Система региональных документов регулирования градостроительной деятельности в Санкт-Петербурге

Региональные методические документы

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С НАГРЕВАТЕЛЬНЫМИ КАБЕЛЯМИ НА КРОВЛЯХ С НАРУЖНЫМИ И ВНУТРЕННИМИ ВОДОСТОКАМИ

РМД 31-09-2010 Санкт-Петербург

Правительство Санкт-Петербурга
Санкт-Петербург
2011

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 **Разработаны** Научно-исследовательским и проектным институтом по жилищно-гражданскому строительству (ОАО «ЛЕННИИПРОЕКТ») и Научно-производственной компанией «Сим-Росс» (ООО НПК «Сим-Росс»)

2 **Внесены** Отделом мониторинга и стандартизации Управления перспективного развития Комитета по строительству Санкт-Петербурга

3 **Согласованы** с Комитетом по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры, с Жилищным комитетом, со Службой государственного строительного надзора и экспертизы Санкт-Петербурга

4 **Одобрены и рекомендованы к применению** в строительстве на территории Санкт-Петербурга распоряжением Комитета по строительству от 30.12.2010 г. № 347

5 **Подготовлены к изданию** ЗАО «Инженерная ассоциация «Ленстройинжсервис»

Вводятся впервые

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Правительства Санкт-Петербурга

© *Правительство Санкт-Петербурга, 2011*

Содержание

Введение IV

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 1

3 Общие положения 1

4 Типы крыш зданий и их элементы, обеспечивающие организованный водосток с кровли 2

5 Принципиальные решения по устройству противообледенительных систем 3

6 Методика проектирования противообледенительных систем 4

7 Основные положения по монтажу и приемке противообледенительных систем в эксплуатацию 7

8 Основные положения по эксплуатации противообледенительных систем 8

9 Технико-экономические показатели 14

Приложение А Порядок проектной подготовки 15

Приложение Б Примеры монтажных схем и расчетов противообледенительных систем 16

Введение

Рекомендации по применению противообледенительных устройств с нагревательными кабелями на кровлях с наружными и внутренними водостоками разработаны с целью обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации жилых и общественных зданий.

Настоящие рекомендации разработаны с использованием Рекомендаций по применению противообледенительных устройств на кровлях с наружными и внутренними водостоками для строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданий, разработанных ОАО «ЦНИИЭП жилища» и утвержденных указанием Москомархитектуры от 27.02.2004 № 3.

Настоящий документ содержит положения по проектированию, монтажу и эксплуатации противообледенительных систем на кровлях зданий и сооружений с учетом требований технических регламентов, нормативных и методических документов по строительству.

Работа выполнена авторским коллективом: от ОАО «ЛЕННИИПРОЕКТ» инженер Т.Л.Соколова (общая редакция), инженер В.И.Непомнящий; от ООО «НПК «Сим-Росс» инженеры А.Е.Воронин (руководитель темы) и Н.В.Здор.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С НАГРЕВАТЕЛЬНЫМИ КАБЕЛЯМИ НА КРОВЛЯХ С НАРУЖНЫМИ И ВНУТРЕННИМИ ВОДОСТОКАМИ

1 Область применения

Рекомендации по применению противообледенительных устройств с нагревательными кабелями на кровлях с наружными и внутренними водостоками (далее Рекомендации) распространяются на проектирование, монтаж и эксплуатацию противообледенительных систем для кровель существующих, вновь строящихся, реконструируемых и подлежащих капитальному ремонту жилых и общественных зданий и сооружений в Санкт-Петербурге.

Рекомендации являются методическим и справочным документом для проектировщиков и специалистов, осуществляющих строительство и эксплуатацию зданий и сооружений при необходимости оснащения их противообледенительными устройствами на кровлях.

Применение настоящего документа становится обязательным для всех участников градостроительной деятельности, при включении требований о применении этого документа в задание на проектирование объекта капитального строительства, утвержденное в установленном порядке.

2 Нормативные ссылки

В Рекомендациях приведены ссылки на следующие нормативные правовые акты и нормативные документы:

Федеральный закон Российской Федерации от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства

ГОСТ 50571.25-2001 Электрооборудование зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Электроустановки зданий и сооружений с электрообогреваемыми полами и поверхностями

ПУЭ Правила устройства электроустановок. 7 издание

Примечание - При пользовании Рекомендациями необходимо проверять действие ссылочных документов по ежегодному Указателю нормативных документов по строительству, действующему на территории Российской Федерации и руководствоваться измененными или замененными документами.

3 Общие положения

3.1 Образование наледей и сосулек, наличие значительного снежного покрова на крыше может стать угрозой жизни и здоровью людей, порчи имущества. В результате механических повреждений кровли при скалывании наледей, а также дефектов при устройстве кровли происходят протечки, приводящие к снижению сроков службы, как самой кровли, так и других конструкций зданий.

3.2 Механизм образования льда на крышах и в водостоках зависит от нескольких причин. Основная причина – климатическая. Климатические условия Санкт-Петербурга характеризуются уровнем и частотой воздействия колебаний температуры на здания, значительно превышающими аналогичные показатели в странах Западной Европы и даже Финляндии.

При наличии снега на кровлях зданий, колебания температуры в диапазоне от +5 до -10 °С создают условия для образования наледи и сосулек на кровлях, ледяных пробок в водосточных трубах, которые усиливаются солнечной радиацией в весенний период. Накопление тяжелых ледяных масс приводит к увеличению нагрузки на элементы кровли и

элементы водосточных труб.

Другой причиной образования наледей и сосулек на неутепленных кровлях зданий является недостаточная или плохая теплоизоляция чердачных перекрытий, отсутствие постоянного проветривания чердачного пространства, недостаточная или плохая теплоизоляция расположенных на чердаках трубопроводов отопления, системы горячего водоснабжения.

Накоплению снежного покрова способствуют небольшие уклоны кровли, ее сложная форма: наличие внутренних углов (ендов), горизонтальных площадок, выступающих «воротников» кровельных окон и т.д.

3.3 Организация мероприятий, обеспечивающих безопасность населения на территории, прилегающей к зданиям, мероприятий по увеличению сроков службы элементов конструкции здания – кровли, перекрытий верхних этажей, фасадов, соответствуют требованиям Федерального закона Российской Федерации «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

3.4 Комплекс мероприятий по снижению температуры воздуха на чердаках с неутепленной кровлей и устройство противообледенительных систем являются эффективным средством, предохраняющим крышу от снежных заносов, образования наледей и сосулек за счет обеспечения отвода воды с крыш по желобам и водосточным трубам, свободным от ледяных пробок.

3.5 Применение противообледенительных систем с нагревательными кабелями в первую очередь может быть рекомендовано для исторических жилых и общественных зданий с наружными водостоками, в том числе для памятников истории и культуры в целях обеспечения их сохранности, а также при строительстве новых зданий и сооружений со сложной формой крыш и значительной площадью кровель, при отсутствии возможности организации внутренних водостоков.

С учетом специфики застройки центральных районов Санкт-Петербурга, подход к организации противообледенительных устройств на кровлях зданий со стороны фасадов зданий, выходящих на городские улицы, рекомендуется осуществлять комплексно, охватывая весь внешний периметр застройки квартала с организованным отводом воды в дождевую (общесплавную) канализацию.

3.6 Порядок проектной подготовки объекта капитального строительства с применением противообледенительных устройств на кровлях приведен в Приложении А.

3.7 Для каждого объекта требуется своя специально для него рассчитанная и запроектированная противообледенительная система, техническое решение которой зависит от типа крыши, ее размеров и конфигурации, вида кровельных материалов и других факторов.

4 Типы крыш зданий и их элементы, обеспечивающие организованный водосток с кровли

4.1 С точки зрения организации отвода атмосферных осадков крыши подразделяются на скатные и плоские:

4.1.1 Скатные крыши могут быть односкатными и многоскатными. В нижней части каждого ската располагаются водоприемные желоба или лотки. Желоба и лотки выполняются с уклоном в сторону воронки водосточной трубы, куда они должны направлять поток воды. Скатные крыши, как правило, выполняют с наружными водосточными трубами. Свес нижней части кровли, выходящей за габариты наружных стен, оборудуется капельником.

4.1.2 Плоские крыши, как правило, выполняются с внутренними водостоками, расположенными в центральной части здания. Несущими конструкциями плоской кровли чаще всего являются сборные железобетонные конструкции – кровельные плиты и лотки, покрытые изоляционными рулонными битумно-полимерными материалами. Движение воды к приемной воронке внутреннего водостока по кровельным плитам и лоткам организовано за счет выполнения плит и лотков с уклоном (по плите в сторону лотка, а по лотку в сторону воронки) – 1-3 %.

С внешних сторон по периметру наружных стен над кровлей предусматривается парапет для исключения возможности образования наледей и сосулек на наружных стенах.

4.2 При организации неутепленной кровли чердачные помещения должны обеспечиваться постоянным проветриванием за счет движения воздуха через слуховые окна в кровлях и иметь температуру близкую к температуре наружного воздуха. Теплоизоляция чердачных перекрытий, трубопроводов отопления, системы горячего водоснабжения и другого тепловыделяющего оборудования

должна быть выполнена по расчету, для минимизации теплопотерь в объем чердака.

4.3 При организации совмещенной кровли и кровли с теплоизоляцией над отапливаемыми чердачными помещениями, потери тепла через нее не должны приводить к появлению плюсовой температуры под слоем снега на крыше.

5 Принципиальные решения по устройству противообледенительных систем

5.1 Система противообледенения и обогрева кровли и водостоков состоит из трех подсистем – греющей (нагревательные кабели и элементы их крепления), распределительной (силовые и информационные кабели, распределительные коробки и крепежные элементы), и системы управления (терморегуляторы, датчики температуры и влажности, пускорегулирующая и защитная аппаратура).

