

Болотских Н.Н.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА)
(ул. Сумская, 40, Харьков, 61002; e-mail: tgivver@gmail.com; orcid.org/0000-0002-7756-6550)

КАБЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДЕЙ ОТ СНЕГА И ЛЬДА

Приведено описание созданных мировыми компаниями кабельных электрических систем обогрева различных покрытий открытых площадей с целью защиты их от снега и льда, а также нагревательных кабелей, используемых для их реализации, даны рекомендации по их дальнейшему эффективному применению.

Ключевые слова: нагревательные кабели, защита открытых площадей от снега, обогреваемая поверхность, нагревательные секции.

Введение. В осенне-зимние периоды года на открытых площадях аэропортов, стоянок для автотранспорта, погрузочных пунктов, эстакад, пандусов, путепроводов, мостов, пешеходных дорожек, тротуаров, внутренних дворов и т.д. скапливается немалое количество снега и льда, что затрудняет их использование по назначению, нередко приводит к травматизму и человеческим жертвам, невозможности быстрой эвакуации при возникновении аварийных ситуаций, к повреждению и перебоям в работе транспорта и т.п. Все это убедительно подтверждает то, что проблема защиты открытых площадей от снега и льда является весьма актуальной.

В настоящее время для ликвидации снега и льда с поверхностей открытых площадей очень часто используются ручная и механизированная уборка, а также различные химические реагенты. Однако, эти способы неэффективны. Ручная уборка трудоемка, занимает много времени, требует регулярного присутствия работников. При механической уборке нередко случаи повреждения покрытий площадей. Использование химических реагентов для этих целей вредит окружающей среде, повреждает крыши, кузовные элементы и электропроводку транспортных средств. Для их хранения необходимо иметь специальные емкости либо площадки.

Одним из эффективных способов защиты открытых площадей от снега и льда является тепловой, при котором с помощью электрических нагревательных

кабелей осуществляется обогрев их покрытий. Основой таких систем обогрева являются специальные бронированные или армированные кабели, обладающие повышенной прочностью и устойчивостью к тепловым перегрузкам, не поддающиеся коррозии. Обогрев открытых площадей осуществляется следующим образом: кабель нагревательных секций равномерно раскладывается по всей поверхности обогреваемых площадей, а затем закрывается бетонной либо цементно-песчаной стяжкой. Сверху укладывается асфальт, плитка или другое какое-либо отделочное покрытие. Нагревательные секции подключают к терморегулятору, который автоматически включает или отключает электрическое питание. Таким образом, с помощью этой системы осуществляется подогрев и таяние скапливающегося на площади снега и льда. Талая вода при этом постепенно стекает по дренажным лоткам в канализацию. На рис. 1, для примера, показана принципиальная схема защиты от снега и льда открытой пешеходной дорожки с помощью системы кабельного электрического обогрева [1].

Как показал накопленный опыт, описанная система снеготаяния работает во всевозможных погодных условиях. Процесс управления электрообогревом осуществляется с помощью электронных датчиков и терморегуляторов. При этом применяются современные технологии. За счет этого достигается высокая эффективность этих систем защиты открытых площадей от снега и льда. Они удобны в эксплуатации, имеют минимальное

энергопотребление, поскольку работают только тогда, когда в этом есть необходимость. Они соответствуют всем нормам безопасности.

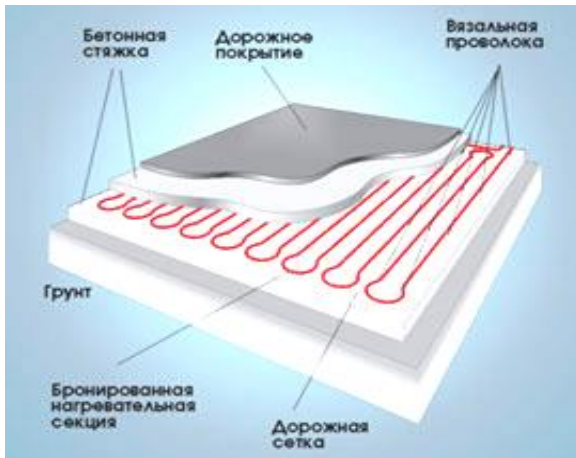


Рис. 1. Принципиальная схема защиты от снега и льда открытой пешеходной дорожки с помощью системы кабельного электрического обогрева

