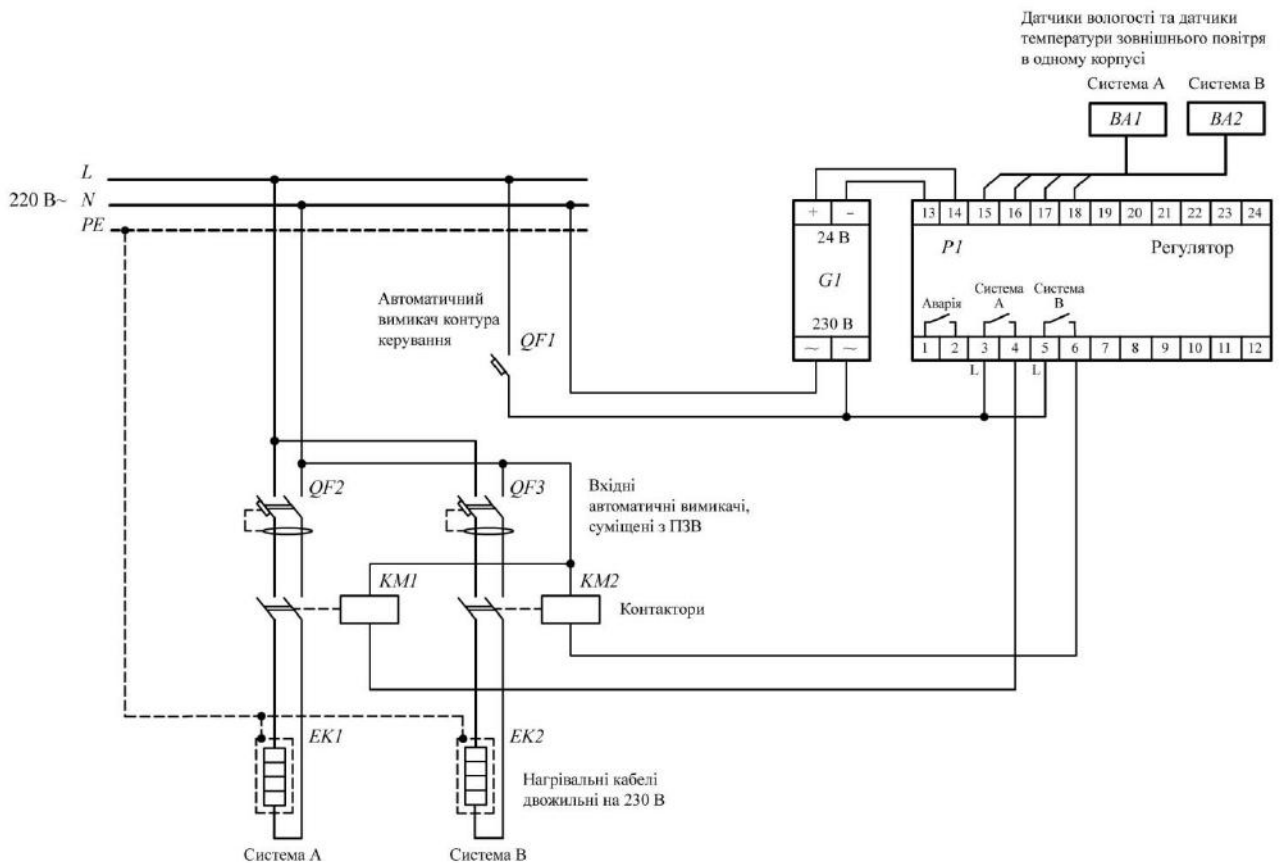


Рисунок Д.2 – Схема однофазна на 230 В з контактором

### Д.3 Схема трифазна на 230 В зі спільним ПЗВ

Регулятор з датчиком вологості та з датчиком температури зовнішнього повітря поєднані в одному корпусі. Одна АЕКС з двома датчиками. Спільне для всіх кабелів чотириполюсний ПЗВ. Окремий захисний автоматичний вимикач для регулятора. Нагрівальні кабелі на 230 В, одножильні, кожен з яких захищений окремим автоматичним вимикачем. Усі нагрівальні кабелі підключені до одного контактора. Схема показана на рисунку Д.3.

