

РУКОВОДСТВО

# СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА



2017



**DEVI**®   
by Danfoss

|   |    |
|---|----|
| <b>1. КАБЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА В КОНСТРУКЦИИ ПОЛА</b>           |    |
| 1.1 Общая информация  | 4  |
| 1.2 Кабельные системы обогрева в бетонных полах                   | 5  |
| 1.3 Обогрев в тонких полах  | 10 |
| 1.4 Обогрев в деревянных полах                                    | 13 |
| 1.5 Выбор оборудования  | 18 |
| <b>2. КАБЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СТАИВАНИЯ ЛЬДА И СНЕГА</b>            |    |
| 2.1 Общая информация  | 20 |
| 2.2 Установки на открытых площадках                               | 21 |
| 2.3 Установки на крышах   | 26 |
| 2.4 Выбор оборудования  | 30 |
| <b>3. ЗАЩИТА ОТ ЗАМЕРЗАНИЯ И ОБОГРЕВ ТРУБОПРОВОДОВ</b>            |    |
| 3.1 Общая информация  | 31 |
| 3.2 Нагревательные кабели на трубах                               | 31 |
| 3.3 Нагревательные кабели в трубах                                | 32 |
| 3.4 Саморегулируемые греющие кабели                               | 32 |
| 3.5 Установка   | 34 |
| 3.6 Выбор оборудования  | 34 |
| 3.7 Расчет и подбор   | 35 |
| <b>4. ЗАЩИТА ОТ ЗАМЕРЗАНИЯ</b>                                    |    |
| 4.1 Полы холодильных камер и искусственных катков                 | 36 |
| 4.2 Двери и ворота  | 38 |
| 4.3 Водостоки   | 39 |
| 4.4 Антенны и провода   | 40 |
| 4.5 Резервуары  | 40 |
| 4.6 Затвердевание бетона  | 41 |
| <b>5. ПРИМЕНЕНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ</b>                         |    |
| 5.1 Обогрев помещений для животных                                | 42 |
| 5.2 Подогрев грунта в теплицах                                    | 43 |
| <b>6. ПОДОГРЕВ ТРАВЯНЫХ ГАЗОНОВ</b>                               | 43 |
| <b>7. ДРУГИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ</b>                               |    |
| 7.1 Размораживание грунта   | 44 |
| 7.2 Защита полов от конденсации влаги                             | 45 |
| 7.3 Подогрев мостиков холода                                      | 46 |
| <b>8. РАСЧЕТЫ</b>   |    |
| 8.1 Шаг укладки нагревательного кабеля                            | 46 |
| 8.2 Монтажная лента <b>DEVIfast™</b>                              | 47 |
| <b>9. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАНОВКЕ, ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ</b> | 48 |



**DEVI** – крупнейший производитель электрических кабельных систем отопления в Европе.

**DEVI** представляет уникальное предложение:

**«Отопительные системы высшего качества с интеллектом, обеспечивающие потребителям максимальный уровень комфорта и безопасности!»**

**DEVI** – единственная компания в своей сфере, которая разрабатывает, производит и реализует именно системы отопления, состоящие из нагревательных кабелей и терморегуляторов.

Все составляющие идеально соответствуют друг другу, что обеспечивает высокое качество наших систем, их надежность и удобство в использовании.

## Комплексные решения

**DEVI** производит широкий спектр испытанной и тестированной продукции – от систем с тонкими нагревательными матами, используемыми при реконструкции помещений, до систем полного отопления, предназначенных как для жилых помещений, так и для офисов или промышленных зданий. Компания **DEVI** также предлагает системы для стаивания льда и снега. Наши кабели и терморегуляторы используют во всем мире, поддерживая проезжие части и конструкции кровель свободными от снега и льда в холодные периоды. Мы производим системы защиты от замерзания и подогрева для трубопроводов, системы подогрева почвы футбольных

полей, в оранжереях и на объектах сельскохозяйственного назначения (теплицы, свинарники и т.п.).

## Качество продукции и окружающая среда

Продукция компании **DEVI** соответствует таким стандартам, которые разрабатывают и контролируют согласно самым строгим нормам. Наше производственное оборудование в городе Вайле, Дания, сертифицировано Международной Организацией по Стандартизации на соответствие стандарту ISO 9001.

Мы гордимся экологическим качеством своей продукции:

- в процессе производства мы делаем акцент на снижение потребления энергии и минимизацию загрязнения окружающей среды отходами;
- используем современные материалы без содержания свинца;
- терморегуляторы работают согласно современным установленным нормам: обеспечение максимального уровня комфорта при минимальных энергозатратах.

В 2002 году **DEVI** получила сертификат ISO 14001 на соответствие стандартам по защите окружающей среды.

В 2012 году **DEVI** получила сертификат ISO TS 16949, подтверждающий наивысший уровень качества производимой продукции.

Системы **DEVI** для стаивания снега и льда предотвращают образование наледи и сосулек в водосточных каналах зданий.



Системы **DEVI** предотвращают промерзание грунта под холодильными камерами.



Системы **DEVI** для стаивания снега и льда используют при строительстве автостоянок, дорог, тротуаров, ступенек и мостов.



Оборудование **DEVI** высокого качества. Везде, где есть **DEVI**, соблюдается гарантия и оказывается техническая поддержка.



Системы **DEVI** используют в сельском хозяйстве (обогрев в теплицах, птичниках, свинарниках и т.п.) и в спорте, например, для подогрева почвы футбольных полей.



Тонкие маты **DEVI** идеальны при реконструкции полов или для объектов, где необходима минимальная толщина стяжки.



Системы **DEVI** используют для подогрева или предотвращения замерзания жидкостей в трубопроводах.



**DEVI** производит широкий спектр терморегуляторов **DEVireg™** для различных условий работы и установок.



Нагревательные кабели **DEVI** подходят как для производственных зданий, так и для частного жилья.



Терморегуляторы **DEVireg™** – это самые современные и простые в использовании терморегуляторы.



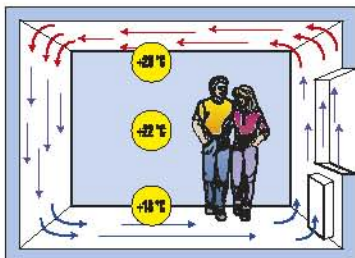
## 1.1 Общая информация

Кабельные электрические системы распределенного обогрева пола **DEVI, Danfoss** включают в себя нагревательные кабели или маты, терморегуляторы и все необходимые монтажные принадлежности.

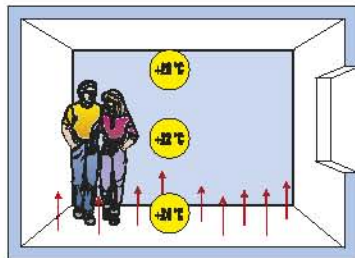


### Оптимальный комфорт

Система с подогревом пола обеспечивает более комфортное распределение тепла по сравнению с обычной системой центрального отопления. В помещениях с центральным отоплением теплый воздух от батареи поднимается к потолку, затем остывает и опускается к полу, создавая тепловой дискомфорт.



Традиционная система



Система «теплый пол»



Система подогрева пола **DEVI** создает оптимальную температуру воздуха на уровне ног и головы. Поскольку конвекционные потоки практически отсутствуют, поднимается значительно меньшее количество пыли, что немаловажно для людей, страдающих аллергией или астмой.

### Минимальное потребление энергии

Благодаря оптимальному распределению тепла и точной системе контроля, средняя температура в помещении может быть на 1 - 2 °C ниже по сравнению с традиционной системой отопления. Это позволяет снизить потребление электроэнергии на 10 - 20%, что не только экономит деньги, но и приносит пользу окружающей среде.

### Гибкая система

Кабельные системы отопления **DEVI** обеспечивают комфортную температуру в квартире, офисе, цехе, спортивном зале и т.п. Немаловажен тот факт, что кабельная система подогрева пола **DEVI** может быть установлена в конструкцию пола любого типа, будь то бетонные или деревянные полы.

### Невидимый источник тепла

Кабельная система отопления **DEVI** невидима. Скрытый в конструкции пола источник отопления открывает новые возможности для расстановки мебели и дизайна интерьера помещения, устраняя проблемы, связанные с установкой радиаторов.



### Долговечность и отсутствие обслуживания

С точки зрения практичности, можно рассчитывать на то, что нагревательные кабели прослужат столько же, сколько и помещение, в котором они установлены, не требуя обслуживания! Сегодня специалисты **DEVI** говорят о 80-летнем сроке службы нагревательного кабеля.

### Качество, надежность, гарантия

Качество и надежность оборудования фирмы **DEVI** подтверждены международными сертификатами ISO 9001, ISO 14001, ISO TS 16949 и российскими сертификатами. Продукция выпускается на заводах **DEVI** в Дании, Польше, Франции и проходит жесткий производственный контроль. На кабельную продукцию и нагревательные маты **DEVI** предоставляется гарантия 20 лет, на терморегуляторы **DEVireg™ Touch** и **DEVireg™ Smart** – 5 лет, на остальные терморегуляторы – 2 года.

### Об использовании электроэнергии

Использование электроэнергии для отопления представляет собой разумное с экологической точки зрения решение. Электричество – это наиболее эффективный вид энергии, который может транспортироваться без загрязнения окружающей среды.

## 1.2 Кабельные системы отопления в бетонных полах

**DEVI** предлагает три варианта установки. Первый вариант – когда нагревательный кабель устанавливают в цементно-песчаную или бетонную стяжку толщиной 3 - 7 см. Второй вариант – когда используют тонкий нагревательный мат, который устанавливают в слой плиточного клея и который не увеличивает строительную высоту пола (см. раздел 1.3 «Обогрев в тонких полах»). Третий вариант, когда нагревательный кабель укладывают на специальный монтажный лист **DEVicell™** или нагревательный модуль **DEVIdry™** устанавливают под деревянный пол без стяжки (см. раздел 1.4 «Отопление в деревянных полах»).



**DEViflex™**  
Нагревательный кабель



**DEViheat™, DEVicomfort™, DEVimat™**  
Тонкий нагревательный мат

Кабельную систему отопления можно использовать в качестве системы «Полное отопление» или системы «Теплый пол» (системы комфортного подогрева поверхности пола). В первом случае система отопления **DEVI** является единственным источником тепла в помещении. В качестве «Теплого пола» система **DEVI** обязательно должна работать одновременно с другой отопительной системой, например, с электрическими конвекторами или водяными радиаторами.

Система «Полное отопление» компенсирует тепловые потери и обеспечивает постоянную заданную температуру воздуха в помещении, в то время как система «Теплый пол» направлена на поддержание комфортной температуры поверхности пола.

### Удельная мощность

Удельная мощность – это мощность в ваттах, приходящаяся на один квадратный метр площади пола ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ).

В случае полного отопления эта мощность должна компенсировать расчетные теплопотери помещения и обеспечить необходимую заданную температуру воздуха.

Теплопотери главным образом зависят от климатических условий и теплоизоляции здания. Тепловые расчеты системы отопления для конкретных условий должен проводить специалист. Мы предполагаем, что они рассчитаны и информация о них доступна.

После расчета общей мощности системы отопления учитывают свободную площадь помещения. Это означает, что площадь, занимаемую стационарными предметами (ванными, унитазами, холодильниками, плитами и т.п.), вычитают из общей площади помещения.

Общую установленную мощность рекомендуем увеличить приблизительно на 30% (коэффициент запаса 1,3). Результат расчетов позволит определить необходимую мощность нагревательного элемента: кабеля или тонкого мата.

В средней полосе России расчетная удельная мощность системы отопления для новых зданий с применением теплоизоляционных материалов составляет  $100 - 150 \text{ Вт}/\text{м}^2$ , для старых зданий может достигать  $180 \text{ Вт}/\text{м}^2$  и более. Если расчетная устанавливаемая мощность превышает  $180 \text{ Вт}/\text{м}^2$ , мы рекомендуем использовать дополнительные системы отопления.

Для систем комфортного подогрева пола удельная мощность может меняться в зависимости от конструкции перекрытий, температурного режима в нижнем помещении, наличия и качества теплоизоляции, особых требований к температуре поверхности пола.

Так, например, для системы «Теплый пол» в квартире типового панельного дома (исключение составляют первые этажи и помещения, расположенные над арками и т.п.) значение удельной мощности составляет  $100 - 130 \text{ Вт}/\text{м}^2$  для кухни, коридора, детской комнаты, спальни и гостиной, и  $130 - 150 \text{ Вт}/\text{м}^2$  для ванных комнат и санузлов.

Среди специальных применений — подогрев дорожек вокруг бассейнов, теплые полы и лежаки в банях и саунах, участки пола в прихожих для сушки обуви. Удельную мощность в вышеперечисленных случаях рассчитывают, исходя из конкретных требований заказчика.



Подогрев лежака в турецкой бане

В помещениях с большим остеклением мы рекомендуем дополнительно предусмотреть отопление краевых зон: зона шириной  $0,5 - 1 \text{ м}$  вдоль наружных стен с остеклением.

Устанавливаемая мощность в краевой зоне составляет около  $200 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

### Выбор оборудования

При установке систем отопления используют нагревательные кабели **DEViflex™** с максимальной погонной мощностью 20 Вт/м.

Монтажная лента **DEVifast™** (шаг крепления кабеля кратен 2,5 см) позволит надежно, быстро и легко разложить нагревательный кабель.

Можно также использовать тонкие нагревательные маты **DEVI** с мощностью 150 Вт/м<sup>2</sup>.

После расчета общей требуемой мощности системы, выбирают нагревательный кабель или мат из ряда изготавливаемых на заводе с ближайшей большей мощностью.

Для достижения оптимального комфорта и экономичности системы рекомендуем использовать терморегуляторы с простым или интеллектуальным таймером: **Ectemp™ Next Plus** или **DEVireg™ Touch**.

### Установка

Нагревательные кабели рекомендуем укладывать на свободную площадь, т.е. на ту площадь, которая не занята стационарным оборудованием (холодильник, плита, кухонная стенка, ванная, стиральная машина, шкаф-купе и т.д.).

О расчете расстояния между линиями нагревательного кабеля при укладке см. в разделе 8.1 «Шаг укладки нагревательного кабеля».

Шаг укладки позволяет сохранять ту мощность на 1 м<sup>2</sup>, которую рассчитывают и закладывают на этапе проектирования.

Для соблюдения равномерного распределения тепла по поверхности пола толщина бетонной или цементно-песчаной стяжки над кабелем с удельной погонной мощностью 18 - 20 Вт/м (**DEViflex™ 18T**, **DEViflex™ 20T**) должна быть не менее 3 см, если нет других ограничений (например, по механической прочности).

Уменьшить толщину стяжки можно, если использовать нагревательный кабель с меньшей погонной мощностью, например 10 Вт/м (**DEViflex™ 10T**). В этом случае шаг укладки уменьшится почти в 2 раза и минимальная толщина стяжки может быть около 1,5 – 2 см.

Нагревательный тонкий мат **DEVI** вообще не требует стяжки. Мат укладывают в слой плиточной мастики или клея.

Для получения более подробной информации по установке матов **DEVI** обратитесь к разделу 1.3 «Обогрев в тонких полах».

С увеличением толщины стяжки увеличивается время выхода системы на заданный режим работы.

Нагревательный кабель можно включать только после естественного затвердевания стяжки (для цементно-песчаной стяжки это около 28-30 дней, для мастики для тонких полов 3-7 дней).

### Теплоизоляция

Укладка теплоизоляции необходима в тех случаях, когда внизу находится холодное помещение или существуют локальные зоны охлаждения (неотапливаемый подвал, грунт и т.п.).

Особого внимания требуют случаи установки кабельных систем отопления на балконах и лоджиях.

Применение теплоизоляционного материала позволяет уменьшить энергозатраты, однако целесообразность его использования должна определяться для каждого конкретного случая.

В качестве теплоизоляционных материалов рекомендуется применять сертифицированные продукты, имеющие достаточную механическую прочность: пробковый агломерат, экструдированный пенополистирол, керамзитную засыпку и т.п.

Во избежание перегрева нагревательного кабеля, между ним и теплоизоляцией необходимо сделать предварительную стяжку (минимальной толщины) или уложить кабель на металлическую сетку (с ячейкой 2 - 5 см). В этом случае стяжка, заливаемая в один прием, получается монолитной и с армирующим каркасом.

### Сечение пола с системой «Теплый пол»



Другой важный элемент – вертикальная теплоизоляция стяжки возле наружных стен. Она должна препятствовать потерям тепла на стыках стен с полом.

## Гидроизоляция

Гидроизоляцию можно укладывать как под нагревательным кабелем, так и над ним, поскольку сам кабель может работать при любой влажности, в том числе и в воде. Место установки гидроизоляции необходимо выбирать из конструктивных соображений или требований строительной документации.

Основное условие, которое необходимо соблюдать – нагревательный кабель не должен непосредственно лежать на или под гидроизоляционным слоем.

В случае, если нагревательный кабель укладывают над гидроизоляцией, то как и в случае с теплоизоляцией, необходимо сделать минимальную разделительную стяжку или применить металлическую сетку.

Когда гидроизоляционный слой устанавливают выше нагревательного кабеля, необходимо кабель предварительно залить цементно-песчаной стяжкой.

При применении битумной гидроизоляции, связанной с использованием горелок, следует предусмотреть защиту всех открытых частей кабельной системы отопления от пламени и высокой температуры.

## Способы крепления

Для установки нагревательных кабелей **DEViflex™** мы рекомендуем использовать монтажную ленту **DEVifast™**. Стальную ленту укладывают с шагом 50 – 100 см. Расход ленты в среднем составляет 1 – 2 м на 1 м<sup>2</sup> площади (подробно о расчете длины ленты см. в разделе 8.2 «Монтажная лента **DEVifast™**»). Крепить ленту можно любым способом – дюбелями, гвоздями, клеем и т.п.



Пример крепления нагревательного кабеля на ленте

Как вариант, нагревательный кабель может быть закреплен на закладываемой в стяжку стальной армирующей сетке с помощью хомутов.

Для получения более подробной информации по установке нагревательного кабеля обратитесь к разделу «Общие рекомендации» в конце настоящего «Руководства».

## Покрытие пола

Нагревательный кабель можно устанавливать в стяжку практически под любое покрытие пола. Прежде чем использовать клеи и мастики, проконсультируйтесь с производителем покрытия.

При установке деревянных или аналогичных по структуре полов непосредственно на бетонную стяжку с нагревательным кабелем, необходимо соблюдать инструкции производителя покрытия и технологию его укладки.

Для получения информации о кабельных системах отопления в деревянных полах обратитесь к разделу 1.4 «Отопление в деревянных полах».

Материалы с высокими теплоизоляционными свойствами, используемые для настила полов, такие как толстые шерстяные ковры или линолеум на резиновой основе, могут ограничить передачу тепла на поверхность.

В подобных случаях, пожалуйста, проконсультируйтесь с производителем этих материалов на предмет использования с кабельной системой отопления.



**Пример. Объект – кухня-гостиная, общей площадью 15 м<sup>2</sup>.**

**1 вариант. Кабельная система отопления является основной («Полное отопление»).**

Расчетные теплотери кухни-гостиной общей площадью 15 м<sup>2</sup> составляют 1500 Вт (100 Вт/м<sup>2</sup>).

В качестве покрытия пола используется плитка. Стационарное оборудование (холодильник, плита, мойка и т.п.) занимает 5 м<sup>2</sup> от общей площади помещения.

Таким образом, кабель должен быть установлен на свободной площади 10 м<sup>2</sup>.

- 1) Требуемая устанавливаемая мощность с учетом коэффициента запаса:

$$1500 \text{ Вт} \times 1,3 = 1950 \text{ Вт}$$

- 2) Выбор подходящего по ближайшей большей мощности кабеля, если применяем кабель **DEViflex™ 18T**

$$\text{Мощность } 2135 \text{ Вт, длина } 118 \text{ м}$$

- 3) Расстояние между линиями кабеля (С-С).

$$\frac{10}{118} \times 100 = 8,5 \text{ см}$$

При использовании монтажной ленты **DEVifast™** (крепление кабеля кратно 2,5 см) шаг укладки кабеля будет чередоваться 7,5 - 10 см. (подробнее см. раздел 8.1 «Шаг укладки нагревательного кабеля»).

- 4) Выбор терморегулятора.

Для системы полного отопления мы рекомендуем **DEVireg™ Smart, DEVireg™ Touch, или ECtemp™ Next Plus, DEVireg™ 132, 531 или 532.**

### 2 вариант. Кабельная система отопления применяется для комфортного подогрева пола («Теплый пол»).

- 1) Требуемая устанавливаемая мощность с учетом коэффициента запаса:

$$10 \text{ м}^2 \times 100 \text{ Вт} \times 1,3 = 1300 \text{ Вт}$$

- 2) Выбор подходящего по ближайшей большей мощности кабеля, если мы применяем кабель **DEViflex™ 18T**.

$$\text{Мощность } 1340 \text{ Вт, длина } 74 \text{ м}$$

- 3) Расстояние между линиями кабеля (С-С).

$$\frac{10}{74} \times 100 = 13,51 \text{ см}$$

При использовании монтажной ленты **DEVifast™** (крепление кабеля кратно 2,5 см) шаг укладки кабеля будет чередоваться 12,5 - 15 см (см. раздел 8.1).

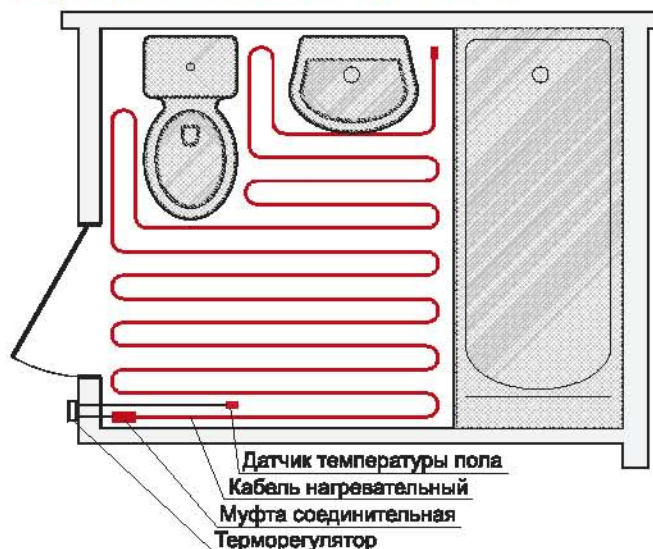
- 4) Выбор терморегулятора.

Для системы комфортного подогрева пола мы рекомендуем **DEVireg™ Touch, DEVireg™ Smart или ECtemp™ Next Plus**, а так же **DEVireg™ 130 или 530.**

Для выбора длины монтажной ленты обратитесь к разделу 8.2 «Монтажная лента **DEVifast™**».

В случае использования тонких нагревательных матов **DEVI** обратитесь к разделу 1.3 «Обогрев в тонких полах».

