

ствуючим зданием под углом, который обеспечивает дальнейшее пересечение и совмещение противофильтрационных элементов экрана. Шнековое оборудование обычно используется для возведения вертикальных скважин и шнек направлен вдоль скважины. В разработанной технологии шнек расположен перпендикулярно скважине и используется для разработки, транспортировки и смешивания почвы с растворами. Представлены основные технологические процессы, материалы и оборудование для выполнения работ.

Ключевые слова: защита от подтопления, шнековое оборудование, бурение скважин, противофильтрационный экран.

Petrovskiy A.F., Borysov O.O., Kirilyuk S.V. DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION ANTI-FILTRATION SCREEN WITH THE USE OF THE SCREW EQUIPMENT. The problem of protecting buildings and structures from flooding has been relevant for many decades. An effective way of protecting buildings and structures from groundwater is the

construction of vertical anti-filter screens. But not always water resistance is at an achievable depth and the construction of vertical anti-filter screens is not expedient. The technology of construction of a combined anti-filter screen under the existing buildings and structures, which are located in areas subject to flooding, is developed. The article considers the use of drilling wells under the slope and construction of a combined anti-filter screen with the use of developed screw equipment. Drilling of the inclined guide wells is carried out under an existing building at an angle, which provides further cross-section and message of the anti-filter elements of the screen. The auger equipment is usually used for vertical wells and the auger is directed along the well. In the developed technology, the screw is perpendicular to the well and is used for the development, transportation and mixing of soil with solutions. The main technological processes, materials and equipment for performance of work are presented.

Keywords: protection against flooding, screw equipment, well drilling, anti-filter screen.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-93-3-218-225

УДК 697.4

Болотских Н.Н., Болотских Н.С.

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА)
(ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина; e-mail: tgvtver@gmail.com)*

КАБЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАМЕРЗАНИЯ ЖИДКИХ СРЕД В ТРУБОПРОВОДАХ

Описаны современные типы нагревательных кабелей, используемых для поддержания температуры и защиты от замерзания жидких сред в трубопроводах, даны схемы и рекомендации по их дальнейшему эффективному применению в различных условиях.

Ключевые слова: нагревательный кабель, кабельные системы обогрева, промышленные трубопроводы.

Введение. В настоящее время в Украине широко используются трубопроводные системы для подачи холодной и горячей воды, нефтепродуктов (нефть, мазут, бензин и т.д.), а также различных других жидкостей в химических, электроэнергетических, пищевых, фармацевтических, сельскохозяйственных и других производствах. Эксплуатация этих систем в холодное время года нередко связана с определенными трудностями, особенно в случаях, когда трубопроводы проложены надземным

способом либо располагаются на глубине промерзания грунта. Их бесперебойная эксплуатация в таких условиях не всегда достижима даже при использовании качественных теплоизоляционных материалов. Под влиянием низких температур нередко в трубопроводах происходит уменьшение их проходного сечения, образование ледяных пробок и замерзание жидкого продукта, падение температуры и повышение вязкости транспортируемых жидкостей,

НАУКОВИЙ ВІСНИК БУДІВНИЦТВА, Т. 93, №3, 2018

кристаллизация либо закупорка нефтепроводов. Как показала практика, бесперебойную и надежную эксплуатацию трубопроводных систем при пониженных температурах окружающей среды можно обеспечить путем их подогрева с помощью специальных нагревательных кабелей [1]. На рис. 1, для примера, показаны одна из возможных схем кабельного обогрева трубопровода [2].



Рис. 1. Обогрев трубопровода с помощью нагревательного кабеля.

Опыт эксплуатации систем кабельного обогрева трубопроводов убедительно доказал, что этот способ имеет невысокую стоимость. Нагревательные кабели экономичны благодаря оптимальному преобразованию электроэнергии в тепловую, бесшумны и безопасны в эксплуатации. При их использовании не применяются дополнительные вещества (топливо, окислитель). Их широкое использование на практике на сегодняшний день является оптимальным решением проблемы защиты от замерзания жидкостей в трубах. Настоящая статья посвящается обобщению накопленного мирового опыта создания и применения нагревательных кабелей для поддержания температуры и предотвращения замерзания жидких сред в трубопроводах.

