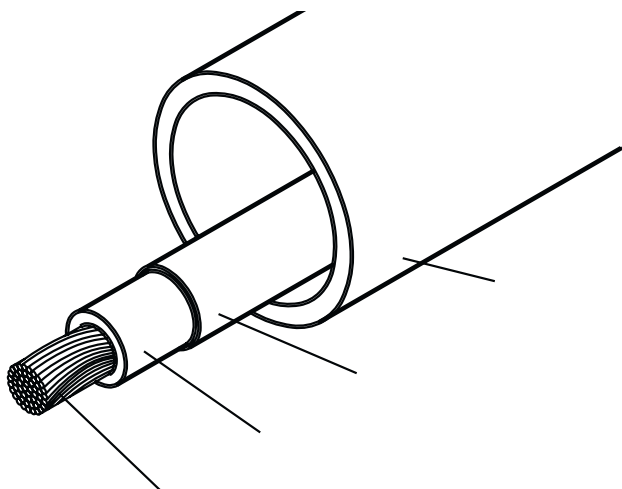


SnoTrac СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ СНЕГА И НАЛЕДИ ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК НА ОСНОВЕ СКИН-ЭФФЕКТА



На сегодняшний день, SnoTrac является самой надежной и прочной системой защиты от снега и наледи. В основе системы заложен принцип нагрева по технологии поверхностного эффекта с использованием прочной, толстостенной «нагревательной» трубки из ферромагнетика для таяния снега и наледи.

Эта нагревательная трубка со специально разработанным для SnoTrac проводником напрямую закладывается в цемент или асфальт, обеспечивая безопасную передачу энергии для электрообогрева. По настоящему уникальной особенностью системы является ее способность охватывать очень большие обогреваемые площади с минимальным количеством электрических цепей. С одной точки подключения может быть запитан электрообогрев площадки в 190 м². Каждая система проектируется и монтируется в соответствии с международными требованиями регламентирующие системы на основе поверхностного эффекта (Национальный свод законов и стандартов США по электротехнике. Пункты 426 и 427). Вдобавок, чтобы гарантировать клиентам работоспособность и безопасность каждой системы защиты от снега и наледи, система SnoTrac получила одобрение исследовательской корпорации Factory Mutual (File J. I. 2N6A0.AF), а так же некоммерческой организации по испытанию оборудования и материалов (Underwriters Laboratories Listed, File E163149, Project 94NK14488) как специализированное оборудование для таяния снега и льда.

Надежность, прогнозируемый срок службы и легкость обслуживания – это главные причины выбора систем защиты от снега и наледи компании Энергия Тепла нашими клиентами.

Преимущества:

- Уменьшенное количество электрических цепей на конкретную площадь обогреваемой поверхности по сравнению с системой на основе резистивных кабелей
- Возможность доступа к проводнику системы, при необходимости
- Сниженный уровень потребления энергии по сравнению с гидравлической системой защиты от снега и наледи
- Поддержка и помощь Энергия Тепла при проектировании
- Высокая прочность нагревательной трубки
- Проекты под ключ, гарантирующие не только качество продукта, но и гарантию работоспособности конкретной системы
- Возможность поэтапной установки в бетон

Описание системы обогрева

Работа системы SnoTrac основана на двух явлениях: эффект близости и поверхностный эффект (скин-эффект). Нагревательным элементом служит карбоновая трубка, называемая нагревательной трубкой, в которой протянут специально разработанный проводник с фторополимерной изоляцией. Трубка и протянутый в ней проводник соединены на конце трассы, на противоположном конце к трубке и проводнику подведено переменное напряжение. Посредством приложенного переменного напряжения в проводнике протекает ток, который возвращается по внутренней стороне нагревательной трубки. Концентрация обратного тока на внутренней стороне трубки происходит благодаря эффекту близости, вызванному потокоцеплением магнитных потоков, возникающих благодаря току в изолированном проводнике и обратному току в трубке. Обратный ток проникает в трубку на расстояние, называемую «глубиной скин-эффекта». Ток, который циркулирует на этой глубине скин-эффекта, генерирует тепловыделение нагревательной трубки, передающееся в окружающий трубку бетон. Благодаря описанному эффекту, на внешней стороне трубки напряжение практически не измеримо, что позволяет заземлять трубку с обоих концов, а так же в любой точке трассы. Принцип поверхностного эффекта разъясняется далее на стр.3.

Принцип поверхностного эффекта

Плотность тока в проводнике с переменным током не однородна по сечению проводника, а увеличена ближе к поверхности, это явление и называется поверхностным эффектом. Благодаря этому эффекту, полезное сечение проводника уменьшается, тем самым увеличивая его полезное сечение.