5.2 На скатной крыше с наружными водостоками для обеспечения свободного движения воды на пути ее удаления с кровли нагревательные кабели следует устанавливать:

— в лотках и желобах;

— в приемных воронках водосточных труб и рядом с ними;

— в ендовах;

— на свесах и капельниках;

— в водосточных трубах по всей высоте (включая подземную часть водосточной трубы на глубину промерзания в случаях, когда возможно присоединение водосточной трубы к дождевой или общесплавной канализации).

5.3 На плоской крыше с внутренними водостоками, при необходимости (наличие участков, не имеющих внутреннего водостока, при больших поверхностях водосбора и др.), нагревательные кабели устанавливаются:

— на участках крыши, примыкающих к лоткам;

— в лотках;

— на участке крыши, примыкающем к воронке;

— в воронке водосточной трубы;

— в верхней части водосточной трубы на глубину возможного замерзания воды;

— на площадке кровли размером 1×1 м рядом с водопропускным отверстием парапета.

5.4 Для нагрева участков кровли, на которых возможно образование наледи и необходимо удалить воду, применяются нагревательные кабели мощностью 20-30 Вт/м с температурой нагрева 60-130°С с многослойной изоляцией, алюминиевой оплеткой и фольгированной сталью, предохраняющие кабели от влаги, механических повреждений и ультрафиолетовых излучений.

5.5 В системах могут применяться резистивные и саморегулирующиеся кабели. Резистивные кабели, независимо от внешних условий выделяют неизменное количество тепла. У саморегулирующихся кабелей количество выделяемого тепла зависит от температуры среды, в которой они находятся.

Резистивные кабели, рассчитанные на определенную суммарную мощность с учетом всей длины кабеля, выпускаются отдельными секциями разной длины, при этом нагревательная жила в каждой секции рассчитана так, чтобы мощность, приходящаяся на 1 пог.м, составляла 25-30 Вт.

В саморегулирующихся кабелях нагревательные элементы автоматически изменяют тепловыделения в зависимости от температуры воздуха и влажности – тепловыделения уменьшаются при повышении температуры и уменьшении влажности окружающей среды.

Секции кабеля могут иметь любую длину, что позволяет создавать более эффективные схемы раскладки кабелей на элементах кровли. Кабели не перегреваются даже при пересечении друг с другом, что повышает надежность и безопасность системы. Секция кабеля всегда подключается с одной стороны, благодаря чему можно сократить количество питающих холодных кабелей.

Стоимость саморегулирующихся кабелей значительно превышает стоимость резистивных, но в процессе эксплуатации они более экономичны.

5.6 Силовые холодные токоподводящие кабели, которые вместе с нагревательными кабелями размещаются на кровле, должны быть бронированы и защищены от ультрафиолетовых излучений.

5.7 В противообледенительных системах применяются датчики, распределительное и управляющее оборудование, в том числе мно-

гофункциональные контроллеры, датчики температуры, осадков, воды и другое оборудование. Терморегуляторы позволяют включать нагревательные кабели автоматически при температуре наружного воздуха в заданном рабочем диапазоне температур, как правило, от +5°С до -10°С. Включение (выключение) системы происходит, когда датчики показывают наличие (отсутствие) воды в желобах, лотках и приемных воронках водостоков.

Автоматическое включение и выключение системы позволяет избежать неоправданного расхода электроэнергии.

5.8 Крепление на кровле всех элементов противообледенительной системы осуществляется крепежными деталями. На металлических кровлях, если крепление производится с помощью саморезов и заклепок, необходимо использовать герметики.

5.9 В целях безопасности, в составе противообледенительной системы должны быть предусмотрены аппараты защиты при возможных коротких замыканиях и при превышении допустимого тока утечки на землю.

5.10 Нижнюю часть водосточных труб с нагревательными кабелями рекомендуется защищать специальными кожухами для защиты от механических повреждений.

6 Методика проектирования противообледенительных систем

6.1 Проектирование противообледенительных систем осуществляется в соответствии с требованиями ПУЭ, ГОСТ 50571.25.

6.2 Определение количества нагревательных кабелей.

Проектирование противообледенительной системы здания производится на основе анализа возможных мест скопления воды и образования наледи.

Для каждого участка в зависимости от его размеров и формы подсчитываются общее количество и типы кабельных нагревательных секций, при этом расчет мощности и необходимого количества нагревательных кабелей для отдельных элементов водосточной системы имеет свои особенности.

6.2.1 Расчет длины кабеля в водосточных трубах.

В водосточных трубах номинальная удельная мощность саморегулирующихся и резистивных нагревательных кабелей в отсутствие воды колеблется от 20 до 60 Вт/м, в зависимости от длины и диаметра трубы. При применении саморегулирующихся кабелей, способных увеличить теплоотдачу при наличии воды в 1,6-1,8 раза, эффективность работы системы резко возрастает.

В общем случае расход кабеля для водосточных труб определяется по формулам (1), (2), (3), (4).

$$L_1 = H_{зд.} \times 1{,}05 + 2 \times 1{,}5 + B_и, \quad (1)$$

где: L_1 – длина кабеля для водосточной трубы с воронкой при вводе кабеля в распределительную коробку, м;

$H_{зд.}$ – высота здания, м;

1,05 – коэффициент запаса;

1,5 – расход кабеля на обогрев верхней и нижней части водосточной трубы (петли), м;

$B_и$ – расход кабеля на изгиб трубы, м.

$$L_2 = H_{зд.} \times 1{,}05 + 2{,}0 + B_и + 1{,}2 + 1{,}0, \quad (2)$$

где: L_2 – длина кабеля для водосточной трубы с воронкой и соединением кабеля муфтой, м;

2,0 – расход кабеля на обогрев нижней части трубы (петли), м;

1,2 – расход кабеля на обогрев воронки, м;

$$L_3 = Нзд. \times 1{,}05 + 1{,}5 + Ви, \quad (3)$$

где: L_3 – длина кабеля для водосточной трубы с непосредственным примыканием к лотку и вводом кабеля в распределительную коробку, м;

1,5 – расход кабеля на обогрев нижней части трубы (петли), м.

$$L_4 = Нзд. \times 1{,}05 + 2{,}0 + Ви + 1{,}0, \quad (4)$$

где: L_4 – длина кабеля для водосточной трубы с непосредственным примыканием к лотку и соединением кабеля муфтой, м;

2,0 – расход кабеля на обогрев нижней части трубы, м.

6.2.2 Расчет длины кабеля в желобе (лотке).

При обогреве водосточных желобов и лотков линейная номинальная мощность нагревательного кабеля зависит от площади водосбора и определяется через площадь водосбора, приходящуюся на 1 м желоба (лотка). Если площадь водосбора менее 5 м², то

мощность обогрева составляет 20 Вт/м лотка, для чего достаточно одной нитки кабеля. Увеличение площади водосбора до 25 м² и более требует повышения удельной мощности нагревательных кабелей до 50 Вт/м желоба (лотка) и, соответственно, двух ниток кабеля.

В общем случае расход кабеля для лотка (желоба) определяется по формулам (5), (6).

$$L_5 = L\text{лотка} \times 1{,}05 \times N, \qquad (5)$$

$$L_6 = L\text{лотка} \times 1{,}05 \times N + 1{,}0, \qquad (6)$$

где: L_5 – длина кабеля при вводе кабеля в распределительную коробку, м;

L_6 – длина кабеля при соединении кабеля муфтой, м;

1,05 – коэффициент запаса;

N – количество ниток кабеля.

Нагревательные секции с холодными концами (соединение муфтой) применяются в тех случаях, когда нет возможности или не допускается устанавливать распределительные коробки вблизи нагревательных секций.

Для обогрева кровли за парапетами необходимо принимать мощность кабелей на 30 % *больше, чем для желобов, так как наличие* парапетов способствует накоплению снега и льда.

6.2.3 Расчет длины кабеля в ендовах.

Ендовы рекомендуется обогревать не менее чем на 1/3 их длины. Нагревательные секции выполняются из двух ниток кабеля. На схемах раскладки нагревательных секций обогрев ендов обычно объединяется с обогревом желобов.

Расход кабеля для ендов определяется по формулам (7), (8).

$$L_7 = L_e \times 1{,}05 \times N, \qquad (7)$$

$$L_8 = L_e \times 1{,}05 \times N + 1\text{ м}, \qquad (8)$$

где: L_7 – длина кабеля при вводе кабеля в распределительную коробку, м;

L_8 – длина кабеля при соединении кабеля муфтой, м;

L_e – длина обогреваемой части ендовы, м;

1,05 – коэффициент запаса;

N – количество ниток кабеля.

В местах примыкания кровли к вертикальным стенам также может накапливаться снег, из-за чего возможны протечки. Поэтому обогрев примыканий целесообразно выполнять в 1 или 2 нитки в зависимости от общей схемы укладки секций.

Для исключения образования наледи в водопропускных отверстиях парапетов необходимо обогревать площадку перед водопропускными отверстиями не менее 1 м² исходя из мощности 300 Вт/м², при этом необходимо учитывать, что слив воды через отверстия парапета без водосточных труб недопустим.

6.2.4 Обогреваемые воронки для внутренних водостоков могут быть готовыми изделиями с мощностью около 50 Вт, которые встраиваются в водоприемные воронки. Чтобы предотвратить промерзание верхней части водосточной трубы, эти воронки снабжаются нагревательными секциями, обеспечивающими прогрев трубы до теплой зоны.

