

2 см

УДК 336(075)
Воронежский государственный
технический университет
Студент кафедры инноватики и
строительной физики Д.В. Псарева
Россия, г.Воронеж, тел.8-910-040-58-62
e-mail: psareva.darja@yandex.ru

Voronezh State Technical University
Student of the Faculty of secondary
vocational education D.V. Psareva
Russia, Voronezh, tel.8-910-040-58-62
e-mail: psareva.darja@yandex.ru

Разметка страницы → Интервал: до и после «Авто»

Д. В. Псарева

Разметка страницы → Интервал: до и после «Авто»

Абзац: 1, 25

Особенности применения саморегулируемого кабеля в системе теплый пол

В данной статье рассматриваются виды нагревательных кабелей, которые делятся на саморегулируемые и резистивные. Проводится их сравнение, принципы работы и основные конструктивные элементы кабельных изделий. Анализируются различные области применения кабеля. Рассматриваются технологии укладки теплого пола. Проводится расчет затрат теплого пола, исходя из цен кабеля.

Разметка страницы → Интервал: до « 6 »

Ключевые слова: саморегулирующийся греющий кабель, теплый пол, инновации, технологии укладки пола.

Разметка страницы → Интервал: до и после «Авто»

D.V. Psareva

Разметка страницы → Интервал: до и после «Авто»

Features of self-regulating cable application in the system of warm floor

This article describes the types of heating cables that are divided into self-regulating and resistive. They are compared, the principles of operation and the basic structural elements of cable products. Various applications of the cable are analyzed. The technology of laying the floor is considered. Calculation of the cost of the warm floor, based on cable prices.

Разметка страницы → Интервал: до « 6 »

Keywords: self-regulating heating cable, floor heating, innovation, technology of laying the floor.

Разметка страницы → Интервал: до « 6 »

В настоящее время можно с уверенностью сказать, что саморегулируемый нагревательный кабель, который в системе обогрева преобразует электроэнергию в тепло за счёт теплового действия тока в нагревательных элементах, выполненных в виде специальных проводов, является эффективным инновационным продуктом.

Виды кабелей делятся на саморегулируемые и резистивные. Саморегулируемый нагревательный кабель сконструирован таким образом, что требуемое тепловыделение, в зависимости от температурных условий на разных участках обогреваемого объекта, будет соответственно тоже разным. На каждом, даже небольшом участке, благодаря продуманной конструкции, саморегулирующийся кабель будет самостоятельно и автоматически менять свою температуру в зависимости от динамики изменения температурного режима локальной среды. Он учитывает окружающую температуру в каждой отдельной точке, что позволяет дифференцированно реагировать, задействуя или отключая те или иные участки системы обогрева. Это происходит за счет того, что одновременно с изменением температуры окружающей среды происходит локальное изменение сопротивления, вызывающее пропорциональное увеличение силы тока с выделением тепла.

Работа кабеля основана на простом свойстве проводника электрического тока: при нагревании увеличивается сопротивление, а чем выше сопротивление, тем меньше сила тока, а, следовательно, затрачиваемая мощность. Участок кабеля, который находится в более холодном месте, имеет меньшее сопротивление, через нагревательную матрицу в этом участке протекает больший ток, что приводит к большему нагреву кабеля и более интенсивному обогреву. Там где температура выше, сопротивление матрицы больше и ток, протекающий через неё, меньше. Таким образом, при включении саморегулирующегося

2 см

кабеля у замерзающей водопроводной трубы, он выделяет на полную мощность, а по мере прогрева трубы, его мощность постепенно уменьшается (рис.1).

Саморегулируемый провод обладает рядом преимуществ. Если сравнить его с простым резистивными разновидностями, то он более прост в эксплуатации, не боится местных перегревов и не нуждается в поддержании одинаковой температуры по всей длине. Стоит отметить, что предельная длина кабелей различных марок кабелей может составлять от 60 м до 150 м. Резка кабеля осуществляется непосредственно на объекте, что упрощает работы по проектированию линии обогрева и монтаж.