На сегодняшний день имеется несколько различных вариантов устройства таких нагревательных систем, каждая из которых подходит для определенной структуры площадей. С помощью этих систем: предотвращается появление снега и наледей на открытых площадях; отпадает необходимость проведения ручной либо механической очистки поверхностей; повышается срок службы покрытий площадей; обеспечивается необходимая надежность и безопасность, а также полная автоматизация управления процессом обогрева. Структура систем обогрева позволяет монтировать их практически на любые поверхности открытых площадей. Упомянутые достоинства, безусловно, способствуют дальнейшему их распространению в различных странах мира для защиты открытых площадей от снега и льда. Настоящая статья посвящается обобщению накопленного мирового опыта защиты открытых площадей от снега и льда с помощью электрических нагревательных кабельных систем для последующего использования наиболее эффективных решений этой проблемы в Украине.

Целью настоящего исследования является расширение области применения в Украине энергоэффективных кабельных

электрических систем защиты открытых площадей от снега и льда.

Основное содержание. Современные системы защиты открытых площадей от снега и льда базируются в основном на использовании специальных саморегулирующихся и резистивных одно- и двухжильных электрических нагревательных кабелей (рис. 2) [2-4].

Саморегулирующийся нагревательный кабель (рис. 2, а) имеет две неизолированные параллельные жилы, помещенные в полупроводящую матрицу, имеющую полиэтиленовую основу с зернами мелкодисперсного графита. Эта матрица увеличивает сопротивление при нагреве. Как только температура среды понижается матрица начинает нагреваться больше. При перегреве ток и тепловыделение уменьшаются. Таким образом, саморегулирующийся кабель в зависимости от температуры среды способен автоматически изменять степень нагрева. При этом четко реализуется принцип, чем холоднее среда, тем сильнее нагрев и наоборот.

Резистивные нагревательные кабели выпускаются двух типов: одножильные (рис. 2, б) и двухжильные (рис. 2, в). Одножильные кабели имеют одну греющую жилу с минеральной изоляцией, внутренней оболочкой из медного сплава и наружной из полимера. У двухжильного кабеля греющие жилы покрыты фторполимерной изоляцией, защищены внутренней оболочкой из полимера, оплеткой из луженого медного провода и наружной полимерной оболочкой. Греющие жилы резистивных нагревательных кабелей включаются в замкнутую электрическую сеть с заданным сопротивлением. При прохождении электрического тока внутри греющих жил выделяется тепло. Для регулирования нагрева в системах защиты открытых площадей от снега и льда рекомендуется установка термореле. Сечение жил подбирается только на определенную длину кабеля. Резистивные кабели обеспечивают постоянную мощность независимо от изменений температуры окружающей среды. Саморегулирующиеся нагревательные кабели по сравнению с

резистивными имеют меньшее энергопотребление, они более надежны.

