

характеристики енергоефективних інфрачервоних керамічних панельних електричних обігрівачів приміщень, дані рекомендації з їх вибору й розрахунку.

Ключові слова: інфрачервоний обігрівач, керамічний панельний обігрівач, інфрачервоні випромінювачі.

Bolotskykh N.N. CERAMIC INFRA-RED ELECTRIC PANEL HEATERS OF APARTMENTS. Description over and technical descriptions of energyeffective infra-red ceramic panel electric heaters of apartments are brought, recommendations are given on their choice and calculation.

Keywords: infra-red heater, ceramic panel heater, infra-red emitters.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-95-1-220-227
УДК 697.4

Болотских Н.Н., Болотских Н.С.

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
(ул. Сумская, 40, г. Харьков, 61002, Украина. E-mail: tgvtver@gmail.com;
ORCID: 0000-0002-7756-6550; 0000-0003-0756-7264)*

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ КАБЕЛЬНОГО ОБОГРЕВА В СИСТЕМАХ АНТИОБЛЕДЕНИЯ КРОВЛИ

Описаны современные технологии кабельного обогрева в системах антиобледенения кровли, приведен краткий анализ используемых при этом нагревательных кабелей, даны рекомендации по дальнейшему практическому применению наиболее эффективных технологий кабельного обогрева.

Ключевые слова: кабельный обогрев, обледенение кровли, нагревающий кабель, система антиобледенения.

Введение. В холодные периоды года в сложных погодных условиях при обильных снегопадах нередко на крышах домов скапливаются большие массы снега. При оттепелях снег начинает таять, что приводит к появлению значительных объемов талой воды, которая затем при снижении температуры наружного воздуха начинает замерзать и на кровле формируются ледяные наросты в виде глыб льда и сосулек. Ледяные образования покрывают не только поверхности, но и края кровли, карнизы, заполняют водосточные желоба и трубы (рис. 1) [1].

Все это, безусловно, наносит серьезный ущерб кровельному покрытию здания, системам водостока и различным инженерным сетям. Нередко такие ледяные образования приводят к повреждениям либо разрушениям конструкции кровли. Вследствие обрушения сосулек существует возможность травмирования мимо проходящих людей, а также повреждения припаркованного поблизости автотранспорта.



Рис. 1. Обледенение кровли одноэтажного жилого дома

Забитые льдом водостоки и желоба блокируют отток талой воды с кровли, что приводит к ее протечкам, а также к необходимости проведения не предусмотренного заранее дорогостоящего ремонта конструкций подкровельного пространства здания. В связи с этими обстоятельствами проблема защиты кровли, желобов и водосточных труб от замерзания в зимний и осенне-весенний периоды года является чрезвычайно актуальной.

Решение этой проблемы возможно при внедрении эффективных систем антиобледенения, которые предназначены в первую очередь для того, чтобы: не допускать образования на кровле различных наледей и сосулек; защищать как саму кровлю, так и фасад здания от возможных разрушений; продлить сроки службы кровельных покрытий; сохранять и делать более привлекательным внешний вид архитектурного сооружения; экономить финансовые и материальные ресурсы на механической чистке кровли от снежных и ледяных наростов, а также на ремонтах кровли и фасадов [2].

Наиболее совершенной и экономичной системой антиобледенения кровли в настоящее время, как показала практика, является система кабельного электрического обогрева. В основу такой системы положено использование нагревательных кабелей различных типов и марок. Система кабельного обогрева включает в себя следующие элементы: нагревательные кабели, с помощью которых непосредственно подогреваются кровля, водостоки и другие поверхности; элементы автоматизации управления, которые подключают кабели для нагрева только тогда, когда это необходимо; система энергораспределения; аксессуары для прикрепления кабелей к различным поверхностям.

Для организации такого обогрева нагревательный кабель укладывается на поверхностях заранее определенных зон кровли, а также на горизонтальных участках водосточной системы, опускается в водосточные желоба, трубы и воронки, размещается в водосборных лотках. При этом кабели укладываются таким образом, чтобы вода полностью естественным путем уходила с кровли. Особое внимание при этом уделяется тем местам, где возможно скопление воды и появление льда: ендовы, водосточные лотки и желоба; водосточные трубы; водосточные воронки и их окружение; карнизы.

Кабельные системы обогрева применяются для любых типов крыш с различными покрытиями независимо от их формы и площади. При их эксплуатации нагревательные кабели чаще всего подключаются к электрическому питанию только при температурах

окружающей среды, находящихся в заранее заданном диапазоне ее изменений, при которых чаще всего происходит таяние снега на поверхности кровли [1].