Поверхностный эффект в проводнике, вызванный ЭДС самоиндукции, созданной изменениями внутренних магнитных потоков, возрастает с возрастанием частоты. Принцип поверхностного эффекта показан на рисунках 1, 2 и 3. При подаче переменного напряжения на стальной стержень, как показано на рис. 1, ток течет на внешней стороне, а не по центру.

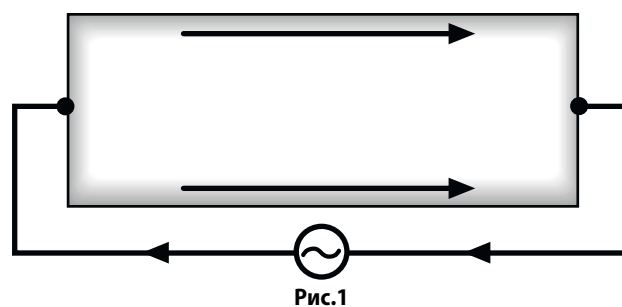
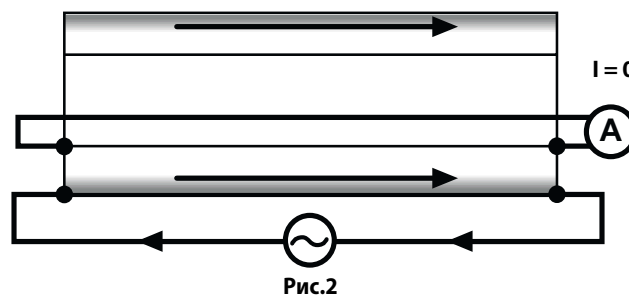


Рис.2 показывает что происходит, когда стальной стержень имеет форму трубки. Ток по прежнему протекает на внешней стороне трубки (при этом ток на внутренней стороне нулевой).



■ SNOTRAC СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ СНЕГА И НАЛЕДИ ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК НА ОСНОВЕ СКИН-ЭФФЕКТА

Рис.3 показывает подсоединение переменного напряжения между центральным проводником, протянутым в трубке и самой трубкой. В этом случае, переменный ток проходит только внутри изолированного проводника и возвращается по внутренней стороне трубки (по внешней стороне трубки ток не протекает).

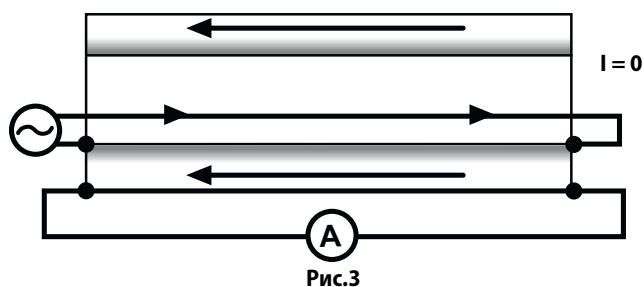


Рис.3

Способ присоединения, показанный на рис.3 является основой для системы электрообогрева SnoTrac, основанной на поверхностном эффекте. Поскольку поверхности, требующие защиту от снега и наледи имеют прямоугольную или не правильную форму, топология нагревательной трубки должна эту форму повторять. Для этого применяются серия протяжных коробок и изогнутые участки нагревательной трубки. Коробка для подключения питания и концевая коробка делают цепь завершённой и защищают соединение от попадания влаги и внешних воздействий.

Применение трубки из углеродистой стали позволяет достичь отличных ферромагнитных свойств, применение трубки из углеродистой стали типа 40 (ASTM) отлично проявляет себя для систем поверхностного эффекта, подключаемых к источнику питания промышленной частоты. Отметим, что нельзя применять трубки из меди или иных немагнитных материалов, если не применяется специальная высокая частота.