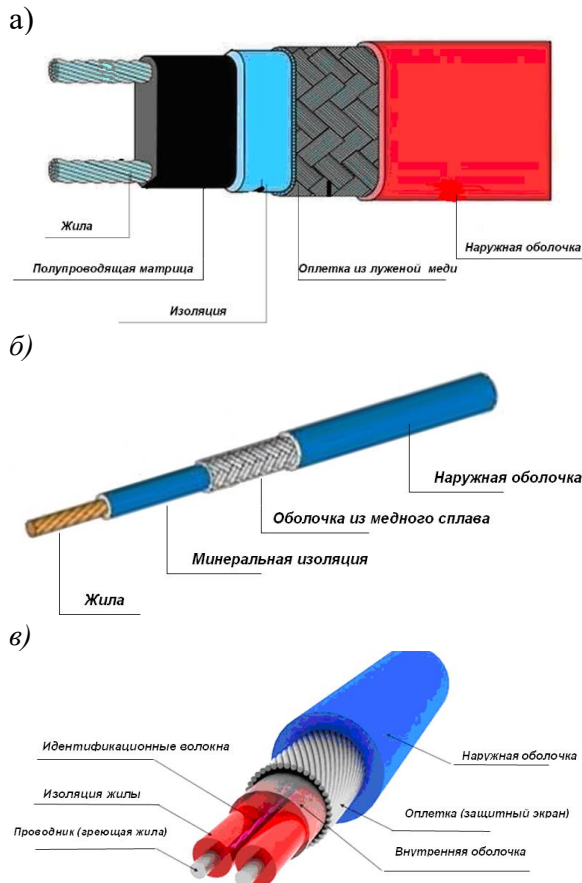


Рис. 2. Схемы конструкций нагревательных электрических кабелей, используемых в системах защиты открытых площадей от снега и льда: а – саморегулирующиеся; б – резистивные одножильные; в – резистивные двухжильные.

Рядом ведущих мировых компаний с использованием вышеописанных нагревательных электрических кабелей разработаны и реализуются на практике различные кабельные системы защиты открытых площадей от снега и льда. В частности, компания Raucher, которая входит в состав Генеральной многопрофильной компании Tyco Thermal Controls (США) [2, 5, 6], для этой цели создала ряд технологий и систем кабельного обогрева бетонных и асфальтовых покрытий. В частности, ею выпускается система обогрева бетонных поверхностей с помощью саморегулирующихся нагревательных кабелей (рис. 2, а) марки EM 2-XR, представленная на рис. 3 [2].

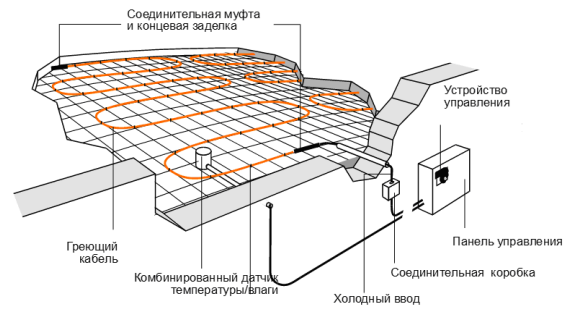


Рис. 3. Принципиальная схема электрической саморегулирующейся кабельной системы защиты открытой бетонной площади от снега и льда

Эта система включает в себя: нагревательный саморегулирующийся кабель EM2-XR, соединительную муфту и концевую заделку, соединительную коробку, комбинированный датчик температуры и влаги, холодный ввод, панель и устройство управления. Кабель EM2-XR является высокопрочным и надежным. Он имеет следующую техническую характеристику: напряжение питания – 220 В; номинальная удельная линейная мощность – 90 Вт/м при 0°C; максимальная длина греющей цепи – 85 м; максимальная допустимая температура – 100°C; размеры (Ш×В) – 189×95 мм; масса – 0,27 кг/м. По своим параметрам этот кабель превосходит обычные нагревательные саморегулирующиеся кабели. Он специально разработан для того, чтобы выдерживать жесткие условия монтажа и эксплуатации, прошел испытания на изгиб (без нагрева), деформацию, раздавливание, прорубку (тест экскаватором), напряжение и сопротивление изоляции. Кабель не требует техобслуживания. Он на месте производства работ нарезается на участки нужной длины и легко монтируется. На основании кабель укладывается без каких-либо «мертвых зон». Он обеспечивает высокую мощность обогрева для суровых погодных условий. Его срок службы превышает 20 лет.