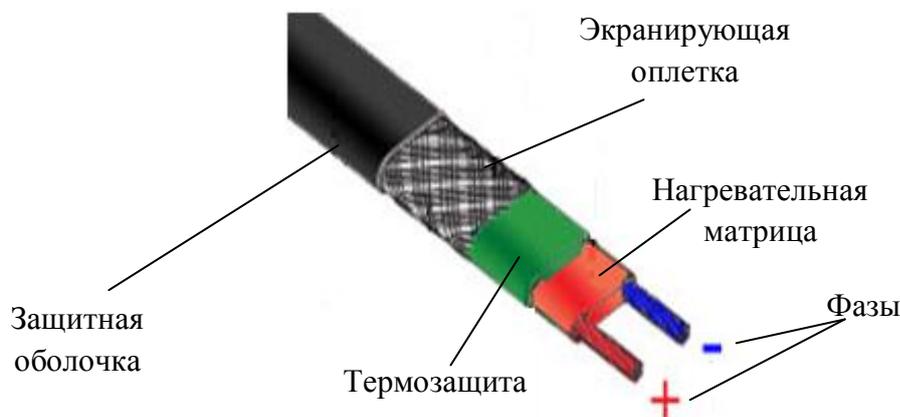


Рис.1. Схема работы саморегулируемого нагревательного кабеля

↑ Разметка страницы → Интервал: до « 6 »

Резистивный нагревательный кабель конструктивно имеет внутренний провод из специального сплава, имеющего высокое электрическое сопротивление. Этот провод заключен в надежную полимерную изоляционную оболочку в экранирующей сетке из медной проволоки. Все это помещено в прочную оболочку, защищающую резистивный кабель от внешних агрессивных воздействий. Кабели обладают специфическими особенностями функционирования, которые необходимо учитывать при обустройстве требуемой системы обогрева. Это связано, а первую очередь, с физикой работы кабеля. Кабель в разных схемах обогрева может быть уложен таким образом, что какие-то его части будут проходить в зонах, требующих значительно большего в выделяемого тепла. Резистивный кабель устроен таким образом, что во время его работы происходит равномерное выделение тепла вдоль всей длины, т.е. резистивный греющий кабель обладает почти постоянной теплоотдачей. В связи с этим, резистивный кабель может на некоторых участках подвергаться значительному перегреву, в то время как в других местах может не хватать выделяемого тепла для нормального обеспечения функционирования всей системы обогрева.

Принцип действия резистивного кабеля описывает закон Джоуля-Ленца, согласно которому при постоянной силе электрического тока по всей длине цепи, в любом участке будет выделяться тепло. Чем выше сопротивление на участке, тем больше тепловая мощность. Это похоже на обычный электрический нагреватель: по проводнику протекает ток, который выделяет тепло. Оно будет выделяться сильнее, если сопротивление проводника и сила электрического тока будет больше. Поэтому кабель содержит греющий элемент, который состоит из сплавов с незначительным поперечным сечением и высоким сопротивлением. Он имеет определенную длину, каждый кусок проводника обладает постоянным сопротивлением и способностью выделять одинаковое количество тепла (рис.2).