### Последовательность установки системы с нагревательным кабелем **DEViflex™**.



1. Определить место установки терморегулятора (при необходимости сделать штробу в стене для скрытой проводки). Выделить свободную площадь. Нарисовать схему раскладки нагревательного кабеля. При необходимости предусмотреть теплоизоляцию и промежуточный материал (например, армирующая сетка и/или предварительная стяжка).



2. Разложить монтажную ленту и закрепить ее на полу (подробно см. раздел 8.2).

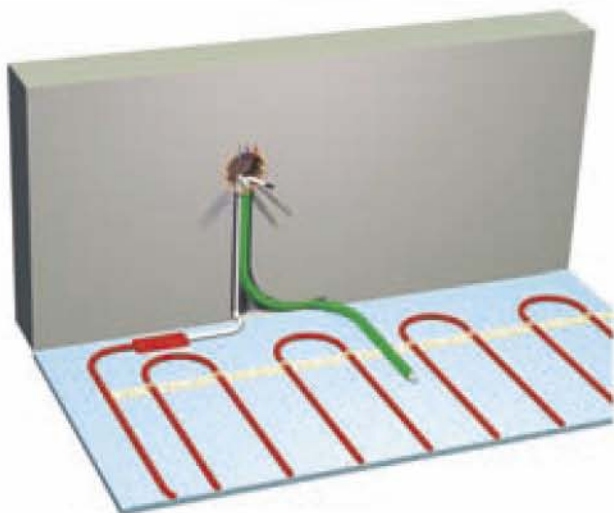


3. Разложить нагревательный кабель и закрепить на ленте с соблюдением шага укладки. Также на ленте закрепить датчик температуры пола в медной или гофрированной трубке (гофр – защита от сдавливания при заливке раствором) и подвести «холодные» выводы нагревательного кабеля и выводы датчика к месту установки терморегулятора.





Трубка термодатчика ( $\varnothing$  9 - 16 мм) должна быть заглушена со стороны датчика для предотвращения попадания внутрь раствора при заливке стяжки. Противоположный конец трубки выводят в монтажную коробку, в которой затем будет смонтирован терморегулятор. Чтобы обеспечить свободное перемещение термодатчика в трубке (возможность замены в процессе эксплуатации), рекомендуем при переходе от стены к полу выполнять два больших радиуса изгиба трубки в двух плоскостях.



В процессе заливки стяжки и укладки покрытия пола следует обращать внимание на целостность трубки термодатчика (отсутствие вмятин и повреждений).

4. Произвести заливку раствором или смесью (обычно для кабеля **DEVIFLEX™ 18T** высота стяжки 3 - 5 см, **DEVIFLEX™ 10T** - 1,5 - 2 см).
5. Уложить покрытие пола (плитка, ковролин и т.п.)
6. Установить терморегулятор и подсоединить термодатчик, «холодные» выводы кабеля и сетевые провода.
7. Выдержать цементно-песчаную стяжку примерно 30 дней для затвердевания и включить терморегулятор.

#### ЗАМЕЧАНИЕ!

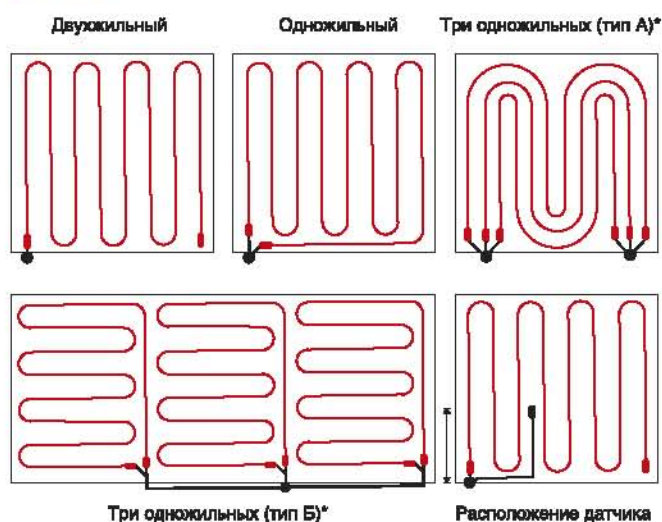
При проведении строительных работ разными специалистами возникает вероятность повреждения

кабельной системы отопления. Чтобы избежать этого, мы рекомендуем:

1. Проводить установку согласно ПУЭ-2009, издание 7 (Правила устройства электроустановок) и ВТТ КСО-2003 (Временные технические требования к устройству кабельных систем отопления).
2. В процессе проведения работ по укладке нагревательного кабеля, заливке стяжки и монтажа покрытия пола, контролировать омическое сопротивление нагревательных жил кабеля и целостность его изоляции.
3. Сразу по окончании монтажа нагревательного кабеля составить реальную схему укладки с указанием основных привязок по месту (расположение концевой муфты и соединительной, количество уложенных нитей нагревательного кабеля, расположение термодатчика и т.п.).
4. Довести данную информацию до всех специалистов и предупредить о невозможности проведения специальных работ, которые могут привести к повреждению кабельной системы отопления (сверлить и долбить пол, штробить канавки, вкручивать саморезы и т.п.).

В случае повреждения кабельной системы отопления **DEVI** необходимо обратиться в сервисную службу компании.

#### Варианты схем укладки нагревательных кабелей



Тип А и Б — трехфазная система с подключением по схеме типа звезда/треугольник. При распределении мощности на три фазы систему подключают к терморегулятору через контактор.

## 1.3 Обогрев в тонких полах

Компания **DEVI** производит специальные тонкие нагревательные маты: **DEVIheat™**, **DEVIcomfort™**, **DEVIimat™**



Нагревательный мат может быть установлен поверх старого плиточного покрытия или бетонного пола. Чаще всего нагревательный мат укладывают на кухнях и в ванных комнатах, но эта кабельная система может быть использована в любом помещении при ремонте и там, где существует ограничение по высоте конструкции пола.

### Устанавливаемая мощность

Для систем "Полное отопление" установленная мощность должна быть на 15...30% больше расчётных теплотерь помещения. Для систем "Тёплый пол" установленная мощность обычно не превышает 150 Вт/м<sup>2</sup>.

### Выбор оборудования

На основе расчета мощности системы отопления можно выбрать один из двух вариантов:

1. Нагревательный кабель **DEVIflex™ 10T** с погонной мощностью 10 Вт/м (230 В). Толщина стяжки вместе с плиткой около 20 мм.
2. Нагревательные тонкие маты **DEVI 150 Вт/м<sup>2</sup>** (230 В): **DEVIheat™**, **DEVIcomfort™**, **DEVIimat™**. Толщина слоя плиточного клея 3 - 5 мм.

Синтетическая сетка нагревательных матов **DEVI** имеет клеевой слой и может быть быстро и легко установлена на чистую поверхность пола.

Для достижения оптимального комфорта и экономичности системы рекомендуем использовать терморегуляторы с простым или интеллектуальным таймером – **DEVireg™ Touch**, **DEVireg™ Smart** или **EStemp™ Next Plus**.

Возможно применение терморегуляторов с датчиком температуры пола **DEVireg™ 130** или **530**.

### Установка с нагревательным матом DEVI

Установку нагревательного мата **DEVI** нужно начинать от стены, где будет установлен терморегулятор.

Сначала устанавливают датчик температуры пола терморегулятора, который прокладывают в пластиковой гофротрубке или тонкостенной медной трубке с наружным диаметром 9 - 16 мм. Подробнее о способе установки трубки см. раздел 1.2 стр. 8 - 9 «Ка-

бельные системы отопления в бетонных полах».

Так как диаметр трубки гораздо больше, чем толщина нагревательного мата, необходимо сделать штробу в полу и, если необходимо, в стене до монтажной коробки.



У противоположной стены или при обходе места установки стационарного оборудования сетку мата разрезают и мат поворачивают вокруг кабеля в нужном направлении.



### Внимание! Нельзя резать кабель!

Таким образом нагревательный мат раскладывают на всей поверхности.



На разложенный мат **DEVI** наносят плиточный клей (плиточную мастику) и укладывают плитку.



После высыхания клея (см. рекомендации производителя) необходимо установить терморегулятор и произвести все необходимые электрические соединения.

### ЗАМЕЧАНИЕ!

См. замечание в разделе 1.2 стр. 9 «Кабельные системы отопления в бетонных полах»

## Маты DEVIheat™, DEVIcomfort™, DEVIamat™

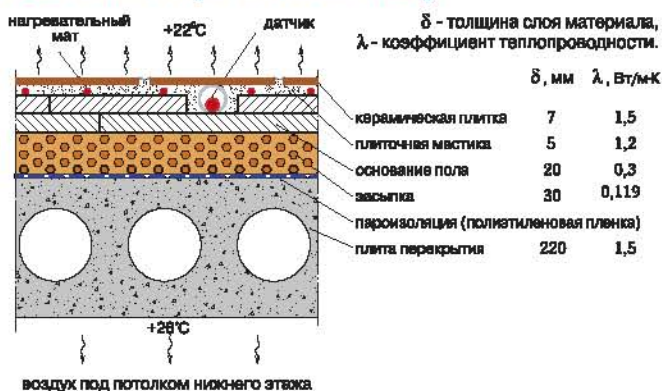
Если при строительстве Вы используете технологии сухой сборки полов на основе листов ГВЛ, то **DEVI** предлагает использовать свой продукт тонкие нагревательные маты **DEVI** для устройства теплого пола.

Тонкий нагревательный мат устанавливают в слой плиточной мастики поверх стяжки из ГВЛБ-листов.

Установленный таким образом мат **DEVI** не увеличивает габаритную высоту конструкции и сохраняет структуру пола. При этом проектную высоту пола можно регулировать толщиной подстилающего слоя сухой засыпки.

В качестве напольных покрытий рекомендуем применять следующие материалы: керамическая плитка, природный и искусственный камень, линолеум без утепляющей подосновы и т.п.

### Особенности работ по монтажу



После того, как выполнена сборка основания пола, можно приступать к монтажу кабельной системы отопления **DEVI**.

1. Необходимо установить датчик терморегулятора, который размещается в смежных слоях стяжки из верхнего листа ГВЛБ и плиточной мастики. Датчик прокладывают в пластиковой гофротрубочке или тонкостенной медной трубке с наружным диаметром 10 - 20 мм.



2. Штробление стяжки допускается на глубину не более 10 мм с последующим обязательным заполнением оставшихся пустот плиточной мастикой.

3. На загрунтованное основание наклеивают нагревательный мат **DEVI**



4. На разложенный мат **DEVI** наносят плиточный клей (плиточную мастику) и укладывают плитку.



После высыхания клея (см. рекомендации производителя) необходимо установить терморегулятор и произвести необходимые электрические соединения.



### ЗАМЕЧАНИЕ!

См. замечание в разделе 1.2 стр. 9 «Кабельные системы отопления в бетонных полах»

## Установка с нагревательным кабелем DEViflex™

При ограничении высоты конструкции пола (10 - 20 мм) можно использовать нагревательный кабель DEViflex™ мощностью до 10 Вт/м (например, DEViflex™ 10T). Кабель укладывают с шагом между линиями не более 10 см, что предотвращает образование холодных зон («тепловой зебры») на поверхности пола.

Нагревательный кабель может быть уложен непосредственно на проволочную сетку с размером ячейки 2 - 5 см, установленную на существующий пол. Нагревательные кабели можно закрепить на сетке с помощью клеящего пистолета или крепежных хомутов.

Последовательность установки см. в разделе 1.2 «Кабельные системы отопления в бетонных полах».

## Покрытие пола

Все существующие покрытия пола могут быть использованы в сочетании с вмонтированной в пол кабельной электрической системой отопления.

Однако, в случае использования покрытий, имеющих высокое тепловое сопротивление (дерево, пластик или их комбинация), необходимо выполнить ряд условий, которые обусловлены повышенным перепадом температур на толщине покрытия.

Фирмы-производители покрытий, как правило, указывают либо максимально допустимую толщину покрытия при его установке с кабельной системой отопления разной удельной мощности, либо допустимое тепловое сопротивление.

В качестве примера в таблице представлены максимальные значения теплового сопротивления продукции фирмы TARKETT-Sommer в зависимости от удельной мощности кабельной системы отопления.

| Удельная мощность P, Вт/м <sup>2</sup> | Максимальное тепловое сопротивление R <sub>Tmax</sub> м <sup>2</sup> К/Вт |
|--|---|
| 150                                    | 0,13  |
| 125                                    | 0,16  |
| 100                                    | 0,18  |

Допустимую толщину материала покрытия можно определить, исходя из его удельной теплопроводности по следующей формуле:

$$d_{\max} = \lambda \times R_{T \max}$$

где:  $d_{\max}$  — максимально допустимая толщина покрытия [м]

$\lambda$  — удельная теплопроводность покрытия [м<sup>2</sup>К/Вт]

$R_{T \max}$  — максимально допустимое тепловое сопротивление покрытия [м<sup>2</sup>К/Вт]

При необходимости укладки подложки под покрытие общая величина теплового сопротивления R<sub>T</sub> будет состоять из суммы величин тепловых сопро-

тивлений материала покрытия и материала подложки:

$$R_T = R_{T \text{ покрытия}} + R_{T \text{ подложки}}$$

где:  $R_{T \text{ подложки}} = d_{\text{подложки}} / \lambda_{\text{подложки}}$

Допустимая максимальная толщина покрытия будет:

$$d_{\max \text{ покрытия}} = \lambda \times (R_{T \max} - d_{\text{подложки}} / \lambda_{\text{подложки}})$$

Кроме ограничений, связанных с термостойкостью самого покрытия, необходимо учитывать также термостойкость клеевых составов и материалов стяжки, которые используют в конструкции пола.

В случае использования кабельной системы отопления в качестве основной и применения покрытия пола с высоким термическим сопротивлением необходимо устанавливать терморегуляторы с комбинацией датчиков: температуры пола и воздуха (DEVireg™ 132, 532, DEVireg™ Touch, DEVireg™ Smart, ETemp™ Next Plus). При этом датчик температуры пола (специальная шкала внутри регулятора) будет ограничивать температуру стяжки и соответственно на шкале необходимо установить максимально допустимую температуру элементов конструкции пола.

Тепловое сопротивление покрытий над установленными тонкими нагревательными матами DEVI ограничивается величиной 0,125 м<sup>2</sup>К/Вт. Это ограничение установлено фирмой DEVI и не зависит от удельной мощности нагревательных матов.



## Пример.

Установить систему «Теплый пол» в ванной комнате общей площадью 6 м<sup>2</sup>. Свободная площадь составляет 5 м<sup>2</sup>. Покрытие пола – керамическая плитка. Высота конструкции пола – минимальная. Этажом ниже – теплое помещение (например, аналогичная квартира).

Рекомендованная установленная мощность на площадь 5 м<sup>2</sup>:

$$5 \text{ м}^2 \times 150 \text{ Вт/м}^2 = 750 \text{ Вт (при 230 В)}$$

Выбираем нагревательный мат DEVI типа **DEVIheat™**, **DEVicomfort™** или **DEVImat™** на 5 м<sup>2</sup>.



#### «Тонкий» пол на старом бетонном основании



#### «Тонкий» пол на старой плитке



## 1.4 Обогрев в деревянных полах

Кабельная система **DEVI** может быть установлена под деревянное покрытие пола при условии соблюдения требований по установке.

В этом случае необходимо устанавливать электронные терморегуляторы с комбинацией датчиков: температуры пола и воздуха (**DEVireg™ 132, 532, DEVireg™ Touch, DEVireg™ Smart, ECtemp™ Next Plus**).



#### Расчетная мощность

Удельную мощность на 1 м<sup>2</sup> рассчитывают так же, как и для системы отопления в бетонных полах или для системы «Теплый пол».

Существуют некоторые ограничения, которые необходимо принимать во внимание при установке кабельной системы в полах с деревянным покрытием:

1. Устанавливаемая мощность в деревянных полах на лагах не должна превышать 80 Вт/м<sup>2</sup>.
2. Толщина деревянного покрытия пола на лагах не должна превышать 25 мм.
3. Толщина деревянного покрытия пола на бетонном основании, в любом случае, не должна превышать 25 мм.

Если расчетная удельная мощность превышает 80 Вт/м<sup>2</sup>, то для обеспечения комфортной температуры в помещении необходимо использовать дополнительный источник тепла.

## Выбор оборудования

Мы рекомендуем использовать кабель **DEViflex™** мощностью 10 Вт/м (например **DEViflex™ 10T**) для деревянного пола на лагах или маты **DEVI** 150 Вт/м<sup>2</sup> для пола с бетонным основанием.

Наилучшим выбором для управления работой системы отопления в деревянных полах являются интеллектуальные терморегуляторы **DEVireg™ Touch**, **DEVireg™ Smart**, **ECTemp™ Next Plus**. Каждый из этих терморегуляторов оборудован встроенным датчиком температуры воздуха, контролирующим температуру воздуха внутри помещения, и датчиком температуры пола, выполняющим в данном случае функцию «ограничителя» температуры пола.

Температура на поверхности пола с деревянным покрытием не должна превышать 27°C.

В качестве дополнительного фактора безопасности **DEVireg™ Touch/DEVireg™ Smart** отключают кабельную систему в случае неисправности датчика температуры.

## Установка

### Деревянный пол на бетонном основании

Специалист по укладке деревянного покрытия должен быть проинформирован об установленной в пол кабельной системе для подбора подходящего типа клея, мастики и т.п.

При установке системы под деревянное покрытие необходимо строго следовать инструкциям фирмы-изготовителя покрытия по максимально допустимой температуре.

Некоторые производители покрытий предъявляют определенные требования в связи с использованием нагревательной кабельной системы под деревянными полами.

Например, перед началом укладки деревянного покрытия пола с бетонным основанием:

- система нагрева пола должна проработать, по крайней мере, 3 недели;
- непосредственно перед укладкой покрытия система должна проработать при максимальной мощности в течение 4 дней;

### Деревянные полы на лагах

При установке кабельной системы в деревянных полах на лагах погонная мощность нагревательного кабеля не должна превышать 10 Вт/м, а максимальная установленная мощность не должна быть более 80 Вт/м<sup>2</sup>.

В полах на лагах будет оптимально работать система отопления, установленная в воздушной прослойке на глубине 3 - 5 см от нижнего края деревянного покрытия.



Нагревательный кабель устанавливают на металлической сетке с мелкой ячейкой (рабица или штукатурная), прикрепленной к лагам.

Сетку устанавливают на расстоянии как минимум 3 см от нижней поверхности пола.

Нагревательный кабель не должен касаться теплоизоляции и деревянных конструкций пола.

Расстояние между линией нагревательного кабеля и лагой должно быть не менее 3 см. Линия нагревательного кабеля должна пересекать лагу через пропиленный, изолированный фольгой или алюминиевым скотчем (несгораемый слой).

Радиус изгиба нагревательного кабеля должен быть не менее шести диаметров самого кабеля.

Кабель крепят к проволочной сетке с шагом не более 30 см.

### Деревянный пол на лагах



## Деревянные полы на монтажных листах DEVCeIl™ («сухая» установка теплого пола)

DEVCeIl™, представляющие собой монтажные теплоизолирующие пластины (1,0 x 0,5 x 0,013 м) из пенополистирола с профилированным алюминиевым (распределяющим равномерно тепло) покрытием, позволяют установить нагревательный кабель «сухим» способом под деревянную или ламинированную паркетную доску. Максимальная устанавливаемая мощность – 100 Вт/м<sup>2</sup>. Шаг укладки нагревательного кабеля – 10 см. **DEVCeIl™ используют только с нагревательным кабелем DEVflex™ 10T!**



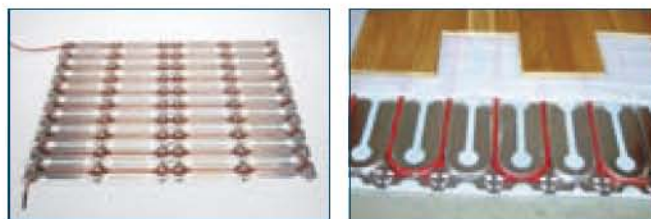
Если предполагается обогрев части пола, то на тех участках, где монтажные пластины DEVCeIl™ и нагревательный кабель устанавливаться не будут, необходимо уложить влагостойкие гипсоволокнистые листы или листы фанеры толщиной 13 мм, для того чтобы выровнять весь пол.

Длину нагревательного кабеля рассчитывают исходя из обогреваемой площади, количества пластин и способа их раскладки, а также шага укладки 10 см.

- Пластины DEVCeIl™ укладывают в одном направлении для того, чтобы совпадали желобки для их соединения между собой с помощью специальных фиксаторов-защелок. При необходимости пластины можно легко разрезать электроножом, придав им необходимую геометрическую форму. В месте размещения соединительной муфты и гофротрубки для датчика температуры пола часть пластины вырезают.



- По всей подогреваемой площади укладывают нагревательный кабель DEVflex™ 10T. Кабель устанавливают в желобки на пластинах.
- После установки и проверки нагревательного кабеля стелят подложку и укладывают деревянное покрытие.



## Покрытие пола

Кабельные системы DEVI можно использовать со всеми известными типами деревянных полов, как под паркетом, так и под ламинатом. Необходимо строго следовать инструкциям фирмы-изготовителя, особенно указаниям о максимально допустимой температуре.

В зависимости от толщины деревянного пола, кабельную систему отопления можно использовать, если:

1. Максимальная толщина мягкой древесины (плотность 400 - 600 кг/м<sup>3</sup> – сосна и т.п.) – 2 см.
2. Максимальная толщина твердой древесины (плотность более чем 600 кг/м<sup>3</sup> – дуб и т.п.) – 2,5 см.

## Пример

Полное отопление кухни. Теплопотери помещения кухни площадью 20 м<sup>2</sup> составляют 1060 Вт. Свободная площадь – 14 м<sup>2</sup>. Покрытие пола – деревянное на бетонном основании.

1. Общая устанавливаемая мощность с учетом коэффициента запаса: 1060 Вт x 1,3 = 1378 Вт.
2. Выбор кабеля (ближайший по мощности): DEVflex™ 10T 140 м, 1410 Вт.
3. Удельная мощность: 1410 Вт / 14 м<sup>2</sup> = 101 Вт/м<sup>2</sup>.
4. Вычисление шага укладки: свободная площадь составляет 14 м<sup>2</sup>, расстояние между линиями кабеля: (14 м<sup>2</sup> x 101) / 140 м = 10 см.
5. Выбор терморегулятора: DEVIreg™ Touch, DEVIreg™ Smart, ETemp™ Next Plus с установкой режима работы с двумя датчиками.