Для обогрева участков плоских кровель можно использовать бронированные резистивные кабели с удельной мощностью 250-350 Вт на 1 м² покрытия. Причем с увеличением высоты снежного покрова (заноса) соответственно возрастает и удельная мощность. Стандартный шаг укладки бронированных кабелей составляет от 80 до 100 мм.

На краях кровли, которые располагаются ниже желобов, также скапливаются снежные и ледяные массы. Их целесообразно удалять, размещая нагревательные кабели вдоль карниза (при ширине карниза менее 300 мм) или по всей его площади. Между кабелем и плоскостью карниза должен быть зазор для стока воды, так как карниз не имеет уклона в сторону воронки. Для этих целей могут использоваться нагревательные кабели любого указанного выше типа.

6.2.5 Расчет длины кабеля на капельнике.

Капельники в зависимости от их размеров и конструкции обогреваются одной или двумя нитками саморегулирующегося или резистивного кабеля.

В общем случае расход кабеля на капельник определяется по формулам (9), (10).

$$L_9 = L_к \times 1{,}05 \times N, \qquad (9)$$

$$L_{10} = L_к \times 1{,}05 \times N + 1\text{ м}, \qquad (10)$$

где: L_9 – длина кабеля при вводе кабеля в распределительную коробку, м;

L_{10} – длина кабеля при соединении кабеля муфтой, м;

$L_к$ – длина капельника;

1,05 – коэффициент запаса;

N – количество ниток кабеля.

При монтаже одна нитка кабеля крепится под капельник, вторая – вдоль края кровли.

6.3 Расчет нагревательных секций.

6.3.1 Для снижения общего числа нагревательных секций целесообразно одной секцией обогревать несколько зон, например: лоток – труба, лоток – ендова – труба, ендова – труба. Раскладку нагревательной секции, как правило, начинают напротив примыкания водосточной трубы к лотку.

6.3.2 Суммарная номинальная мощность системы ($P_{ном}$) определяется по формуле (11).

$$P_{ном} = \Sigma(P_{ip} \times L_i) + P_{sp} \times S + P_{BP} \times N_B \qquad (11)$$

где: P_{ip} – рабочая линейная мощность кабеля i-го типа, Вт/м;

L_i – суммарная длина кабеля i-го типа, м;

P_{sp} – рабочая поверхностная мощность обогрева участков плоской кровли, Вт/кв. м;

S – площадь обогреваемых участков плоской кровли, кв. м;

P_{BP} – рабочая мощность обогреваемой воронки, Вт/м;

N_B – количество обогреваемых воронок, шт.

6.3.3 Суммарная установленная мощность ($P_{уст}$) определяется исходя из номинальной мощности ($P_{ном}$) и коэффициента $K_{уст}$, указывающего, во сколько раз расчетный ток превышает номинальный. Коэффициент $K_{уст.}$ принимается:

— для саморегулирующихся кабелей – 2;

— для резистивных кабелей – 1,2.

При этом следует учитывать, что пусковой ток может превышать номинальный для саморегулирующихся кабелей в 3 раза, а для резистивных кабелей – в 1,2-1,4 раза.

По мере прогрева кабеля пусковой ток быстро падает до номинальной величины. Обычно время установления номинального тока составляет 3-5 минут.

6.4 Сечение силовых кабелей рассчитывают исходя из величины суммарного номинального тока с коэффициентом запаса 1,25 по формуле (12).

$$I = \frac{1{,}25 \times P_{ном}}{U}, \qquad (12)$$

где: I – длительный максимально допустимый ток, А;

$P_{ном}$ – номинальная потребляемая мощность, Вт;

U – напряжение питания, В.

6.5 Коммутационные, пусковые и защитные аппараты подбирают исходя из величины суммарного пускового тока с коэффициентом запаса 1,5 и времени спадания пускового тока по формуле (13).

$$I_{пуск} = \frac{1{,}5 \times P_{уст}}{U}, \qquad (13)$$

где: $I_{пуск}$ – максимальный пусковой ток, А;

$P_{уст.}$ – установленная мощность, Вт;

U – напряжение питания, В.

6.6 Расчет и выбор вводного защитного автомата следует выполнять по изложенной ниже методике:

а) Рассчитать пусковой ток для каждой нагревательной секции по формуле (14).

$$I_{пуск,i} = \frac{L_i \times K}{220}, \qquad (14)$$

где: $I_{пуск,\,i}$ – пусковой ток для нагревательной секции N, А;

L_i – длина нагревательной секции Ni , м;

К – коэффициент, зависящий от типа нагревательного кабеля и характеризующий его удельную мощность (по данным предприятия-изготовителя нагревательных кабелей).

б) Для трехфазной силовой цепи сгруппировать полученные токи на три примерно равные части (для фаз А, В и С). Полученные значения токов не должны отличаться друг от друга более чем на 15 % (в соответствии с требованиями ПУЭ).

в) По максимальной из трех значений выбрать установку защитного автомата с запа-

сом до ближайшего стандартного значения 10А, 16А, 20А, 25А, 40А или 63А.

6.7 Монтажные схемы.

6.7.1 Монтажные схемы выполняются на планах кровли и включают схемы раскладки нагревательных секций и разводки силовых кабелей и кабелей управления с обозначением основных габаритных размеров.

На этих схемах помимо расположения самих нагревательных секций и их номера указываются распределительные коробки и шкаф управления, в котором обычно установлен терморегулятор.

Схема разводки силовых кабелей и кабелей управления дополнительно содержит места установки распределительных коробок, датчиков температуры, осадков и воды.

6.7.2 Оборудование системы устанавливают в местах удобных для обслуживания, при этом датчики температуры устанавливают так, чтобы исключить влияние на него прямой солнечной радиации, датчики осадков – в местах, где полностью исключены какие-либо помехи для попадания на датчик осадков; датчики воды устанавливают в наиболее вероятных местах появления талой воды.

6.8 Схема организации обогрева многоскатной кровли здания, выполненной из металлочерепицы (обогрев лотков, ендов и водосточных труб) представлена на рисунке 1.

6.9 Примеры монтажных схем и расчетов противообледенительных систем приведены в Приложении Б.

7 Основные положения по монтажу и приемке противообледенительных систем в эксплуатацию

7.1 Монтаж системы должна выполнять специализированная организация, имеющая свидетельство о допуске на производство электромонтажных работ.

7.2 Монтаж противообледенительной системы следует выполнять в строгом соответствии с проектными решениями этой системы и с учетом требований СНиП 3.05.06 и ПУЭ. Монтаж нагревательных кабелей допускается производить при температуре окружающего воздуха не ниже -15 °С.

7.3 Монтаж системы, как правило, целесообразно начинать с установки шкафа управления, распределительных коробок и датчиков.

7.4 После установки оборудования монтируется разводка силовых и управляющих кабелей с их защитой и фиксацией на элементах кровли и устройствах, предусмотренных проектом. Проложенные кабели следует прозвонить и измерить сопротивление изоляции силовых кабелей с записью результатов измерений в типовом протоколе.

7.5 Далее производится монтаж и фиксация секций нагревательных кабелей на соответствующих участках кровли. В процессе монтажа в отдельных местах требуется изгибать кабель под разными углами. При этом следу-ет иметь в виду, что минимально допустимые радиусы изгибов кабеля следующие:

— для саморегулирующихся кабелей – 35 мм;

— для кабелей с металлической оплеткой – 80 мм;

— для кабелей бронированных – 120 мм.

До и после окончания монтажа нагревательных кабелей необходимо производить измерение сопротивления изоляции всех секций нагревательных кабелей. Результаты замеров оформляются в форме протокола.

7.6 При монтаже электрических кабелей, для обеспечения сохранности кровли и более удобного и безопасного выполнения работ, целесообразно ряд технологических операций (соответствующая заделка концов секций кабеля, намотка на кабель в местах установки зажимов 2-3 слоев х/б изоляции, установка зажимов или монтажных лент, фиксаторов, планок или кронштейнов и т.п.) выполнять не на кровле, а на земле, на чердаке или в другом удобном месте.

В результате, для выполнения на кровле должны остаться технологические операции по укладке кабелей в рабочее положение и соединению крепежных деталей. Крепление кабелей может производиться алюминизированной клейкой лентой. В случае применения вытяжных заклепок и саморезов для крепления кабелей на металлической кровле необходимо применять герметики, не изменяющие своих свойств при всех диапазонах температур, и не стареющие во времени.

Если предварительную подготовку кабелей с необходимой точностью выполнить не-

возможно, ряд подготовительных операций осуществляется «по месту», на кровле.

7.7 Для крепления нагревательного кабеля в водосточной трубе часто используется подвеска его на металлическом тросе. Примеры крепления элементов противообледенительных устройств приведены на рисунках 2-9

7.8 Монтаж противообледенительной системы на крыше с мягкой кровлей, выполненной из рулонных материалов (рубероида на битумной мастике, стеклобата, филизола и др.), отличается способом крепления элементов системы (кабелей, датчиков) непосредственно к кровле. При этом элементы системы раскладываются и закрепляются на специальной подложке, которая может быть изготовлена из оцинкованной сетки, оцинкованного листа или из материала типа поликров, закрепленных на кровле клеем-мастикой.

7.9 Передача системы в эксплуатацию, в соответствии с главой 1.8 ПУЭ, должна осуществляться после выполнения предпусковых испытаний и пусконаладочных работ. Когда система полностью смонтирована, проверяется сопротивление изоляции секций нагревательных кабелей, минимальное сопротивление которой должно быть 10 МОм/м, и прозваниваются тестером силовые и управляющие кабели. Результаты замеров оформляются протоколом.

При передаче системы в эксплуатацию, с участием заказчика проводят пробное включение противообледенительной системы в соответствии с инструкцией по ее эксплуатации. Включение производится, когда температура наружного воздуха находится в рабочем диапазоне, на который настроен терморегулятор. Система должна оставаться включенной не менее 1 часа, после чего следует замерить ток каждой секции.