Целью настоящего исследования является расширение области применения энергоэффективных кабельных нагревательных систем в Украине для повышения надежности и эффективности эксплуатации трубопроводов различного назначения в холодные периоды года.

Основное содержание. Нагревательный кабель представляет собой элемент, преобразующий электрическую энергию в тепловую. При этом он не выполняет функцию линии для передачи электричества на расстояние как обычный электрический кабель. В системах обогрева трубопроводов используются различные по принципу тепловыделения нагревательные кабели: резистивные, саморегулирующиеся и индуктивные [3].

Резистивный кабель выделяет тепло при прохождении электрического тока по нагревательному проводу (жиле), который включен в замкнутую цепь с заданным сопротивлением. Для регулирования нагрева в таких условиях обычно используется термореле. Такие кабели могут иметь от одной до нескольких линейных или спиральных жил. Резистивные нагревательные кабели бывают линейными и зональными [3]. Зональные отличаются от линейных только исполнением. Они содержат две параллельные изолированные жилы, замыкающиеся через определенный шаг в специальных «окнах» с нагревательной спиралью, идущей поверх изоляции. Кабель в данном случае представляет собой систему резисторов высокого сопротивления, величина которого не зависит от температуры окружающего воздуха. Такие кабели имеют постоянную мощность по их длине. Резистивные кабели имеют различную изоляцию и оплетку. Кабели с фторполимерной изоляцией выдерживают температуру до 260 °С, а с минеральной изоляцией покрытой медью, никелем или нержавеющей сталью – до 800 °С.

Резистивные нагревательные кабели обладают следующими достоинствами: возможность их использования во всех отраслях промышленности; высокая температура рабочего процесса; устойчивость к химическим и механическим воздействиям; гибкость и простота монтажа даже на сложных по форме участках трубопровода. Их недостатками являются следующие: цепи кабеля имеют определенную заданную длину, при разрыве этой цепи система обогрева перестает функционировать; сечение

провода (жилы) подбирается на определенную длину кабеля, при уменьшении этой длины провод будет перегреваться и может сгореть; пересекать линии кабеля при его монтаже нельзя.

Саморегулирующийся нагревательный кабель [4] состоит из двух медных параллельных жил, между которыми размещен токопроводящий полимер, который часто называется полупроводящей саморегулирующейся матрицей. Эта матрица имеет полиэтиленовую основу с зёрнами графита. Она покрыта изоляцией из термопластичного эластомера и защищена экраном (оплеткой из медных луженых проволок). Снаружи саморегулирующийся нагревательный кабель имеет защитную оболочку, изготавливаемую из различных материалов в зависимости от исполнения. Принцип саморегулирования нагревательного кабеля показан на рис. 2 [5].

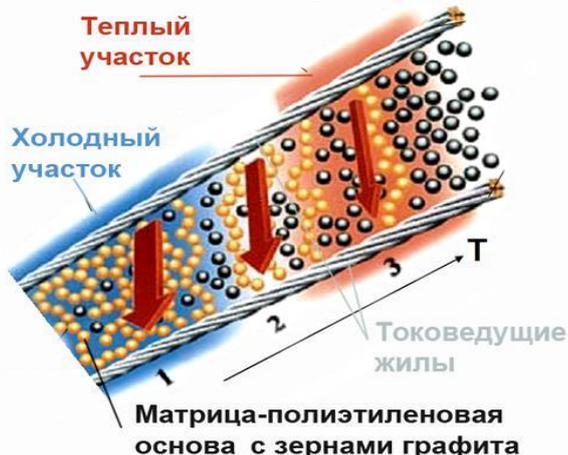


Рис. 2. Принципиальная схема саморегулирования нагревательного кабеля.

При подаче переменного электрического тока в проводники матрица начинает выделять тепло. С увеличением температуры она расширяется и между зёрнами графита увеличивается расстояние. При этом сопротивление кабеля возрастает, а его мощность падает. При снижении температуры происходит обратный процесс. Это явление представляет собой эффект саморегулирования. Поэтому такой нагревательный кабель получил название саморегулирующийся. Матрица реагирует на изменения температуры по всей длине и в

каждой точке кабеля. Это исключает возможность перегрева на любом участке кабеля.