## Деревянное покрытие на основании из бетона



Покрытие пола из дерева (паркет и т.п.)  
Подложка  
Датчик температуры пола (на проводе)  
Бетонная стяжка (3 - 5 см)  
Нагревательный кабель DEVflex™  
Монтажная лента DEVCeIl™  
Теплоизоляционный слой  
Основание пола  
Грунт

## DEVIdry™. Нагревательная система под деревянное покрытие пола

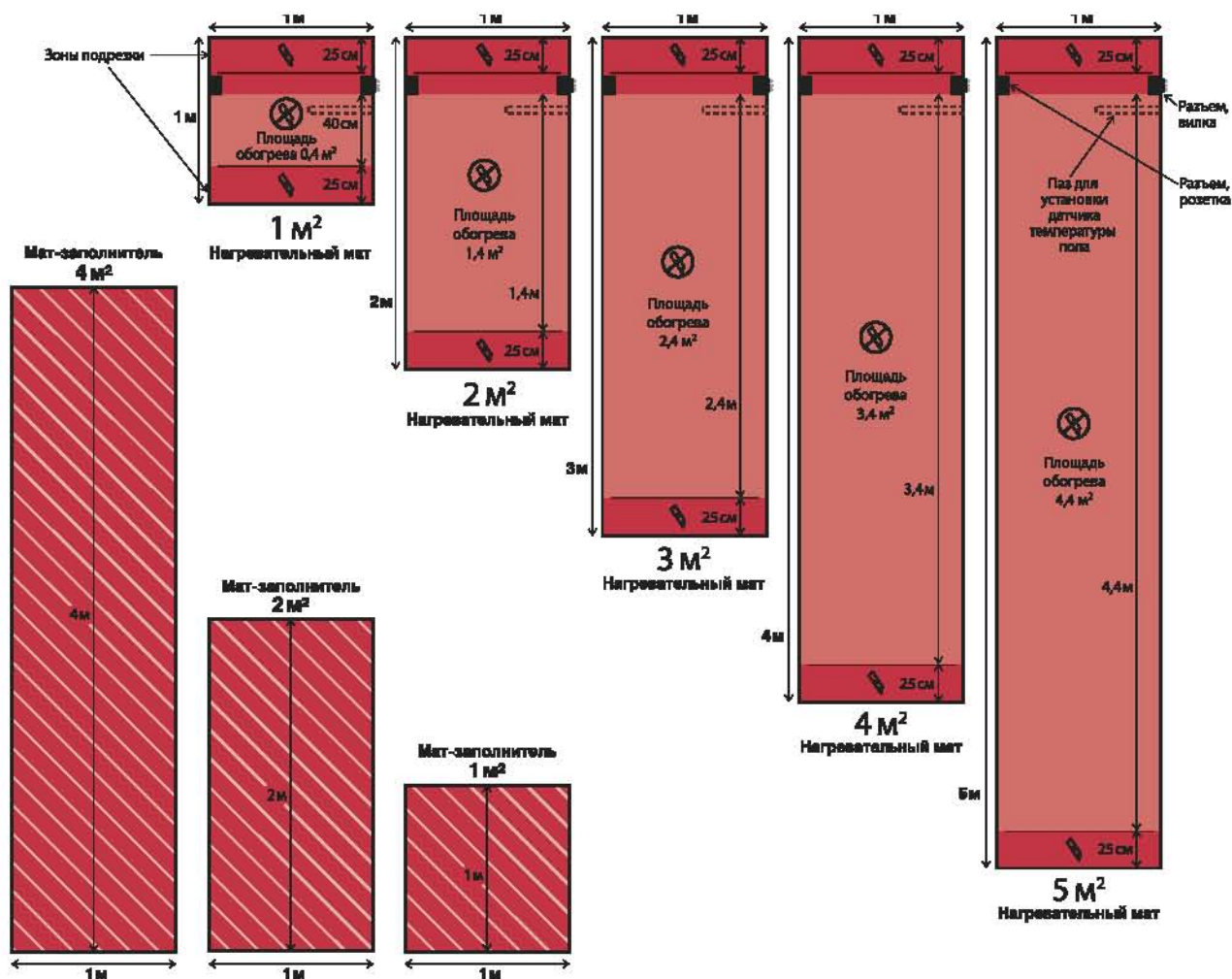
Электрические нагревательные маты **DEVIdry™ 100** и набор с терморегулятором **DEVIdry™ Kit** разработаны специально для установки под деревянное покрытие пола. Можно избежать работ, связанных с заливкой нагревательного кабеля в стяжку и, таким образом, легко и просто получить «Теплый пол» вместе с новым деревянным покрытием. Покрытием пола может быть ламинат, паркетная доска или паркет толщиной до 25 мм, а также ковролин и линолеум.

Дополнительную информацию можно найти на сайте [www.devidry.devi.com](http://www.devidry.devi.com).

### Десять преимуществ применения нагревательных матов DEVIdry™

1. Нагревательные маты для «сухой» установки под деревянное покрытие

2. Не требуется обустройство стяжки
3. Заменяют разделительную подложку
4. Минимальная толщина конструкции пола
5. Быстро монтируются, легко и просто подключаются: разложить маты, соединить разъемы и установить покрытие
6. Встроенные разъемы для быстрого соединения и подключения
7. Низкая стоимость монтажных работ – система «Сделай сам»
8. Пониженные требования к ровности бетонного основания
9. Комфортное распределение тепла в помещении
10. Дополнительная тепло- и звукоизоляция пола



Если остались свободные участки пола, то на них устанавливается мат-заполнитель **DEVIdry™ FM**, выпускается площадью 1, 2 и 4 м², или остатки мата с зон подрезки.

Для подгонки мата под размеры помещения используются «зоны подрезки» – можно отрезать до 25 см, как от верхнего, так и от нижнего края нагревательного мата **DEVIdry™ 100**.



## Подбор оборудования системы DEVIDry™. Общие рекомендации

**Под деревянное покрытие нагревательные маты необходимо устанавливать так, чтобы обогревалась максимально возможная площадь!**

При попытке зонного подогрева небольших участков деревянного пола может возникнуть коробление покрытия из-за разного термического расширения подогреваемых и не подогреваемых участков.

Убедитесь, что не планируется установка стационарной мебели без ножек.

Для управления нагревательной системой следует использовать терморегуляторы с ограничением макс. температуры пола. DEVI рекомендует применять набор DEVIDry™ Pro Kit (с DEVIreg™ 535).

Нагревательные маты подключаются друг к другу при помощи встроенных разъемов. Суммарный ток (мощность) всех соединенных друг с другом матов не должен превышать 10 А (2300 Вт).

Следует помнить, что для подключения разъема кабеля питания нужно оставить не менее 8 см между стеной и первым нагревательным матом. Эта полоса закрывается матом-заполнителем DEVIDry™ FM толщиной 8 мм.

При изменении направления укладки подключение матов осуществляется с помощью специального со-

## Выбор оборудования для кухни с коридором сложной формы

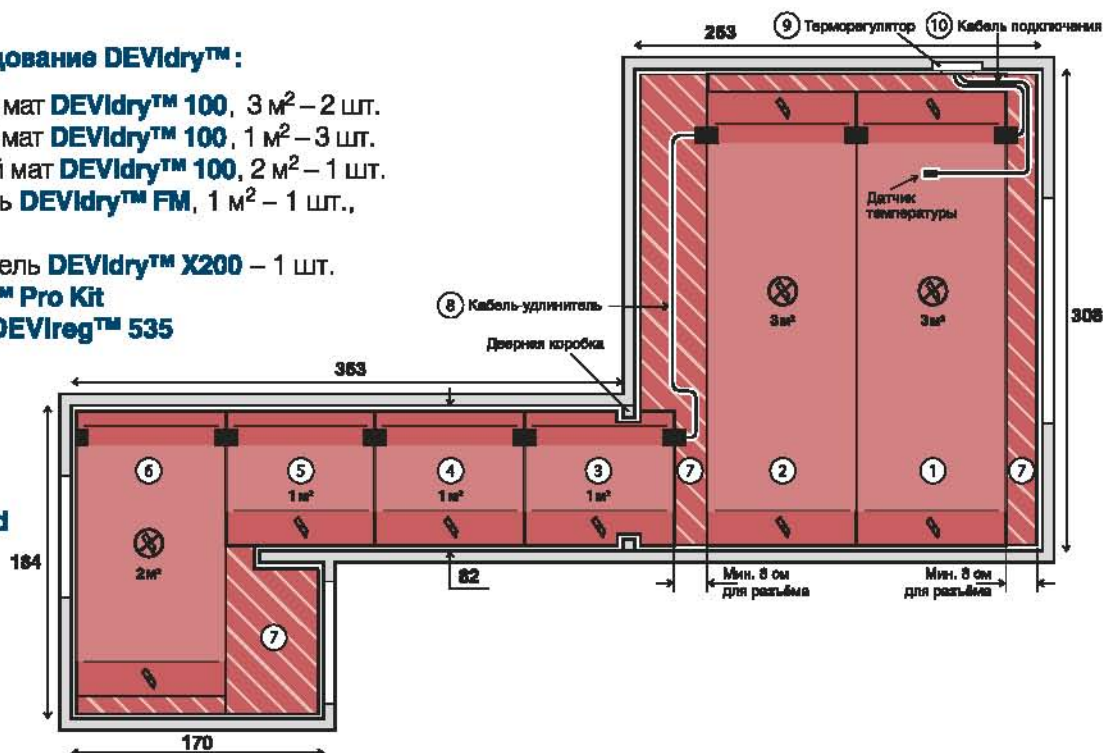
Площадь помещения 12,8 м<sup>2</sup>, площадь нагревательных матов 10 м<sup>2</sup>, таким образом потребуется 3 м<sup>2</sup> мата-заполнителя.

### Необходимое оборудование DEVIDry™:

- 1...2. Нагревательный мат DEVIDry™ 100, 3 м<sup>2</sup> – 2 шт.
- 3...5. Нагревательный мат DEVIDry™ 100, 1 м<sup>2</sup> – 3 шт.
6. Нагревательный мат DEVIDry™ 100, 2 м<sup>2</sup> – 1 шт.
7. Мат-заполнитель DEVIDry™ FM, 1 м<sup>2</sup> – 1 шт., 2 м<sup>2</sup> – 1 шт.
8. Кабель-удлиннитель DEVIDry™ X200 – 1 шт.
- 9, 10. Набор DEVIDry™ Pro Kit с регулятором DEVIreg™ 535

или

9. Регулятор DEVIreg™
- + 10. Кабель DEVIDry™ Pro Supply Cord



единительного кабеля DEVIDry™ X длиной 25, 100 или 200 см.

## Теплоизолятор, температура пола.

Если пол находится на грунте или над холодным подвалом, то в конструкцию пола ОБЯЗАТЕЛЬНА установка теплоизолятора толщиной не менее 2 см, а для балконной плиты – толщиной не менее 5 см. В остальных случаях установка теплоизолятора желательна.

Например, если снизу находится теплое помещение (промежуточный этаж) и теплоизолятор не установлен, то при толщине деревянного покрытия 15 мм нагревательный мат DEVIDry™ 100 в стандартном помещении с температурой воздуха +20°C сможет нагреть поверхность деревянного пола до комфортной температуры +26°C.

### Основные технические характеристики

|                    |                                 |
|--------------------|---------------------------------|
| • Толщина мата:    | 8 мм                            |
| • Нагреватель:     | экранированный кабель           |
| • Электроизоляция: | двойная, класс II               |
| • Звукоизоляция:   | -17dB                           |
| • Мощность:        | 100 Вт/м <sup>2</sup> при 230 В |

Подбор комплекта DEVIDry™ удобно выполнить, воспользовавшись программой DEVI HeatMAP ([www.devi.ru](http://www.devi.ru))

**1.5 Выбор оборудования**

Таблица для выбора нагревательного кабеля, тонкого нагревательного мата и терморегулятора.

| Область применения                       | Расчётная мощность на 1м <sup>2</sup> (Вт) Min-Max |             | Выбор кабеля или мата DEVI<br>DEVIflex™ 10T – A<br>DEVIflex™ 18T – B<br>DEVibasic™ 10S – C<br>DEVibasic™ 20S – D<br>DEVlheat™ 150S – F<br>DEVlcomfort™ 150T – G<br>DEVlmat™ 150T – G<br>DEVlsafe™ 20T – H<br>DEVlsnow™ 30T – J<br>DEVlsnow™ – K<br>DEVlqua™ 9T – L<br>DEVlpipeheat™ DPH-10 – M<br>DEVlceguard™ 18 – N<br>DEVlpipeguard™ 25, 33 – P | Выбор датчика температуры<br>A – пола<br>B – воздуха, встроенный в терморегулятор<br>C – воздуха выносной<br>D – воздуха выносной повышенной защищённости<br>IP44<br>E – грунта<br>F – кровли | Терморегулятор DEVIreg™<br>D 130 – A<br>D 132 – C<br>D 530 – D<br>D 531 – E<br>D 532 – F<br>D 330 – G<br>D 316 – H<br>D 610 – J<br>D Touch – K<br>D 535 – L<br>D 850 – M<br>DS-8 – N |
|--|--|-------------|--|---|--|
|  | «Тёплый пол»                                       | «Отопление» |  |   |  |
| Прихожая                                 | 100-120  | 130-180     | A, B, C, D, F, G   | A   | A, D, G, L   |
| Коридор                                  | 100-120  | 130-180     | A, B, C, D, F, G   | A   | A, D, G, L   |
| Ванная комната                           | 120-150  | 130-180     | A, B, F, G   | A   | A, D, G, K, L  |
| Гостиная                                 | 100-150  | 130-180     | A, B, F, G   | A, B, C   | E, G, K, L   |
| Кухня                                    | 100-150  | 130-180     | A, B, F, G   | A   | A, D, G, K, L  |
| Столовая                                 | 100-150  | 130-180     | A, B, F, G   | A   | A, D, G, K, L  |
| Спальня                                  | 100-150  | 130-180     | A, B, F, G   | A, B, C   | E, G, K, L   |
| Детская                                  | 100-150  | 130-180     | A, B, G  | A, B, C   | E, G, K, L   |
| Комната жилая                            | 100-150  | 130-180     | A, B, G  | A, B, C   | E, G, K, L   |
| Подвал                                   | 100-150  | 130-180     | A, B, C, D, F, G   | A, B, C   | A, D, G, K, L  |
| Деревянный пол на лагах                  | 80   | 80          | A, C, K  | A+B   | C, F, K, L   |
| Деревянный пол на листах DEVICell™       | 100  | 100         | A  | A+B   | K, L   |
| Тонкий пол                               | 110-150  | 130-180     | A, C, F, G, K  | A   | A, D, G, K, L  |
| Офис                                     | 110-150  | 130-180     | A, B, C, D, F, G   | B, C  | E, G, K, L   |
| Кладовая                                 | 100-120  | 130-180     | A, B, C, D, F, G   | A, B, C, D  | A, D, E, G, L  |
| Магазин                                  | 110-150  | 130-180     | A, B, C, D, F, G   | B, C, D   | E, G, K, L   |
| Дорожки вокруг бассейна                  | 150-180  |             | A, B, C, D   | A   | A, D, G, L   |
| Гараж                                    | 120  | 200         | B, D, J, K   | A, B, C, D  | G, J, L  |
| Церковь                                  | 120  | 200         | A, B, C, D, F, G   | A, B, C, D  | A, D, E, G, K, L   |
| Мастерские                               | 100  | 200         | A, B, C, D   | A, B, C, D  | G, J, L  |
| Спортивный центр                         | 100  | 150         | A, B, C, D, F, G   | C, D  | G, K, L  |
| Теплицы                                  | 50   | 100         | A, B, C, D   | A, E  | G, J, H, M   |
| Открытые площадки                        | 300-500  |             | B, D, J  | A, E  | H, M   |
| Система антиобледенения на кровле        | см. стр. 26  |             | H, J, K, N   | A, F  | H, M, N  |
| Обогрев трубопроводов                    |  |             | A, B, K, L, M, P   | A   | G, J   |
| Обогрев грунта под холодильными камерами | 20-50  |             | A, C, K  | A   | G, J   |

## Выбор терморегуляторов DEVIreg™, EStemp™

### Тип датчика температуры

1. При использовании системы «Теплый пол» необходимо использовать терморегулятор с датчиком температуры пола.
2. Регулятор с датчиком температуры воздуха необходимо использовать в помещениях, где система DEVI – единственный источник тепла, то есть является системой полного отопления.
3. Терморегулятор с комбинацией датчиков температуры пола и воздуха применяют для работы системы с деревянным покрытием, когда необходимо установить ограничение температуры пола при общем управлении системой по температуре воздуха. Для систем полного отопления необходимо применять терморегуляторы с датчиком температуры воздуха или с комбинацией датчиков температуры воздуха и пола.

### Установка

Терморегуляторы DEVIreg™ устанавливаются на стену, в стену заподлицо или на профиль DIN.

Терморегуляторы настенного исполнения (накладные или встраиваемые), как правило, устанавливаются в тех же помещениях, где установлен нагревательный кабель.

В случае, когда необходимо вынести управление в отдельное помещение (гостиницы, школы, офисы и т.п.), используют терморегуляторы щитового исполнения с выносными датчиками температуры пола или воздуха (DEVIreg™ 330, 316).

Датчики температуры пола и воздуха всегда устанавливаются в том помещении, где установлена кабельная система отопления.

### Токовая нагрузка и мощность

Все терморегуляторы DEVIreg™ имеют ограничение по силе тока. Выпускают модели с максимальной силой тока 10А (DEVIreg™ 610), 15 А (DEVIreg™ 530, 531, 532) и 16 А (DEVIreg™ 130, 132, 330, 316, DEVIreg™ Touch, DEVIreg™ Smart, EStemp™ Next Plus).

Для коммутации нагрузки с превышающим значением тока необходимо использовать магнитные пускатели.

### Терморегулятор с интеллектуальным таймером – DEVIreg™ Touch.

DEVIreg™ Touch представляет собой электронный программируемый терморегулятор, предназначенный для управления электрическими нагревательными элементами в конструкции пола.

Терморегулятор предназначен только для стационарной установки и может быть использован для регулирования как систем полного отопления помещений,

так и систем комфортного нагрева пола.

Среди прочего, терморегулятор имеет следующие особенности:

- сенсорный дисплей с подсветкой;
- удобное и простое меню для программирования и эксплуатации;
- мастер настройки с заданием типа комнаты и покрытия пола;
- возможна установка в групповые рамки;
- совместимость с несколькими NTC датчиками других производителей;
- настройки терморегулятора могут быть заданы до установки и импортированы в него с использованием кода, сгенерированного в Интернете, или скопированы с терморегулятора аналогичной установки.

### DEVIreg™ Touch совместим с типами рамок:

Merten Atelier-M, Merten 1-M, Merten M-Smart Merten, M-Plan, Berker Q1, Berker Modul 2, Berker S1, Elso Fashion, Gira E2, Gira Standard 55, Gira Esprit, ABB Jussi, ELKO RS16, ELJO Trend, Legrand Valena, Legrand Galea Life, Schneider Exxact, Schneider Primo, Hager Kallysto, Hager Kallysto Art 1, Hager Kallysto Stil 2, Jung A plus 1, Jung A500 1, Jung LS990 2, Busch Jäeger Reflex S1 Linear, Busch Jäeger Reflex S1.

### DEVIreg™ Touch совместим с типами датчиков:

Aube - 10 кОм, Eberle - 33 кОм, Ensto - 47 кОм, FENIX - 10 кОм, TeploLux - 6,8 кОм, OJ - 12 кОм, Raychem - 10 кОм, Warmup - 12 кОм.



## 2.1 Общая информация



В состав оборудования систем стаивания снега и льда фирмы **DEVI** входят специальные терморегуляторы, монтажные принадлежности и нагревательные элементы.

В качестве нагревательных элементов используют:

- нагревательные резистивные кабели **DEVI**;
- саморегулируемые кабели **DEVliceguard™**;
- нагревательные маты **DEVI**.

### Обеспечение безопасности



Системы стаивания снега и льда фирмы **DEVI** предназначены для защиты открытых площадей (пандусы, лестницы, подъездные пути, автостоянки и т.п.) от наледи, а также для предотвращения образования сосулек на крышах зданий в зимний период.

### Гибкость системы

Системы стаивания снега и льда фирмы **DEVI** работают с любым материалом поверхности открытых площадей: асфальтом, бетоном или плиткой.

Кроме того, такие системы предотвращают образование снега и льда на любой конструкции кровли и водостоков.

### Автоматическая работа

С помощью датчиков температуры и влажности система управления обеспечивает автоматическое включение и выключение нагрева для предотвращения образования наледи и сосулек.

Система выполняет профилактическую функцию, устраняя необходимость сгребать снег лопатами, посыпать поверхности солью и сбивать с крыш сосульки.

### Обеспечение комфорта

Системы стаивания снега и льда **DEVI** сохраняют поверхность свободной ото льда и снега.



## 2.2 Установки на открытых площадках

Автостоянки, дороги, тротуары, наружные ступени, погрузочные рампы и мосты – наиболее распространенные места установок систем стаивания снега и льда **DEVI**.

### Расчетная мощность

При расчете требуемой мощности систем стаивания снега и льда на квадратный метр следует учитывать следующее:

1. Географическое местоположение объекта и специфику установки системы.
2. Требования, предъявляемые к системе заказчиком.

Обычно устанавливаемая мощность для России: 300 - 350 Вт/м<sup>2</sup>.

Расчетная мощность для таких мест, как мосты и погрузочные платформы, должна быть увеличена на 50%.

Для снижения теплопотерь вниз необходимо применять теплоизоляционный материал. Если такой возможности нет, мы рекомендуем использовать максимально возможную установленную мощность.

Примерные значения устанавливаемой мощности приведены в таблице:

| Объект                             | Мощность, Вт/м <sup>2</sup> |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Автостоянки                        | 300 - 350                   |
| Подъездные дороги                  |                             |
| Мостовые                           |                             |
| Наружные ступени, изолированные    |                             |
| Погрузочные рампы, изолированные   | 350 - 500                   |
| Мосты изолированные                |                             |
| Наружные ступени, неизолированные  |                             |
| Погрузочные рампы, неизолированные |                             |
| Мосты неизолированные              |                             |

## Выбор оборудования

Для стаивания льда и снега используют нагревательные кабели **DEVI** с минимальной погонной мощностью 18 Вт/м или нагревательные маты **DEVI** с мощностью не менее 300 Вт/м<sup>2</sup>.

Для управления системой стаивания снега и льда используют терморегуляторы **DEVireg™ 850, 316** с датчиками влажности, температуры грунта и/или воздуха.