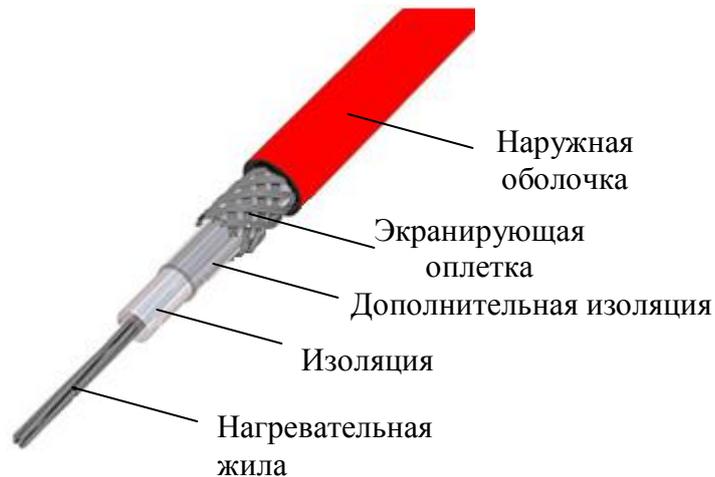


Рис.2. Принцип работы резистивный нагревательного кабеля

- Греющий кабель применяется для разных целей, например, таких как:
- Тёплый пол. Кабель устанавливается под покрытием пола либо в нижележащий слой бетона, либо в специальную металлическую сборку. Такая система повышает комфортность помещения и может использоваться как самостоятельная система отопления.
 - Подогрев твердеющего бетона. Твердение бетонной массы требует поддержания определённых температур, что может быть затруднительно в холодное время года. Возможно крепление нагревательного кабеля к арматуре будущего железобетонного изделия. В таком случае используется относительно дешёвый кабель с минимальной изоляцией, который затем остаётся в изделии.
 - Обогрев зеркал. В помещениях с повышенной влажностью на более холодную поверхность зеркал выпадает конденсат, что затрудняет их использование. Размещение кабельной системы обогрева за стеклом зеркала позволяет решить эту проблему.
 - Защита труб от промерзания. Трубы, которым угрожает промерзание, предпочтительно заключать в теплоизоляцию, которая замедляет охлаждение. В ряде случаев, потери тепла столь сильны, что эффективнее не усиливать теплоизоляцию, а компенсировать потери подогревом. В таком случае нагревательный кабель укладывается вдоль трубы, а затем они вместе с трубой заключаются в теплоизоляцию.
 - Растапливание снега и льда. Обледенение лестниц, пандусов, кровель и водосточных труб можно устранить путём растапливания снега и льда и увода талой воды с обогреваемой поверхности. Для лестниц и пандусов кабель монтируется под их покрытие, для кровель – от свеса крыши до снегозадержания, внутри водосточных желобов, для водосточных труб – внутри труб по всей их длины и вплоть до ливневой канализации. Также обогреваются ендовы, места примыкания к «тёплым» стенам. Такая система используется в автоматическом режиме с применением метеостанции или термостата с датчиками температуры. Она настраивается на обогрев в условиях, когда есть риск обледенения.
 - Кабельные системы широко используются при подпочвенном обогреве теплиц.

От качества нагревательного кабеля зависит долговечность всей системы обогрева. Температура на поверхности работающего высококачественного нагревательного кабеля может достигать 90 градусов без риска выхода кабеля из строя. Из основных производителей нагревательных кабелей на российском рынке обосновались DE-VI (Дания), "ТЕПЛОЛЮКС" (Россия), СЕЛНИТ (Испания), Heat-pro (Дания), КИМА (Швеция), ENSTO (Финляндия). Кабели всех известных фирм достаточно долговечны.

Гарантия на них дается обычно на 10-20 лет, и они не требуют ремонта в течение этого времени.

Системы электрического отопления актуальны в наше время, так как электрический кабельный пол может применяться в помещениях, которые по какой-либо причине нельзя подключить к центральному отоплению (например, в коттеджах и на дачах). Часто его используют для дополнительного обогрева комнат с холодным полом – ванной, туалета, коридора, а также помещений, расположенных на первом этаже здания. На рынке нет в продаже отдельно нагревательного кабеля, т.к. собрать из него систему «теплого пола» самостоятельно достаточно сложно.

В системе «теплый пол» используются нагревательные секции или нагревательные маты (рис. 3).



Рис. 3. Элементы, входящие в нагревательную секцию или нагревательный мат

В состав электрической системы теплых полов входят:

- нагревательная секция;
 - термостат с датчиком температуры пола или комбинированный термостат, который содержит датчик температуры воздуха;
 - аксессуары для облегчения и ускорения монтажа;
 - теплоизоляция (если конструкция пола имеет недостаточно хорошую теплоизоляцию).
- В настоящее время имеются две основные технологии укладки «теплого пола» (рис. 4).