Автоматика системы проверяется либо при наличии осадков, либо поливкой водой датчиков воды и осадков. Согласно инструкции по эксплуатации терморегулятора, его работоспособность проверяется путем выведения Tmin и Tmax так, чтобы температура воздуха была вне этого min max диапазона. После чего следует снова установить требуемый рабочий диапазон температур терморегулятора.

7.10 При положительном результате проверки работоспособности системы составляется акт приемки-сдачи системы в эксплуатацию.

8 Основные положения по эксплуатации противообледенительных систем

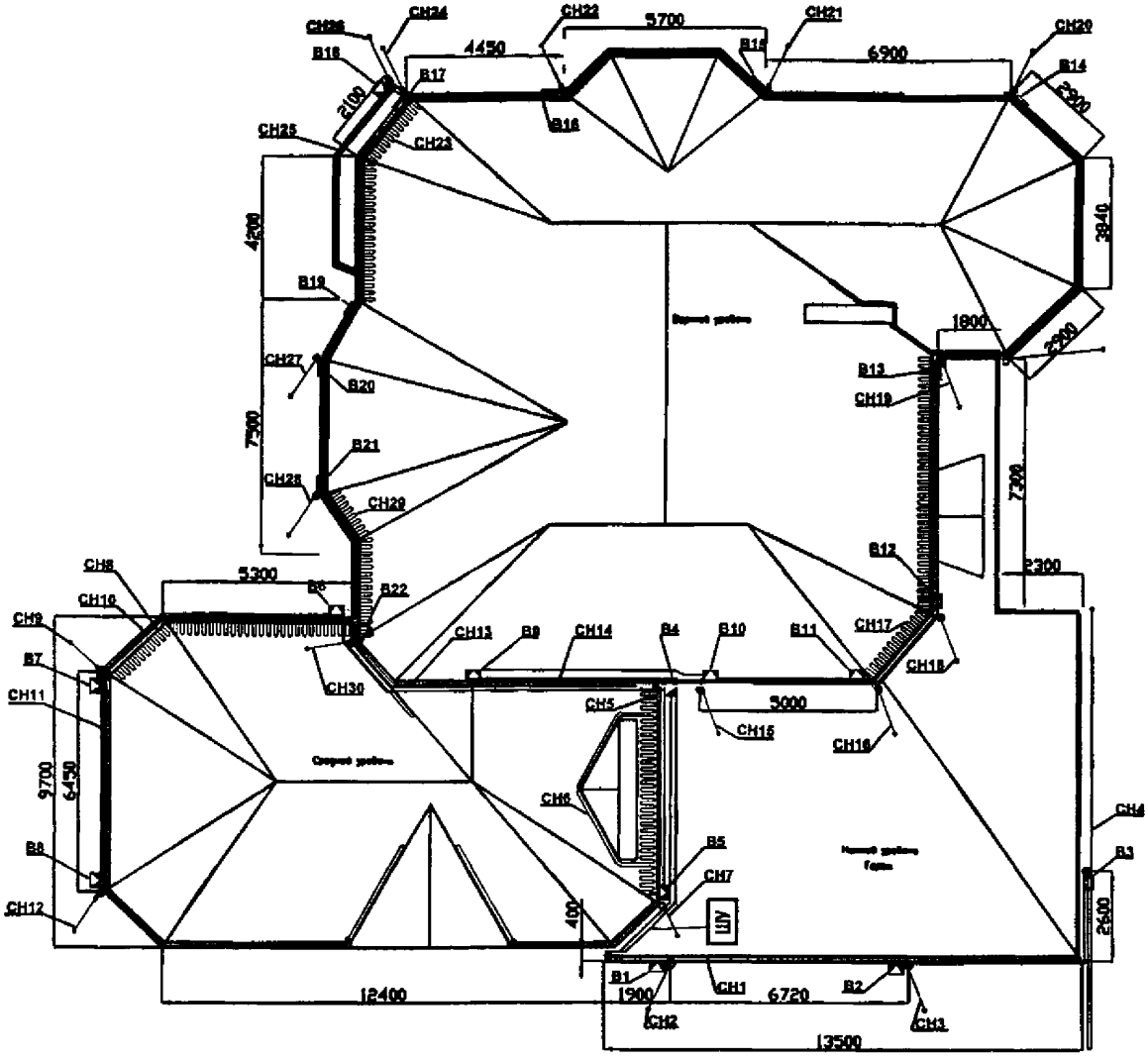
8.1 Существующая практика эксплуатации противообледенительных систем свидетельствует об их работоспособности и эффективности. На объектах, обследованных в ноябре-декабре 2009 г. (Мариинский дворец, Большой драматический театр, Ладожский вокзал, Дворец князя Кочубея и др.), противообледенительные системы находились в рабочем состоянии и успешно выполняли работу, для которой они предназначены.

На большинстве объектов в противообледенительных системах применены саморегулирующиеся нагревательные кабели, в отдельных системах саморегулирующиеся кабели установлены только в водосточных трубах, а в лотках – резистивные. Для большинства объектов диапазон температур для работы противообледенительной системы устанавливается от +4 °С до -8 °С, что обеспечивает эффективную работу системы в автоматическом режиме. Есть примеры, когда система работает не в автоматическом режиме, а управляется дежурным электриком, в обязанность которого входит эта работа.

8.2 Для нормальной работы системы должны быть очищены от мусора все пути удаления воды с кровли, периодически очищаться от мусора и пыли датчики и другое электрооборудование.

В местах, где возможны механические повреждения кабеля массой сползающего снега, следует устраивать специальные барьеры.

8.3 При образовании наледи под сливными отверстиями водосточных труб необходима механическая уборка льда для предотвращения разрушения нижних секций водосточных труб и в целях обеспечения безопасности пешеходной зоны.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

СН	нагревательные секции	В2.2	распределительная коробка
	монтажные концы нагр.секций		соединительная муфта
	обогреваемые водосточные трубы		концевая муфта
М1	силовой кабель	М0.1	кабель управления

Рис. 1 Схема организации обогрева кровли нагревательными кабелями

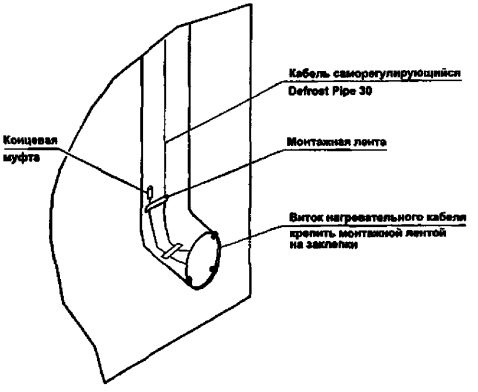


Рис. 2 Узел крепления одной нитки саморегулирующегося нагревательного кабеля внизу водосточной трубы

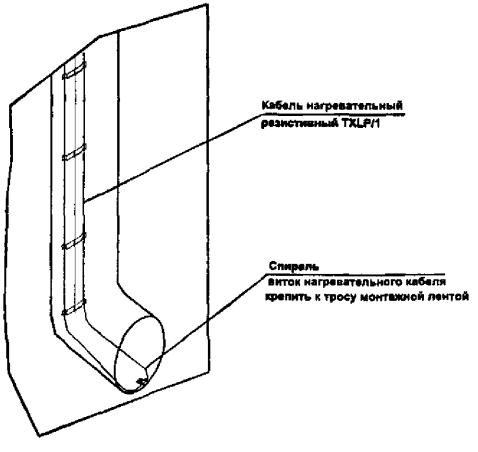


Рис. 3 Узел крепления двух ниток резистивного нагревательного кабеля с тросом внизу водосточной трубы

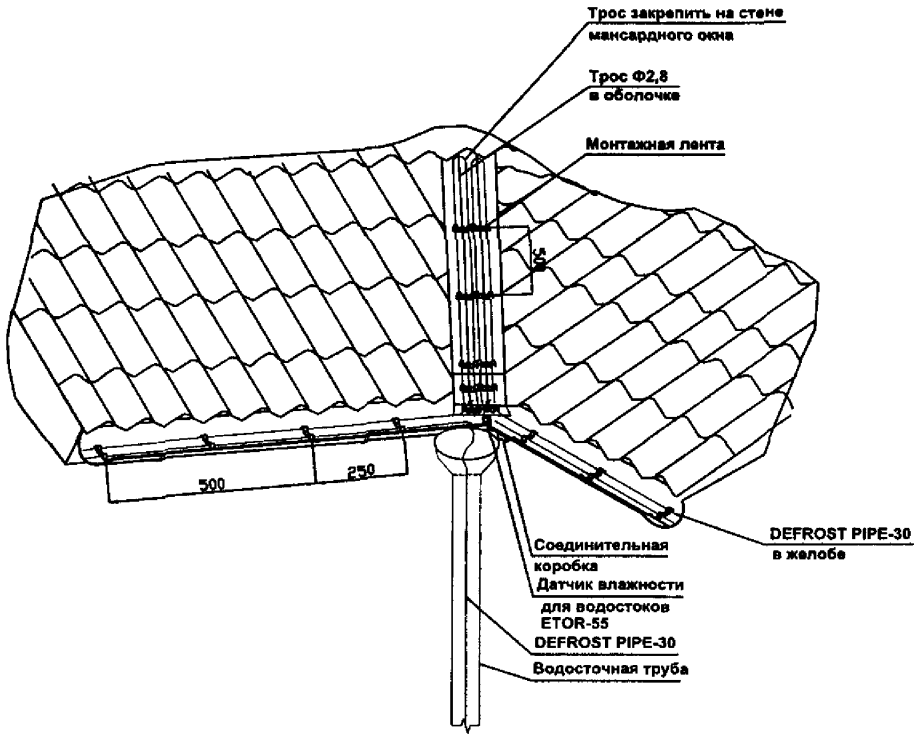


Рис. 4 Узел крепления в желобах, воронке и ендове саморегулирующихся нагревательных секций