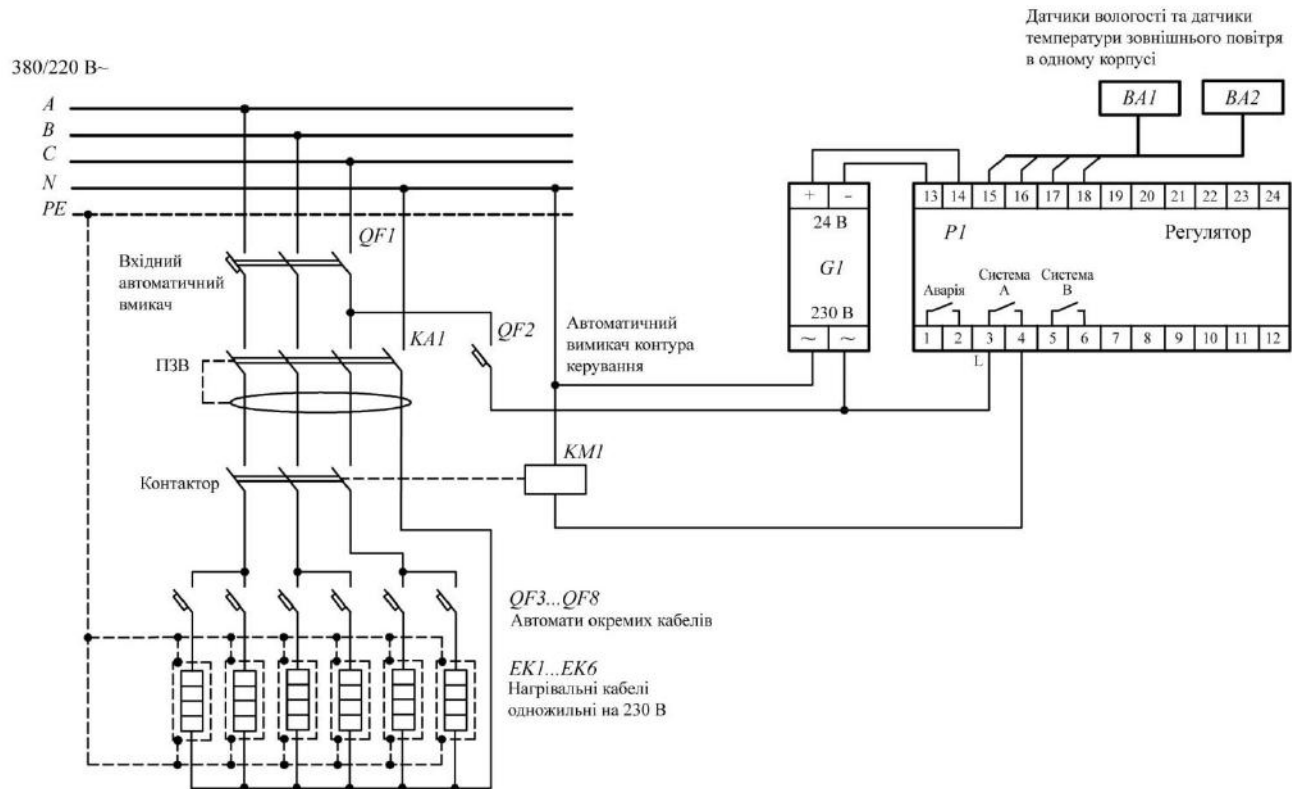


Рисунок Д.3 – Схема трифазна на 230 В зі спільним ПЗВ



#### Д.4 Схема трифазна на 230 В з окремими ПЗВ

Регулятор з датчиком вологості та з датчиком температури зовнішнього повітря поєднані в одному корпусі. Одна АЕКС з трьома датчиками. Два джерела живлення регулятора. Три групи нагрівальних кабелів підключені до окремої фази та мають окремий ПЗВ на 230 В. Окремий захисний автоматичний вимикач для регулятора. Нагрівальні кабелі на 230 В, двожильні, кожен з яких захищений окремим автоматичним вимикачем. Усі нагрівальні кабелі підключені до одного контактора. Схема показана на рисунку Д.4.