Саморегулирующиеся кабели по сравнению с резистивными имеют следующие преимущества: меньшее энергопотребление; более высокая надежность; больший срок эксплуатации; отсутствие перегревов кабеля; возможность перехлеста или накладки кабелей при их монтаже; возможность разрезания кабеля на отрезки необходимой длины.

Индуктивные нагревательные кабели имеют в своем составе «... ферромагнитные элементы, вокруг которых подобно обмотке расположены изолированные жилы, которые индуцируют сердечник, заставляя его нагреваться» [3]. Такие кабели в сравнении с резистивными имеют большую номинальную выходную мощность.

Одной из разновидностей индуктивных нагревательных кабелей являются кабели, работа которых основана на использовании «СКИН-эффекта». «СКИН-эффект» это – поверхностный эффект, в результате которого переменный ток по сечению проводника распределяется преимущественно в поверхностном слое. Этот эффект обусловлен тем, что при распространении электромагнитной волны в проводящей среде возникают вихревые токи, в результате чего часть электромагнитной энергии преобразуется в теплоту. Это и приводит к затуханию волны. У индуктивных нагревательных кабелей, основанных на использовании этого эффекта, изолированный проводник большого сечения располагается внутри ферромагнитной трубки (см. рис. 4). Вследствие индукции тепло вырабатывается одновременно в проводнике и трубке.

Монтаж нагревательного кабеля любого типа возможен как внутри трубопровода, так и снаружи. Внутри трубы кабель предпочтительнее монтировать в эксплуатируемых системах трубопроводов. На поверхности трубопроводов нагревательные кабели могут монтироваться (укладываться) различными способами: линейно с одной либо с двух сторон; в виде спирали или волнистой линии (рис. 3) [4, 6].

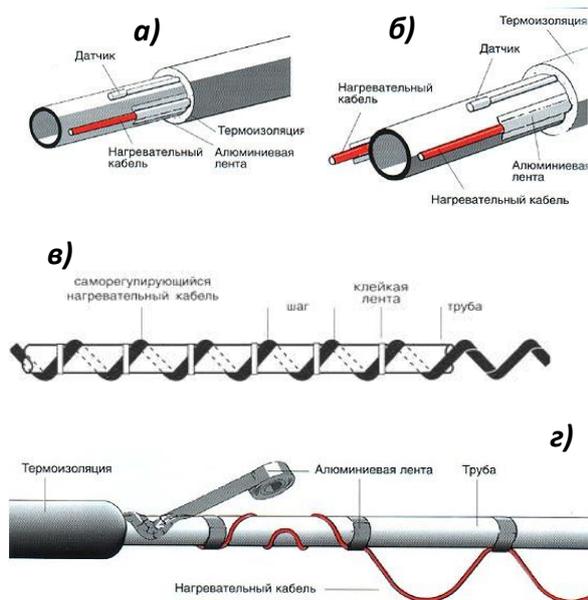


Рис. 3. Способы укладки нагревательного кабеля на поверхности трубопровода: а) линейно вдоль трубы с одной стороны; б) линейно вдоль трубы с двух сторон; в) в виде спирали; г) в виде волнистой линии.

Способ укладки нагревательного кабеля выбирается с учетом потребностей в разной степени обогрева отдельных участков трубопровода. На рис. 4, для примера, показан линейный способ укладки индуктивного нагревательного кабеля на поверхности трубы, используемой для транспортирования нефтепродуктов [4].



Рис. 4. Схема линейного способа укладки индуктивного нагревательного кабеля на поверхности трубопровода, используемого для перекачки нефтепродуктов.

Для обогрева арматуры трубопроводов (вентилей, задвижек и т.п.) способ укладки кабеля может быть различным. Чаще всего в зависимости от конкретных условий принимается комбинированный

способ (сочетание упомянутых выше способов укладки).

Для обеспечения предотвращения замерзания жидкостей в трубопроводах в холодное время года обычно нагревательные кабели монтируются параллельно с теплоизоляцией труб с использованием современных материалов: пенополиуретана, вспененного полиэтилена, минеральной ваты и др.