### Установка в асфальт

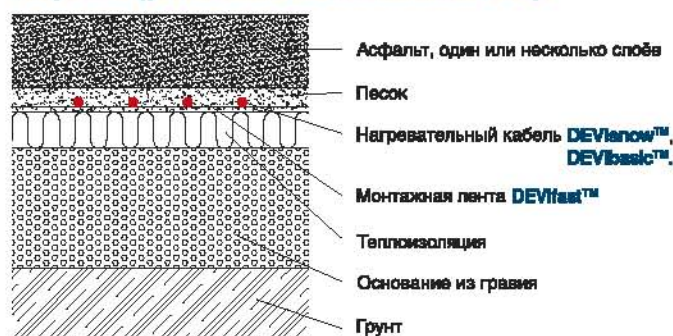
Способ установки системы под асфальт:

1. Если используют нагревательный кабель, не имеющий изоляцию наружной оболочки, стойкую к температуре порядка 200°C, то перед укладкой асфальта кабели покрывают слоем бетона (не менее 2 см), который предотвращает повреждение изоляции кабеля горячим асфальтом. Прежде чем укладывать асфальт, его необходимо охладить до температуры 130°C - 140°C. Для такого способа установки мы рекомендуем использовать кабель **DEVIsnow™, DEVIbasic™**.

### Асфальт



### Асфальт (установка с теплоизоляцией)



### Установка под тротуарную плитку



При установке системы снеготаяния под тротуарную плитку (ФЭМы — фигурные элементы мощения) нужно быть особенно осторожными, чтобы не повредить нагревательный кабель.

Поверхность, на которую будут укладывать кабель, должна быть ровной, без углублений, свободной от камней или других острых предметов. Нагревательные кабели устанавливают под песчаной подушкой на глубине 2 - 3 см.

### Установка в бетон

Монтаж нагревательных кабелей **DEVI** под бетонное покрытие выполняют так же, как и монтаж под тротуарную плитку или асфальт.

Кабель фиксируют при помощи монтажной ленты **DEVIfast™** (которую можно крепить и к стальной арматуре), чтобы он не смещался при укладке бетона.

Бетон должен полностью закрывать кабель и переходные муфты, не оставляя воздушных пустот. Бетонная смесь не должна содержать острых камней, способных повредить кабель.

При укладке кабеля необходимо избегать его пересечения с термокомпенсационными швами.

Включать систему отопления можно не раньше, чем через 30 дней после укладки бетона.

Перед укладкой бетона и после нее электрик должен измерить сопротивление кабеля и изоляции.

### Автостоянки

#### Пример

**Система таяния снега и льда должна быть установлена на автостоянке площадью 140 м<sup>2</sup>.**

Для этой установки мы выбираем нагревательный кабель **DEVInow™ 30T**, **DEVInow™**, **DEVibasic™ 20S** и устанавливаем удельную мощность 350...400 Вт/м<sup>2</sup>.

1. Расчетная суммарная мощность:

$$140 \text{ м}^2 \times 350 \text{ Вт/м}^2 = 49000 \text{ Вт} = 49 \text{ кВт}$$

2. Выбор нагревательных секций кабеля:

#### Вариант с кабелем **DEVibasic™ 20S (220 В)**

В рассматриваемом примере удобно делать выбор, исходя из возможного шага укладки – 5 см.

Удельная мощность для нагревательного кабеля **DEVibasic™ 20S** (при 220 В) будет составлять 366 Вт/м<sup>2</sup>.

Выбираем 12 нагревательных кабелей мощностью 4180 Вт (228 м), суммарная мощность которых составит 50,2 кВт.

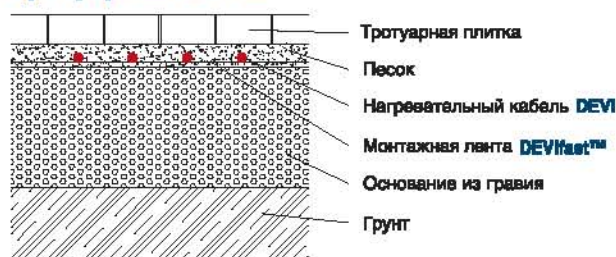


3. При расчете длины монтажной ленты необходимо учитывать, что для внешних площадок шаг укладки ленты должен быть не более 0,5 м. Более подробно о расчете длины ленты см. в разделе 8.2 «Монтажная лента **DEVifast™**».

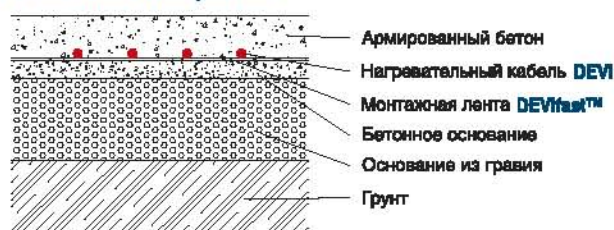
#### 4. Выбор терморегулятора

Для площадок больших размеров мы рекомендуем **DEVireg™ 850**.

#### Тротуарная плитка



#### Бетонное покрытие



#### Дороги и тротуары

Существует два способа установки системы таяния снега и льда на дорогах:

1. Установка нагревательных кабелей или матов по всей площади.
2. Установка системы снеготаяния только на колеи движения транспорта.



Мы рекомендуем использовать первый способ, так как во втором случае могут возникнуть трудности с очисткой снега и ледяных образований вокруг самой колеи.

Второй способ рационально применять для небольших площадей, таких как подъезды к частным гаражам.

Но и в этом случае, если дорога имеет наклон, то мы рекомендуем использовать нагревательный кабель или мат на всей поверхности.

Следует также предусмотреть защиту от замерзания стока тающей воды у основания склона. Необходимо проложить нагревательный кабель в этой водоотводящей системе.

#### Пример

**Дорога среднего размера, длиной 10 м и шириной 2 м. Кабели должны быть установлены в двух колеях шириной 0,5 метра каждая.**

Выбираем нагревательный кабель **DEVibasic™ 20S** с расчетной удельной мощностью 350 Вт/м<sup>2</sup>.

1. Расчет площади для установки кабеля:

$$10 \text{ м} \times 0,5 \text{ м} \times 2 \text{ колеи} = 10 \text{ м}^2$$

2) Расчетная суммарная мощность системы:

$$10 \text{ м}^2 \times 350 \text{ Вт/м}^2 = 3500 \text{ Вт}$$

3) Выбор нагревательного кабеля:

$$\text{DSIG-20, 3535 Вт, 192 м (220 В)}$$

4) Расчет шага укладки нагревательного кабеля:

$$10 \text{ м}^2 \times 100 \text{ см/м} / 192 \text{ м} = 5,2 \text{ см}$$

5) Терморегулятор **DEVireg™ 316** для площадки такого размера является оптимальным решением.

## Наружные ступени



Систему стаивания снега и льда можно использовать в качестве эффективной защиты ступеней от обледенения.

Мы рекомендуем предварительно сделать теплоизоляцию ступеней, особенно, если они открыты снизу.

Если ступени находятся на грунте, то это желательное, но не необходимое условие.

При расчете длины кабеля для установок на ступенях необходимо учитывать дополнительный вертикальный переход с одной ступени на другую.

При укладке нагревательного кабеля поверхность нужно очистить от камней или острых предметов, которые могут его повредить.

Кабель укладывают на подготовленную поверхность непосредственно перед укладкой плитки или финишной бетонной заливкой.

### Пример

**Объект – 12 ступеней, глубиной 32 см, высотой 17 см и шириной 100 см.**

Выбираем нагревательный кабель **DEViflex™ 18T** и расчетную мощность  $350 \text{ Вт/м}^2$ .

Вычисляем шаг укладки кабеля исходя из его погонной мощности:

$$h = (18 \text{ Вт/м} \times 100 \text{ см/м}) / 350 \text{ Вт/м}^2 = 5,1 \text{ см}$$

Глубина каждой ступени – 32 см, и на ней можно уложить 6 ниток кабеля, т.е. 6 м кабеля для каждой ступени при её ширине 100 см

$$6 \text{ м кабеля} \times 12 \text{ ступеней} = 72 \text{ м кабеля}$$

плюс дополнительная часть, которая будет опускаться вниз по каждой ступени:

$$12 \text{ ступеней} \times 0,17 \text{ м} = 2 \text{ м}$$

Общая длина кабеля:

$$72 + 2 \text{ м} = 74 \text{ м}$$

Для этой установки подходит кабель **DEViflex™ 18T** мощностью 1225 Вт и длиной 74 м (220 В).

Общая площадь ступеней:

$$12 \text{ шт} \times 1 \text{ м} \times 0,32 \text{ м} = 3,84 \text{ м}^2$$

Устанавливаемая удельная мощность:

$$1225 \text{ Вт} / 3,84 \text{ м}^2 = 319 \text{ Вт/м}^2$$

Оставшаяся часть кабеля должна быть уложена перед ступенями.

Следует отметить, что в нашем примере нагревательный кабель не укладывали для пути отвода талой воды. В этом случае возможно ее замерзание на площадке перед ступенями. Этот вопрос необходимо согласовать с заказчиком на этапе проектирования.

### Выбор терморегулятора:

**DEVireg™ 316** является оптимальным решением для такой небольшой площади.

При расчете длины монтажной ленты необходимо учитывать, что для внешних площадок шаг укладки ленты должен быть не более 0,5 м. Более подробно о расчете длины ленты см. в разделе 8.2 «Монтажная лента **DEVifast™**».





## Погрузочные площадки

Места разгрузки и погрузки должны быть безопасными для работы, и, следовательно, должны быть свободными ото льда и снега. Это могут обеспечить системы стаивания снега и льда **DEVI**.

Погрузочные ramпы – это, как правило, открытые площадки. Мы рекомендуем предварительно теплоизолировать все погрузочные участки и платформы. На тех участках, где это сделать невозможно, необходимо увеличить установленную мощность до 400 - 500 Вт/м<sup>2</sup>.



### Пример

**Система снеготаяния DEVI должна быть установлена на неизолированном погрузочном участке размером 4 м x 15 м (S = 60 м<sup>2</sup>).**

1. Выбор оборудования и расчетной мощности на м<sup>2</sup>:

- нагревательный кабель DSIG-20;
- установленная удельная мощность должна быть в пределах 350 - 400 Вт/м<sup>2</sup>.

При шаге укладки 5 см для нагревательного кабеля DSIG-20 с погонной мощностью 18,3 Вт/м (220 В) получим удельную мощность 366 Вт/м<sup>2</sup>.

2. Расчетная общая мощность:

$$60 \text{ м}^2 \times 366 \text{ Вт/м}^2 = 21960 \text{ Вт}$$

3. Выбор кабеля: 3525 Вт, 192 м (220 В) – 6 шт.

4. Общая мощность: 6 x 3525 Вт = 21150 Вт

5. Удельная мощность:

$$21150 \text{ Вт} / 60 \text{ м}^2 = 352,6 \text{ Вт/м}^2$$

6. Расчетный шаг укладки нагревательного кабеля:

$$h = 60 \text{ м}^2 \times 100 \text{ см/м} / 192 \text{ м} \times 6 = 5,2 \text{ см}$$

Небольшую разницу с предварительными расчетными данными (в основном касается шага укладки) можно компенсировать вариацией площади укладки или укладывать нагревательные кабели с переменным шагом.

Более подробно о шаге укладки см. в разделе 8.1 «Шаг укладки нагревательного кабеля».

7. Выбор терморегулятора:

Рекомендуем применить **DEVireg™ 850**. Данная рекомендация обусловлена большим размером площадки и, соответственно, большой установленной мощностью.

8. При расчете длины монтажной ленты необходимо учитывать, что для внешних площадок шаг укладки ленты должен быть не более 0,5 м. Более подробно о расчете длины ленты см. в разделе 8.2 «Монтажная лента **DEVifast™**».



## Мосты

Мосты всегда полностью открыты снизу. Это значительно снижает эффективность работы нагревательных кабелей, и поэтому необходимо предусмотреть установку теплоизоляции под нижней частью моста. Там, где это сделать невозможно, установленная мощность должна быть увеличена до 400 - 500 Вт/м<sup>2</sup>.

В большинстве случаев наиболее подходящей системой стаивания льда и снега для мостов является система с терморегулятором **DEVireg™ 850** с функцией переключения нагрузки по схеме звезда/треугольник и мощными одно- или двухжильными нагревательными кабелями на 220 В или 380 В.

При раскладке нагревательный кабель не должен пересекать соединительные термокомпенсационные швы моста.

### 2.3 Установки на крышах

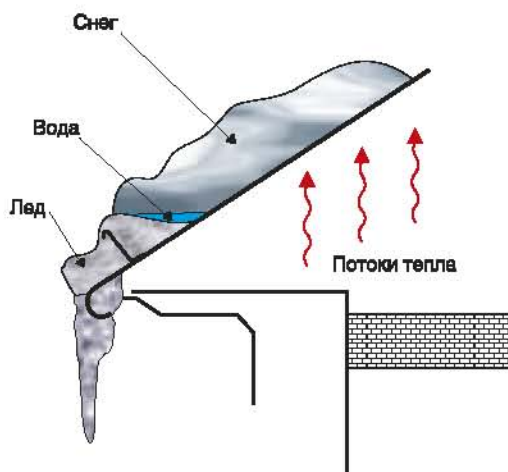


Применение кабельных систем отопления для очистки водостоков и кромок крыш ото льда является самым сложным, как для расчетов и проектирования, так и для монтажа и эксплуатации.

Основные причины возникающих сложностей заключаются в следующем:

1. Существует большое разнообразие конструкций крыш и водоотводных устройств, каждая из которых имеет свои особенности в плане установки кабельных систем.
2. Практически невозможно определить установленную мощность кабельной системы – величину обогрева кровли «паразитным» теплом здания, выходящим на кровлю через верхние перекрытия. Этот параметр зависит от целого ряда факторов, которые к тому же могут меняться в течение зимнего сезона.
3. Кабель, работающий на крыше, подвержен воздействию неблагоприятных внешних условий, так как устанавливается обычно на открытых участках. Такими условиями являются солнечный ультрафиолет, механические нагрузки и резкие перепады температуры. К тому же разные участки нагревательного кабеля часто работают в условиях, сильно различающихся по тепловому режиму, что в свою очередь требует запаса по рабочей температуре и максимальной удельной мощности для используемых типов кабелей.

Рассмотрим картину тепловых потоков для типичной конструкции с чердаком:



Тепло, поступающее через верхнее перекрытие и чердачное пространство, достигает кровли. Таким образом, происходит нагрев кровли, что при небольших отрицательных температурах наружного воздуха может привести к положительной температуре на поверхности самой кровли. В результате происходит таяние снега на кровле и образуется сток талой воды в водосток, который в свою очередь лишен «паразитного» подогрева. В холодном водостоке вода замерзает, образуя сосульки и наледь.

Задача системы снеготаяния — освободить водосток и сопроводить талую воду до земли.

Система снеготаяния должна работать до тех пор, пока существует вероятность образования сосулек, то есть пока не прекратится таяние на кровле. Процесс таяния на кровле отсутствует в двух случаях: при низкой отрицательной температуре (в среднем ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ ) или при отсутствии снега.

Возможна вероятность наступления ситуации, когда на кровле идет процесс таяния, но не происходит образование наледи и сосулек из-за положительной температуры наружного воздуха.

Все эти ситуации отслеживает система управления, в которую кроме датчика температуры входят датчики влажности и снега.

#### Расчетная мощность

Чтобы определить требуемую удельную мощность на  $1 \text{ м}^2$  кабельной системы, устанавливаемой на кровле, и погонную мощность (Вт/м) для желобов и труб, необходимо знать конструктивные особенности крыши, ее тепловой режим, а также местные климатические условия.

Условно, исходя из теплового режима, крыши можно разделить на три типа:

1. «Холодная крыша». Это хорошо изолированная крыша с низким уровнем теплопотерь через поверхность, часто с проветриваемым подкровельным пространством. Наледи, как правило, образуются, когда снег начинает таять на солнце. При этом минимальная температура таяния – не ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ . Если для таких крыш необходима система снеготаяния, ее мощность должна быть минимальной, и часто установку осуществляют только в водосточной системе.
2. «Теплая крыша». Это плохо изолированная крыша. На таких крышах снег тает и при достаточно низких отрицательных температурах воздуха. Талая вода стекает вниз к холодному краю и к водостокам, где намерзает и образует сосульки. Минимальная температура таяния – не ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ . К этому типу относят большинство крыш старых административных зданий с чердаком. Для «теплых крыш» необходима комплексная система снеготаяния (установка на кровле, в желобах и водостоках). В таких случаях используют нагревательные кабели с повышенной погонной мощностью (25 - 30 Вт). Устанавливаемая мощность в желобах и на кромке «теплых крыш» должна быть выше, чем на холодных. Это обеспечит эффективность работы системы даже при низких отрицательных температурах.
3. «Горячая крыша». Это плохо изолированная крыша, у которой чердак часто используется в технических целях или как жилое помещение. На таких крышах снег тает и при очень низких отрицательных температурах воздуха (ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ ). Поэтому проектирование и монтаж кабельной системы представляет значительные трудности и успех далеко не всегда предопределен.

Для установки на крышах используют кабели с погонной мощностью 18 - 35 Вт/м. Если нагревательный кабель укладывают на крыше с мягким покрытием (например, рубероид или его аналог) или устанавливают в пластиковых желобах или водосточных трубах, то максимальную погонную мощность следует ограничить до 20 Вт/м. Кроме того, крепление нагревательного кабеля в пластиковых желобах и трубах рекомендуем выполнять на широкой металлической ленте, чтобы исключить прямой тепловой контакт нагревательного кабеля с пластиковой поверхностью.

#### Установка в желобах и водостоках

Водосточные горизонтальные желоба могут быть подвесными (подведенными) или настенного типа, когда водоотбойник находится на самой кровле. (рис. 1, 2.)



Рис. 1 Подведенный желоб



Рис. 2 Желоб настенного типа

Нагревательный кабель, уложенный в подвесном желобе, должен обеспечить свободный сток талой воды. Для «холодной крыши» и желобов с диаметром 10 - 15 см обычно достаточно двух линий кабеля суммарной погонной мощностью 36 - 50 Вт/м. При больших диаметрах количество укладываемых линий нагревательного кабеля соответственно увеличивается. Так, например, для «теплых крыш» суммарная погонная мощность возрастает от 50 - 70 до 100 Вт/м.

Крепление кабеля в желобе осуществляют либо с помощью специальных пластиковых зажимов – **DEVigut™**, которые, однако, подходят не для всех типов желобов, либо с помощью отрезков монтажной ленты **DEVIfast™**. В желобе ленту крепят, как правило, вытяжными заклепками или саморезами с герметизацией мест сверления силиконовым герметиком. Шаг между элементами крепления обычно составляет около 0,3 - 0,5 м.

При выборе способа крепления необходимо учитывать гальваническую совместимость материалов желоба и элементов крепления. В желобах, изготовленных из оцинкованной стали и алюминия, используют стальную оцинкованную ленту **DEVifast™**, в желобах из меди необходимо применять медную ленту и медный крепеж.

В пластиковых желобах можно использовать ленту из любого нержавеющей материала.

Нагревательный кабель, установленный в настенном желобе, кроме обеспечения стока талой воды должен предотвратить нарастание снежной массы и переход ее через стенку желоба.

Ширина дорожки нагревательной части кабеля должна быть сравнима с толщиной снежного покрова в данной местности. Ширина дорожки может быть от 20 см до 1 м.



Если настенный желоб далеко отходит от края крыши, возникает опасность обледенения этого края. В этом случае рекомендуем установить 1 - 2 линии нагревательного кабеля по линии срыва воды с края крыши (так называемый капельник).

Вертикальные водосточные трубы – наиболее ответственный элемент всей кровельной системы. Из-за интенсивных конвективных потоков, возникающих в вертикальных трубах, происходит перераспределение тепла по высоте трубы: верхняя часть перегревается, а нижняя сильно охлаждается из-за подсоса холодного воздуха.

Для устранения этого явления применяют дополнительный подогрев в нижней части, представляющий из себя дополнительные линии кабеля в нижней части трубы.

Для крепления кабеля в трубе длиной более 3 м, необходимо использовать механическую разгрузку в виде цепи или троса с элементами крепления кабеля в трубе или отрезками ленты **DEVifast™**.

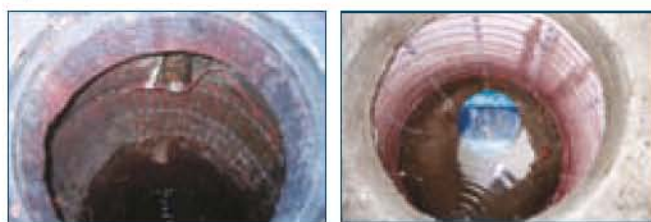
Крепежные элементы необходимо устанавливать так, чтобы отдельные нити нагревательного кабеля в трубах не пересекались и не собирались в клубки. Обычно шаг между элементами крепления составляет 0,3 - 0,5 м.



В случае, когда водосточные трубы проходят внутри здания через теплые помещения, сопровождающий обогрев необходим лишь в той части трубы, которая подвержена замерзанию (как правило, это верхняя часть от входной воронки до теплого помещения и, может быть, выводной патрубков на улицу в нижней части трубы).



В случае, если водосточные трубы уходят в ливневую канализацию, сопровождающий обогрев необходим до точки промерзания грунта в данной местности. Также может потребоваться дополнительный обогрев ливневых колодцев и утепление их крышек.



### Поверхность кровли и ендовы

Необходимость установки кабельной системы на поверхности кровли может возникнуть в нескольких случаях:

1. Наличие желобов настенного типа (этот случай рассмотрен выше);
2. Отсутствие специальных водоотводных устройств на краю крыши («неорганизованный сток»);
3. Наличие ендов – внутренних углов с вероятностью скопления снега.

Характерные примеры конструкций кабельных систем в случае наличия неорганизованного стока и больших ендов приведены на рисунках.



Крепление кабеля производят с помощью монтажной ленты **DEVifast™** аналогично креплению в желобах.

Важным моментом является защита кабеля от механических повреждений.

На поверхности кровли в течение зимы скапливается снег, который, подтаивая и уплотняясь, к весне образует снежно-ледовый пласт.

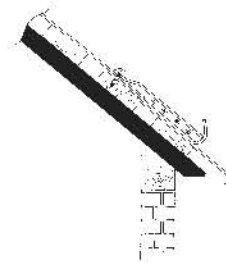
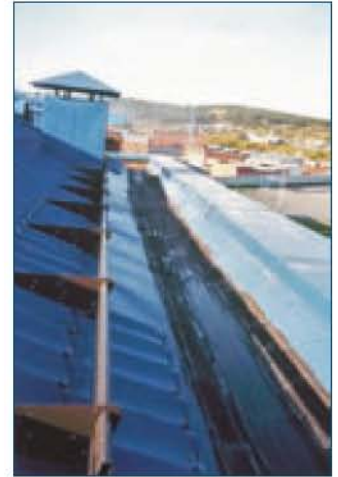
При установившейся положительной температуре воздуха такой пласт сползает целиком, представляя серьезную опасность для кровельных конструкций и проходящих внизу людей.

Таким образом, предотвращение механических повреждений нагревательного кабеля является частной задачей защиты от сползания снежно-ледовых масс.

Основной способ защиты – установка мощного снегоотбойника перед кабельными дорожками.

Конструкция снегоотбойника должна быть увязана с силовыми элементами крыши. Специализированные фирмы поставляют готовые элементы снегоотбойников под конкретную конструкцию кровли.