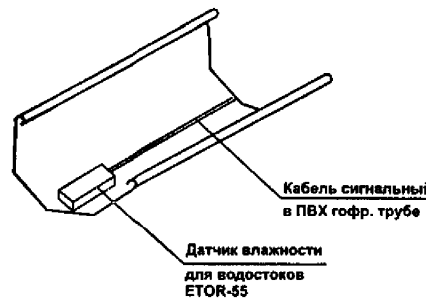


Рис. 5 Узел установки датчика влажности в водостоке

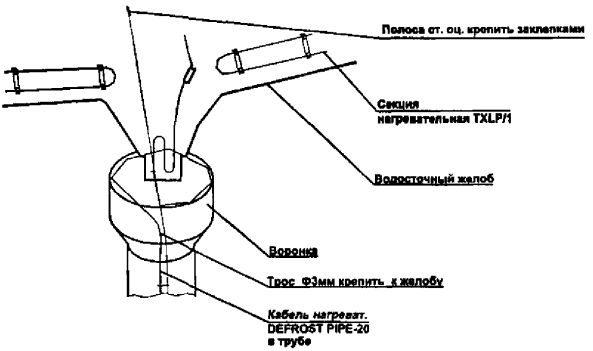


Рис. 6 Узел крепления одной нитки саморегулирующихся нагревательных секций в водосточной воронке

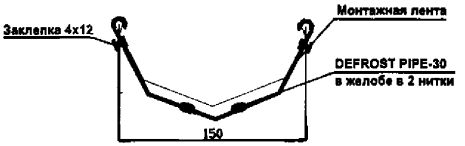


Рис. 7 Крепление двух ниток саморегулирующегося нагревательного кабеля в подвесных лотках

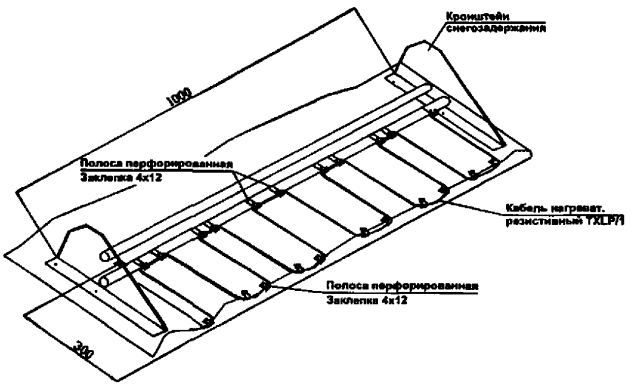
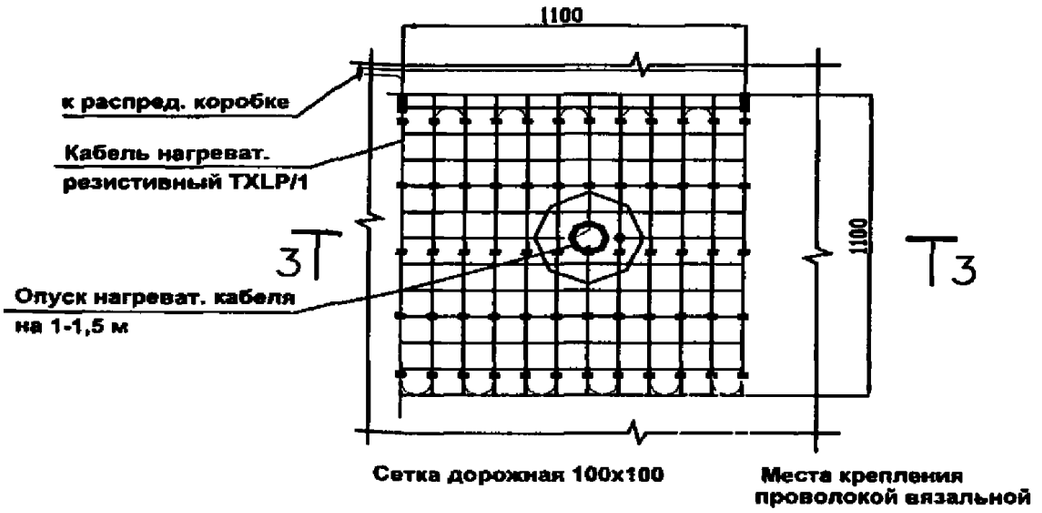


Рис. 8 Узел обогрева карниза кровли резистивным нагревательным кабелем



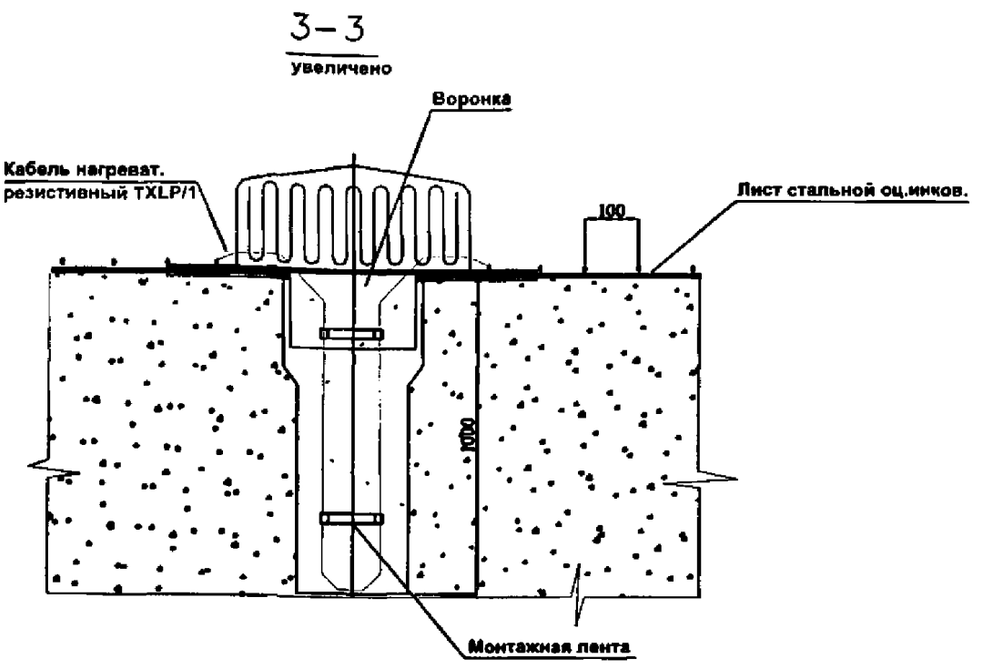


Рис. 9 Узел крепления резистивного нагревательного кабеля в водосточной воронке

9 Технико-экономические показатели

9.1 Стоимость монтажа противообледенительных устройств складывается из следующих затрат:

— стоимости строительно-монтажных работ;

— стоимости материалов и оборудования;

— стоимости пусконаладочных работ.

Рассмотрение смет на устройство противообледенительных систем для ряда конкретных объектов позволило выявить следующие закономерности.

Стоимость противообледенительных систем не зависит напрямую от площади кровли, при равных площадях большое значение имеет количество скатов, наличие или отсутствие ендов, лотков (желобов) и т.п.

Эксплуатационные затраты, в основном, определяются стоимостью электроэнергии, которая расходуется при работе системы:

$$C_{год} = P_р \times h \times s, \qquad (15)$$

где: $C_{год}$ – стоимость работы системы в течение года, руб.;

$P_н$ – номинальная мощность системы, кВт;

h – количество часов работы системы в год;

s – стоимость 1 кВтч электроэнергии, руб.

9.2 Опыт эксплуатации противообледенительных систем показывает, что при правильном расчете параметров и выборе комплектующих, при конструкции крыши отвечающей положениям 4.2, 4.3 настоящего документа, система работает только во время снегопадов или оттепелей при температуре, близкой к нулю. Количество таких дней в году обычно не превышает 40-50. Исходя из этих данных, можно приблизительно оценить расход электроэнергии при известной установленной мощности. Например, оборудование для «средней» крыши с периметром около 100 м и высотой здания 20 м (5 этажей) имеет установленную мощность примерно 20 кВт. Усредненный расход электроэнергии за зимний сезон составляет 19-24 тыс.кВт час. Если сравнить стоимость электроэнергии и стоимость текущих работ по очистке крыши от снега и льда, стоимость ремонта поврежденных элементов кровли, водостоков, фасадов, можно сделать вывод в пользу выбора противообледенительных систем.

9.3 Гарантийный срок службы нагревательных кабелей, при условии правильной эксплуатации противообледенительных систем, составляет, как правило, 10 лет.

Приложение А
(рекомендуемое)

Порядок проектной подготовки

1 Требование о необходимости применения противообледенительных устройств на кровлях вновь строящихся, реконструируемых и подлежащих капитальному ремонту объектов капитального строительства должны быть включены в задание на проектирование, утвержденное в установленном порядке.

2 При необходимости может быть дополнительно подготовлено техническое задание на разработку противообледенительных устройств на кровлях специализированной организацией, включающее выбор систем и оборудования, необходимость обследования конструкций существующего здания (при реконструкции или капитальном ремонте) и другие особенности проектирования.

3 В расчетные данные инженерных нагрузок, подготавливаемые для запроса технических условий на электроснабжение объекта, должны включаться нагрузки, обеспечивающие функционирование противообледенительных устройств.