Выпуском нагревательных кабелей в настоящее время занимаются ряд зарубежных и отечественных компаний. В частности: KLOPPER-THERM и ELTHERM (Германия), ITHERM (США), FINE KOREA (Корея), ELTRACE (Франция), ENSTO (Финляндия), ROSTOK (Украина) и др.

Компания KLOPPER-THERM [1], основанная в 1928 году, предоставляет услуги по разработке, проектированию, производству, реализации, поставке, монтажу и сервисному обслуживанию электрических нагревательных систем и их комплектующих элементов практически на всех континентах мира. В частности, она выпускает нагревательные кабели для поддержания заданной температуры и предотвращения замерзания различных жидких сред при их хранении в резервуарах и транспортировке по трубопроводам (нефтепродукты, холодная и горячая вода, различные химикаты, масла, жиры и пасты в пищевой промышленности и косметическом производстве и т. д.), а также для различных систем антиобледенения кровель зданий, трубопроводов и других объектов. В этих системах обогрева используются два типа кабелей: резистивные нагревательные кабели с тепловыделением от 10 до 100 Вт/м и температурой от 65 до 800 °С и саморегулирующиеся нагревательные кабели. Непосредственным выпуском таких кабелей занимаются также и ряд её дочерних компаний и совместных предприятий, расположенных в различных странах мира.

Компания ELTHERM [7] выпускает резистивные нагревательные кабели марок ELP/Si, ELKM-AS, ELKM-AG-L, ELKM-AG-N, ELKM-MI/VA, ELKM-MI/INC для

защиты от замерзания жидкостей в трубопроводах с возможностью поддержания их температуры в пределах от 200 до 1000⁰С.

Рассмотрим более подробно одну из конструкций выпускаемых резистивных нагревательных кабелей марки ELP/Si [8]. Такой кабель (рис. 5) состоит из цепочки последовательных нагревательных зон и может обрезаться на необходимую длину секциями.

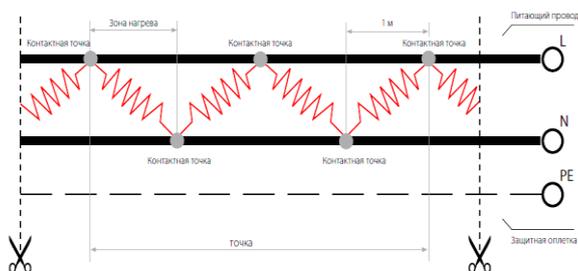


Рис. 5. Схема конструкции резистивного зонального параллельного нагревательного кабеля марки ELP/Si.

Этот кабель используется для поддержания технологических температур в случаях, когда необходима высокая выходная мощность обогрева или устойчивость кабеля высоким температурам. Кабель имеет силиконовую внешнюю оболочку, а также защитную оплетку из меди. Минимальный радиус его изгиба составляет 30 мм. Сечение питающего провода – 2 × 1,5 мм². Номинальное напряжение питающей сети – 230 В.

Нагревательные кабели типа ELP/Si 10 BO 230, ELP/Si 20 BO 230, ELP/Si 30 BO 230 и ELP/Si 40 BO 230 имеют номинальные выходные мощности, соответственно, 10, 20, 30 и 40 Вт/м, размеры сечения (ширина × высота) этих кабелей составляют 5,25 × 9,75 мм. Максимально допустимая длина кабеля при температуре 50⁰С составляет, соответственно, 198, 139, 98 и 73,5 м, а при температуре 150 °С – 147, 102,5, 82,5 и 70,5 м.

Компания ELTHERM, кроме того, выпускает саморегулирующиеся нагревательные кабели для поддержания постоянной температуры и защиты от замерзания в трубопроводах различных жидкостей, в том числе нефтепродуктов и химикатов. Наиболее представительной из них является серия саморегулирующихся нагревательных кабелей ELSR-H (Рис. 6) [8].