На крышах с желобами настенного типа обычно сам желоб выполняет функцию снегоотбойника (если имеет достаточно прочную конструкцию). В этом случае необходима защита нагревательного кабеля путем закрывания его листами металла, аналогичными материалу кровли.



#### Преимущества указанного способа:

1. Нагревательный кабель защищен от механических повреждений и от солнечного ультрафиолета;
2. Система становится «невидимой», и это может быть положительно с точки зрения общего дизайна здания, а также защиты от вандализма;
3. Удобство очистки водостоков от листьев и мусора;

#### Недостаток указанного способа:

Недоступность нагревательного кабеля для визуального осмотра и сложности при ремонте.

Особого внимания требуют ендовы – внутренние углы, образованные стыком двух скатов сложной кровли. Для ендов характерно скопление больших объемов снега, даже при значительных углах наклона.

## 2.4 Выбор оборудования

| Область применения                        | Мощностные характеристики   |                       | Выбор нагревательного кабеля |                                |                             |               |
|---|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------|
|   | Средняя                     | Максимум              | DEVIsnow™ 30T (DTCE-30)      | DEVImat™ 300 Вт/м <sup>2</sup> | DEVIceguard™ (саморегулир.) | DEVIsafe™ 20T |
| Автостоянки                               | 250 - 300 Вт/м <sup>2</sup> | 400 Вт/м <sup>2</sup> | •                            | •                              |                             |               |
| Подъездные пути                           | 250 - 300 Вт/м <sup>2</sup> | 400 Вт/м <sup>2</sup> | •                            | •                              |                             |               |
| Тротуары                                  | 250 - 300 Вт/м <sup>2</sup> | 400 Вт/м <sup>2</sup> | •                            | •                              |                             |               |
| <b>Изолированные</b>                      |                             |                       |                              |                                |                             |               |
| Ступени                                   | 250 - 300 Вт/м <sup>2</sup> | 400 Вт/м <sup>2</sup> | •                            |                                |                             |               |
| Рампы                                     | 250 - 300 Вт/м <sup>2</sup> | 400 Вт/м <sup>2</sup> | •                            | •                              |                             |               |
| Мосты                                     | 250 - 300 Вт/м <sup>2</sup> | 400 Вт/м <sup>2</sup> | •                            | •                              |                             |               |
| <b>Не изолированные</b>                   |                             |                       |                              |                                |                             |               |
| Ступени                                   | 300 - 400 Вт/м <sup>2</sup> | 500 Вт/м <sup>2</sup> | •                            |                                |                             |               |
| Рампы                                     | 300 - 400 Вт/м <sup>2</sup> | 500 Вт/м <sup>2</sup> | •                            | •                              |                             |               |
| Мосты                                     | 300 - 400 Вт/м <sup>2</sup> | 500 Вт/м <sup>2</sup> | •                            | •                              |                             |               |
| <b>Крыши</b>                              |                             |                       |                              |                                |                             |               |
| Черепица, металл                          | 250 - 400 Вт/м <sup>2</sup> | 500 Вт/м <sup>2</sup> | •                            |                                | •                           |               |
| Рубероид                                  | 250 - 300 Вт/м <sup>2</sup> | 400 Вт/м <sup>2</sup> |                              |                                | •                           | •             |
| <b>«Холодные крыши», желоба/водостоки</b> |                             |                       |                              |                                |                             |               |
| Металлические                             | 30 - 40 Вт/м                | 50 Вт/м               | •                            |                                | •                           |               |
| Пластиковые                               | 30 - 40 Вт/м                | 50 Вт/м               |                              |                                | •                           | •             |
| Деревянные                                | 30 - 40 Вт/м                | 40 Вт/м               |                              |                                | •                           | •             |
| <b>«Теплые крыши», желоба/водостоки</b>   |                             |                       |                              |                                |                             |               |
| Металлические                             | 50 - 70 Вт/м                | 100 Вт/м              | •                            |                                | •                           |               |
| Пластиковые                               | 40 - 50 Вт/м                | 50 Вт/м               |                              |                                | •                           | •             |
| Деревянные                                | 40 Вт/м                     | 40 Вт/м               |                              |                                | •                           | •             |

**Выбор терморегулятора DEVireg™**

Серия терморегуляторов **DEVI** для наружных установок включает следующие модели: **DEVireg™ 316**, **DEVireg™ 330**, **DEVireg™ 610**, **DEVireg™ 850** и **DS-8C**.

Тип терморегулятора для систем стаивания снега и льда выбирают в зависимости от ваших требований и условий установки. В качестве экономичной в эксплуатации и полностью автоматической системы стаивания льда и снега мы рекомендуем использовать систему с интеллектуальным терморегулятором **DEVireg™ 850**. Использование этого терморегулятора особенно уместно для установок, где полная установленная мощность превышает 6 кВт.

Благодаря интеллектуальным цифровым датчикам система с **DEVireg™ 850** позволяет свести потребление электроэнергии к минимуму и получить максимальный эффект.



DEVireg™ 850 с датчиком для кровли



DEVireg™ 850 с датчиком для грунта

### 3.1 Общая информация

Системы подогрева труб можно использовать для:

1. Защиты трубопроводов от замерзания.
2. Поддержания заданной температуры в трубах.

Системы защиты **DEVI** устанавливают на объектах, где необходимо предотвратить замерзание водопроводных или канализационных труб, а также поддерживать определенную температуру в трубопроводах с горячей водой или другими жидкостями.

Системы **DEVI** можно монтировать внутри водопроводной трубы или на наружной поверхности. Используют такие системы для труб различного назначения, для внутренних и наружных сетей и для трубопроводов, находящихся как над землей, так и под землей.

Преимущества систем подогрева трубопроводов:

- Предотвращение замерзания воды в трубах;
- Поддержание заданной температуры жидкости внутри трубы;
- Предотвращение затвердеваний и застоев масел в трубопроводах;
- Эффективное горячее водоснабжение.

### 3.2 Нагревательные кабели на трубах

Из-за больших сезонных колебаний температур наружного воздуха трубопроводы требуют применения теплоизоляционных материалов и подогрева.

Существует несколько способов установки нагревательного кабеля на поверхность трубы:

1. Один или несколько кабелей укладывают по прямой линии вдоль трубы. Рис. 1, 2;

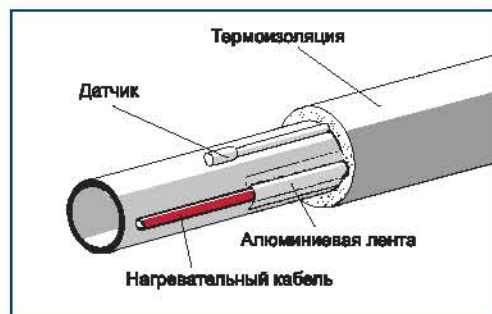


Рис. 1

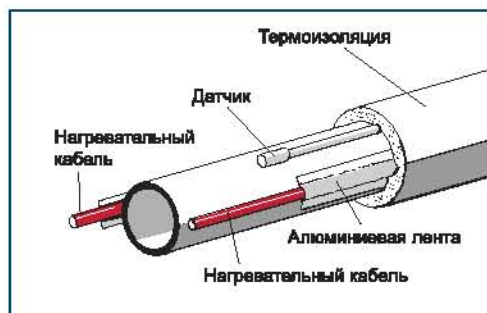


Рис. 2

2. Кабель укладывают на трубе волнистой линией.



Рис. 3

3. Кабель спиралью оборачивают вокруг трубы.

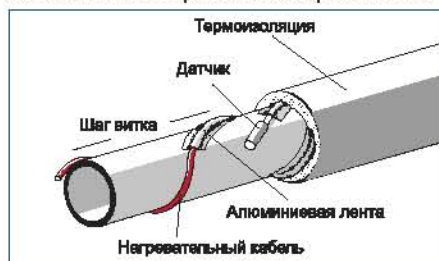


Рис. 4

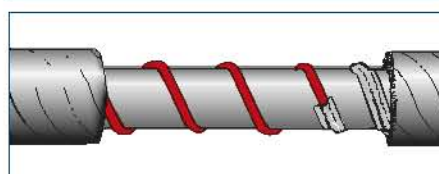


Рис. 5

#### Выбор схемы укладки кабеля

Укладка в 1 линию применяется, если расчётные теплопотери 1 м трубы не превышают погонную мощность кабеля (Вт/м). При больших теплопотерях вдоль трубы укладывают 2, 3 или 4 линии кабеля. Намотка спиралью или более удобная укладка «волной» обычно применяются, если погонные теплопотери трубопровода при выбранной теплоизоляции превышают мощность теплоотдачи 1м нагревательного кабеля до 2,5 раз. Вначале кабель прикрепляют скотчем к трубе, образуя равномерно провисающие петли (Рис. 3), затем укладывают петли вокруг трубы.

Трубопроводы обычно изолируют пенопластом, минеральной ватой или специально изготовленными для труб теплоизоляционными материалами, толщиной от 10 до 100 мм.

Предпочтительна теплоизоляция с низким уровнем влагопоглощения.

В большинстве случаев мощности кабеля 10 Вт на 1 метр трубы достаточно для защиты от замерзания, если:

- Наружный диаметр трубы не более 50 мм;
- Толщина теплоизоляции не менее 50 мм;
- Наружная температура не ниже -30°C.

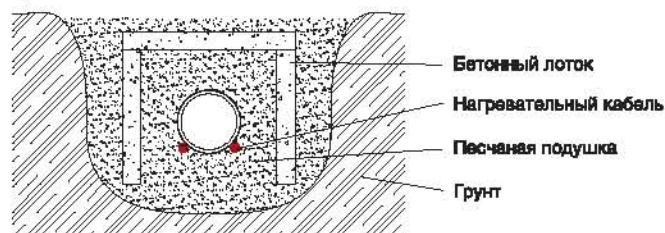
### Установка на/в трубах, прокладываемых под землей

При прокладке трубопроводов с установкой системы защиты от замерзания нет необходимости размещать трубопровод ниже уровня промерзания грунта. Нагревательный кабель устанавливают непосредственно на поверхность или внутри трубы. Алюминиевый скотч обеспечивает плотный контакт между кабелем и трубой при наружной установке.

#### Примеры

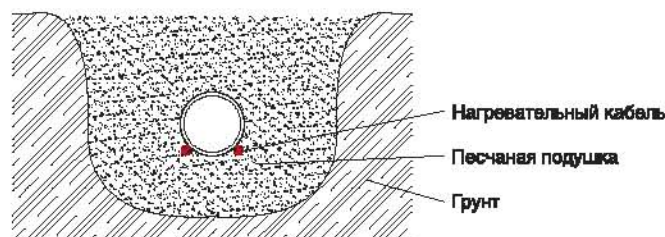
#### Труба с нагревательным кабелем, установленная в бетонном лотке.

Бетонные лотки защищают трубы и кабели от повреждений.



#### Труба с нагревательным кабелем, установленным в грунте.

Труба расположена под землей в слое песка на глубине 50 см и защищена сверху бетонными плитками.



### 3.3 Нагревательные кабели в трубах с водой

Нагревательный кабель можно установить внутри трубы с водой. Для этого метода установки применяют специальную вводную муфту под патрубки 3/4" или 1" кабель **DEVlqua™ 9T** (9 Вт/м при 230 В) или **DEVlpipeheat™ DPH-10** (саморегулируемый). Метод эффективен, поскольку кабель находится в прямом контакте с обогреваемой средой.

Наружное покрытие кабелей **DEVlqua™ 9T** и **DPH-10** допускает прямой контакт с водой и не изменяет ее вкус. Длина кабеля должна быть равна протяженности обогреваемой трубы.

### 3.4 Саморегулируемые нагревательные кабели

Саморегулируемые нагревательные кабели **DEVI** используют для стаивания льда и снега в желобах и водостоках, для защиты труб от замерзания и для поддержания температуры в трубопроводах горячего водоснабжения.

У саморегулируемых нагревательных кабелей тепловыделяющим элементом является пластиковая матрица (температурно-зависимый элемент сопротивления), содержащая в себе мелкодисперсный графит, которая расположена между двумя параллельными медными проводниками.

При увеличении температуры матрицы происходит ее расширение. Соответственно увеличивается расстояние между зернами графита и уменьшается количество микроконтактов между ними. В результате сопротивление кабеля возрастает, а его мощность – падает. При уменьшении температуры наблюдается обратная картина. Этим объясняется эффект саморегулирования.

Кабель реагирует на изменение температуры в каждой отдельной точке. В результате отсутствует вероятность перегрева отдельных участков кабеля. Так как ток в саморегулируемом кабеле замыкается параллельно через пластиковую матрицу, то рабочее напряжение (230 В) может быть подано на кабель практически любой длины. Максимальная длина кабельной секции ограничена лишь допустимой токовой нагрузкой на медные проводники.



Диаметр изгиба кабеля должен быть не менее 50 мм. Кабель может быть изогнут только по плоской стороне.

Для уменьшения потребления электроэнергии мы настоятельно рекомендуем при длине кабеля более 3 метров включать его, используя терморегулятор

**DEVlreg™** (см. раздел 3.6 «Выбор оборудования»).

#### **ВНИМАНИЕ!**

Не соединяйте два проводника на конце саморегулирующегося кабеля. Это приведет к короткому замыканию!

## **DEVI** поставляет несколько типов саморегулируемых кабелей.

1. **DEVlceguard™** используют для систем снеготаяния на крышах и в водостоках.
2. **DEVlpipeguard™/DEVlpipeheat™** используют для всех типов труб для защиты от замерзания и затвердевания вязких жидкостей в трубопроводах. **DEVlpipeheat™ DPH-10** поставляется в виде готовых нагревательных секций с сетевой вилкой (220 В), а также на бобины до 1000 м. Возможна установка **DEVlpipeheat™ DPH-10** внутри труб с питьевой водой.

### **Саморегулируемые кабели DEVI**

| Кабель                      | Цвет       | Применение  | Мощность                 | Размер       | Оболочка             |
|-----------------------------|------------|-------------|--------------------------|--------------|----------------------|
| <b>DEVlceguard™ 18</b>      | Черный     | Крыши       | 18 Вт/м при +10°C, сухой | 11,28 x 5,84 | Полиолефин           |
| <b>DEVlpipeguard™ 25</b>    | Красный    | На трубах   | 25 Вт/м при +10°C        | 13,26 x 5,54 | Полиолефин           |
| <b>DEVlpipeguard™ 33</b>    | Коричневый | На трубах   | 33 Вт/м при +10°C        | 13,26 x 5,54 | Полиолефин           |
| <b>DEVlpipeheat™ DPH-10</b> | Синий      | На/в трубах | 10 Вт/м + 10°C           | 5,3 x 7,7    | Пищевой термопластик |

Номинальное напряжение 230 В ~

Максимальная температура работоспособности включенного кабеля – 65°C, выключенного кабеля – 85°C. Все расчеты, которые проводят для систем с саморегулируемыми кабелями, аналогичны расчетам для систем с резистивными кабелями **DEVlflex™**. Единственным отличием является то, что саморегулируемые кабели можно укорачивать или удлинять до требуемой длины.

### **Максимальная длина саморегулируемых кабелей при различной температуре среды**

| Тип кабеля                                     | Температура включения | Максимальная длина, м (230 В)                               |     |     |     |     |
|--|-----------------------|---|-----|-----|-----|-----|
|  |                       | Установленный предохранитель (авт. выключатель, класса «С») |     |     |     |     |
|  |                       | 6А  | 10А | 16А | 20А | 25А |
| <b>DEVlpipeheat™ DPH-10</b><br>(внутри трубы)  | +5°C                  | -   | 60  | -   | -   | -   |
|  | +10°C                 | -   | 100 | -   | -   | -   |
| <b>DEVlpipeheat™ DPH-10</b><br>(снаружи трубы) | 0°C                   | -   | 95  | -   | -   | -   |
|  | -20°C                 | -   | 77  | -   | -   | -   |
|  | -40°C                 | -   | 77  | -   | -   | -   |
| <b>DEVlpipeguard™ 25</b>                       | +10°C                 | 46  | 76  | 122 | 124 | -   |
|  | 0°C                   | 36  | 62  | 98  | 122 | 124 |
|  | -20°C                 | 20  | 34  | 56  | 70  | 88  |
|  | -40°C                 | 20  | 32  | 50  | 64  | 80  |
| <b>DEVlpipeguard™ 33</b>                       | +10°C                 | 28  | 46  | 74  | 92  | 110 |
|  | 0°C                   | 20  | 34  | 54  | 66  | 84  |
|  | -20°C                 | 16  | 26  | 40  | 50  | 64  |
|  | -40°C                 | 14  | 24  | 38  | 48  | 60  |
| <b>DEVlceguard™ 18</b>                         | +10°C                 | 60  | 102 | 154 | -   | -   |
|  | 0°C                   | 48  | 82  | 130 | 154 | -   |
|  | -20°C                 | 40  | 66  | 106 | 132 | 154 |
|  | -40°C                 | 30  | 50  | 80  | 100 | 124 |

Указанную максимальную длину для саморегулируемых нагревательных кабелей определяют исходя не только из мощности при нормальных условиях, но, в большей степени, из потребляемой мощности при включении, которая в 2-3 раза превышает рабочую мощность через 10 с после включения.

### 3.5 Установка

При использовании кабеля **DEVI** для установки на трубу рекомендуем применять кабель с максимальной погонной мощностью 10 Вт/м, а для установки внутри трубы - кабель **DEVl aqua™ 9T** или **DEVl pipeheat™ DPH-10**.

#### Вычисление шага укладки кабеля

Шаг витков кабеля  $h$  при намотке спиралью или укладке «волной» можно рассчитать по формуле после расчёта теплотерь и выбора кабеля определённой длины:

$$h = \frac{\pi \cdot d}{\sqrt{(L_k / L_{тр})^2 - 1}}$$

где:  $d$  [м] – наружный диаметр трубы

$\pi$  – константа (3,14)

$L_k$  [м] – длина нагревательного кабеля

$L_{тр}$  [м] – длина обогреваемого участка трубы.

Следует предусмотреть по ~0,5 м кабеля на усиление прогрева трубопроводной арматуры, патрубков и на изготовление соединительных муфт саморегулирующихся или мерных резистивных кабелей.

Приблизительно шаг спирали можно определить по таблице:

| Наружный диаметр трубы, мм | Количество метров кабеля на погонный метр трубы, м |     |     |     |     |
|----------------------------|--|-----|-----|-----|-----|
|                            | 1,1  | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |
| Шаг установки кабеля, см   |  |     |     |     |     |
| 34                         | 25   | 17  | 14  | 11  | 10  |
| 42                         | 31   | 21  | 17  | 14  | 13  |
| 48                         | 35   | 24  | 19  | 16  | 14  |
| 60                         | 43   | 30  | 24  | 20  | 18  |
| 76                         | 52   | 36  | 29  | 24  | 21  |
| 89                         | 63   | 43  | 35  | 29  | 26  |
| 102                        | 72   | 49  | 39  | 33  | 29  |
| 114                        | 80   | 56  | 44  | 37  | 33  |
| 141                        | 99   | 68  | 55  | 46  | 40  |
| 168                        | 118  | 81  | 65  | 55  | 48  |
| 219                        | 152  | 105 | 84  | 71  | 62  |

#### Общие рекомендации

Перед монтажом нагревательных кабелей важно проверить трубопровод на предмет повреждения или утечки. Кроме того, трубы после монтажа должны быть теплоизолированы, так как это значительно уменьшает теплотери.

Кабель должен быть аккуратно, без усилия (натяжения) установлен на трубе во избежание повреждений. Он должен плотно прилегать к трубе по всей своей длине. Это можно сделать при помощи алюминиевой липкой ленты.

#### Пластиковую ленту ПРИМЕНЯТЬ ЗАПРЕЩЕНО!

Кабель нельзя укладывать на острых краях трубы. Не рекомендуем наступать на кабель. На траншее с трубой должны быть сделаны отметки, указывающие на то, что установлены нагревательные кабели. Также должна быть установлена табличка с предупреждающей надписью, например:

#### «ВНИМАНИЕ: НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ 220 В!»

Изолированные трубы должны быть отмечены предупреждающим знаком с наружной стороны теплоизоляционного материала.

Если трубы с кабелями установлены над землей, они должны находиться в прочном и безопасном корпусе (коробе), содержащем предупреждающую надпись.

Экран нагревательных кабелей должен быть заземлен в соответствии с действующими правилами ПУЭ и СНиП.

Не рекомендуем укладывать кабель при температуре ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ . При низких отрицательных температурах оболочка кабеля становится жесткой и плохо гнется. После установки необходимо проверить омическое сопротивление нагревательного кабеля и изоляции.

В начале монтажа кабель крепят к трубе при помощи отрезков алюминиевой ленты с интервалом приблизительно 30 см. Затем он должен быть закреплен алюминиевой лентой вдоль по всей длине. Таким образом, нагревательный кабель не будет иметь прямого контакта с теплоизоляционным материалом и будет прочно закреплен к поверхности трубы и иметь хороший теплоотвод.

Перед установкой нагревательного кабеля на пластиковой трубе её поверхность необходимо оклеить алюминиевой лентой или фольгой. Таким образом, тепло равномерно будет распределяться по всей длине трубы.

Соединительная муфта между нагревательным кабелем и подводимым (холодным) концом также должна быть установлена на поверхности трубы с помощью алюминиевой липкой ленты. Датчик терморегулятора должен быть приклеен алюминиевой лентой к поверхности трубы и размещен посередине между линиями кабеля.

Диаметр изгиба кабеля должен быть не менее шести диаметров самого кабеля.

Нагрузка на кабель при растяжении не должна превышать 25 кг.

Кабель **DEVI** необходимо укладывать равномерно, и его линии не должны пересекаться между собой.

### 3.6 Выбор оборудования

Для защиты пластиковых труб от замерзания мощность нагревательного кабеля не должна превы-

шать 10 Вт/м. Для металлических труб мощность нагревательного кабеля может быть выше.

Кабели **DEVlqua™ 9T** и **DEVlpipeheat™ DPH-10** используют в трубах с водой.

Для систем **DEVI** защиты от замерзания и поддержания температуры в трубопроводах применяют терморегуляторы **DEVlreg™ 316**, **DEVlreg™ 330** или **DEVlreg™ 610**.

Все терморегуляторы имеют выходы контактов реле и, таким образом, могут управлять кабельной обогревательной системой большой мощности через магнитные пускатели (контакторы).