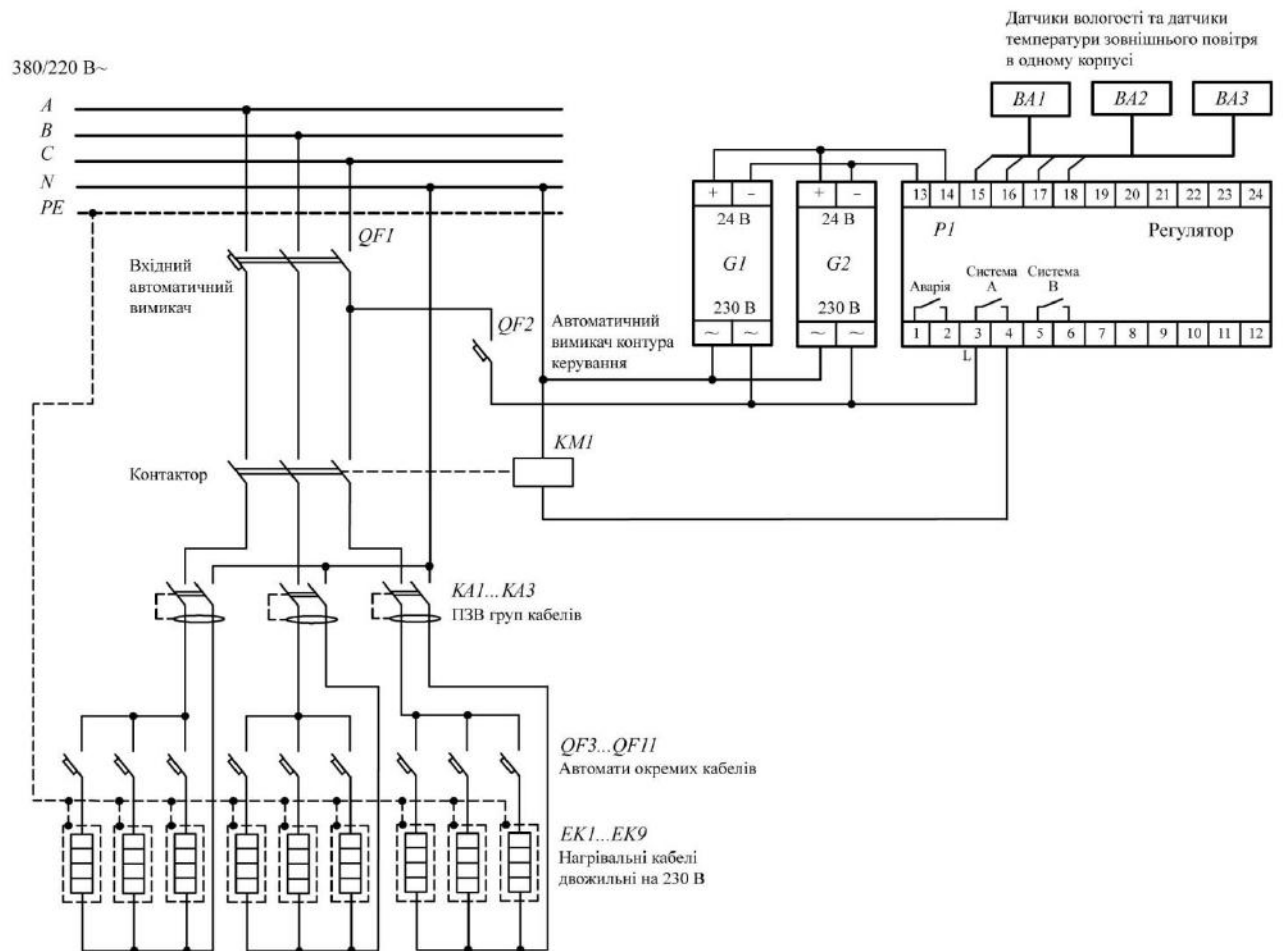


Рисунок Д.4 – Схема трифазна на 230 В з окремими ПЗВ

### Д.5 Схема трифазна на 400 В з окремими ПЗВ

Регулятор з датчиком вологості та з датчиком температури зовнішнього повітря поєднані в одному корпусі. Одна АЕКС з двома датчиками. Три групи одножильних нагрівальних кабелів на 400 В підключені до окремої фази та мають окремий ПЗВ на 400 В. Нагрівальні кабелі кожної групи підключені до окремого контактора. Окремий захисний автоматичний вимикач для регулятора. Схема показана на рисунку Д.5.