Рис. 6. Основные элементы нагревательного саморегулирующегося кабеля ELSR-H

Этот кабель имеет внешнюю оболочку из фторполимера, а питающий провод сечением 1,23 мм² изготовлен из никелированной меди. Максимальная температура воздействия (в выключенном состоянии) составляет 120⁰С, а максимальная температура поддержания (в рабочем состоянии) – 210 °С. Минимальная температура монтажа кабеля составляет – 45 °С. Минимальный радиус изгиба – 25 мм. Номинальная выходная линейная мощность саморегулирующегося нагревательного кабеля марки ELSR-H находится в пределах от 10 до 60 Вт/м при температуре + 10 ⁰С. На рис. 7 приведены графики выходной мощности нагревательных кабелей марки ELSR-H.

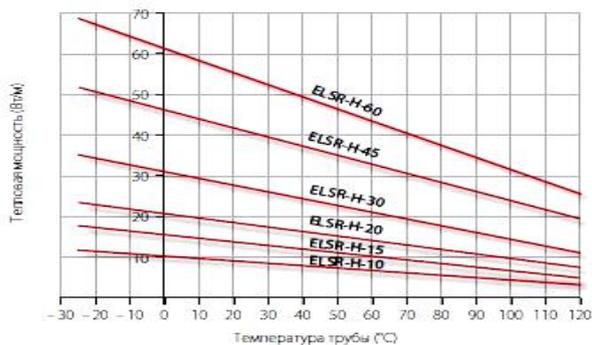


Рис. 7. Графики удельной выходной тепловой мощности нагревательных саморегулирующихся кабелей марки ELSR-H в зависимости от температуры трубы.

Компания ITHERM [4, 9] выпускает саморегулирующиеся нагревательные кабели марок 10 MLTV – 2 CR, 17 MLTV – 2 CR и 26 MLTV – 2 CR с удельными выходными мощностями, соответственно, 10, 17, и 26 Вт/м для обогрева водопроводных труб. Кроме того, компания выпускает саморегулирующиеся кабели марок 33 LTV – 2 CR и 40 LTV – 2 CR с удельными выходными мощностями, соответственно, 33 и 40 Вт/м для защиты от замерзания или поддержания температуры жидкостей в трубопроводах.

водах резервуаров. Эти нагревательные кабели устойчивы к влаге и ультрафиолету. Их можно использовать во взрывоопасных условиях.

Компания FINE KOREA [10] выпускает для обогрева и защиты от замерзания водопроводных труб саморегулирующиеся нагревательные кабели марок SRF с удельной выходной мощностью 16, 24 и 30 Вт/м, SRL с удельной выходной мощностью 10, 16 и 30 Вт/м, GRX и HMG с удельной выходной мощностью 40 Вт/м.

Компания ELTRACE [11] выпускает для защиты от замерзания или поддержания температуры различных жидкостей в трубопроводах резервуаров саморегулирующиеся нагревательные кабели следующих марок: TESR-10-AO, TESR-20-AO, TESR-30-AO, TESR-40-AO. Их удельная выходная мощность при +10 °С составляет, соответственно, 10, 20, 30 и 40 Вт/м.

Компания ENSTO [12] выпускает резистивные нагревательные кабели под торговой маркой Ensto, состоящие из нагревательных жил и их покрытий, служащих для защиты от проникновения влаги и механических воздействий. Эти кабели являются двухжильными. Они характеризуются повышенной мощностью и особой надежностью.

Украинская компания ROSTOK [7] является официальным дистрибьютером от компании KLOPPER – THERM в Украине. Она имеет собственное производство саморегулирующихся нагревательных кабелей, предназначенных для систем защиты от замерзания воды в бытовых водопроводных трубах (RSR17-M-2CR), а также для поддержания температуры и защиты от замерзания жидкостей в трубопроводах резервуаров (RSR33-L-2CR и RSR40-L-2CR) [13]. Эти кабели имеют удельную выходную мощность при +10°С, соответственно, 17, 30 и 40 Вт/м.

Для предотвращения замерзания или загустения транспортируемых жидких веществ, поддержания технологической температуры при эксплуатации промышленных трубопроводов, как правило, используются системы кабельного обогрева [14], которые включают в себя: нагревательные

секции, состоящие из отдельных участков нагревательного кабеля; силовую и контрольную проводку для подачи питания к секциям кабеля и передачи данных от установленных датчиков к системе управления; систему управления, включающую в себя терморегулятор (при использовании резистивного нагревательного кабеля), датчики температуры воздуха и труб, защитную и пускорегулирующую аппаратуру; крепежные детали и соединительные коробки.