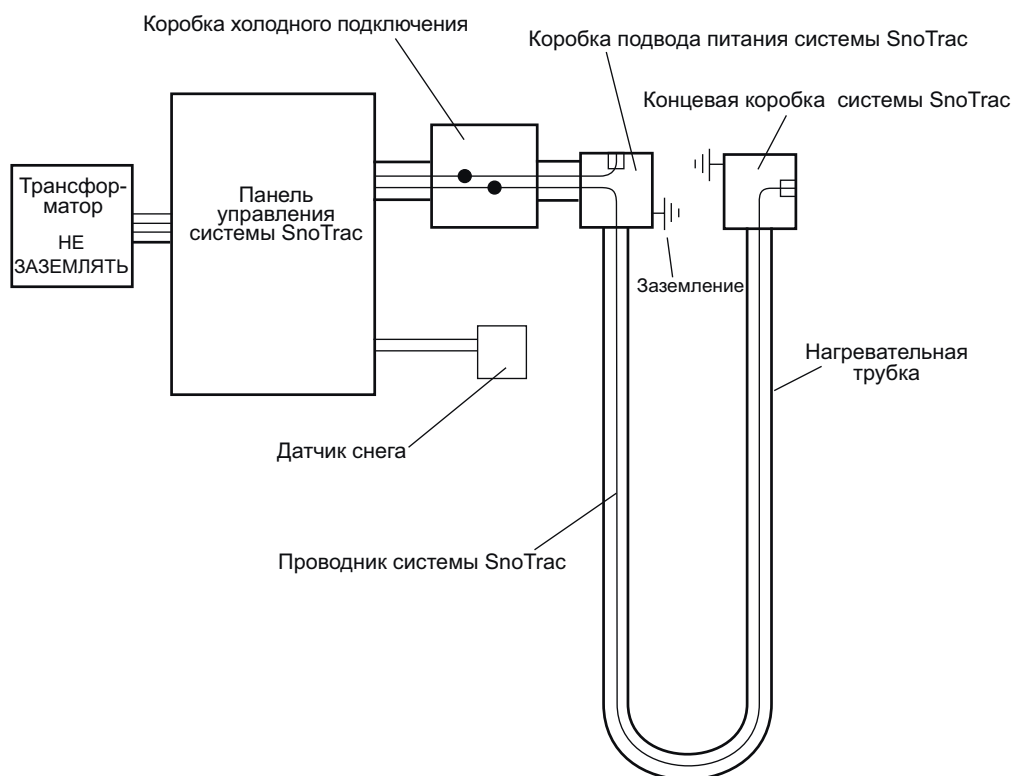
Генерация тепловыделения при помощи системы на основе поверхностного эффекта

Система обогрева на принципе скин-эффекта использует индукцию не для нагрева как такового, а для увеличения эффективного сопротивления части нагревательного контура концентрируя ток на небольшой части поперечного сечения проводящего материала. Именно это приводит к увеличению сопротивления трубки из углеродистой стали, тем самым вызывая генерацию большей части тепла для системы SnoTrac. (некоторая часть тепла неизбежно генерируется внутри проводника, как результат прохождения по нему тока).

В то время как на внутренней стороне трубки генерируется электрический ток (а значит и тепло), тепло распространяется от трубки в окружающий ее бетон, повышая тем самым температуру поверхности до проектного значения, достаточного для таяния снега и наледи, не повреждая при этом обогреваемую поверхность и саму систему обогрева.

Упрощенная схема соединений

Система на основе поверхностного эффекта состоит из стальной трубки, выполняющую функцию одного проводника переменного тока и изолированного провода, протянутого внутри трубки в качестве второго проводника. Индукция и электромагнитные эффекты переменного тока, протекающего по медному проводу создают поверхностный эффект на внутренней стороне трубки, что ограничивает глубину проникновения переменного тока до определённой величины. С применением ферромагнитной трубки, этот эффект приводит к полному отсутствию тока на внешней стороне трубки, поэтому трубка может быть заземлена в абсолютно любом месте, и закреплена любыми металлическими конструкциями не вызывая при этом утечки тока. Эти конструкции так же могут быть заземлены. Вдобавок, трубка гарантирует защиту от механических повреждений системы и попадания влаги к проложенному в ней медному проводнику.



■ SNOTRAC СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ СНЕГА И НАЛЕДИ ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК НА ОСНОВЕ СКИН-ЭФФЕКТА

Комплектация каждой системы SnoTrac поставляемых Энергия Тепла

Обычно, перечень производимых работ включает разработку, изготовление и поставку системы защиты от снега и наледи SnoTrac.