Рис. 4. Основные технологии укладки «теплого пола»

Монтаж теплого пола в цементную стяжку начинается с того, что на выровненный и очищенный пол укладывается теплоизоляция. Затем укрепляется монтажная лента, с помощью которой закрепляется нагревательная секция. “Холодный конец” системы выводят на стену для соединения с термостатом, после чего определяют место его установки на стене. Вблизи места установки термостата на пол укладывают гофрированную трубку для датчика температуры. Следует составить небольшой эскиз укладки, на котором будут показаны места укладки муфт и термодатчика. В завершении монтажа, конструкция заливается стяжкой толщиной не менее 50 мм и оставляется до полного высыхания не менее чем на 28 суток.

Укладка теплого пола непосредственно под напольную плитку изготавливается из одно или двухжильного нагревательного кабеля, закрепленного на полимерной или стекловолоконной сетке с равномерным шагом для удобства укладки или в виде тонкой кабельной секции. Толщина кабеля составляет – 2,5 - 3 мм с мощностью 9-11 Вт/м. Систему удобно укладывать под кафель, мраморную плитку и аналогичные материалы без дополнительной цементной стяжки и теплоизолирующих покрытий.

Монтаж такого пола осуществляется следующим образом: перед укладкой напольного покрытия на выровненный пол размещается нагревательный мат или кабель малого диаметра (3 мм) без сетки, который имеет холодный конец – монтажный кабель длиной порядка 2 метров. Холодный конец подсоединяется к внутренней проводке квартиры через терморегулятор. При необходимости можно использовать два или более

мата, которые укладываются и коммутируются параллельно на один терморегулятор, соответствующей суммарной мощности, например, не более 3600 Вт. В случае обогрева полов со сложной конфигурацией сетки (но не кабель) в нужных местах можно разрезать и раздвинуть или повернуть маты. Также можно использовать кабельную секцию малого диаметра без сетки, которая крепится к полу с помощью двухстороннего скотча. Затем кабель полностью покрывается плиточным клеем. Перед включением необходимо проверить целостность нагревательной секции Ом-метром, сравнив показания с техническим паспортом кабельной секции.

Монтируя большие системы или несколько средних, имеет смысл установить программируемый термостат: в этом случае правильно подобранная программа, соответствующая режиму использования помещения (например, спальни в городской квартире или гостиной загородного дома), позволит окупить стоимость прибора за 2 – 4 месяца. Наиболее совершенные терморегуляторы можно программировать на сутки или неделю. Например, система будет автоматически понижать температуру на пару градусов ночью или снижать ее до минимума в дневные часы по будням, когда жильцы на работе, разогреваясь до максимума за час до их прихода. Система «теплый пол» легко вписывается в состав «умного дома» (интеллектуального здания), при этом режимом обогрева можно управлять даже по Интернету.

Оптимальным напольным покрытием теплых полов считается керамическая плитка и другие материалы, обладающие высокой теплопроводностью. К таким материалам относятся: гранит, мрамор, керамический гранит, натуральный камень. С паркетом и паркетной доской надо быть очень осторожным, выбирать породы дерева, устойчивые к высыханию. Паркетную доску нужно укладывать плавающим способом, то есть скреплять панели друг с другом, а не с полом. При этом система подогрева пола должна функционировать так, чтобы температура на поверхности бетонного пола была одинаковой во всех точках и не превышала 27 °С. Укладка ламината на всю площадь может быть произведена только на полы с водяной обогревательной системой, с выполнением ряда технологических условий. Хорошо подходят ковровые покрытия из полипропилена, полиэстера и нейлона со специальной подложкой, но при влажности воздуха не ниже 20%.

Стоимость «теплого пола» складывается из цены кабеля, монтажной ленты, утеплителя, терморегулятора (в каждой комнате своего), датчиков и некоторых других деталей. К этому нужно добавить стоимость монтажа.