Подвод питания и концевая заделка VIA-CE1 и соединительная коробка VIA-IB1 являются элементами систем обогрева. Модуль управления VIA-DU-20 позволяет при эксплуатации системы распознавать снег и лед с помощью датчиков, измеряющих температуру на поверхности и наличие влаги. Этот интеллектуальный

модуль управління забезпечує включення системи обігріву тільки при падінні температури нижче заданого порогового значення, а також в разі якщо на обігріваної поверхні виявлена волога. За рахунок цього споживання електроенергії скорочується до 80% порівняно з системами з термостатами, що управляються обігрівом тільки за температури навколишнього повітря [2]. Модуль управління VIA-DU-20 дозволяє мати ряд додаткових можливостей: попередження утворення гололода при дощі, можливість віддаленого контролю, перевірка роботи датчиків з відображенням всіх неполадок на дисплеї, безпечний режим при відмові датчика, запис сумарного часу роботи системи обігріву.

Монтаж кабелю саморегулюючої системи обігріву на площині здійснюється практично на будь-якому типі основи, без будь-яких обмежень. Кабель може бути встановлений в бетоні або піщаній подушці. На рис. 4 показано, наприклад, розміщення нагрівального кабелю в армуваному бетоні.

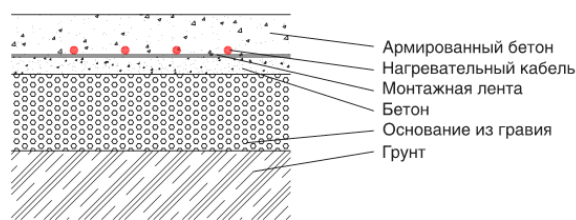


Рис. 4. Схема розміщення нагрівального кабелю в бетонному покритті відкритої площини

Виробництво бетонних робіт при спорудженні відкритої площини, обладнаної саморегулюючою кабельною системою захисту від снігу та льоду, показано на рис. 5.

При спорудженні відкритих бетонних площин, оснащених саморегулюючими кабельними системами захисту від снігу та льоду, використовуються також і сучасні методи «модульного монтажу». При цьому модулі виготовляються попередньо в умовах заводу. Концева заделка може бути виконана як на місці при монтажі модулів, так і на заводі. За рахунок цього скорочується час монтажу і спрощується логістика. Крім

того, зменшуються трудовитрати при монтажі.



Рис. 5. Виробництво робіт по спорудженню відкритої бетонної площини, обладнаної електричною саморегулюючою кабельною системою захисту від снігу та льоду

Компанією Raychem [2] розроблена також система для обігріву асфальтових поверхонь з використанням резистивних одножильних нагрівальних кабелів з мінеральною ізоляцією. При цьому способом обігріву нагрівальний кабель (рис. 2, б) з постійною вироблюваною потужністю моделі EM2-M1 закладається в асфальт. Цей кабель має стійкість до високих температур, що є дуже важливим при укладці гарячих асфальтових покриттів. Кабель також має високу міцність і може витримувати навантаження, що виникають в процесі укладання та укатування асфальту. Кабель стійкий до ударів і високому тиску, створюваному асфальтоукладачем.

Кабель моделі EM2-M1 має наступні технічні характеристики: напруга живлення – 220В; номінальна лінійна потужність – 50 Вт/м; удільна потужність обігріву – 300-400 Вт/м²; максимальна довжина греючої ланки – 136 м; мінімальний радіус вигину – 50 мм; максимальна допустима температура – 250°C; розміри: мінімальний діаметр – 4,8 мм, а максимальний – 6,3 мм. На рис. 6 показано схему розміщення кабелю в асфальтовому покритті відкритої площини.