Перечень работ Энергия Тепла состоит из:

- Расчет параметров электрообогрева, основываясь на данных, предоставляемых конечным потребителем или его агентом. При необходимости, могут быть предоставлены альтернативные варианты обогрева для облегчения выбора уровня защиты от снега и наледи
- Выбор нагревательной трубки и проводника SnoTrac
- Проверка производительности с помощью анализа методом конечных элементов
- Выбор трансформатора и определение напряжения, требуемого питания для системы SnoTrac
- Выбор и поставка (при необходимости) балансирующего устройства для подключения питания к системе обогрева
- Разработка и поставка вспомогательного оборудования, состоящего из коробок холодного подключения, коробок ввода питания, концевых коробок, коробок для протяжки кабеля
- Предоставления чертежей, показывающих топологию укладки трубки, размещение всех коробок, прокладку проводки, монтажные соединения, подключения к трансформатору с распределением питания и соединения в контрольной панели
- Предоставление спецификации на нагревательную трубку из углеродистой стали с муфтами и сопутствующими аксессуарами
- Предоставление спецификации для монтажа, сварки и тестирования нагревательной трубки, муфт и сопутствующих аксессуаров
- Предоставление руководств по обслуживанию системы SnoTrac
- Предоставление технической поддержки в виде авторского надзора и необходимых инспекций
- Ввод в эксплуатацию, запуск и обучение обслуживающего персонала, ответственного за систему SnoTrac

Преимущества системы SnoTrac

- Монтаж не сложен и применяемые методы хорошо известны и включают часто применяемые виды строительных работ
- Все требуемые материалы, за исключением самого проводника SnoTrac, легкодоступны
- Система является безопасной в связи с отсутствием потенциала на нагревательной трубке. Применение жесткой трубки обеспечивает механическую защиту проводника
- Безопасность применения во взрывоопасных зонах (класс I, категория 2)
- Один нагревательный контур может обеспечить необходимую тепловую мощность на площадке, для которой потребовалось бы в 6 раз больше контуров резистивного нагревательного кабеля
- Легкость эксплуатации. Проводник может быть демонтирован и проверен без нарушения бетонной конструкции

Вопросы и ответы

Вопрос: Какое в системе SnoTrac применяется первичное и вторичное напряжение?

Ответ: Система может быть запитана от стандартного первичного напряжения от 277 до 480 В(≈). Вторичное напряжение получают при помощи специального трансформатора, разрабатываемого для конкретного случая. Это вторичное напряжение будет около 480 В(≈) или менее.

Вопрос: Какая удельная мощность может быть обеспечена системой SnoTrac?

Ответ: Обычно линейная мощность лежит в пределах от 45 до 135-150 Вт/м. Во многих случаях этого достаточно при шаге между трубками равному 30 см. Если нужна более высокая мощность, то шаг уменьшается

Вопрос: Сколько нужно точек запитки для системы SnoTrac?

Ответ: С одной точки запитки можно запитать около 600 м нагревательной трубки. Типичная длина устанавливаемой системы в пределах от 250 до 600 м.

Вопрос: Генерирует ли система высокочастотные помехи?

Ответ: Система работает на промышленной частоте 50/60Гц, поэтому высокочастотных помех не будет.

Вопрос: На сколько надежна система?

Ответ: Включая в себя базовые элементы, такие как, стальная трубка, проводник SnoTrac, трансформатор и устройства для распределения питания, система является очень надежным решением. Проводник защищен от любого воздействия стальной трубкой.

Вопрос: Будет ли работать система при понижении напряжения питания?

Ответ: Да! Понижение напряжения не повлияет на работоспособность системы, за исключением падения выходной мощности, пропорционального падению напряжения. Однако, падение напряжения может повлиять на работу смежных устройств, таких как контакторы, датчики. Поэтому, за исключением непредвиденных ситуаций, работа на пониженном напряжении не рекомендуется.

Вопрос: Совместима ли система SnoTrac с системой катодной защиты?

Ответ: Токи, генерируемые системой не проникают на внешнюю сторону трубки. Вероятность возникновения паразитных токов исключена, поэтому трубка и прилегающие крепежные стальные конструкции могут быть заземлены. Поэтому, ввиду отсутствия между системами электрической связи, система SnoTrac совместима с системой катодной защиты.

Вопрос: Из чего состоит проводник системы SnoTrac?

Ответ: Проводник производится с применением никелированной многопроволочной медной жилы для обеспечения большей гибкости при монтаже. Внешняя оболочка состоит из фторополимера, стойкого к истиранию и воздействию температуры, она покрывает слой электрической изоляции из фторополимера. Толщина изоляции и сечение жилы зависят от конкретных условий проекта.

Вопрос: Какие требуются запасные части?

Ответ: В зависимости от применяемого силового оборудования, комплект запасных частей может включать предохранители, датчики, запас проводника SnoTrac. Фактическое количество запасных частей будет зависеть от размера конкретной системы.