Цена на комплекты теплого пола может существенно отличаться, хотя разница в качестве не столь значительна. Для примера, можно взять несколько моделей теплого пола и рассчитать их стоимость для обогрева квартиры 41 м²:

1. DE-VI (Дания) - 180 руб./м²

Рассчитаем, сколько потребуется метров кабеля для укладки пола в комнате 17 м², на кухне 9 м² и в ванной комнате 4 м² с шагом 15 см:

$$L = \frac{17 \text{ м}^2 * 100 \text{ см/м}}{15 \text{ см}} = 114 \text{ м};$$

$$L = \frac{9 \text{ м}^2 * 100 \text{ см/м}}{15 \text{ см}} = 60 \text{ м};$$

$$L = \frac{4 \text{ м}^2 * 100 \text{ см/м}}{15 \text{ см}} = 27 \text{ м};$$

$$\Sigma L = 114 + 60 + 27 = 201 \text{ (м)}$$

Итого: $201 \text{ м} * 180 \text{ руб./м}^2 = 36\,180$ рублей потребуется для укладки пола в комнате, кухне и в ванне с общей площадью 30 м^2 .

2. "ТЕПЛОЛЮКС" (Россия) – 360 руб.

Стоимость: $201 \text{ м} * 360 \text{ руб./м}^2 = 72\,360$ рублей

3. Heat-pro (Дания) - 630 руб.

Стоимость: $201 \text{ м} * 630 \text{ руб./м}^2 = 126\,630$ рублей

Такая разница в цене на продукцию сравнимого качества объясняется тем, что некоторые бренды вкладывают или уже вложили избыточные средства в продвижение и рекламу. Эти расходы нужно покрывать, и делается это за счет покупателя.

Высокая стоимость электричества заставляет задумываться об экономии не только пользователей теплых полов, но и тех, кто производит такую продукцию.

Можно возразить, что цена саморегулируемого кабеля значительно выше обычных резистивных моделей. Но если провести расчеты с учетом стоимости не только кабеля, но и регуляторов температуры, то окажется что применение последних не так выгодно.

Монтаж теплого пола относится к электромонтажным работам, которые требуют специальных знаний и навыков, поэтому должны выполняться квалифицированным электромонтажником. Некоторые производители теплого пола предоставляют расширенную гарантию на свою продукцию, если монтаж выполняется сертифицированными этим производителем монтажником.

Таким образом, мы рассмотрели виды нагревательных кабелей, где саморегулируемый кабель самостоятельно и автоматически меняет свою температуру в зависимости от динамики изменения температурного режима локальной среды, а резистивный устроен так, что во время его работы происходит равномерное выделение тепла вдоль всей длины.

Анализируя особенности применения саморегулируемого кабеля в системе теплый пол можно сделать вывод, что оптимальным напольным покрытием считается керамическая плитка и другие материалы, обладающие высокой теплопроводностью. К таким материалам относят гранит, мрамор, керамический гранит, натуральный камень.

Проведя расчет затрат теплого пола, исходя из цен кабеля разных фирм, сделаем вывод, что разница в цене может быть огромной, но некоторые бренды вкладывают большие средства в продвижение и в рекламу.

↑ Разметка страницы → Интервал: до « 6 »

Библиографический список

1. Е. Писарев «Теплый пол, водяной или электрический» Робур, 2012, 47.
2. И.Д. Троицкий. Производство кабельных изделий: Учебное пособие для средних профессионально-технических училищ. М. «Высшая школа», 2008 .
3. Т. Ларина. Силовые кабели высоковольтные кабельные линии: Учебник для вузов. Изд. 2-е переработанное и дополненное. М.: «Энергоатомиздат», 2011.
4. <http://www.freepatent.ru/patents/2358416>

↑ Разметка страницы → Интервал: до « 6 »

References

1. E. Pisarev "Warm floor, water or electric" Robour, 2012, 47 pages .
2. I.D. Troitsky. Manufacture of cable products: A manual for secondary vocational schools. M. "Higher School", 2008 .
3. T. Larina. Power cables high-voltage cable lines: Textbook for high schools. Ed. 2 nd revised and enlarged. Moscow: Energoatomizdat, 2011.
4. <http://www.freepatent.ru/patents/2358416>