4 В состав проектной документации объекта капитального строительства с применением противообледенительных устройств должны включаться подразделы:

— технологические решения по применению противообледенительных устройств, в том числе спецификации оборудования и материалов;

— решения по силовому оборудованию, в том числе спецификации оборудования и материалов;

— сметная документация (при необходимости);

— инструкция по эксплуатации (в составе рабочей документации).

5 Проектные решения по применению противообледенительных устройств должны быть согласованы с архитектурно-строительными решениями и с решениями систем водостока объекта капитального строительства.

6 Расчет стоимости проектирования противообледенительных устройств осуществляется по трудозатратам.

7 При необходимости применения противообледенительных устройств на кровлях существующих зданий, не подлежащих реконструкции или капитальному ремонту, выполняются необходимые обследования конструкций, обмерные чертежи и схема монтажа противообледенительной системы силами специализированной организацией по согласованию с заказчиком и службой эксплуатации объекта.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Примеры монтажных схем и расчетов противообледенительных систем

Пример 1. Монтажная схема и расчет противообледенительной системы для коттеджа с 4-скатной крышей.

1.1 Расчет длины нагревательных секций.

Длина: лотков L = 41 м; водосточных труб L = 26 м; ендов L = 28 м; количество водосточных труб – 4 шт.

а) Расчет длины кабеля в лотке (желобе).

Ширина обогреваемого лотка больше 50 мм – число ниток кабеля в лотке принимается равным 2.

Для данного примера применяются секции с холодными концами длиной по 6 м:

$$L_{каб} = 41 \text{ м} \times 1{,}05 \times 2 = 86{,}1 \text{ м}$$

б) Расчет длины кабеля в водосточных трубах.

Диаметр обогреваемой трубы находится в пределах 100-150 мм – число ниток кабеля принимается равным 2.

В данном случае труба непосредственно примыкает к лотку и используются секции с холодными концами:

$$L_{каб} = (6 \text{ м} \times 1{,}05 \times 2 + 1{,}5 \text{ м}) \times 4 \text{ шт} = 56{,}4 \text{ м}$$

в) Расчет длины кабеля в ендовах.

В общем случае ендовы достаточно обогревать на 1/3 их длины.

В данном примере, для удобства запитки нагревательных секций, ендовы обогреваются на всю длину и применяются секции с холодными концами:

$$L_{каб.} = 7 \text{ м} \times 1{,}05 \times 4 \text{ шт} = 29{,}4 \text{ м}$$

г) Суммарный расход кабеля.

$$L_{сумм} = 86{,}1 \text{ м} + 56{,}4 \text{ м} + 29{,}4 \text{ м} = 171{,}9 \text{ м}$$

1.2 Разбивка нагревательного кабеля на секции.

Для удобства раскладки секцию нагревательного кабеля целесообразно начинать в месте примыкания водосточной трубы к лотку.

В данном примере система разбита на 6 секций. Из них 4 секции выполняются по схеме: ендова – лоток – труба, то есть секция проложена по лотку, далее в ендову, в ендове разворот, обратно по ендове, в лоток, в водосточную трубу. Две секции выполняются по схеме лоток.

1.3 Выбор шкафов управления.

Производится расчет пусковых токов для каждой нагревательной секции:

$$I_{пуск.1} = L_1 \times K / 220 = 31 \times 60 / 220 = 8{,}46 \text{ А},$$

$$I_{пуск.2} = L_2 \times K / 220 = 24 \times 60 / 220 = 6{,}55 \text{ А},$$

$$I_{пуск.3} = L_3 \times K / 220 = 31 \times 60 / 220 = 8{,}46 \text{ А},$$

$$I_{пуск,4} = L_4 \times K / 220 = 31 \times 60 / 220 = 8{,}46 \text{ А},$$

$$I_{пуск,5} = L_5 \times K / 220 = 24 \times 60 / 220 = 6{,}55 \text{ А},$$

$$I_{пуск,6} = L_6 \times K / 220 = 31 \times 60 / 220 = 8{,}46 \text{ А}.$$

В случае если $L_{пуск} > 32$ А, группируются 3 фазы. Полученные цифры разбиваются на три примерно равные части:

для фазы А: 8,46 + 8,46 = 16,92 А;

для фазы В: 8,46 + 6,55 = 15,01 А;

для фазы С: 8,46 + 6,55 = 15,01 А.

Разница между максимально нагруженной (16,92 А) и минимально нагруженной (15,01 А) фазами составляет около 11%, что соответствует требованиям ПУЭ. По максимально нагруженной фазе выбирается уставка защитного автомата с запасом. Пусковой ток составляет 17 А, следовательно, уставка защитного автомата – 20 А.

1.4 Выбор крепежных элементов (расчет крепежных элементов не приводится).

В данном случае лотки и водосточные трубы изготовлены из оцинкованной стали, покрытой полимерным материалом (пластизолом), поэтому применяются крепежные элементы из оцинкованной стали.

Пример 2. Монтажная схема и расчет противообледенительной системы для разноэтажного жилого дома.

2.1 Для иллюстрации возможного решения противообледенительной системы для сложной крыши, расположенной в разных уровнях и состоящей из скатных и плоских участков, взят трехсекционный 12-17-этажный жилой дом, разработанный ЦНИИЭП жилища и расположенный по адресу: Карамышевская наб., квартал 74, вл. 20-24.

Расчет противообледенительной системы выполняется отдельно для каждой секции жилого дома. Секции №№ 1 и 3 зеркально симметричны, поэтому расчет приводится только для секции № 1.

2.2 Расчет длины нагревательных кабелей для секции № 1.

Кровля секции № 1 имеет как скатные, так и плоские участки с внутренним водостоком. Отвод воды со скатных участков организован при помощи водосточных желобов в воронки внутреннего водостока. Отдельные участки плоской кровли не имеют собственных воронок внутреннего водостока, и вода удаляется на нижние уровни через водопропускные отверстия и водосточные трубы. Обогрев плоских частей кровли осуществляется вокруг водопропускных отверстий, воронок и зон перед водосточными трубами площадью около 1 м², то есть по всему пути удаления воды.

Общие характеристики обогреваемых зон приведены ниже.

Площадь обогреваемых зон на плоской кровле: S = 10,5 м².

Длина: лотков L = 22,5 м; водосточных труб L = 9,5 м; ендов L = 12 м; капельников L = 14 м;

Количество: водосточных труб – 6 шт; количество водосточных воронок – 7 шт; водопропускных отверстий – 2 шт.

а) Расчет длины кабеля в лотке.

Для лотков шириной до 50 мм ($L_{лотка}$ = 6 м) число ниток кабеля в лотке принимается равным 1. В данном случае применяются секции без монтажных концов:

$$L_{каб} = 6 \text{ м} \times 1{,}05 + 1 \text{ м} = 7{,}3 \text{ м}$$

Для лотков шириной более 50 мм ($L_{лотка}$ = 16,5 м) число ниток кабеля в лотке принимается равным 2. В данном случае применяются секции без монтажных концов:

$$L_{каб} = 16{,}5 \text{ м} \times 1{,}05 \times 2 + 1 \text{ м} = 35{,}7 \text{ м}$$

б) Расчет длины кабеля в водосточных трубах.

Диаметр обогреваемых труб находится в пределах 100-150 мм – число ниток кабеля принимается равным 2.

В данном случае трубы непосредственно примыкают к водопропускным отверстиям и используются секции с холодными концами:

$$L_{каб} = 9{,}5 \text{ м} \times 1{,}05 \times 2 + 1{,}5 \text{ м} \times 2 = 23 \text{ м}$$

в) Расчет длины кабеля в ендовах.

В данном примере, для удобства запитки нагревательных секций, ендовы обогреваются на всю длину и применяются секции без монтажных концов:

$$L_{каб} = (6 \text{ м} \times 1{,}05 \times 2 + 1 \text{ м}) \times 2 \text{ шт} = 27{,}2 \text{ м}$$

г) Расчет длины кабеля на капельниках.

При монтаже одна нитка кабеля крепится под капельник, вторая – вдоль края кровли и применяются секции с холодными концами:

$$L_{каб} = 16 \text{ м} \times 1{,}05 \times 2 = 33{,}6 \text{ м}$$

д) Расчет длины кабеля на плоских участках кровли вокруг воронок и водопропускных отверстий.

При обогреве зон вокруг воронок и водопропускных отверстий кабель укладывается зигзагом с шагом 100 мм на площади примерно 1 м², при этом нагревательная секция длиной около 1-2 м опускается во внутреннюю часть воронки. Применяются секции без монтажных концов:

$$L_{каб} = (13 \text{ м} \times 1{,}05 + 2 \text{ м} + 1 \text{ м}) \times 8 \text{ шт} = 133{,}2 \text{ м}$$

е) Суммарный расход кабеля.

$$L_{сумм} = 7{,}3 \text{ м} + 35{,}7 \text{ м} + 23 \text{ м} + 27{,}2 \text{ м} + 33{,}6 \text{ м} + 133{,}2 \text{ м} = 260 \text{ м}$$

2.3 Разбивка нагревательного кабеля на секции.

Для снижения общего числа нагревательных секций целесообразно одной секцией обогревать несколько зон.

2.4 Выбор шкафов управления.