В мировой практике системы и технологии кабельного антиобледенения кровель и водостоков в последние годы получают все большее распространение. К сожалению, в Украине такие системы пока еще не очень популярны по различным причинам. Однако, в будущем нет сомнения в том, что по мере развития экономики страны они будут весьма востребованы. Настоящая статья посвящается обобщению накопленного мирового опыта применения энергосберегающих систем и технологий кабельного антиобледенения кровель различных зданий для последующего его использования в Украине.

Целью настоящего исследования является расширение области применения в Украине энергосберегающих технологий кабельного обогрева в системах антиобледенения кровель различных зданий.

Основное содержание. В системах кабельного антиобледенения кровель используются нагревательные кабели двух типов: резистивные и саморегулирующиеся [1]. На базе этих кабелей разработаны три типа систем кабельного обогрева кровель: 1) системы с резистивными кабелями; 2) системы с саморегулирующимися кабелями; 3) комбинированные системы (с использованием резистивных и саморегулирующихся кабелей).

Резистивный нагревательный кабель представляет собой одну или несколько линейных или спиральных жил, изолированных оболочкой из полимера, и металлической оплетки. Эти жилы включены в замкнутую сеть с заданным сопротивлением. Сечение жил подбирается только на определенную длину кабеля. При прохождении электрического тока внутри нагревательных жил выделяется тепло. Резистивные кабели поддерживают постоянную мощность независимо от изменений погоды. На рис. 2 представлен общий вид одножильного резистивного нагревательного кабеля.



Рис. 2. Общий вид одножильного резистивного нагревательного кабеля.

Саморегулирующийся нагревательный кабель (рис. 3) имеет две неизолированные параллельные жилы, помещенные в полупроводящую матрицу, имеющую полиэтиленовую основу с зернами мелкодисперсного графита. Эта матрица увеличивает сопротивление при нагреве, что приводит к эффекту «саморегуляции». Как только температура окружающей среды понижается полимер начинает нагреваться больше не по всей длине, а именно там, где холодный сектор. При перегреве ток и тепловыделение уменьшаются, что предотвращает увеличение температуры. Таким образом, саморегулирующийся кабель в зависимости от температуры окружающей среды способен автоматически изменять степень нагрева. При этом четко реализуется принцип, чем холоднее окружающая среда, тем сильнее нагрев и наоборот. Саморегулирующиеся нагревательные кабели по сравнению с резистивными имеют следующие преимущества: меньшее энергопотребление; они более надежны; не боятся наносов грязи и перехлестов.

Выпуск нагревательных кабелей, предназначенных для систем антиобледенения кровель, осуществляет ряд зарубежных и отечественных компаний, в частности: ELTHERM (Германия), ITHERM (США), FINE KOREA (Корея), ELTRACE (Франция), ROSTOK (Украина) и др.

Компания ELTHERM [3] выпускает саморегулирующиеся нагревательные кабели моделей ELSR-LS с удельными мощностями 15,25 и 30 Вт/м, ELSR-M с удельными мощностями 10 и 15 Вт/м и ELSR-N с удельными мощностями 20, 30 и 40 Вт/м.



Рис. 3. Схема конструкции саморегулирующегося нагревательного кабеля

Компания ITHERM [3] осуществляет выпуск саморегулирующихся кабелей марок 17 LTV-2CR, 33 LTV-2CR и 40 LTV-2CR с удельными мощностями, соответственно, 17, 33 и 40 Вт/м. Кроме того, компанией выпускаются резистивные нагревательные кабели марки FHCT с удельными мощностями 10÷30 Вт/м. Линейка сопротивления кабелей этой марки составляет 10÷0,05 Ом/м.

Компания FINE KOREA [3] выпускает саморегулирующиеся нагревательные кабели марок GRX-2CR и HMG 40-2CR с удельной мощностью 40 Вт/м.

Компания ELTRACE [3] выпускает саморегулирующиеся нагревательные кабели марок TESR-20-AO, TESR-30-AO и TESR-40-AO с удельными мощностями, соответственно, 20, 30 и 40 Вт/м.

Компания ROSTOK [3] выпускает резистивные нагревательные кабели марки RNC с удельными мощностями 10÷35 Вт/м. Линейка сопротивления таких кабелей составляет 6÷0,09 Ом/м.