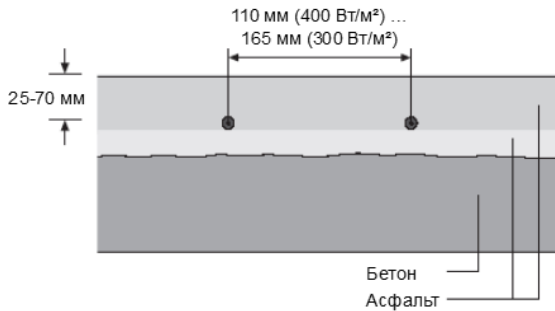


Рис. 6. Схема размещения резистивного нагревательного кабеля по сечению асфальтового покрытия площади

Расстояние между нитками нагревательного кабеля зависит от требуемой удельной мощности обогрева асфальтового покрытия открытой площади. При значении потребной удельной мощности обогрева 400 Вт/м^2 это расстояние должно быть равным 110 мм, а при 300 Вт/м^2 – 165 мм. На месте производства работ при монтаже кабеля в случае необходимости мощность обогрева может быть легко скорректирована простым изменением расстояния между нитками кабеля.

Описанная система обогрева асфальтовых покрытий с помощью резистивных кабелей EM2-M1 снабжена фиксирующими опорами, не позволяющими смещаться кабелю в процессе укладки асфальта, а также укомплектована соединительными коробками, датчиками температуры/влаги, панелью и устройством управления VIA-DU-20. Эта система не имеет никаких ограничений по форме обогреваемой поверхности. Она отличается высокой надежностью и экономичностью.

Компания DEVI (Дания) [7] длительные годы является крупнейшим экспортером кабельных систем обогрева. Она имеет свои представительства в 32 странах мира. В Украине ее официальным дилером является компания ООО «Инженерные системы ЛТД». Для обогрева асфальтовых и бетонных покрытий относительно небольших по размерам открытых площадей компания DEVI выпускает специальные одножильные экранированные резистивные нагревательные кабели (рис. 2, б) типа DEVI basic 20S (DSIG-20) [8]. Этот кабель выпускается двух типов:

на номинальные напряжения питающей сети 230 и 400 В. При напряжении 220/280 В номинальная линейная мощность кабеля составляет $18,3 \text{ Вт/м}$, а при 230/400 В – 20 Вт/м . Диаметр кабеля равен 5,8 мм, а минимальный радиус его изгиба – 4 см. Кабели снабжаются медными экранами $16/32 \times 0,3 \text{ мм}$. Они имеют внутреннюю изоляцию марки PEH и наружную марки – PVC. Максимальная рабочая температура составляет 65°C . Гарантийный срок кабеля – 20 лет. Компания выпускает кабели в виде готовых секций определенной длины и мощности. На напряжение 230 В выпускается 15 секций с длинами от 9 до 228 м и мощностями от 240 до 4565 Вт, а на 400 В – 7 секций с длинами от 56 до 229 м и мощностями от 1100 до 4575 Вт.

Оптимальная работа нагревательных кабелей типа DEVI basic 20S в системах обогрева открытых площадей достигается при использовании электронного терморегулятора Devireg 850, снабженного интеллектуальной программой управления [9]. Конструкция этого терморегулятора включает в себя: регулятор, источник питания и датчики. Цифровой микропроцессорный датчик имеет в одном корпусе датчики влажности и температуры.

Компания Profi Therm Eko (Украина) [10] для обогрева открытых площадей выпускает электрические резистивные двухжильные нагревательные кабели (рис. 2, в) модели Profi Therm (Eko плюс) – 223 диаметром 8 мм с номинальной линейной мощностью 23 Вт/м . Эти кабели имеют две нагревательные жилы с внутренней фторопластовой изоляцией и внешней оболочкой из высокопрочного поливинилхлорида черного цвета, устойчивой к ультрафиолетовому излучению. Кабели снабжены также защитными экранами из алюминиевых трубок по всей их длине. С одной стороны нагревательный кабель соединяется с кабелем питания с помощью соединительной муфты, а с другой – с помощью концевой муфты. Этот кабель выпускается в виде 18 готовых секций определенной длины (от 5 до 138 м) и мощности (от 110 до 3130 Вт). Напряжение питания кабеля – $220 \div 240 \text{ В/50 Гц}$.