На рис. 8, для примера, представлена общая схема системы кабельного обогрева участка трубопровода [6].

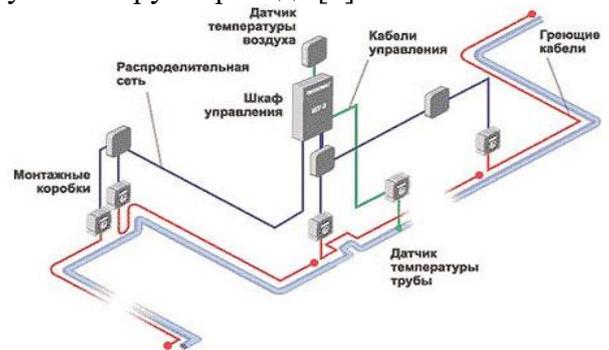


Рис. 8. Общая схема системы кабельного обогрева участка трубопровода.

Использование на практике таких систем кабельного обогрева трубопроводов способствует: сохранению равномерного и постоянного потока жидкости в трубах; предупреждению образования в них ледяных пробок; возрастанию транспортировочной скорости продукта; исключению возможности выпадения твердых фракций из транспортируемого по трубопроводу продукта; сохранению уровня его вязкости внутри трубы; предупреждению появления конденсата на поверхности труб.

Выбор типа и марки нагревательного кабеля должен базироваться на тщательном анализе условий, имеющих место на конкретном участке трубопровода, а также на проведенных соответствующих расчетах при составлении проекта системы кабельного обогрева. При этом необходимо учитывать такие факторы, как: глубину расположения трубопроводной системы; протяженность обогреваемой магистрали; диаметр трубопровода; уровень теплоизоляции труб; особенности климатических условий, характерных для местности где

расположена трубопроводная система. Потребная мощность и длина кабеля определяются с учетом удельных теплопотерь трубопровода. Эти теплопотери зависят прежде всего от: размеров трубопровода; вида и толщины теплоизоляции; температуры окружающей среды; температуры жидкости в трубопроводе. Для расчета величины общих тепловых потерь трубопроводной системы необходимо значение удельных тепловых потерь труб умножить на их длину. При этом тепловая мощность системы кабельного обогрева должна немного превышать расчетные значения общих тепловых потерь. Количество кабеля для обогрева трубопровода на прямых участках рассчитывается путем деления величины общих тепловых потерь системы на его номинальную выходную мощность при заданной температуре. Минимальная длина греющего кабеля соответствует длине трубы. Для обеспечения обогрева арматуры трубопровода необходимо предусматривать некоторый запас нагревательного кабеля.

Выводы: 1. Многолетней практикой эксплуатации трубопроводов различного назначения в холодные периоды года доказано, что их обогрев с помощью нагревательных кабелей в настоящее время является оптимальным решением проблемы поддержания температуры и защиты от замерзания перемещаемых в них жидких сред.

2. Для обеспечения обогрева трубопроводов зарубежные и отечественные компании выпускают достаточно большое количество различных марок резистивных, саморегулирующихся и индуктивных нагревательных кабелей. С помощью таких кабелей возможно обеспечивать обогрев практически любых трубопроводов, расположенных в различных климатических условиях.

3. Наиболее эффективными и экономичными являются энергосберегающие саморегулирующиеся нагревательные кабели, которые выделяют тепло только в случае необходимости. В эксплуатации они надежны, безопасны и долговечны.