Все нагревательные кабели, выпускаемые компаниями ELTHERM, ITHERM, ELTRACE и ROSTOK для обогрева кровли и водосточных систем устойчивы к воздействиям влаги и длительных ультрафиолетовых облучений. С использованием упомянутых выше нагревательных кабелей формируются различные системы и технологии защиты кровель от обледенения. Системы с резистивными нагревательными кабелями ис-

пользуются преимущественно на сравнительно небольших по площади участках кровли, где расход электроэнергии не высок. Эти системы являются более дешевыми в сравнении с другими вариантами. Вместе с тем, им свойственны следующие недостатки:

1) участки кровли, подлежащие обогреву, имеют неодинаковые размеры (прежде всего по длине), а длины секций резистивного кабеля имеют заранее фиксированные значения. Это несоответствие приходится решать в каждом конкретном случае путем подбора кабелей с различным сопротивлением;

2) условия, в которых эксплуатируются различные участки резистивного нагревательного кабеля могут существенно отличаться (на открытом воздухе, под снегом или под листьями деревьев), но его теплоотдача на всех этих участках одинакова. Из-за этого несоответствия отдельные участки кабеля могут напрасно перегреваться, а обогрев кровли и водостоков будет неэффективным [1]. С учетом этого обстоятельства системы обогрева с резистивными кабелями имеют меньшую область применения в сравнении с другими системами.

Системы антиобледенения на основе саморегулирующихся нагревательных кабелей имеют следующие преимущества:

1) меньшее энергопотребление, их суммарная потребляемая мощность намного ниже в сравнении с резистивными;

2) более высокая надежность, так как саморегулирующиеся нагревательные кабели не склонны к перегревам.

В комбинированных системах кабельного обогрева кровель водостоки обогреваются с помощью саморегулирующихся кабелей, а все остальные элементы кровли – резистивных. По цене и энергопотреблению такие системы дороже, чем на основе резистивных кабелей, но дешевле, чем только на основе саморегулирующихся [1].

Компанией ROSTOK [4] проводится большая работа в Украине по проектированию, монтажу и настройке современных систем и технологий кабельного обогрева кровель, в частности, энергосберегающей системы «АНТИЛЕД» [5]. В этой системе

предусмотрено использование саморегулирующихся нагревательных кабелей. Ее применение позволяет успешно решать проблему антиобледенения различных типов кровель и их водостоков.

Для обеспечения эффективной и экономичной работы системы «АНТИЛЕД» рекомендуется выполнение следующих условий [6]:

1) значение суммарной мощности нагревательных кабелей, уложенных на горизонтальных участках кровли, на единицу площади должно составлять не менее $180 \div 250$ Ватт на метр квадратный;

2) суммарная линейная мощность нагревательных кабелей для водостоков должна быть в пределах от 20 до 70 Вт/м;

3) использование автоматизированного контроля за работой системы обогрева особенно за ее включением и выключением при достижении контрольных значений температуры и влажности, установленных для определенной климатической зоны;

4) используемые для обогрева нагревательные кабели не должны ограничивать свободное движение воды по кровле, водостокам и желобам на всем их протяжении.

Системы антиобледенения кровли «АНТИЛЕД» при оптимальных финансовых затратах и незначительном энергопотреблении обеспечивают существенные преимущества: исключаются протечки кровли и повреждения фасадов; увеличивается срок службы покрытий; отпадает необходимость в механической очистке от снега и льда крыши. Эти системы не только эффективны, но и экономичны поскольку в работу они включаются только в случаях необходимости. Сроки службы таких кабельных систем антиобледенения намного больше, чем с использованием резистивных нагревательных кабелей. Применение систем «АНТИЛЕД» позволяет полностью исключать случаи накопления снега и наледей на кровлях. На рис. 4 показан фрагмент таяния наледи и снега в зоне стыка плоскостей крыши при включенной системе антиобледенения [4].



Рис. 4. Таяние наледи и снега на кровле при включенной системе антиобледенения

Автоматическое управление работой системы «АНТИЛЕД» осуществляется с использованием миниметеостанции. На кровле здания монтируются два датчика: температуры и датчик осадков [7]. Система антиобледенения автоматически включается только в случае выпадения снега. Как только температура окружающего воздуха попадает в заданный диапазон температур датчик температуры подает сигнал на миниметеостанцию, которая включает контроль над появлением осадков. При фиксации попадания снега на датчик осадков включается в работу система антиобледенения. При прекращении попадания снега на датчик осадков происходит некоторая задержка для отвода талой воды с кровли, после чего включается режим ожидания. В дальнейшем при появлении осадков происходит снова включение системы в работу.