Производится расчет пусковых токов для каждой нагревательной секции:

$$I_{пуск,1} = L_1 \times K / 220 = 20{,}5 \times 60 / 220 = 5{,}59 \text{ А},$$

$$I_{пуск,2} = L_2 \times K / 220 = 29{,}5 \times 60 / 220 = 8{,}05 \text{ А},$$

$$I_{пуск,3} = L_3 \times K / 220 = 17{,}5 \times 60 / 220 = 4{,}77 \text{ А},$$

$$I_{пуск,4} = L_4 \times K / 220 = 31{,}5 \times 60 / 220 = 8{,}59 \text{ А},$$

$$I_{пуск,5} = L_5 \times K / 220 = 16 \times 60 / 220 = 4{,}36 \text{ А},$$

$$I_{пуск,6} = L_6 \times K / 220 = 17 \times 60 / 220 = 4{,}64 \text{ А},$$

$$I_{пуск,7} = L_7 \times K / 220 = 17 \times 60 / 220 = 4{,}64 \text{ А},$$

$$I_{пуск,8} = L_8 \times K / 220 = 30 \times 60 / 220 = 8{,}18 \text{ А},$$

$$I_{пуск,9} = L_9 \times K / 220 = 30 \times 60 / 220 = 8{,}18 \text{ А},$$

$$I_{пуск,10} = L_{10} \times K / 220 = 14 \times 60 / 220 = 3{,}82 \text{ А},$$

$$I_{пуск,11} = L_{11} \times K / 220 = 14 \times 60 / 220 = 3{,}82 \text{ А},$$

$$I_{пуск,12} = L_{12} \times K / 220 = 11{,}5 \times 60 / 220 = 3{,}14 \text{ А},$$

$$I_{пуск,\ 13} = L_{13} \times K / 220 = 11{,}5 \times 60 / 220 = 3{,}14\ А.$$

Так как $I_{пуск} > 32$ А, группируются 3 фазы. Полученные цифры разбиваются на три примерно равные части:

для фазы А: 8,05 + 8,18 + 3,82 + 3,14 = 23,19 А;

для фазы В: 8,59 + 8,18 + 3,82 + 3,14 = 23,73 А;

для фазы С: 5,59 + 4,77 + 4,36 + 4,64 + 4,64 = 24,00 А.

Разница между максимально нагруженной (24,00 А) и минимально нагруженной (23,19 А) фазами составляет около 4%, что соответствует требованиям ПУЭ. По максимально нагруженной фазе выбирается уставка защитного автомата с запасом. Пусковой ток составляет 24 А, следовательно, уставка защитного автомата – 25 А.

Рабочая мощность на секцию № 1:

$$P_{ном} = L_{сумм} \times 23 = 260 \times 23 = 6\ кВт.$$

Установленная мощность на секцию № 1:

$$P_{уст.} = K \times P_{ном.} = 2 \times 6 = 12\ кВт.$$

2.5 Выбор крепежных элементов (расчет крепежных элементов не приводится).

В данном случае лотки и водосточные трубы изготовлены из оцинкованной стали, покрытой полимерным материалом (пластизолом), поэтому применяются крепежные элементы из оцинкованной стали.

2.6 Расчет длины нагревательных кабелей для секции № 2.

Кровля секции № 2 имеет как скатные, так и плоские участки с внутренним водостоком. Отвод воды со скатных участков организован при помощи водосточных желобов в воронки внутреннего водостока. Обогрев плоских частей кровли осуществляется вокруг воронок и зон перед водосточными трубами площадью около 1 м².

Общие характеристики обогреваемых зон приведены ниже.

Площадь обогреваемых зон на плоской кровле: **S = 11 м².**

Длина: желобов L = 36 м; водосточных труб L = 24 м.

Количество: водосточных труб – 4 шт.; водосточных воронок – 7 шт.

Для проектирования противообледенительной системы применяется саморегулирующийся кабель.

а) Расчет длины кабеля в желобах.

Для желобов ($L_{желоба} = 36$ м) число ниток кабеля принимается равным 2.

В данном случае применяются секции без монтажных концов:

$$L_{каб} = 36\ м \times 1{,}05 \times 2 + 1\ м = 76{,}6\ м$$

б) Расчет длины кабеля в водосточных трубах.

Длина трубы составляет около 6 м, длина изгиба – приблизительно 1 м.

Так как диаметр обогреваемых труб находится в пределах 100-150 мм, число ниток кабеля принимается равным 2.

В данном случае применяются трубы с водосточными воронками и используются секции с монтажными концами:

$$L_{каб} = (6\ м \times 1{,}05 + 1{,}5\ м + 1\ м + 1{,}5\ м) \times 4 = 41{,}2\ м$$

в) Расчет длины кабеля на плоских участках кровли вокруг воронок.

При обогреве зон вокруг воронок и под водосточными трубами кабель укладывается зигзагом с шагом 100 мм на площади примерно 1 кв. м, при этом нагревательная секция длиной около 1-2 м опускается во внутреннюю часть воронки. Применяются секции без монтажных концов:

$$L_{каб} = (13 \text{ м} \times 1{,}05 + 2 \text{ м} + 1 \text{ м}) \times 11 \text{ шт} = 183{,}2 \text{ м}$$

г) Суммарный расход кабеля:

$$L_{сумм} = 76{,}6 \text{ м} + 41{,}2 \text{ м} + 183{,}2 \text{ м} = 301 \text{ м}$$

2.7 Разбивка нагревательного кабеля на секции.

Для снижения общего числа нагревательных секций целесообразно одной секцией обогревать несколько зон. В данном случае 4 секции выполнены по схеме желоб – труба, 4 секции объединяют зоны под водостоком и вокруг воронок.

2.8 Выбор шкафов управления.

Производится расчет пусковых токов для каждой нагревательной секции:

$$I_{пуск,1} = L_1 \times K / 220 = 15 \times 60 / 220 = 4{,}09 \text{ А},$$

$$I_{пуск,2} = L_2 \times K / 220 = 9 \times 60 / 220 = 2{,}45 \text{ А},$$

$$I_{пуск,3} = L_3 \times K / 220 = 9 \times 60 / 220 = 2{,}45 \text{ А},$$

$$I_{пуск,4} = L_4 \times K / 220 = 32 \times 60 / 220 = 8{,}73 \text{ А},$$

$$I_{пуск,5} = L_5 \times K / 220 = 32 \times 60 / 220 = 8{,}73 \text{ А},$$

$$I_{пуск,6} = L_6 \times K / 220 = 32 \times 60 / 220 = 8{,}73 \text{ А},$$

$$I_{пуск,7} = L_7 \times K / 220 = 32 \times 60 / 220 = 8{,}73 \text{ А},$$

$$I_{пуск,8} = L_8 \times K / 220 = 35 \times 60 / 220 = 9{,}55 \text{ А},$$

$$I_{пуск,9} = L_9 \times K / 220 = 35 \times 60 / 220 = 9{,}55 \text{ А},$$

$$I_{пуск,10} = L_{10} \times K / 220 = 35 \times 60 / 220 = 9{,}55 \text{ А},$$

$$I_{пуск,11} = L_{11} \times K / 220 = 35 \times 60 / 220 = 9{,}55 \text{ А}.$$

Так как $I_{пуск} > 32$ А, группируются 3 фазы. Полученные цифры разбиваются на три примерно равные части:

для фазы А: 4,09 + 2,45 + 2,45 + 8,73 + 9,55 = 27,27 А;

для фазы В: 8,73 + 8,73 + 9,55 = 27,01 А;

для фазы С: 8,73 + 9,55 + 9,55 = 27,83 А.

Разница между максимально нагруженной (27,83 А) и минимально нагруженной (27,01 А) фазами составляет около 3%, что соответствует требованиям ПУЭ. По максимально нагруженной фазе выбирается уставка защитного автомата с запасом. Пусковой ток составляет 28 А, следовательно, уставка защитного автомата – 40 А.

Рабочая мощность на секцию № 2:

$$P_{ном} = L_{сумм} \times 23 = 301 \times 23 = 7 \text{ кВт}$$

Установленная мощность на секцию № 2:

$$P_{уст} = K \times P_{ном} = 2 \times 7 = 14 \text{ кВт}$$

Рабочая мощность на все здание:

$$P_{ном} = 6 + 7 + 6 = 19 \text{ кВт}$$

Установленная мощность на все здание:

$$P_{уст} = 12 + 14 + 12 = 38 \text{ кВт}$$

2.9 Выбор крепежных элементов (расчет крепежных элементов не приводится).

В данном случае лотки и водосточные трубы изготовлены из оцинкованной стали, покрытой полимерным материалом (пластизолом), поэтому применяются крепежные элементы из оцинкованной стали.

Пример 3. Разработка противообледенительной системы для реконструируемого четырехсекционного пятиэтажного жилого дома серии 1-511.

3.1 При расчете противообледенительной системы кровля разбивается на отдельные участки, соответствующие отдельным плоскостям. Некоторые участки повторяются и на них можно разместить одинаковые нагревательные элементы. При этом один и тот же участок может располагаться на соседних секциях здания. Вся кровля разделена на три зоны.

Расчет противообледенительной системы выполняется отдельно для каждой зоны. Зоны №№ 1 и 3 зеркально симметричны, поэтому расчет приводится только для зоны № 1.

3.2 Расчет длины нагревательных кабелей для зоны № 1.

Кровля зоны № 1 имеет в основном скатные участки. С небольших частей плоской кровли над лифтовой шахтой вода удаляется на скатный участок. Отвод воды со скатных участков организован при помощи водосточных желобов в воронки наружного водостока. Обогрев водосточных желобов и труб выполняется по всей длине. Нагревательные секции устанавливаются на кровле в местах примыкания к вертикальным стенам.

Общие характеристики обогреваемых зон приведены ниже.

Длина: лотков L = 43,2 м; водосточных труб L = 20,4 м; примыкания к вертикальным стенам L = 56 м;

Количество водосточных труб – 9 шт.

а) Расчет длины кабеля в лотке.