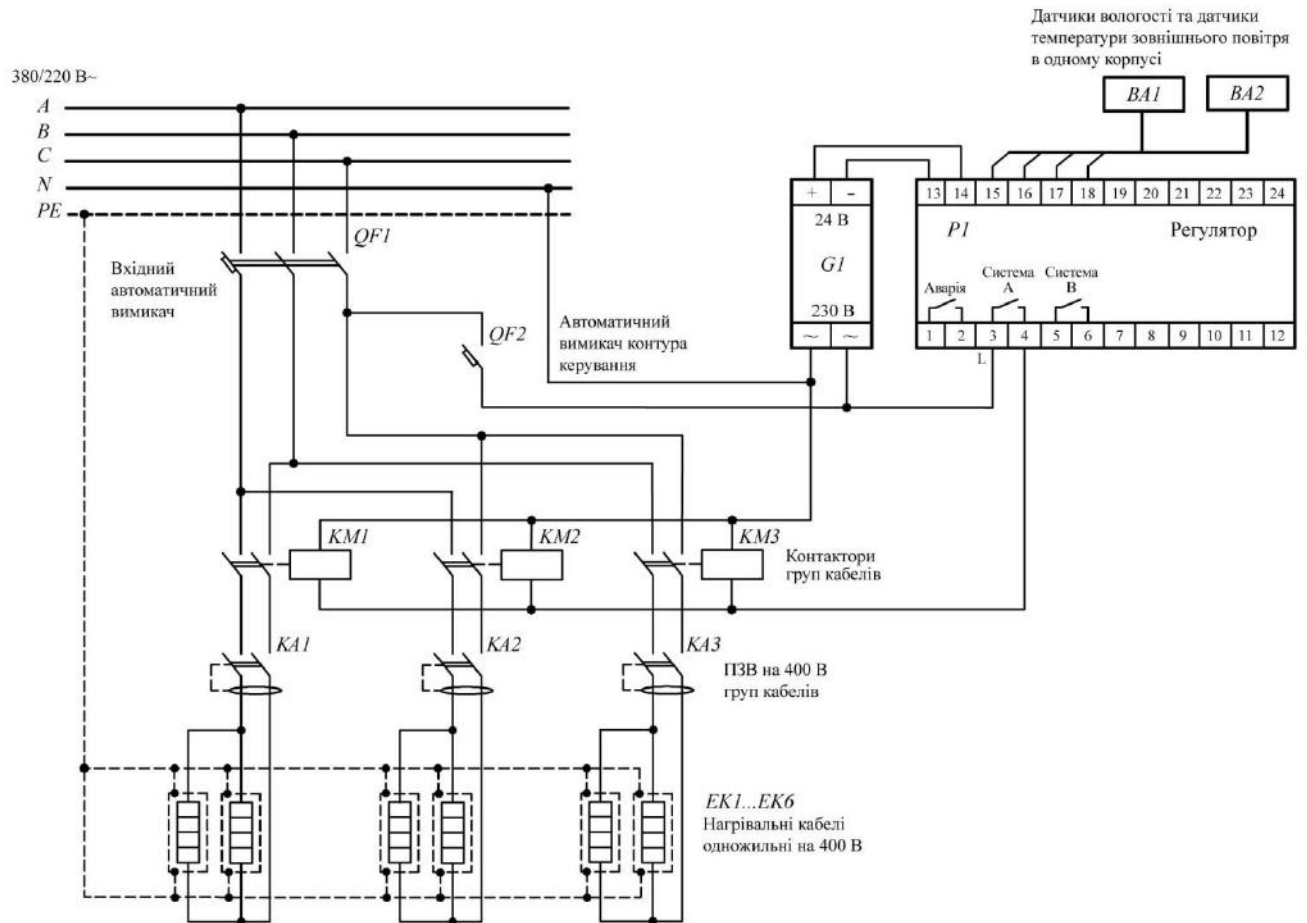


Рисунок Д.5 – Схема трифазна на 400 В з окремими ПЗВ

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1 IEC 60800-2009. Heating cables with rated voltage of 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation. (Нагрівальні кабелі з номінальною напругою 300/500В для комфортного обігрівання та запобігання формування льоду).

2 IEC/TS 62395-2:2008 Technical specification. Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications – Part 2: Application guide for system design, installation and maintenance. (Електричні кабельні нагрівальні системи для промислового та комерційного використання. Частина 2: Практичний посібник з проектування, монтажу та технічного обслуговування системи).

Код УКНД 91.060.20:91.140.10

**Ключові слова:** автоматичне регулювання, антикригова система, антикригова електрична кабельна система, броньований нагрівальний кабель, датчик вологи, датчик температури зовнішнього повітря, нагрівальний кабель, резистивний нагрівальний кабель, саморегулюючий нагрівальний кабель

---

Державне підприємство «Укрархбудинформ».  
Вул. М. Кривоноса, 2А, м. Київ-37, 03037, Україна  
Тел. 249-36-62  
Відділ реалізації: тел.факс (044) 249-36-62 (63,64)  
E-mail: uabi90@ukr.net