Монтаж систем кабельного обогрева кровли заключается в: устройстве силовой сети; прокладке нагревательных кабелей; монтаже коммутирующей аппаратуры и управляющих устройств; проверке, настройке и запуске системы [4]. Монтаж силовых сетей производится до чистовой отделки стен и финишной обработки покрытия кровли, а укладка нагревательных кабелей, монтаж коммутирующей аппаратуры и управляющих устройств – после завершения работ по устройству покрытия кровли. В зависимости от выбранных зон обогрева и условий эксплуатации систем антиобледенения для их монтажа используются различные типы крепления: клипсы, крепежные ленты,

алюминиевые клейкие ленты, мастики и клеи. В водостоках кабели подвешиваются с помощью специальных тросов, что позволяет избегать повреждения труб. Монтаж кабелей и других элементов системы антиобледенения кровли должен выполняться таким образом, чтобы их присутствие на здании не ухудшало внешний вид архитектурного сооружения. Это условие вполне выполнимо в случаях, если система антиобледенения интегрируется в водостоки, желоба, ендовые и другие зоны кровли еще на этапе строительства здания. На рис. 5, для примера, показан общий вид кровли здания, оборудованного системой кабельного антиобледенения [8].



Рис. 5. Общий вид кровли здания, оборудованной системой кабельного антиобледенения

Компания ROSTOK [9] предложила усовершенствованную технологию монтажа системы кабельного антиобледенения кровли. Эта технология предусматривает монтаж саморегулирующихся нагревательных кабелей с проклеиванием их специальной алюминиевой лентой. При этом способе монтажа нагревательных кабелей улучшается процесс распределения тепла по обогреваемым поверхностям кровли и водостоков. Потребляемая мощность в данном случае находится в пределах от 25 до 30 Вт/м, а при обычном способе монтажа она составляет 45-50 Вт/м. За счет этого потребление электроэнергии на антиобледенение может быть сокращено на 30-40%, а количество используемого нагревательного кабеля уменьшено до 2 раз. Компания считает, что такие технологии антиобледенения являются энергосберегающими и имеют хорошую перспективу дальнейшего расширения их области применения.

Процесс проектирования систем антиобледенения кровли [8] предусматривает: предварительное обследование конструкции крыши, учет тепловых потоков и вероятности лавинообразного схода снежного покрова и льда, подсчет потребной мощности нагревательного кабеля, определение типа кабеля и его длины, подбор терморегулятора и соответствующих датчиков.

Мощность, необходимая для прогрева различных участков кровли, а также обогрева водостоков и желобов, определяется с учетом: климатических условий местности; наличия «теплой» или «холодной» крыши; материала кровли; высоты и уклона крыши; ориентации кровли по сторонам света; размеров водостоков и желобов. «Теплой» называют плохо изолированную крышу, кровля которой прогревается, что вызывает таяние снега с возможным дальнейшим замерзанием воды при снижении наружной температуры. Для таких кровель потребная линейная мощность нагревательного кабеля выбирается в пределах от 40 до 50 Вт/м. Для крыш «холодного» типа, имеющих хорошую теплоизоляцию, линейная мощность нагревательного кабеля принимается в пределах от 30 до 40 Вт/м. Длина нагревательного кабеля на каждом участке системы антиобледенения определяется с учетом параметров составных элементов обогреваемых зон кровли.

Стоимость системы антиобледенения и затраты на ее эксплуатацию [10] определяются сложностью формы обслуживаемой площади кровли и включает в себя: затраты на приобретение кабеля и электромонтажного оборудования; расходы на монтаж системы; эксплуатационные расходы. Как показала практика [10, 11], расходы на приобретение и установку системы обогрева кровли в большинстве случаев полностью окупаются благодаря сохранению и продлению сроков службы покрытия крыши, а также экономии средств, необходимых для ремонта кровли и водосточной системы.

При использовании кабельного обогрева в системах антиобледенения кровли должны, безусловно, соблюдаться правила пожаро- и электробезопасности [12]. Прежде всего необходимо выполнять следующие

требования: применять сертифицированные негорючие либо не поддерживающие горение кабели; греющие элементы должны быть оснащены устройством защитного отключения при перегрузках (УЗО) или дифференциальным автоматом, имеющим ток утечки до 30 мА (10 мА по требованиям электробезопасности); сложные системы кабельного обогрева кровли должны быть разбиты на отдельные участки, ток утечки для которых не должен превышать установленные значения. При соблюдении этих требований и надлежащем обслуживании кабельные системы являются надежным средством защиты кровли от обледенения.