Минимальный радиус изгиба кабеля – 70 мм. Максимальная рабочая температура – 65°C, а минимальная температура монтажа – 5°C. Компания гарантирует срок эксплуатации кабелей до 10 лет. Двухжильный кабель прост в монтаже. При его использовании нет необходимости возвращать его второй конец назад к терморегулятору или распределительному щиту. Это обстоятельство является главным преимуществом над одножильным кабелем. Укладка нагревательного кабеля в системе снеготаяния осуществляется с равномерным шагом, не более чем 7,5 см. Кабель закрепляется на монтажной ленте и сварочной сетке. После этого производится заливка бетонной стяжкой или засыпка песчано-гравийным покрытием. Описанная система защиты покрытий открытых, относительно небольших по размерам, площадей от снега и льда в последние годы получает все более широкое практическое применение.

Выводы: 1. Одним из наиболее эффективных способов защиты открытых площадей от снега и льда в настоящее время является тепловой с использованием электрических кабельных нагревательных систем.

2. Созданные мировыми компаниями кабельные электрические системы обогрева покрытий открытых площадей различных размеров с целью их защиты от снега и льда позволяют на практике иметь широкий диапазон доступных технических решений с помощью различных типов и моделей нагревательных кабелей, обеспечивают их устойчивость и прочность в жестких условиях монтажа и эксплуатации, полную автоматизацию управления, высокую надежность, длительный срок эксплуатации и экономичность.

3. Система обогрева бетонных покрытий площадей различного назначения на базе специальных саморегулирующихся нагревательных кабелей модели EM2-XR и модуля управления VIA-DU-20, выпускаемых компанией Raychem, обеспечивает высокую мощность в суровых условиях эксплуатации, не имеет никаких ограничений по форме обогреваемой поверхности, подходит для

использования при производстве работ современных методов «модульного монтажа», позволяет сокращать потребление электроэнергии до 80% по сравнению с системами, оборудованными термостатами, управляющими обогревом лишь по температуре окружающего воздуха.

4. Эффективную защиту от снега и льда асфальтовых покрытий открытых площадей обеспечивают системы обогрева на основе резистивных нагревательных кабелей постоянной мощности с минеральной изоляцией EM2-M1, созданные компанией Raychem.

5. Для обогрева покрытий относительно небольших по размерам открытых площадей при любых типах их оснований широкое применение получили системы, базирующиеся на использовании специальных резистивных одножильных нагревательных кабелей DEVI basic 20S и двухжильных Profi Therm (Еко плюс) – 223.

6. Системы обогрева покрытий различных по размерам и форме открытых площадей с целью их защиты от снега и льда, созданные на базе электрических нагревательных кабелей EM2-XR, EM2-M1, DEVI basic 20S и Profi Therm (Еко плюс) – 223, просты в монтаже и эксплуатации, практически не требуют специального технического обслуживания, имеют длительный срок службы, надежны и экономичны. Сферу их практического применения в Украине целесообразно расширять.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Система снеготаяния, обогрев площадей URL: <http://stopled.com.ua/prom-obogrev/sistema-snegotayaniya-obogrev-ploshhadej>, 2019. 3 с.
2. Система защиты от снега для подъездных путей, тротуаров Raychem URL: <http://www.intelsa.lv>, 2019. – 44 с.
3. Болотских Н.Н., Болотских Н.С. Кабельные системы для поддержания температуры и предотвращения замерзания жидких сред в трубопроводах. *Научовий вісник будівництва*, Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2018. вип. 93 (3). С. 218-225.
4. Кабель для обогрева кровли и водостоків: как выбрать, виды и цена. URL: <http://kanalizaciya.tv/vodostok/2015-kabel-dlya-obogreva>