### 3.7 Расчет и подбор

#### Трубопровод в земле

Теплопотери 1 м трубопровода в земле рассчитываются по формуле:

$$q [\text{Вт / м}] = 1,3 \frac{2\pi \cdot \lambda \cdot \Delta T}{\ln\left(\frac{4h}{d}\right)} \quad \text{при условии } h > 6d,$$

где:  $h$  [м] – глубина залегания трубы в земле, мм

$d$  [мм] – наружный диаметр трубы

$\Delta T$  – перепад температуры  $t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}$ , типовое значение 30 К

$t_{\text{вн}}$  [°C] – температура внутри трубы

$t_{\text{нар}}$  [°C] – температура воздуха над землей

$\lambda$  – удельная теплопроводность грунта, типовое значение 0,5 Вт/м·К

Для выбранных значений  $\Delta T$  и  $\lambda$  значение требуемой мощности на 1 м трубы  $p$  [Вт/м] для компенсации теплопотерь  $q$  [Вт/м] можно взять из таблицы:

| Минимальная температура воздуха в зимний период -30°C |  |        |         |
|---|--|--------|---------|
| Наружный диаметр трубы, мм                            | Требуемая мощность $p$ (Вт/м) при различной глубине $h$ (мм) залегания трубы |        |         |
|   | 500 мм   | 800 мм | 1000 мм |
| 21  | 26,9   | 24,4   | 23,3    |
| 27  | 28,4   | 25,6   | 24,5    |
| 33  | 29,8   | 26,8   | 25,5    |
| 42  | 31,7   | 28,3   | 26,9    |
| 48  | 32,8   | 29,2   | 27,7    |
| 60  | 34,9   | 30,8   | 29,2    |
| 75  | 37,3   | 32,6   | 30,8    |
| 89  | 39,3   | 34,2   | 32,2    |
| 114   | 42,8   | 36,7   | 34,4    |
| 165   | 49,1   | 41,3   | 38,4    |

Расчётная формула справедлива в предположении, что поверхность земли не покрыта слоем снега (обслуживаемая дорога, мостовая). При наличии снежного покрова теплопотери могут быть в несколько раз меньше, причём их точное значение зависит от состояния снега, наличия ветра и других климатических условий. В расчётах использовано усреднённое значение коэффициента теплопроводности промерзаемого грунта. Структура грунта также влияет на величину теплопотерь.

Теплопотери всего трубопровода длиной  $L$  [м]:

$$Q [\text{Вт}] = q \times L.$$

**ПРИМЕР : обогреть трубу канализации, расположенную непосредственно в земле.**

**Данные: средняя полоса; чугунная труба с участком промерзания длиной  $L = 40$  м, с наружным диаметром  $d = 110$  мм; расположена в песчаном грунте на глубине  $h = 0,6$  м. Теплоизоляция и коллектор трубопровода отсутствуют.**

Рассчитываем по формуле теплопотери 1 м трубопровода:

$$q [\text{Вт / м}] = 1,3 \frac{2\pi \cdot \lambda \cdot \Delta T}{\ln\left(\frac{4h}{d}\right)} = 1,3 \frac{2\pi \cdot 0,5 \cdot 30}{\ln\left(\frac{4 \cdot 600}{110}\right)} = 39,7 \text{ Вт/м}$$

Общие теплопотери:

$$Q = q \times L = 39,7 \text{ Вт/м} \times 40 \text{ м} = 1590 \text{ Вт}$$

Нагревательный кабель с внешней оболочкой, стойкой к агрессивной среде и обеспечивающей компенсацию теплопотерь при установке в одну линию внутри трубы: **DEVlpipeguard™ 33** в водной среде имеет мощность теплоотдачи не меньше расчётных теплопотерь. Итак, выбираем саморегулирующийся кабель длиной 40 м. Соединительная муфта должна иметь дополнительную термоусадочную трубку из материала KINAR для защиты от влияния агрессивных канализационных стоков.

#### Трубопровод в воздухе

Для расчета теплопотерь трубопровода, расположенного в воздухе, можно использовать нижеприведенную формулу или таблицу. Определяющими параметрами для расчета являются размер трубы, толщина слоя теплоизоляции и температура окружающей среды.

Теплопотери:

$$Q [\text{Вт}] = \frac{2 \times \pi \times \lambda \times L \times (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}})}{\ln(D/d)} \times 1,3$$

где:  $D$  [м] – наружный диаметр трубы с теплоизоляцией

$d$  [м] – наружный диаметр трубы

$\pi$  – константа (3,14)

$L$  [м] – длина трубы

$t_{\text{вн}}$  [°C] – температура жидкости внутри трубы

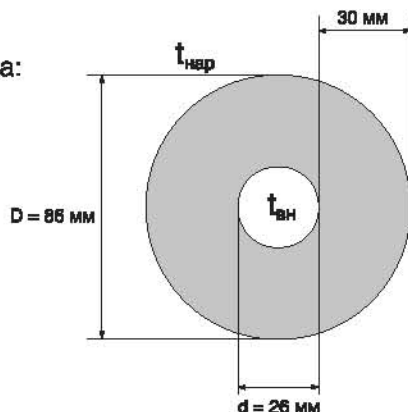
$t_{нар}$  [°C] – температура окружающей среды  
 $\lambda$  [Вт/м°C] – коэффициент теплопроводности теплоизоляции, обычно = 0,03 - 0,05  
 1,3 – коэффициент запаса

### Пример

Трубу с водой диаметром 1 дюйм с наружной теплоизоляцией толщиной 30 мм необходимо защитить от замерзания, используя нагревательный кабель. Для наружных труб необходимая разница температур ( $\Delta t$ ) должна быть не менее 30°C. Длина трубы – 15 м.

Данные для расчета:

$D = 86$  мм  
 $d = 26$  мм  
 $L = 15$  м  
 $t_{вн} = 0^\circ\text{C}$   
 $t_{нар} = -30^\circ\text{C}$   
 $\lambda = 0,04$  Вт/м°C



Подставляя все значения в формулу, получим расчетные теплотери:

$$Q[\text{Вт}] = \frac{2 \times \pi \times 0,04 \times 15 \times 30}{\ln(86/26)} \times 1,3 = 123 \text{ Вт}$$

Требуемая мощность на 1 м трубы равна:

$$123 \text{ Вт} / 15 \text{ м} = 8,1 \text{ Вт/м}$$

Для данного примера можно выбрать:

1. В случае с пластиковой трубой – нагревательный кабель **DEViflex™ 10T** длиной 20 м, мощностью 183 Вт (при 220 В).
2. В случае с металлической трубой – нагревательный кабель **DEViflex™ 18T** длиной 15 м, мощностью 250 Вт (при 220 В).

В нижеприведенной таблице показана зависимость теплотери труб различных диаметров от толщины теплоизоляции и разности температур на поверхности трубы и наружным воздухом.

$\lambda$  – значение теплопроводности теплоизоляционного материала для этой таблицы принято 0,035 Вт/м°C.

Белым в таблице выделены теплотери 1 погонного метра трубы по данным, взятым из вышеприведенного примера.

## 4.1 Полы холодильных камер и искусственных катков

Проблему промерзания грунта в холодильных камерах и на катках с искусственным льдом можно решить с помощью системы защиты от замерзания фирмы **DEVI**.

### Устанавливаемая мощность

Расчетная мощность для установок систем защиты от промерзания грунта – 15 - 30 Вт/м<sup>2</sup> (не менее 15).

Потери энергии вниз зависят от коэффициента теплопроводности конструкции пола, желаемой температуры основания и температуры холодного помещения. Расчет производят в соответствии со следующей формулой:

$$P[\text{Вт/м}^2] = K \times \Delta t^\circ,$$

где:  $\Delta t^\circ$  – разница температур между основанием пола и воздухом в холодном помещении;  
 $K$  – удельная тепловая проводимость пола, Вт/м<sup>2</sup>°C.



### Пример

**Холодильная камера имеет следующие параметры: внутренняя температура: -25°C, температура основания: +5°C, удельная тепловая проводимость конструкции пола: 0,5 Вт/м<sup>2</sup>°C.**

Расчет мощности на квадратный метр:

$$P[\text{Вт}] = 0,5 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C} \times 30^\circ\text{C} = 15 \text{ Вт/м}^2$$

### Установка нагревательных кабелей

Установку нагревательных кабелей **DEVI** выполняют так же, как и в случае с обычными бетонными конструкциями полов. Систему обязательно дублируют, так как требуемый гарантийный срок службы составляет около 25-и лет, а ремонт системы невозможен. Параллельно устанавливают две

| Толщина теплоизоляции на трубу | $\Delta T, ^\circ C$ | Диаметр трубы, дюйм / мм                                  |           |         |             |             |         |             |         |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |
|--------------------------------|----------------------|---|-----------|---------|-------------|-------------|---------|-------------|---------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                |                      | 1/2<br>15   | 3/4<br>20 | 1<br>25 | 1 1/4<br>32 | 1 1/2<br>40 | 2<br>50 | 2 1/2<br>65 | 3<br>80 | 4<br>100 | 6<br>150 | 8<br>200 | 10<br>250 | 12<br>300 | 14<br>350 | 16<br>400 | 18<br>450 | 20<br>500 | 24<br>600 |
|                                |                      | Расчетные тепловые потери на 1 погонный метр трубопровода |           |         |             |             |         |             |         |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |
| 10 мм                          | 20                   | 7,2   | 8,4       | 10,0    | 12,0        | 13,4        | 16,2    | 19          | 23      | 29       | 41       | 52       | 64        | 74        | 81        | 92        | 103       | 115       | 137       |
|                                | 30                   | 10,7  | 12,6      | 15,0    | 18,0        | 20,2        | 24,4    | 29          | 34      | 43       | 61       | 78       | 95        | 111       | 121       | 138       | 155       | 172       | 205       |
|                                | 40                   | 14,3  | 16,8      | 20,0    | 24,0        | 26,8        | 32,5    | 38          | 45      | 57       | 81       | 104      | 127       | 148       | 162       | 184       | 207       | 229       | 274       |
|                                | 60                   | 21,5  | 25,2      | 30,0    | 36,0        | 40,2        | 48,7    | 58          | 68      | 86       | 122      | 156      | 191       | 222       | 243       | 276       | 310       | 343       | 411       |
|                                | 80                   | 28,6  | 33,7      | 40,0    | 48,1        | 53,6        | 65,0    | 77          | 90      | 114      | 163      | 208      | 255       | 295       | 323       | 368       | 413       | 458       | 548       |
|                                | 100                  | 36,0  | 42,4      | 50,3    | 60,5        | 67,4        | 81,7    | 97          | 114     | 144      | 205      | 261      | 320       | 372       | 407       | 483       | 520       | 576       | 689       |
|                                | 120                  | 44,5  | 52,3      | 62,2    | 74,8        | 83,4        | 101,0   | 119         | 140     | 177      | 253      | 322      | 395       | 459       | 502       | 572       | 641       | 711       | 850       |
| 20 мм                          | 20                   | 4,8   | 5,3       | 6,1     | 7,2         | 7,9         | 9,4     | 11          | 13      | 16       | 22       | 29       | 34        | 40        | 44        | 50        | 56        | 61        | 73        |
|                                | 30                   | 6,8   | 7,9       | 9,1     | 10,8        | 11,9        | 14,2    | 16          | 19      | 24       | 33       | 42       | 51        | 60        | 66        | 75        | 83        | 92        | 110       |
|                                | 40                   | 9,1   | 10,6      | 12,2    | 14,4        | 15,8        | 18,8    | 22          | 25      | 32       | 44       | 56       | 68        | 80        | 88        | 99        | 111       | 123       | 147       |
|                                | 60                   | 13,6  | 15,7      | 18,2    | 21,6        | 23,9        | 28,2    | 33          | 38      | 48       | 67       | 84       | 103       | 120       | 131       | 149       | 167       | 184       | 220       |
|                                | 80                   | 18,2  | 21,0      | 24,4    | 28,8        | 31,8        | 37,7    | 44          | 51      | 63       | 89       | 113      | 137       | 160       | 175       | 199       | 222       | 246       | 293       |
|                                | 100                  | 23,0  | 28,4      | 30,7    | 36,2        | 40,0        | 47,4    | 55          | 64      | 80       | 112      | 142      | 172       | 202       | 220       | 250       | 280       | 310       | 369       |
|                                | 120                  | 28,4  | 32,8      | 37,9    | 44,9        | 49,4        | 58,7    | 68          | 79      | 99       | 138      | 175      | 212       | 249       | 272       | 309       | 346       | 383       | 456       |
| 30 мм                          | 20                   | 3,6   | 4,1       | 4,7     | 5,5         | 6,0         | 7,0     | 8           | 9       | 11       | 16       | 20       | 24        | 28        | 31        | 34        | 38        | 43        | 51        |
|                                | 30                   | 5,4   | 6,1       | 7,1     | 8,2         | 8,0         | 10,6    | 12          | 14      | 17       | 24       | 30       | 36        | 42        | 46        | 52        | 58        | 64        | 76        |
|                                | 40                   | 7,3   | 8,3       | 9,5     | 10,9        | 12,0        | 14,0    | 16          | 19      | 23       | 31       | 40       | 48        | 56        | 61        | 69        | 77        | 85        | 101       |
|                                | 60                   | 10,9  | 12,4      | 14,2    | 16,4        | 18,0        | 21,0    | 24          | 28      | 34       | 47       | 59       | 72        | 84        | 91        | 103       | 116       | 128       | 152       |
|                                | 80                   | 14,5  | 16,4      | 18,8    | 21,8        | 24,0        | 28,0    | 32          | 37      | 46       | 63       | 79       | 96        | 112       | 122       | 138       | 154       | 170       | 202       |
|                                | 100                  | 18,2  | 20,8      | 23,8    | 27,6        | 30,1        | 35,3    | 41          | 47      | 57       | 79       | 100      | 121       | 141       | 153       | 174       | 194       | 214       | 254       |
|                                | 120                  | 22,7  | 25,7      | 29,4    | 34,1        | 37,3        | 43,6    | 50          | 58      | 71       | 98       | 123      | 149       | 174       | 190       | 215       | 240       | 265       | 315       |
| 40 мм                          | 20                   | 3,1   | 3,5       | 4,0     | 4,6         | 4,9         | 5,8     | 7           | 8       | 9        | 12       | 16       | 19        | 22        | 24        | 27        | 29        | 33        | 39        |
|                                | 30                   | 4,7   | 5,3       | 6,0     | 6,8         | 7,4         | 8,6     | 10          | 11      | 14       | 18       | 23       | 28        | 33        | 35        | 40        | 44        | 49        | 58        |
|                                | 40                   | 6,2   | 7,1       | 7,9     | 9,1         | 10,0        | 11,5    | 13          | 15      | 18       | 25       | 31       | 37        | 43        | 47        | 53        | 59        | 66        | 78        |
|                                | 60                   | 9,4   | 10,8      | 12,0    | 13,7        | 14,9        | 17,3    | 20          | 22      | 27       | 37       | 46       | 56        | 65        | 71        | 80        | 89        | 98        | 117       |
|                                | 80                   | 12,5  | 14,0      | 16,0    | 18,2        | 19,9        | 23,0    | 26          | 30      | 37       | 50       | 62       | 75        | 87        | 94        | 107       | 119       | 131       | 155       |
|                                | 100                  | 15,7  | 17,6      | 20,0    | 23,0        | 25,1        | 28,9    | 33          | 38      | 46       | 63       | 78       | 94        | 109       | 119       | 134       | 150       | 165       | 196       |
|                                | 120                  | 19,6  | 22,0      | 24,8    | 28,4        | 31,0        | 35,9    | 41          | 47      | 57       | 72       | 96       | 116       | 135       | 147       | 166       | 185       | 204       | 242       |
| 50 мм                          | 20                   | 2,8   | 3,1       | 3,5     | 4,0         | 4,3         | 5,0     | 6           | 7       | 8        | 10       | 13       | 16        | 18        | 19        | 22        | 24        | 27        | 32        |
|                                | 30                   | 4,2   | 4,7       | 5,3     | 6,0         | 6,5         | 7,4     | 9           | 10      | 12       | 16       | 19       | 23        | 27        | 29        | 33        | 37        | 40        | 48        |
|                                | 40                   | 5,8   | 6,2       | 7,1     | 8,0         | 8,8         | 10,0    | 11          | 13      | 16       | 21       | 26       | 31        | 36        | 39        | 44        | 49        | 56        | 78        |
|                                | 60                   | 8,4   | 9,4       | 10,6    | 12,0        | 13,8        | 15,0    | 17          | 19      | 23       | 31       | 39       | 46        | 54        | 58        | 66        | 73        | 80        | 95        |
|                                | 80                   | 11,3  | 12,5      | 14,0    | 16,1        | 17,4        | 19,9    | 23          | 26      | 31       | 42       | 51       | 62        | 72        | 78        | 88        | 97        | 107       | 127       |
|                                | 100                  | 14,2  | 15,7      | 17,8    | 20,2        | 21,8        | 25,1    | 28          | 32      | 38       | 52       | 65       | 78        | 90        | 98        | 110       | 123       | 135       | 160       |
|                                | 120                  | 17,5  | 19,6      | 22,0    | 25,0        | 27,0        | 31,1    | 35          | 40      | 48       | 65       | 80       | 96        | 112       | 121       | 136       | 152       | 167       | 198       |
| 75 мм                          | 20                   | 2,4   | 2,6       | 2,9     | 3,2         | 3,5         | 3,9     | 5           | 6       | 7        | 8        | 9        | 11        | 13        | 14        | 15        | 17        | 19        | 22        |
|                                | 30                   | 3,5   | 3,8       | 4,3     | 4,8         | 5,2         | 5,9     | 6           | 7       | 9        | 11       | 14       | 17        | 19        | 21        | 23        | 26        | 28        | 33        |
|                                | 40                   | 4,7   | 5,2       | 5,8     | 6,5         | 7,0         | 7,8     | 9           | 10      | 12       | 15       | 19       | 22        | 26        | 28        | 31        | 34        | 38        | 44        |
|                                | 60                   | 7,1   | 7,8       | 8,6     | 9,7         | 10,4        | 11,8    | 13          | 15      | 17       | 23       | 28       | 33        | 38        | 41        | 46        | 51        | 56        | 66        |
|                                | 80                   | 9,4   | 10,3      | 11,5    | 12,9        | 13,8        | 15,6    | 18          | 20      | 23       | 30       | 37       | 44        | 51        | 55        | 62        | 68        | 75        | 88        |
|                                | 100                  | 11,9  | 13,1      | 14,5    | 16,2        | 17,4        | 19,7    | 22          | 25      | 29       | 38       | 47       | 56        | 64        | 69        | 78        | 88        | 94        | 111       |
|                                | 120                  | 14,8  | 16,1      | 17,9    | 20,0        | 21,8        | 24,4    | 27          | 31      | 36       | 48       | 58       | 68        | 80        | 86        | 96        | 107       | 117       | 137       |
| 100 мм                         | 20                   | 2,0   | 2,3       | 2,5     | 2,8         | 3,0         | 3,4     | 4           | 5       | 6        | 7        | 8        | 9         | 10        | 11        | 12        | 13        | 15        | 17        |
|                                | 30                   | 3,1   | 3,5       | 3,7     | 4,2         | 4,4         | 4,8     | 5           | 6       | 7        | 9        | 11       | 13        | 15        | 16        | 18        | 20        | 22        | 26        |
|                                | 40                   | 4,2   | 4,6       | 5,0     | 5,6         | 6,0         | 6,7     | 7           | 8       | 10       | 12       | 15       | 18        | 20        | 23        | 24        | 27        | 29        | 34        |
|                                | 60                   | 6,2   | 6,8       | 7,6     | 8,4         | 9,0         | 10,1    | 11          | 12      | 15       | 19       | 23       | 27        | 30        | 33        | 36        | 40        | 44        | 51        |
|                                | 80                   | 8,4   | 9,1       | 10,1    | 11,2        | 12,0        | 13,4    | 15          | 16      | 19       | 25       | 30       | 35        | 41        | 44        | 49        | 54        | 59        | 69        |
|                                | 100                  | 10,5  | 11,5      | 12,7    | 14,2        | 15,0        | 16,8    | 19          | 21      | 24       | 31       | 38       | 45        | 51        | 55        | 61        | 68        | 74        | 88        |
|                                | 120                  | 13,1  | 14,3      | 15,7    | 17,5        | 18,6        | 20,9    | 23          | 26      | 30       | 39       | 47       | 55        | 63        | 68        | 76        | 84        | 91        | 107       |
| 150 мм                         | 20                   | 1,8   | 1,9       | 2,1     | 2,4         | 2,5         | 2,8     | 3           | 4       | 5        | 6        | 7        | 8         | 9         | 10        | 11        | 12        | 13        | 14        |
|                                | 30                   | 2,8   | 2,9       | 3,2     | 3,5         | 3,7         | 4,1     | 5           | 5       | 6        | 7        | 9        | 10        | 11        | 12        | 13        | 15        | 16        | 18        |
|                                | 40                   | 3,6   | 4,0       | 4,3     | 4,7         | 4,9         | 5,5     | 6           | 7       | 8        | 10       | 11       | 13        | 15        | 16        | 18        | 19        | 21        | 24        |
|                                | 60                   | 5,4   | 5,9       | 6,4     | 7,1         | 7,4         | 8,3     | 9           | 10      | 11       | 14       | 17       | 20        | 22        | 24        | 27        | 29        | 32        | 37        |
|                                | 80                   | 7,2   | 7,8       | 8,5     | 9,4         | 10,0        | 11,0    | 12          | 13      | 15       | 19       | 23       | 26        | 30        | 32        | 35        | 39        | 42        | 49        |
|                                | 100                  | 7,9   | 8,3       | 9,1     | 10,4        | 12,3        | 13,0    | 15          | 17      | 21       | 28       | 32       | 37        | 42        | 45        | 50        | 54        | 59        | 68        |
|                                | 120                  | 11,3  | 12,3      | 13,3    | 14,6        | 15,5        | 17,0    | 19          | 21      | 24       | 30       | 35       | 41        | 46        | 50        | 55        | 60        | 66        | 76        |
| 130                            | 12,4                 | 12,4  | 14,6      | 16,1    | 17,0        | 18,8        | 21      | 23          | 26      | 33       | 39       | 45       | 51        | 55        | 61        | 66        | 72        | 84        |           |

кабельные системы: одна из них является основной (рабочей), а вторая – резервной.

Нагревательный кабель должен быть уложен под теплоизоляцией пола, так как необходимо защитить от замерзания фундамент пола. Кабели должны быть установлены непосредственно на поверхности грунта или фундамента и расположены на глубине, по крайней мере на 5 см ниже слоя теплоизоляции.

Если в помещении есть какие-либо опорные элементы, устанавливаемая мощность в основании вокруг этих элементов должна быть выше, поскольку в этих местах возникают нисходящие тепловые потоки (теплопотери через неизолированные бетонные и стальные конструкции).

#### Выбор оборудования

Возможный выбор кабеля: **DEViflex™ 10T**, погонная мощность которого 10 Вт/м (230 В).

При укладке этого кабеля с шагом 35 см установленная мощность будет равна 30 Вт/м<sup>2</sup>. Возможно применение кабелей DSIG, DTCE.