Приведенные выше сведения свидетельствуют о том, что кабельный способ обогрева в системах антиобледенения кровли является эффективным, экономичным и надежным. Поэтому такие системы антиобледенения кровли имеют большую перспективу расширения области их практического применения.

Выводы: 1. Скопления значительных масс снега и ледяных образований на крышах зданий в холодные периоды года нередко приносят серьезные повреждения их конструкций, системам водостоков и различным инженерным сетям. При оттепелях в результате лавинообразного схода снега или обрушения сосулек существует вероятность травмирования людей или повреждения припаркованных вблизи автомобилей. В связи с этими обстоятельствами проблема защиты кровель от обледенения является чрезвычайно актуальной. Решение этой проблемы возможно только при внедрении эффективных систем антиобледенения.

2. Мировая практика доказала, что наиболее совершенными и экономичными в настоящее время являются системы антиобледенения кровли на базе электрических нагревательных кабелей.

3. Энергосберегающие кабельные системы «АНТИЛЕД», сформированные на базе саморегулирующихся нагревательных кабелей, позволяют полностью исключать случаи скопления снега и льда на кровлях в холодные периоды года, увеличивать срок их службы. Кроме того, при их использовании отпадает необходимость в механической

очистке кровли от снега и льда, а также в проведении незапланированных дорогостоящих ремонтов кровли, фасадов и систем водостоков.

4. Для дальнейшего снижения потребления электроэнергии на антиобледенение кровли целесообразно использовать на практике предложенную компанией ROSTOK усовершенствованную энергосберегающую технологию монтажа саморегулирующихся нагревательных кабелей с проклеиванием их специальной алюминиевой лентой [8].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Система антиобледенения кровли. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/items/4-sistema-antiobledeneniya-krovli>, 2018. – 4 с.
2. Система антиобледенения кровли. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/items/28-sistema-antiobledeneniya-krovli>, 2018. – 7 с.
3. Греющий кабель. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/posts/11>, 2018. – 5 с.
4. Монтаж систем обогрева кровли. [Электронный ресурс]. Украина: ROSTOK. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/posts/40-montazh-sistem-obogreva-krovli>, 2018. – 2 с.
5. Системы антиобледенения кровли (АНТИЛЕД). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/posts/37-antiled>, 2018. – 2 с.
6. Кровельные системы АНТИЛЕД на основе греющих кабелей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/posts/23-antiled>, 2018. – 2 с.
7. Управление системами антиобледенения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/posts/24-upravlenie-sistemami-antiobledeneniya>, 2018. – 2 с.
8. Антиобледенение крыш. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/posts/38-antiobledenenie-krysh>, 2018. – 2 с.
9. Энергосберегающие системы антиобледенения. [Электронный ресурс]. Украина: ROSTOK. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/posts/8-energoberegauyushie-sistemy-antiobledeneniya>, 2018. – 1 с.
10. Крыши без наледи и сосулек. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/posts/27-kryshi-bez-naledi-i-sosulek>, 2018. – 1 с.
11. Обогрев водосточной системы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/posts/39-obogrev-vodostochnoi-sistemy>, 2018. – 3 с.
12. Кабельный обогрев в системе антиобледенения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/posts/39-kabelnyi-obogrev>, 2018. – 1 с.

Болотських М.М., Болотських М.С. ЕНЕРГОЗБЕРЕГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ КАБЕЛЬНОГО ОБІГРІВУ В СИСТЕМАХ АНТИОБЛЕДЕНІННЯ ПОКРІВЛІ. Описані сучасні технології кабельного обігріву в системах антиобледеніння покрівлі, приведений короткий аналіз використовуваних при цьому нагрівальних кабелів, дані рекомендації з подальшого практичного застосування найбільш ефективних технологій кабельного обігріву.
Ключові слова: кабельний обігрів, обледеніння покрівлі, нагріваючий кабель, система антиобледеніння.

Bolotskykh N.N., Bolotskykh N.S. ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES OF CABLE HEATING ARE IN SYSTEMS OF ANTIICING OF ROOF. Modern technologies of the cable heating are described in the systems of antiicing of roof, a short analysis over of the heater cables used here is brought, given to recommendation on further practical application of the most effective technologies of the cable heating.
Keywords: cable heating, icing of roof, steam-disengaging cable, system of antiicing.