- krovli-i-vodostokov-kak-vybrat-vidy-i-ce..., 2018. 8 с.
5. *Tuco Thermal Controls США. О бренде.* URL: <https://www.elec.ru/brands/tuco-thermal-controls-rauchem/>, 2019. 2 с.
 6. *Защита путей движения от снега и обледенения. Технический справочник.* URL: <https://www.legotherm.com.ua/poleznye-ssylki/katalogi/katalog/building/2014.pdf>, 2019. 61 с.
 7. *О компании ООО «Инженерные системы ЛТД»* URL: <https://devi.kiev.ua/informatsiya/o-kompanii.html>, 2018. 4 с.
 8. *Нагревательный кабель DEVI basic 20S* URL: <https://devi.kiev.ua/stati-o-hroduktsii-devi/devi-basis-20t.html/>, 2019. 2 с.
 9. *Электронный терморегулятор Devireg 850* URL: <https://devi.kiev.ua/stati-o-hroduktsii-devi/devireg-850.html/>, 2019. 9 с.
 10. *Нагревательный кабель Profi Therm (Еко плюс)* URL: <https://aquavital.com.ua/>, 2019. 3 с.
 11. *Система электрообогрева бетона для дорожных покрытий.* URL: <https://www.klopper-therm.de/ru/>, 2019. 2 с.

Болотських М.М. КАБЕЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ВІДКРИТИХ ПЛОЩ ВІД СНІГУ І ЛЬОДУ. Приведений опис створених світовими компаніями кабельних електричних систем обігріву різноманітних покриттів відкритих площ з метою захисту їх від снігу і льоду, а також нагрівальних кабелів, використовуваних для їх реалізації, дані рекомендації по їх подальшому ефективному застосуванню.

Ключові слова: нагрівальні кабелі, захист відкритих площ від снігу, поверхня, що обігривається, нагрівальні секції.

Bolotskykh N.N. CABLE ELECTRIC SYSTEMS OF DEFENCE OF OPEN AREAS FROM SNOW AND ICE. Description over is brought created by the world companies of the cable electric systems of heating of different coverages of open areas with the purpose of protecting of them from snow and ice, and also the heater cables used for their realization, recommendations are given on their further effective application.

Keywords: heater cables, protecting of open areas from snow, heated surface, heater sections.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-97-3-81-85
УДК 697.4

Болотских Н.Н.

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА)
(ул. Сумская, 40, г. Харьков, 61002, Украина. E-mail: tytver@gmail.com; orcid.org/000-0002-7756-6550)*

ПРОМЫШЛЕННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ ИНФРАКРАСНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАТРОННЫЕ НАГРЕВАТЕЛИ ЖИДКОСТИ И ГАЗОВ

Дано описание принципа работы и устройства энергоэффективных промышленных инфракрасных электрических керамических патронных нагревателей жидкостей и газов; подробно описаны состав и свойства современных резистивных и керамических материалов, используемых для изготовления нагревательных элементов и патронных изоляторов: приведены технические характеристики керамических электронагревателей марки ЭНПК, выпускаемых компанией ИНТМАКС; описаны их преимущества по сравнению с другими инфракрасными электрическими нагревателями, способ их монтажа и особенности эксплуатации в различных условиях; показана возможная область их эффективного использования в различных сферах промышленного производства; даны рекомендации по их дальнейшему применению в Украине.

Ключевые слова: инфракрасные керамические нагреватели, патронный нагреватель, керамический изолятор, резистивный элемент.

Введение. В промышленности и быту во многих странах мира используются инфракрасные электрические нагреватели различных типов [1]. Их широкому распространению способствовало то обстоятельство, что инфракрасный способ нагрева действует напрямую, не требует никакого промежуточного теплоносителя [2]. Инфракрасные нагреватели с помощью электромагнитного излучения передают тепло, не нагревая при этом воздух и

не создавая воздушных потоков, которые поднимают пылевые частицы в зоне нагрева. Они экономно расходуют электроэнергию и стоят не дорого. И это лишь часть весьма важных преимуществ электрических инфракрасных нагревателей.

В ряду существующих инфракрасных электрических нагревателей особое место занимают керамические [3÷9]. В их конструкциях используются керамические излучающие элементы. На практике