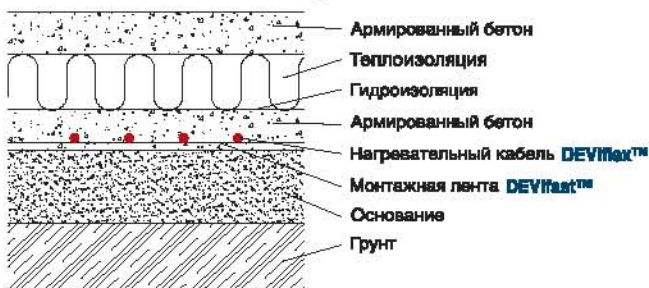
Систему защиты от промерзания комплектуют терморегулятором **DEVireg™ 330** с диапазоном регулирования от -10°C до +10°C.

Таким образом, «Система № 1» является основной, и устанавливают ее на поддержание температуры +5°C. «Система № 2» является резервной, и ее устанавливают на поддержание температуры +3°C. К выходу подключения нагревательного кабеля «Системы № 2» дополнительно подключают устройство аварийной сигнализации (звонок, лампа и т.п.). В случае каких-либо отказов «Системы № 1» температура в зоне установки падает, и при достижении +3°C включается нагревательный кабель «Системы № 2». Одновременно с этим включается сигнализация, предупреждающая о необходимости диагностики основной системы.

Большие помещения имеет смысл разделять на зоны с отдельными системами в каждой. Например, помещение площадью 300 м<sup>2</sup> можно разделить на три зоны с двумя системами в каждой.

Датчики на проводе для терморегуляторов всегда должны быть уложены в защитную гофротрубку для простоты замены.

#### Пол холодильной камеры



## 4.2 Двери и ворота

Холодные помещения постоянно подвержены образованию льда и инея.

Например, на открытой двери может появиться лед. Кроме очевидных убытков от повреждения уплотнения двери, замерзшая конструкция может также препятствовать ее открытию и закрытию, что, в свою очередь, приведет к повышенному потреблению электроэнергии в холодильной камере из-за большой разницы температур.

Подвижные элементы раздвижных и вращающихся дверей также подвержены угрозе обледенения. Это касается не только холодильников, но также и гаражных ворот и дверей моек для машин и других помещений, где существует вероятность образования наледи. Предупредить возникновение этих проблем можно с помощью нагревательных кабелей **DEViflex™ 10T**.



#### Устанавливаемая мощность

Для ворот и дверей холодных помещений устанавливаемая мощность на погонный метр лежит в пределах 10–20 Вт для каждой конструкции.

Для пола вращающихся дверей и подвижных элементов внешних ворот устанавливаемая мощность должна соответствовать мощности систем стаивания снега и льда, то есть 350–400 Вт/м<sup>2</sup>.

#### Пример

**Нижнюю планку наружных сдвижных ворот необходимо защитить от обледенения. Длина планки 7,5 м и ширина 10 см.**

Таким образом, необходимо установить на площади 0,75 м<sup>2</sup> систему мощностью около 263 Вт (из расчета 350 Вт/м<sup>2</sup>), то есть 35 Вт на метр конструкции. Для этой установки используем нагревательный кабель **DEViflex™ 18T**, 270 Вт (230 В), 15 м, закрепленный на планке в две линии.

## Установка

Установку нагревательного кабеля на ворота, двери и т.п. выполняют путем приклеивания его с помощью алюминиевой ленты к задней (тыльной) части конструкции перед её монтажом.

Для защиты от обмерзания направляющих планок в полу нагревательный кабель укладывают в бетон непосредственно под планкой.

Важно, чтобы кабель был уложен так, чтобы впоследствии он не был поврежден при установке планки.

## Выбор оборудования

Резистивные нагревательные кабели **DEVI** мощностью 10–20 Вт/м используют для укладки в бетон, например, для установок под направляющие планки и вращающиеся двери.

При установке в конструкцию дверей или ворот холодных помещений нагревательный кабель, как правило, работает постоянно.

Для других установок рекомендуем использовать электронный терморегулятор с датчиком температуры на проводе, например **DEVireg™ 330** (–10°C +10°C) или **DEVireg™ 610** (–10°C +50°C).

При установке в конструкции датчик температуры крепят так же, как и нагревательный кабель, с помощью самоклеющейся алюминиевой ленты.

При установке под направляющие планки гофротрубку с датчиком на проводе укладывают в бетон как можно ближе к тому участку планки, где крепят нагревательный кабель.

## 4.3 Водостоки

Ливневые стоки дождевой и талой воды часто устанавливают на rampах, мостах и эстакадах, а дренажные системы для отвода воды – в низкой местности.

Географические условия и суточные изменения температуры в районе 0°C могут привести к обледенению водостока, что станет причиной образования льда во всей системе.

В периоды оттепели система стока не оттаивает полностью, и талая вода не успевает стечь до новых заморозков.

Происходит дальнейшее обмерзание системы, которое нарушает ее работоспособность, а в худшем случае приводит к ее разрушению. Этих проблем можно избежать, установив нагревательные кабели **DEVIsnow™ 30T** или **DEVIsafe™ 20T** в водосточных и дренажных трубах.

### Устанавливаемая мощность

Расчетная мощность для систем защиты от обледенения и стаивания снега и льда в зависимости от местных климатических условий составляет 200–

400 Вт/м<sup>2</sup>. Для большинства типов водосточных труб погонная мощность на метр составляет 30–50 Вт.



### Пример

Крутая рампа, ведущая вниз к гаражу, заканчивается перед воротами. Для отвода дождевой и талой воды непосредственно перед воротами была установлена водосточная решетка. Необходимо защитить решетку от обледенения, а дренажную канавку прогреть для обеспечения беспрепятственного стока воды.

Ширина ворот 3 м, размер водостока 10 x 10 см. Водосток уходит на глубину ниже уровня промерзания (приблизительно 1,5 м). В желобе устанавливают 4 нити нагревательного кабеля и 2 нити в водосток. Общая длина кабеля  $3 \times 4 + 1,5 \times 2 = 15$  м.

Кабель **DEViflex™ 18T** (230 В) длиной 15 м, обеспечит свободный сток талой воды.



### Установка

Нагревательный кабель **DEVI** может быть соединен к решетке и трубам с помощью монтажной ленты **DEVifast™** или зажимов через каждые 30 см. Этим также обеспечивается необходимое расстояние между нагревательными линиями кабеля. Шаг укладки 5–7,5 см.

### Выбор оборудования

Для защиты водосточных решеток и труб от обледенения используют электрические нагревательные кабели **DEVI** мощностью 18–30 Вт/м и терморегуляторы **DEVireg™ 316**, **330** (–10°C...+10°C), **610**, **850** или **DS-8C**. Терморегуляторы с датчиками температуры обеспечивают включение подогрева только в случае возникновения угрозы обледенения.

#### 4.4 Антенны и провода

Системы отопления **DEVI** используют в качестве систем защиты от обледенения мачтовых, параболических антенн и т.п., где существует риск падения снега и льда (сосулек) на пешеходов или обледенение может нарушить нормальную работу оборудования. Еще один немаловажный положительный момент – отсутствие необходимости удалять лед и снег вручную.



##### Устанавливаемая мощность

Как правило, используют нагревательные кабели мощностью 18–20 Вт/м. Поскольку главной задачей системы является предотвращение образования наледи, устанавливаемая мощность приблизительно составляет 200–300 Вт/м<sup>2</sup>.

Мощность системы на 1 м<sup>2</sup> зависит от типа конструкции, поэтому трудно дать какие-либо общие рекомендации. Обычно кабель укладывают с шагом 5–7,5 см.

##### Установка

Способ крепления электрических нагревательных кабелей к мачтам, проводам, антеннам и т.п. зависит от конкретной задачи, но часто кабели крепят с помощью алюминиевой клейкой ленты или спиралью оборачивают вокруг нужного элемента конструкции.

##### Выбор изделия

Для защиты антенн и проводов от замерзания используют нагревательный кабель **DEVI** мощностью 18 - 20 Вт/м. Для таких установок рекомендуем использовать терморегулятор **DEVireg™ 330** (-10°C...+10°C).

#### 4.5 Резервуары

Необходимость защиты труб и резервуаров от замерзания возникает с целью поддержания свободного тока транспортируемых жидкостей, а также для обеспечения минимально допустимой температуры в системах резервуаров, чтобы избежать проблем, связанных с застоями жидкости, коагуляцией или загустением.

Системы защиты от замерзания можно использовать для различных резервуаров и контейнеров в сельском хозяйстве и промышленности.

##### Устанавливаемая мощность

Даже при хорошей теплоизоляции резервуара для поддержания определенной температуры необходимо компенсировать теплопотери. Задачу можно решить, установив нагревательный кабель на подводных трубах и резервуаре.

Существует ряд условий, необходимых для расчета требуемой мощности:

- резервуар должен быть теплоизолирован по всей поверхности;
- систему используют только для поддержания температуры, а не для ее увеличения.

##### Требуемые данные:

$t_{\text{вн}}$  – температура жидкости резервуара, [°C]

$t_{\text{нар}}$  – наружная температура, [°C]

$\Delta t$  – разница между температурой жидкости и наружной температурой, [°C]. ( $\Delta t = t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}$ )

$S$  – общая площадь поверхности резервуара, [м<sup>2</sup>]

$d$  – толщина теплоизоляции, [м]

$\lambda$  – теплопроводность теплоизоляции, [Вт/м °C]

1,3 – коэффициент запаса



##### Формулы для расчета

Тепловая проводимость 1 м<sup>2</sup> теплоизоляции толщиной  $d$  [м]:

$$K = \lambda/d \text{ [Вт/м}^2 \text{ °C]}$$

Теплопотери:

$$Q = S \times K \times \Delta t \times 1,3 \text{ [Вт]}$$

Пример расчета:

$$t_{\text{вн}} = +20^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{нар}} = -20^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 20^\circ\text{C} - (-20^\circ\text{C}) = 40^\circ\text{C}$$

$$S = 10 \text{ м}^2$$

$$d = 0,1 \text{ м}$$

$$\lambda = 0,04 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$$

$$K = \lambda/d = 0,04 \text{ Вт/м}^\circ\text{C} / 0,1 \text{ м} = 0,4 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$Q = S \times K \times \Delta t \times 1,3 = 10 \text{ м}^2 \times 0,4 \text{ Вт/м}^2\text{°C} \times 40^\circ\text{C} \times 1,3$$

$$Q = 208 \text{ Вт.}$$



## Установка



Нагревательный кабель должен быть равномерно уложен на всей поверхности резервуара.

Если такой возможности нет, то нагревательный кабель устанавливают на нижней части резервуара.

Крепление кабеля осуществляют липкой алюминиевой лентой.

### Выбор оборудования

Нагревательные кабели **DEVI** мощностью 18 - 20 Вт/м и саморегулируемые кабели используют для защиты резервуаров от замерзания.

Применяют терморегуляторы **DEVireg™ 316**, **DEVireg™ 330** (-10°C...+10°C) или **DEVireg™ 610**.

## 4.6 Затвердевание бетона

Кабельные системы **DEVI** применяют для затвердевания бетона в зимний период при отрицательной температуре, когда нет возможности перенести сроки строительных работ.

Системы **DEVI** используют для всех проектов, где необходимо обеспечить нормальный процесс затвердевания бетона.

### Устанавливаемая мощность

Требуемая мощность – приблизительно 400 Вт/м<sup>3</sup> при температуре -10°C или ниже. Если температура опускается ниже -10°C, конструкцию необходимо накрыть теплоизоляционным матом.

Мощность не должна превышать 400 Вт/м<sup>3</sup>, так как это может ускорить нормальный процесс затвердевания бетона, привести к снижению качества конструкции или ее повреждению.

В зависимости от наружной температуры система может поддерживать температуру около +1...+2°C в течение недели. В таком случае мощность может быть постепенно уменьшена.

### Пример

**Завод производит сборные элементы железобетонных конструкций. Поскольку элементы изготавливают на открытом воздухе, необходимо обеспечить процесс затвердевания бетона и защитить изделия от замерзания воды в зимний период. Элементы конструкции стен имеют размер 265 x 255 x 10 [см] (высота x ширина x толщина). Общее количество используемого бетона 0,676 м<sup>3</sup>.**

Для защиты такого элемента от замерзания используем нагревательный кабель со следующей мощностью: 0,676 м<sup>3</sup> x 400 Вт/м<sup>3</sup> = 270 Вт.

Можно выбрать нагревательный кабель **DEViflex™ 18T** 270 Вт (230 В), 15 м. Кабель крепится к арматуре с шагом приблизительно 45 см.

Для управления температурой нагревательный кабель подключают к терморегулятору **DEVireg™ 330** (-10°C...+10°C) с датчиком температуры, помещенным в бетон между двумя линиями кабеля. Терморегулятор настраивают на поддержание температуры в бетоне от +2°C до +3°C.

При средней наружной температуре воздуха -8°C и периодом затвердевания 7 дней потребление энергии будет не более 10 - 20 кВт/ч.

### Установка

Нагревательные кабели **DEVI** крепят к арматуре будущей бетонной конструкции (бетонная плита, фундамент или стена) при помощи проволоки, хомутов и т.п.

Кабели не должны пересекаться или соприкасаться.

Диаметр изгиба кабеля должен быть не менее 6 диаметров самого кабеля.

Кабель не должен контактировать с материалом теплоизоляции.

Нагревательный кабель должен быть установлен по внешнему краю наружной поверхности (как минимум на 5 см ниже поверхности) бетонной плиты.

### Выбор оборудования

В установках для затвердевания бетона используют нагревательные кабели **DEVI** мощностью 18-20 Вт/м и терморегуляторы **DEVireg™ 330** (-10°C...+10°C).

### 5.1 Обогрев помещений для животных

В сельском хозяйстве часто возникают проблемы с созданием для животных оптимальных температурных режимов.

Например, для быстрого роста поросят необходимо, чтобы температура тела не снижалась из-за прохладного пола или помещения, в котором они находятся.

Оптимальное решение – установка нагревательных кабелей **DEVI** в пол.



В свинарниках с новорожденными поросятами в течение первых двух дней необходимо поддерживать температуру около 30°C.

На протяжении следующих 4-х недель температура должна быть постепенно понижена до 18°C.

Этого легко добиться с помощью электронного терморегулятора **DEVIreg™**.

В инкубаторах с цыплятами выгодно установить систему электрического подогрева пола при помощи нагревательных кабелей **DEVI**.

Более равномерная температура по всей поверхности пола без полного обогрева здания значительно уменьшит потребление электроэнергии.

Среди других преимуществ – сухая поверхность, которая легко очищается, и необходимый температурный режим, что в значительной мере снижает риск заболеваний и т.д.

Системы отопления **DEVI** рекомендуется использовать для свинарников, курятников, свиноферм, хлевов и т.п.

#### Устанавливаемая мощность

Необходимое количество тепла в помещении зависит от его конструктивных особенностей, необходимой температуры, существующей теплоизоляции, влажности воздуха и количества животных.

Требуемая мощность также зависит от размера животных. Рекомендуемая мощность для помещений, в которых содержатся:

- цыплята – 200 Вт/м<sup>2</sup>;
- поросята массой до 20 кг – 200 Вт/м<sup>2</sup>;
- свиньи от 20 до 50 кг – 150 Вт/м<sup>2</sup>;
- свиньи более 50 кг – 100 Вт/м<sup>2</sup>.

#### Установка

Установка на фермах выполняется так же как и обычная установка в бетонных полах. Для повышения эффективности работы системы необходимо предусмотреть качественную теплоизоляцию пола снизу.



В свинарниках допустима более высокая мощность (150–200 Вт/м<sup>2</sup>) в загонах, где содержатся поросята, и пониженная – в остальной части помещения.

Несмотря на жесткие условия, в которых работает система, она не требует обслуживания, а бетонный пол можно очищать любым механическим способом и проводить его дезинфекцию.

#### Выбор оборудования

На фермах можно устанавливать нагревательные кабели **DEVI** мощностью 18–20 Вт/м.

Для управления системой применяют терморегулятор **DEVIreg™ 330** (установка на профиль DIN) или **DEVIreg™ 610** – устойчив к влаге (IP44) и может быть установлен непосредственно во влажных помещениях.

Рекомендуем устанавливать терморегулятор для каждого загона или группы загон свинарника, чтобы можно было управлять температурой каждого из них в отдельности.

## 5.2 Подогрев грунта в теплицах

Для ускорения роста и репродукции растений в оранжереях и теплицах, а также для продления сезона сбора урожая, почву можно начинать подогревать сразу же с приходом весны.

Кроме того, подогрев почвы облегчает процесс выращивания теплолюбивых растений, которые обычно растут только в субтропических (тропических) широтах.

Системы подогрева грунта используют в оранжереях, на клумбах, грядках с рассадой и боксах для проращивания семян.

### Устанавливаемая мощность

Для достижения оптимальной температуры почвы обычно требуется мощность 75–100 Вт/м<sup>2</sup>. Мощность нагревательного кабеля не должна превышать 18 Вт/м, так как при слишком высокой температуре вероятен риск пересушить корневую систему растений.

### Установка

Чтобы минимизировать теплопотери вниз, необходимо использовать современные теплоизоляционные материалы с низким коэффициентом влагопоглощения (например, вспененный полистирол).

Теплоизолятор должен быть покрыт 10-и сантиметровым слоем песка (гравий не допускается), в который укладывают нагревательный кабель таким образом, чтобы толщина слоя песка над и под ним была по 5 см. Расстояние между витками кабеля должно быть около 15 см.

На слой песка, насыпанный над кабелем, укладывают металлическую сетку или мат для защиты кабеля от повреждений лопатами или другими строительными инструментами. Плодородный грунт насыпают поверх песка.

### Выбор оборудования

Для таких установок обычно используют кабели **DEVI** мощностью 18 - 20 Вт/м.

Для регулирования температуры почвы в оранжереях используют терморегуляторы **DEVireg™ 330** или **610**.

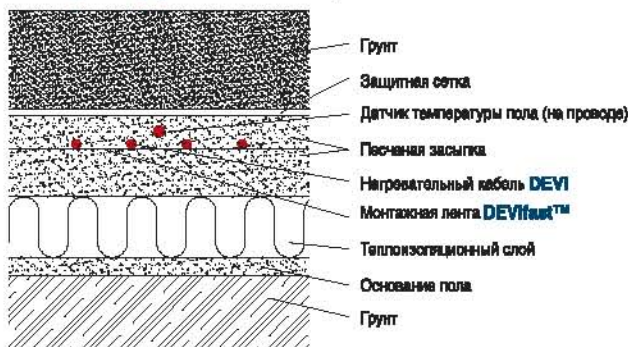
Датчик должен быть помещен в почву.

Оптимальная температура почвы зависит от вида растений и их возраста (необходимо проконсультироваться со специалистом-ботаником).

В оранжереях средняя температура на уровне корней составляет от 15°C до 25°C. На клумбах и грядках с рассадой может достигать 30°C.



### Обогрев грунта в теплицах



## 6. Подогрев травяных газонов

С помощью нагревательных кабелей **DEVI**, установленных в грунте футбольного поля или поля для гольфа, можно прогреть почву и ускорить или продлить рост травяного покрытия. Таким образом, поле будет готово к использованию на один-два месяца раньше, чем обычно, а сезон может быть продлен на 2-3 месяца осенью.

### Устанавливаемая мощность

Расчетная мощность для подогрева почвы лежит в пределах от 50 до 100 Вт/м<sup>2</sup>. Значительное влияние на удельную мощность оказывает географическое местоположение, вид почвы и время года.

На футбольных полях международного размера (70 x 110 м) общая мощность системы составляет от 400 до 750 кВт.

## Установка

Нагревательные кабели **DEVI** можно устанавливать как на подготовленном к игре поле, так и при восстановлении травяного покрова. Последний способ подразумевает укладку нагревательного кабеля непосредственно в грунт.

Травяной покров должен быть ровным. Поле должно быть оборудовано эффективной системой дренажа.

Установка выполняется с помощью специального плуга, способного удерживать от 1 до 3 катушек нагревательного кабеля одновременно, и, разрезая почву, устанавливать кабель на нужной глубине.



Расстояние между нитками кабеля зависит от его погонной мощности и установленной мощности на 1 м<sup>2</sup>. Эта величина лежит в пределах 20 - 40 см. Поверхность грунта практически не повреждается и готова к использованию спустя 10 - 15 дней после установки. Нагревательные кабели устанавливают на 20 - 30 см ниже поверхности, чтобы избежать их повреждения при использовании спортивных снарядов с острыми наконечниками и прочими инструментами технических служб.

Практика применения системы показала, что в весенне-осенний периоды температура в прикорневой зоне на глубине около 10 см от поверхности, находится в пределах от +6°C до +10°C.

Когда поле не используется, то для поддержания необходимого тепла и влажности почвы его накрывают пленкой или аналогичным материалом.

## Выбор оборудования

Для обогрева травяного покрова используют нагревательные кабели **DEVI** мощностью 18 - 20 Вт/м (230 В или 400 В).

Для регулирования температуры необходимо использовать терморегулятор **DEVireg™ 330** с распо-

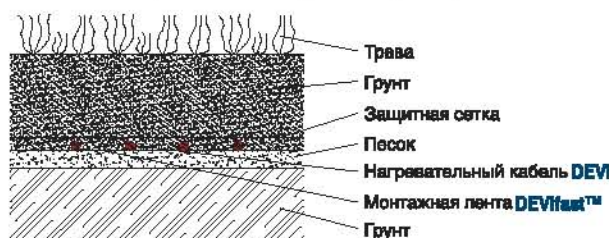
ложением датчика температуры в корневой зоне на глубине около 10 см от поверхности.

Область подогрева может быть разделена на несколько зон (например на 4 зоны – по количеству матч освещения), чтобы иметь возможность управлять температурным режимом каждой зоны отдельно. Для системы отопления большой мощности используют нагревательные кабели, рассчитанные на напряжение 400 В.

Необходимую установленную мощность системы, несмотря на достаточно большие цифры, на современных больших стадионах получить возможно. На таких стадионах устанавливают мощные системы освещения, которые используют только во время проведения матчей. Несложно сделать необходимые изменения, чтобы электроэнергию использовать для кабельной системы в периоды, когда не используют систему освещения.

Нагревательный кабель рекомендуем включить весной, заранее за 4 - 6 недель до начала использования поля, так как рост травы должен начаться до момента использования поля стадиона без каких-либо рисков ее повреждения.

Согласно ПУЭ и СНиП, в целях безопасности нагревательный кабель под травяным покровом должен быть экранированным, заземлен, и необходимо использовать реле токов утечки (УЗО).



## 7.1 Размораживание грунта

Раскопка и подготовка земли, промерзшей за зиму, может представлять серьезную проблему. Быстро и эффективно решить ее можно, используя электрические нагревательные кабели или маты **DEVI**.

Временная установка (например, на ночь) нагревательных кабелей, покрытых теплоизоляцией, поможет оттаять земле до состояния, сравнимого с влажной весенней почвой.