Для лотков шириной до 200 мм ($L_{лотка}$ = 43,2 м) число ниток кабеля в лотке принимается равным 2. В данном случае применяются секции с монтажными концами:

$$L_{каб} = 43{,}2 \text{ м} \times 1{,}05 \times 2 = 90{,}6 \text{ м}$$

б) Расчет длины кабеля в водосточных трубах.

Так как диаметр обогреваемых труб находится в пределах 100-150 мм, число ниток кабеля принимается равным 1.

В данном случае трубы непосредственно примыкают к желобам и используются секции с холодными концами:

$$L_{каб} = (20{,}4 \text{ м} \times 1{,}05 + 1{,}5 \text{ м}) \times 9 = 206{,}2 \text{ м}$$

в) Расчет длины кабеля в местах примыкания к вертикальным стенам.

В данном примере, для удобства запитки нагревательных секций, обогреваются примыкания на 1/3 длины и применяются секции с монтажными концами:

$$L_{каб} = 56 \text{ м} \times 1{,}05 \times 2 \times 1/3 = 39{,}2 \text{ м}$$

г) Суммарный расход кабеля.

$$L_{сумм} = 90{,}6 \text{ м} + 206{,}2 \text{ м} + 39{,}2 \text{ м} = 336 \text{ м}$$

3.3 Разбивка нагревательного кабеля на секции.

Для снижения общего числа нагревательных секций целесообразно одной секцией обогревать несколько зон.

3.4 Выбор шкафов управления.

Производится расчет пусковых токов для каждой нагревательной секции:

$$I_{пуск,1} = L_1 \times K / 220 = 39 \times 98 / 220 = 17{,}37 \text{ А},$$

$$I_{пуск,2} = L_2 \times K / 220 = 39{,}5 \times 98 / 220 = 17{,}60 \text{ А},$$

$$I_{пуск,3} = L_3 \times K / 220 = 35{,}5 \times 98 / 220 = 15{,}81 \text{ А},$$

$$I_{пуск,4} = L_4 \times K / 220 = 35{,}5 \times 98 / 220 = 15{,}81 \text{ А},$$

$$I_{пуск,5} = L_5 \times K / 220 = 39{,}5 \times 98 / 220 = 17{,}60 \text{ А},$$

$$I_{пуск,6} = L_6 \times K / 220 = 33 \times 98 / 220 = 14{,}70 \text{ А},$$

$$I_{пуск,7} = L_7 \times K / 220 = 31 \times 98 / 220 = 13{,}81 \text{ А},$$

$$I_{пуск,8} = L_8 \times K / 220 = 31 \times 98 / 220 = 13{,}81 \text{ А},$$

$$I_{пуск,9} = L_9 \times K / 220 = 52 \times 98 / 220 = 23{,}16 \text{ А}.$$

Так как $I_{пуск} > 32$ А, группируются 3 фазы. Полученные цифры разбиваются на три примерно равные части:

для фазы А: 17,37 + 17,60 + 13,81 = 48,78 А;

для фазы В: 15,81 + 15,81 + 17,60 = 49,22 А;

для фазы С: 14,70 + 13,81 + 23,16 = 51,67 А.

Разница между максимально нагруженной (51,67 А) и минимально нагруженной (48,78 А) фазами составляет около 6%, что соответствует требованиям ПУЭ. По максимально нагруженной фазе выбирается уставка защитного автомата с запасом. Пусковой ток составляет 52 А, следовательно, уставка защитного автомата – 63 А.

Рабочая мощность на зону № 1:

$$P_{ном} = L_{сумм} \times 31 = 336 \times 31 = 10{,}5 \text{ кВт}$$

Установленная мощность на зону № 1:

$$P_{уст} = K \times P_{ном} = 2 \times 10{,}5 = 21 \text{ кВт}$$

3.5 Выбор крепежных элементов (расчет крепежных элементов не приводится).

В данном случае лотки и водосточные трубы изготовлены из оцинкованной стали, покрытой полимерным материалом (пластизолом), поэтому применяются крепежные элементы из оцинкованной стали.

3.6 Расчет длины нагревательных кабелей для зоны № 2.

Кровля зоны № 2 отличается от зоны № 1 другим набором участков. Обогрев этих участков идентичен рассмотренному выше.

Общие характеристики обогреваемых зон приведены ниже.

Длина: лотков L = 43,1 м; водосточных труб L = 20,4 м; примыкания к вертикальным стенам L = 41,8 м;

Количество водосточных труб – 9 шт.

а) Расчет длины кабеля в лотке.

Для лотков шириной до 200 мм ($L_{лотка}$ = 43,1 м) число ниток кабеля в лотке принимается равным 2. В данном случае применяются секции с монтажными концами:

$$L_{каб} = 43{,}1 \text{ м} \times 1{,}05 \times 2 = 90{,}5 \text{ м}$$

б) Расчет длины кабеля в водосточных трубах.

Так как диаметр обогреваемых труб находится в пределах 100-150 мм, число ниток кабеля принимается равным 1.

В данном случае трубы непосредственно примыкают к желобам и используются секции с холодными концами:

$$L_{каб} = (20{,}4 \text{ м} \times 1{,}05 + 1{,}5 \text{ м}) \times 9 = 206{,}2 \text{ м}$$

в) Расчет длины кабеля в местах примыкания к вертикальным стенам.

В данном примере, с точки зрения удобства запитки нагревательных секций, обогреваются примыкания на 1/3 длины и применяются секции с монтажными концами:

$$L_{каб} = 41{,}8 \text{ м} \times 1{,}05 \times 2 \times 1 / 3 = 29{,}3 \text{ м}$$

г) Суммарный расход кабеля.

$$L_{сумм} = 90{,}5 \text{ м} + 206{,}2 \text{ м} + 29{,}3 \text{ м} = 326 \text{ м}$$

3.7 Разбивка нагревательного кабеля на секции.

Для снижения общего числа нагревательных секций целесообразно одной секцией обогревать несколько зон.

3.8 Выбор шкафов управления.

Производится расчет пусковых токов для каждой нагревательной секции:

$$I_{пуск,1} = L_1 \times K / 220 = 31 \times 98 / 220 = 13{,}81 \text{ А},$$

$$I_{пуск,2} = L_2 \times K / 220 = 31 \times 98 / 220 = 13{,}81 \text{ А},$$

$$I_{пуск,3} = L_3 \times K / 220 = 52 \times 98 / 220 = 23{,}16 \text{ А},$$

$$I_{пуск,4} = L_4 \times K / 220 = 31 \times 98 / 220 = 13{,}81 \text{ А},$$

$$I_{пуск,5} = L_5 \times K / 220 = 31 \times 98 / 220 = 13{,}81 \text{ А},$$

$$I_{пуск,6} = L_6 \times K / 220 = 39{,}5 \times 98 / 220 = 17{,}60 \text{ А},$$

$$I_{пуск,7} = L_7 \times K / 220 = 35{,}5 \times 98 / 220 = 15{,}81 \text{ А},$$

$$I_{пуск,8} = L_8 \times K / 220 = 35{,}5 \times 98 / 220 = 15{,}81 \text{ А},$$

$$I_{пуск,9} = L_9 \times K / 220 = 39{,}5 \times 98 / 220 = 17{,}60 \text{ А}.$$

Так как $I_{пуск} > 32$ А, группируются 3 фазы. Полученные цифры разбиваются на три примерно равные части:

для фазы А: 13,81 + 13,81 + 23,16 = 50,78 А;

для фазы В: 13,81 + 15,81 + 17,60 = 47,22 А;

для фазы С: 13,81 + 15,81 + 17,60 = 47,22 А.

Разница между максимально нагруженной (50,78 А) и минимально нагруженной (47,22 А) фазами составляет около 7 %, что соответствует требованиям ПУЭ. По максимально нагруженной фазе выбирается уставка защитного автомата с запасом. Пусковой ток составляет 51 А, следовательно, уставка защитного автомата – 63 А.

Рабочая мощность на зону № 2:

$$P_{ном} = L_{сумм} \times 31 = 326 \times 31 = 10{,}1 \text{ кВт}$$

Установленная мощность на зону № 2:

$$P_{уст} = K \times P_{ном} = 2 \times 10{,}1 = 20{,}2 \text{ кВт}$$

Рабочая мощность на все здание:

$$P_{ном} = 10{,}5 + 10{,}1 + 10{,}5 = 31{,}1 \text{ кВт}$$

Установленная мощность на все здание:

$$P_{уст} = 21 + 20{,}2 + 21 = 62{,}2 \text{ кВт}$$

3.9 Выбор крепежных элементов (расчет крепежных элементов не приводится).

В данном случае лотки и водосточные трубы изготовлены из оцинкованной стали, покрытой полимерным материалом (пластизолом), поэтому применяются крепежные элементы из оцинкованной стали.

УДК 69

Ключевые слова: противообледенительные устройства, нагревательные кабели, кровли с наружными и внутренними водостоками, методика проектирования, монтаж, эксплуатация противообледенительных систем, принципиальные решения, технико-экономические показатели.

Настоящий документ издан и распространяется
ЗАО «Инженерная ассоциация «Ленстройинжсервис»
по поручению Правительства Санкт-Петербурга
(Соглашение от 14.01.2011)

Издание официальное

Правительство Санкт-Петербурга

РМД 31-09-2010 Санкт-Петербург

Рекомендации
по применению противообледенительных устройств с нагревательными кабелями на кровлях с наружными и внутренними водостоками

Подписано в печать 17.01.2011 Формат 60x90 1/8 Усл.-печ.л. 3,4 Тираж 100 экз.

Заказ № 01

ЗАО «Инженерная ассоциация «Ленстройинжсервис»
г-Петербург, Сердобольская ул., 7 тел.: 496-27-06; 324-75-31

gost.e-ecolog.ru