4. Для обеспечения надежной эксплуатации систем трубопроводов в холодное время года в Украине целесообразно и далее расширять область применения нагревательных кабельных систем, выпускаемых различными компаниями. С учетом качества и стоимости наиболее приемлемыми для этих целей являются нагревательные кабели, выпускаемые отечественной компанией ROSTOK.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Компания KLOPPER-THERM к вашим услугам! [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kloppertherm.com.ua>, 2018. – 6 с.
2. Кабельные системы обогрева труб. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua>, 2018. – 2 с.
3. Нагревательный кабель – особенности и применение. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua>, 2018. – 2 с.
4. Обогрев труб и трубопроводов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/posts/42-obogrev-trub-i-truboprovodov>, 2018. – 6 с.
5. Саморегулирующиеся кабели. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://devi-krasnodar.ru/shop/folder/samoreguliruyushiesya-kabeli>, 2018. – 2 с.
6. Обогрев труб. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/items/31-obogrev-trub>, 2018. – 6 с.
7. Обогрев трубопровода. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/items/7-obogrev-truboprovoda>, 2018. – 5с.
8. Обогрев магистралей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua/ru/items/26-obogrev-magistraley>, 2018. – 10 с.
9. Саморегулирующиеся нагревательные кабели компании I THERM. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua>, 2018. – 2 с.
10. Саморегулирующиеся нагревательные кабели компании FINE KOREA. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua>, 2018. – 2 с.
11. Саморегулирующиеся нагревательные кабели компании ELTRACE. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua>, 2018. – 1 с.

12. Нагревательный кабель ENSTO. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua>, 2018. – 2 с.
13. Обогрев трубопроводов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua>, 2018. – 2 с.
14. Кабельный обогрев промышленных трубопроводов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopled.com.ua>, 2018. – 2 с.

Болотських М.М., Болотських М.С. КАБЕЛЬНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ТЕМПЕРАТУРИ І ЗАПОБИГАННЯ ЗАМЕРЗАННЯ РІДИННИХ СЕРЕДОВИЩ У ТРУБОПРОВОДАХ. Описано сучасні типи нагрівальних кабелів, які використовуються для підтримки температури і захисту від замерзання

рідинних середовищ у трубопроводах, дані схеми і рекомендації щодо їх подальшого ефективного застосування в різних умовах.

Ключові слова: нагрівальний кабель, кабельні системи обігріву, промислові трубопроводи.

Bolotskykh N.N., Bolotskykh N.S. CABLE SYSTEMS FOR SUPPORT OF TEMPERATURE AND PREVENTION OF THE FREEZING OF LIQUID MEDIA IN PIPELINES.

Modern types of heating cables used to maintain temperature and protect from freezing of liquid media in pipelines are described, are given schemes and recommendations for their further effective application in various conditions.

Keywords: heating cable, cable heating systems, industrial pipelines.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-93-3-225-231
УДК 697.4

Болотских Н.Н.

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
(ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина; e-mail: tgvtver@gmail.com)*

ИНФРАКРАСНЫЕ КВАРЦЕВЫЕ ОБОГРЕВАТЕЛИ ПОМЕЩЕНИЙ

Описаны современные инфракрасные кварцевые обогреватели, приведен их краткий анализ, даны рекомендации по их выбору, расчету и дальнейшему эффективному применению для обогрева различных помещений.

Ключевые слова: инфракрасный кварцевый обогреватель, интенсивность облучения, длина волны электромагнитного излучения, обогрев помещения.

Введение. В отечественной и зарубежной практике обогрева различных помещений широко используются децентрализованные электрические инфракрасные системы [1, 2]. Для этой цели на современном рынке отопительных приборов присутствует большое количество разнообразных типов и моделей инфракрасных обогревателей. Среди них успели себя зарекомендовать с хорошей стороны электрические инфракрасные кварцевые обогреватели [3]. Они обладают большим количеством различных достоинств, о которых подробно будет сказано ниже в настоящей статье.

Инфракрасные кварцевые обогреватели представляют собой одну или несколько трубок, изготовленных из кварцевого стекла, с герметизированными внутри них вольфрамовыми спиралями. Эти трубки смонтированы в металлических

корпусах, оснащенных специальными рефлекторами. Надежная защита их нагревательных элементов (кварцевых трубок) обеспечивается декоративными решетками из нержавеющей стали зеркальной полировки. Кварцевые обогреватели бытового назначения потребляют от 1 до 3 кВт. При использовании в одном обогревателе нескольких излучающих кварцевых трубок мощности каждой из них составляют 400÷500 Вт. Инфракрасные кварцевые обогреватели в зависимости от модели имеют различные температуры поверхностей излучателей и, соответственно, длины волн электромагнитного излучения:

- от 300 до 600°С – длина волны составляет 2,5÷50 мкм;
- от 600 до 800°С – длина волны равна 0,7÷2,5 мкм [3].