Типичные области использования – строительные площадки, районы застройки, раскопки и т.п.

### Устанавливаемая мощность

При температуре от -5°C до -10°C используют системы мощностью 250 - 350 Вт/м<sup>2</sup>. При более низкой температуре рекомендуем использовать более высокую мощность 400 - 500 Вт/м<sup>2</sup>.

С точки зрения практичности, в большинстве случаев рекомендуется максимальная мощность для таких установок 400 Вт/м<sup>2</sup> (для нагревательного кабеля **DEVibasic™ 20S** шаг укладки линий кабеля 5 см).

При необходимости продления периода оттаивания следует использовать несколько слоев или более толстый слой теплоизоляции.



**Пример**

Во время заморозков на протяжении нескольких недель ночная температура была  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Необходимо выкопать грунт на площади  $4\text{ м}^2$  ( $2 \times 2$ ), глубиной 1 метр, чтобы получить доступ к электрической распределительной коробке, находящейся под землей.

За день до запланированной работы на данном участке укладывают нагревательный кабель **DEViflex™ 18T**, 44 м, общей мощностью 790 Вт. Кабель фиксируют на монтажной ленте **DEVifast™** с шагом 5 см, что обеспечивает установленную мощность  $360\text{ Вт/м}^2$ .

Кабель включают на ночной период работы.

На следующий день земля подготовлена для выемки грунта. Расход электроэнергии для этой установки 10 - 15 кВт/ч.

**Установка**

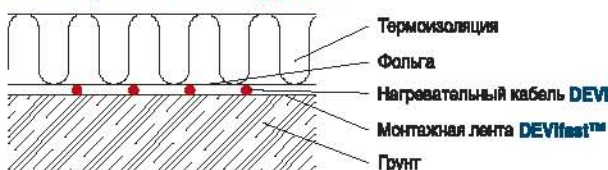
Электрический нагревательный кабель **DEVI** или мат **DEVI** укладывают непосредственно на поверхность земли и накрывают утеплителем. Кабель крепят на ленте **DEVifast™** для обеспечения нужного расстояния между его линиями.

**Выбор оборудования**

Для такой установки выбирают нагревательный кабель **DEVI** мощностью 18 - 20 Вт/м или нагревательный мат **DEVI** мощностью  $300\text{ Вт/м}^2$ .

Такой тип установки не требует применения терморегулятора. Однако, в целях безопасности нагревательный кабель должен быть заземлен.

**Размораживание грунта**



**7.2 Защита полов от конденсации влаги**

В дверных проемах между холодными складскими и отапливаемыми помещениями из-за постоянных перепадов температуры при открывании и закрывании дверей на полу может образоваться конденсат.

Это, в свою очередь, может привести к образованию опасных наледей. Чтобы предотвратить их образование, нужно обогреть эти участки пола.

Также такая установка уменьшит сквозняки в области обогрева.

**Устанавливаемая мощность**

Устанавливаемая мощность для защиты пола от конденсата составляет около  $250\text{ Вт/м}^2$ .

**Установка**

Нагревательный кабель **DEVI** или нагревательный мат **DEVI** устанавливают так же, как в обычных бетонных полах, но расположение их должно быть как можно ближе к поверхности пола, не нарушая при этом его структурную целостность.

Нагревательный кабель или мат должны быть установлены с обеих сторон дверного проема, но не должны пересекать температурные швы. Это означает, что отдельные нагревательные элементы должны быть установлены на внутренней и внешней части дверного проема.

Для выполнения этой задачи достаточно выбрать оборудование с установленной мощностью  $250\text{ Вт/м}^2$  с каждой стороны дверного проема.

Система должна охватить область как минимум 1 метр шириной с каждой стороны двери.

Датчик терморегулятора на проводе должен быть установлен между двумя кабелями (матами) как можно ближе к поверхности пола.

Датчики на проводе всегда следует помещать в защитную трубку, заглушенную на конце, с тем, чтобы их можно было легко заменить.

**Выбор оборудования**

Нагревательный кабель **DEVI** мощностью 18 - 20 Вт/м и нагревательный мат **DEVI**  $300\text{ Вт/м}^2$  идеально подходят для таких установок.

Системой управляет терморегулятор **DEVireg™ 330** (от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+10^{\circ}\text{C}$ ). Температура, которую необходимо поддерживать (задаем с помощью терморегулятора) не должна допускать обледенения поверхности пола (приблизительно  $+2^{\circ}\text{C}$ ).

### 7.3 Подогрев мостиков холода

Кабельные системы отопления **DEVI** можно использовать с целью избежания температурных расхождений, возникающих в полах или других конструкциях, и связанных с наличием мостиков холода.

#### Устанавливаемая мощность

В помещениях с мостиками холода вдоль стен устанавливают одну линию нагревательного кабеля **DEVI** мощностью 18 - 30 Вт/м (зависит от конструкции пола и стены). При установке системы в бетонных многоэтажных зданиях может понадобиться две линии нагревательного кабеля.



#### Пример

В здании, где горизонтальное перекрытие (длина 2 м) примыкает к наружной стене (снаружи открытая площадка), необходимо установить в бетонную стяжку (или сделать штробы) две линии нагревательного кабеля **DEViflex™ 18T** ( $2 \times 18 = 36$  Вт/м) непосредственно перед наружной стеной.

Установка защищает здание от «ухода» тепла в наружный бетонный слой, предотвращает образование конденсата и помогает избежать эффекта холодного пола вдоль стен при снижении наружной температуры до  $-20^{\circ}\text{C}$ .

#### Установка

В области краевых зон нагревательный кабель устанавливают на расстоянии 20 мм ниже поверхности пола и на ширину не более 1 м.

Нагревательный кабель устанавливают вдоль линии пересечения пола и стены (внутри помещения) или непосредственно под внешней стеной (на этапе строительства).

#### Выбор оборудования

В зависимости от способа установки можно применять комнатные терморегуляторы или щитового исполнения с датчиком температуры пола (на проводе).

Нагревательные кабели **DEVI** применяют с погонной мощностью 18 - 20 Вт/м.

### 8.1 Шаг укладки нагревательного кабеля

Шаг укладки нагревательного кабеля – расстояние между его линиями.

Для системы «Теплый пол» при увеличении расстояния между линиями кабеля на поверхности пола могут появиться холодные зоны («тепловая зебра»)!

Чем больше шаг укладки, тем толще должен быть слой бетона над кабелем, чтобы обеспечить равномерное распределение температуры на всей поверхности пола.

Не рекомендуем для системы «Теплый пол» превышать шаг укладки кабеля 12,5 см при минимально возможной толщине стяжки 3 см для обычного цементно-песчаного раствора.

Для тонких стяжек рекомендуем использовать кабель **DEViflex™ 10T** или **DEVibasic™ 10S** с шагом укладки не более 10 см.

При расчете шага укладки кабеля следует помнить о минимально допустимых значениях мощности для кабельных систем отопления!

При установке нагревательных кабелей **DEVI** мы рекомендуем использовать монтажную ленту **DEVifast™**, изготовленную таким образом, что расстояние между витками кабеля можно выбирать с интервалом в 2,5 см (2,5 см, 5 см, 7,5 см, 10 см, 12,5 см, 15 см, 17,5 см и т.д.).

Для расчета расстояния между соседними линиями нагревательного кабеля (шага укладки,  $h$ ) можно использовать две формулы:

#### 1. По общей длине кабеля:

$$h = \frac{S_y \times 100}{L_k} \text{ (см)}$$

где:  $S_y$  – площадь укладки,  $\text{м}^2$ ;

$L_k$  – длина нагревательного кабеля, м;

#### 2. По общей удельной мощности:

$$h = \frac{P_{\text{пог}} \times 100}{P_{\text{уд}}} \text{ (см)}$$

где:  $P_{\text{пог}}$  – погонная мощность кабеля, Вт/м;

$P_{\text{уд}}$  – расчетная удельная мощность, Вт/м<sup>2</sup>

#### Пример 1

Кабель **DEViflex™ 18T**, 535 Вт, 29 м должен быть установлен в ванной комнате, свободная площадь (площадь укладки) которой 3 м<sup>2</sup>.

Расчет шага укладки:

$$\frac{3 \text{ м}^2 \times 100 \text{ см/м}}{29 \text{ м}} = 10,35 \text{ см}$$

Однако, используя монтажную ленту **DEVifast™**, мы можем установить нагревательный кабель в ванной комнате с шагом 10 см, т.е. при монтаже потребуются небольшая корректировка площади установки кабеля.

**Пример 2**

В процессе реконструкции пола с тонкой стяжкой используем нагревательный кабель **DEViflex™ 10T** (10 Вт/м при 230 В).

Выбираем установленную мощность 120 Вт/м<sup>2</sup>. Тогда расчет шага укладки будет:

$$\frac{10 \text{ Вт/м} \times 100 \text{ см/м}}{120 \text{ Вт/м}^2} = 8,3 \text{ см}$$

При расчете шаг укладки не всегда кратен шагу креплений на монтажной ленте **DEVifast™**.

В этом случае рекомендуем укладывать нагревательный кабель с переменным шагом. В таблице показано соответствие шага укладки и мощности на 1 м<sup>2</sup>:

| Шаг укладки, см  | Мощность (Вт/м <sup>2</sup> ) (DSIG-20) |              | Мощность (Вт/м <sup>2</sup> ) (DEViflex™ 18T) |              | Мощность (Вт/м <sup>2</sup> ) (DEViflex™ 10T) |              |
|------------------|---|--------------|---|--------------|---|--------------|
|                  | Вт/м (220 В)                            | Вт/м (230 В) | Вт/м (220 В)                                  | Вт/м (230 В) | Вт/м (220 В)                                  | Вт/м (230 В) |
|                  | 18,5                                    | 20,0         | 16,4  | 18,0         | 9,1   | 10,0         |
| 5                | 370                                     | 400          | 330   | 360          | 182   | 200          |
| 5-7,5=(6,25)*    | 295                                     | 320          | 265   | 290          | 146   | 160          |
| 7,5              | 247                                     | 265          | 220   | 240          | 121   | 133          |
| 7,5-10=(8,75)*   | 210                                     | 230          | 190   | 205          | 104   | 114          |
| 10               | 185                                     | 200          | 165   | 180          | 91  | 100          |
| 10-12,5=(11,25)* | 165                                     | 178          | 145   | 160          | 81  | 89           |
| 12,5             | 148                                     | 160          | 130   | 145          | 73  | 80           |
| 12,5-15=(13,75)* | 135                                     | 145          | 120   | 130          | 66  | 73           |
| 15               | 123                                     | 133          | 110   | 120          | 61  | 67           |
| 15-17,5=(16,25)* | 115                                     | 123          | 100   | 110          |   |              |
| 17,5             | 106                                     | 115          | 95  | 100          |   |              |
| 17,5-20=(18,75)* | 100                                     | 107          | 87  | 95           |   |              |
| 20               | 93                                      | 100          | 82  | 90           |   |              |

\* Переменный шаг укладки. Например, 5 - 7,5 = (6,25) означает, что одну линию кабеля укладывают через 5 см, а следующую линию через 7,5 см. Затем снова через 5 см и т.д.

**8.2 Монтажная лента DEVifast™**

Для расчета длины монтажной ленты **DEVifast™** необходимо определить расстояние между полосами ленты. Для бетонных полов, где кабель покрыт слоем стяжки 3 см и более, и шаг укладки кабеля превышает 10 см, расстояние между полосами монтажной ленты **DEVifast™** должно быть не более 50 см.

Для полов с минимальной стяжкой, где кабель покрыт слоем специальной мастики 1 - 2 см, а шаг укладки кабеля – 10 см или меньше, максимальное расстояние между полосами монтажной ленты **DEVifast™** должно быть не более 25 см.

Допускается и большее расстояние между полосами ленты. Основным условием является недопустимость смещения уложенных линий нагревательного кабеля при заливке.

Формула для расчета длины монтажной ленты:

$$\frac{\text{Общая площадь установки (м}^2\text{)} \times 100 \text{ (см/м)}}{\text{Расстояние между линиями DEVifast™ (см)}} + L_w \text{ (м)}$$

L<sub>w</sub> – длина стены, параллельно которой укладывают монтажную ленту **DEVifast™**.

**Пример**

Общая площадь установки: 1 м x 2 м = 2 м<sup>2</sup>.

Если мы устанавливаем монтажную ленту **DEVifast™** параллельно стене длиной 1 м (рис.1), при расстоянии между линиями ленты 50 см необходимую длину рассчитывают следующим образом:

$$\frac{2 \text{ м}^2 \times 100 \text{ см/м}}{50 \text{ см}} + 1 \text{ м} = 5 \text{ м}$$

Если мы устанавливаем монтажную ленту **DEVifast™** параллельно стене длиной 2 м (рис.2), при расстоянии между линиями ленты 50 см необходимую длину рассчитывают следующим образом:

$$\frac{2 \text{ м}^2 \times 100 \text{ см/м}}{50 \text{ см}} + 2 \text{ м} = 6 \text{ м}$$

Как видно из этого примера, в зависимости от способа укладки, длина монтажной ленты **DEVifast™** меняется, в то время как площадь помещения и расстояние между линиями ленты остаются одними и теми же.

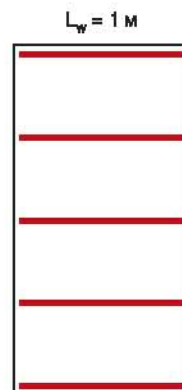


Рис. 1

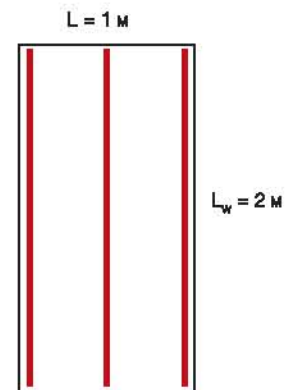


Рис. 2

## При установке нагревательных кабелей необходимо соблюдать следующие правила:

1. Применять нагревательный кабель согласно рекомендациям **DEVI**.
2. Подключение проводить стационарно (без использования разъемных соединений типа вилка/розетка) и в соответствии с действующими правилами ПУЭ и ВТТ КСО. Подсоединение к сети питания при помощи штепсельной вилки допустимо только для саморегулируемых кабелей.
3. Электрические подключения должен проводить только квалифицированный электрик.
4. Электрические подключения производить через устройство защитного отключения (УЗО) с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА (10 мА для ванных комнат). В системах с применением большого количества нагревательных кабелей (большая мощность и сила тока) параметры УЗО могут отличаться от указанных (см. ПУЭ).
5. Соблюдать рекомендованную установленную мощность на 1 м<sup>2</sup> и не превышать максимальную.
6. Устройство теплоизоляции пола производить согласно СНиП, чтобы свести к минимуму теплопотери вниз.
7. Предусмотреть вертикальную теплоизоляцию краевых зон (переход пол – наружная стена).
- 8. Категорически запрещается укорачивать, удлинять или подвергать механическим воздействиям готовые секции нагревательного кабеля.**
9. Укладывать кабель необходимо на основание, очищенное от мусора и острых предметов.
10. Радиус изгиба кабеля должен быть не менее 6 диаметров кабеля.
11. Линии нагревательной части кабеля не должны касаться друг друга или пересекаться между собой.
12. Заземление нагревательного кабеля производить в соответствии с действующими правилами ПУЭ и СНиП.
13. Перед и после укладки кабеля, а также после заливки раствором следует замерить омическое сопротивление кабеля и сопротивление его изоляции. Сопротивление кабеля должно соответствовать указанному на соединительной муфте в диапазоне от -5% до +10%. Сопротив-

ление изоляции проверяют прибором мегаомметром с рабочим напряжением 500 – 1000 В.

14. Для управления кабельной системой **DEVI** использовать терморегуляторы **DEVireg™**.
15. Перед укладкой начертить план с указанием мест расположения муфт (соединительной и концевой), «холодного» провода и направления раскладки кабеля, отметить шаг укладки кабеля и его мощность. Для этого нужно использовать страницы в «Инструкции по установке», которая является одновременно **гарантийным паспортом-сертификатом**.
16. При укладке одножильного кабеля (например, **DEVibasic™ 20S**) необходимо учитывать, что кабель имеет два «холодных конца», и оба они должны быть подключены к терморегулятору, то есть необходимо закончить раскладку кабеля там, откуда она началась.
17. Не рекомендуется укладывать кабель при температуре ниже -5°C.

### **18. Запрещается включать неразмотанный кабель!**

#### **Установка в бетонном полу**

1. Определить место установки терморегулятора и при необходимости сделать штробу в стене для скрытой проводки и монтажной коробки.
2. Разложить нагревательный кабель равномерно, соблюдая шаг укладки и обходя трубы и участки, предназначенные для установки ванных, холодильников, шкафов и т.п.
3. Для простоты укладки следует применять металлическую монтажную ленту **DEVifast™**. Лента должна быть прочно прикреплена к основанию.
4. Датчик на проводе для измерения температуры пола должен быть проложен в гофрированной или медной трубке, с внутренним диаметром от 7 мм до 16 мм. Трубку прокладывают по полу и по стене до монтажной коробки, в которой будет установлен терморегулятор. Трубка должна обеспечивать свободную замену датчика через монтажную коробку (отверстие в стене). На конце трубка должна быть заглушена (защищена) от попадания раствора. Трубку с датчиком крепят между линиями кабеля (с открытой стороны петли) на одном уровне с ними или немного выше.
5. Заливать кабель раствором следует с особой осторожностью и аккуратностью. Нагревательный кабель и соединительная муфта должны быть полностью залиты раствором. Раствор не



должен содержать острых камней, а заливка не должна содержать воздушных карманов. Между теплоизоляцией и нагревательным кабелем необходимо предусмотреть несгораемый слой (предварительная тонкая стяжка, металлическая мелкоячеистая сетка или ламинированная фольга). При продавливании нагревательного кабеля в теплоизоляцию или образовании воздушных карманов вокруг него температура кабеля может подняться выше допустимой и вывести его из строя.

6. Если конструкция пола обладает большими теплотерями, то есть расположена на грунте, балконной плите или над проездом, не отапливаемым подвалом, обязательно необходима установка жесткого теплоизолирующего материала толщиной не менее 20 мм! Следует применять специальные теплоизоляционные материалы для пола с коэффициентом прочности на сжатие при 10% деформации более 0,2 Н/мм<sup>2</sup> и коэффициентом водопоглощения не более 0,2% от объема.
7. При укладке нагревательного кабеля в цементно-песчаную стяжку запрещается его включение до полного затвердевания раствора (не менее 28 дней). При заливке другими типами растворов нужно соблюдать рекомендации производителя.

#### ДОПОЛНЕНИЕ:

При определении конструкции пола (толщина стяжки, наличие гидроизоляции, теплоизоляции, крепление покрытия и т.п.) необходимо руководствоваться СНиП и правилами и рекомендациями производителя.

8. Управление нагревом осуществляют с помощью терморегулятора. При комфортном подогреве (система «Теплый пол» – вспомогательное отопление) используют терморегулятор с датчиком температуры пола, а при полном отоплении – с датчиком температуры воздуха или регулятор с комбинацией датчиков: температуры пола – для ограничения максимальной температуры поверхности пола – и воздуха. Максимально допустимая температура поверхности деревянного пола, уложенного непосредственно на бетонное основание, равна 27°C. Обычно для деревянного пола толщиной до 15 мм в терморегуляторе устанавливают ограничение в 30°C, при больших толщи-

нах – около 35°C.

9. Выход на заданный режим работы системы произойдет в течение 1 - 3 дней после включения. Это время зависит от конструкции пола, глубины залегания кабеля, наличия теплоизоляции и особенностей здания.

#### Обслуживание и ремонт

Кабельные электрические системы отопления **DEVI** не требуют сервисного обслуживания. Гарантийные сроки, предоставляемые производителем:

- нагревательные кабели **DEViflex™** и нагревательные маты **DEVimat™** – 20 лет;
- монтажные наборы **DEVicell™** – 10 лет;
- нагревательные маты **DEVIdry™** – 5 лет;
- саморегулирующиеся нагревательные кабели – 5 лет;
- терморегуляторы **DEVireg™ Touch, DEVireg™ Smart** – 5 лет;
- другие терморегуляторы **DEVireg™** – 2 года;
- саморегулирующиеся кабели с вилкой тип **DEViflex™ DPH-10** – 2 года;
- нагревательные кабели резистивные на боби-нах – 2 года;
- полотенцесушители электрические **DEVIrail™** – 2 года;
- остальная продукция – 2 года.

Для систем снеготаяния, установленных на крышах, необходимо перед наступлением заморозков провести визуальный осмотр нагревательного кабеля и крыши и при необходимости очистить желоба и водостоки от сухих листьев, елочных иголок и т.п. Перед включением системы необходимо проверить омическое сопротивление кабеля и сопротивление его изоляции.

При повреждении кабеля или выхода из строя терморегулятора необходимо обратиться в сервисную службу **DEVI**. Сервисная служба обладает уникальным оборудованием по поиску неисправностей нагревательного кабеля. Нет необходимости вскрывать весь пол. Специальные ремонтные наборы позволяют полностью восстановить работоспособность кабеля.

# **ВНИМАНИЕ!**

**Установка и подключение системы должны производиться в соответствии с ПУЭ, СНиП, ГОСТ Р и ВТТ КСО.**

**ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК (ПУЭ)**

**Издание 7, Главгосэнергонадзор, Москва, 2009**

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА**

**СП 60.13330.2012, Отопление, вентиляция  
и кондиционирование, Госстрой России**

**ГОСТ Р 50571.25-2001**

**Электроустановки зданий. Часть 7.**

**Требования к специальным электроустановкам.**

**Электроустановки зданий и сооружений с электрообогреваемыми  
полами и поверхностями**



Посетите сайт [www.devi.ru](http://www.devi.ru)

Представительство DEVI  
в России:

ООО «Данфосе», Москва  
143581, Московская область,  
Истринский район,  
с.п. Павло-Слободское,  
деревня Лешково, 217  
тел. (495) 258-07-10  
факс (495) 926-73-64

[www.devi.ru](http://www.devi.ru)

# № 1!

**Мы работаем 75 лет  
и считаемся профессионалами  
в своей области!**

●  
**ПРОИЗВОДСТВО НА СОБСТВЕННЫХ  
ЗАВОДАХ В ДАНИИ,  
ПОЛЬШЕ И ФРАНЦИИ!**

●  
**ПОЛНОЕ СООТВЕТСТВИЕ  
ЕВРОПЕЙСКИМ СТАНДАРТАМ!  
(соответствие, пожарная  
безопасность, экология, менеджмент)**

●  
**ПОСТАВКИ ПРОДУКЦИИ  
В 66 СТРАН МИРА!**

●  
**ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ!**

●  
**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ!**

●  
**ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА,  
ГАРАНТИЯ, ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ  
СЕРВИСА!**

**DEVI**<sup>®</sup>   
by Danfoss

Call center  
+7 (495) 792-57-57

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*