■ SNOTRAC СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ СНЕГА И НАЛЕДИ ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК НА ОСНОВЕ СКИН-ЭФФЕКТА

Часть 1. Общие сведения

- Используемая система обогрева описывается как «система обогрева на принципе поверхностного эффекта» и состоит из ферромагнитных нагревательных трубок, легко извлекаемого проводника на напряжение 600 В(≈), оборудование для питания и контроля системы, датчика снега, всех необходимых аксессуаров для монтажа. Составляющие системы, технология проектирования и надзор за установкой должны предоставляться производителем. Доступ к нагревательному элементу, заложенному непосредственно в бетон не допускается, за исключением мест, специально для этого предназначенных и указанных на плане, и только как описывается в разделе спецификации.
- Число цепей электрообогрева зависит от требований проекта (см. часть 3). Нагревательные трубки располагаются с шагом, необходимым для обеспечения нужного выделения тепла на один квадратный метр в соответствии требованиями конкретного проекта для указанной на чертежах площади. Тепло должно выделяться на глубине скин-эффекта (скин-слоя) нагревательной трубки.
- Система должна использоваться при первичном напряжении 480-277 В(≈). Цепи обогрева будут питаться от специально предназначенного для этого трансформатора, поставляемого производителем системы обогрева, и выбранного с учетом всех необходимых параметров системы.
- Конфигурация цепей должна быть сбалансирована, чтобы нагрузка обогрева распределялась на три фазы питающей сети. Если же число цепей четное, то должны быть применены специальные трансформаторы предполагающие подключение двухфазной нагрузки к трехфазной цепи. Мощность и число трансформаторов должна быть определена проектом.
- Напряжение системы обогрева не должно превышать 480 В(≈).

Часть 2. Продукты

- Нагревательная трубка должна быть из стали типа 40 (ASTM), либо бесшовными или сварные в соответствии с ASTM A-53. Размер трубки должен быть определен производителем системы. Внутреннее пространство трубки не должно содержать шероховатостей, окалин и всего прочего, что может привести к повреждению проводника. Острые края не допускаются. Применение отводов допустимо, если они из того же материала, что и основная трубка, и если они требуются производителю.
- Все муфты должны быть соединены с помощью сварки по всей поверхности соединения.
- Нагревательная трубка должна поставляться компанией Энергия Тепла.
- Проводник системы: Жила из скрученной проволоки должна быть покрыта изоляционным слоем из фторополимера. Второе фторополимерное покрытие поверх изоляции служит для защиты от царапин. Толщина изоляционного слоя 0.76 мм, толщина защитного слоя 0.3 мм (приведены минимально возможные величины толщин). Допуск экструзии должен быть минус ноль, плюс 0.25 мм. Оболочка должна быть выполнена из фторополимера. Размер и конфигурация скрутки жилы определяется производителем системы.
- Производитель должен предоставлять в составе проекта результаты следующих испытаний проводника системы скин-эффекта:
 - Испытание напряжением на проход- в процессе изготовления (экструдирование, охлаждение), каждый фут проводника должен выдерживать искровой тест при напряжении минимум 10 000 В при линейной скорости 10 фут/с или менее. При обнаружении неисправности, место должно быть промаркировано, а по завершении процесса экструдирования первичной изоляции, кабель должен быть перемотан, и все обнаруженные неисправности должны быть устранены.

- Испытание на электрическую прочность диэлектрика постоянным напряжением - По завершению производства, все силовые кабели должны выдерживать DC напряжение постоянного тока 10 000 В в течение пяти минут между проводником и водой, в которую погружается кабель. Кабель должен быть погружен в воду за 6 часов до тестирования. Испытание считается не пройденным при появлении дуги или пробоя изоляции. Все части кабеля, которые не прошли тест, должны быть забракованы.
 - Испытание на электрическую прочность диэлектрика переменным напряжением. Образец длиной 10 футов каждого этапа непрерывной экструзии должен погружаться в воду подвергаться высоковольтному испытанию напряжением 2 200 В. Максимальное напряжение подается в течении одной минуты. Испытание считается не пройденным при появлении дуги или пробоя изоляции.
 - Проверка размеров – образец экструдированного проводника длиной 6 дюймов должен проверяться в начале и в конце этапа непрерывной экструзии. У каждого образца проверяется диаметр изоляции и жилы. Результаты должны соответствовать требованиям спецификации.
 - Маркировка и разметка – все катушки с кабелем должны быть снабжены производственной информацией. На наружную оболочку должно быть нанесено наименование фирмы изготовителя, тип диэлектрической изоляции, размер и тип жилы, номинальное напряжение и каталожный номер.
- Протяжные, силовые, расширительные и концевые коробки должны соответствовать требованиям производителя системы скин-эффекта. Коробки должны быть с эпоксидным покрытием и оснащены водонепроницаемыми крышками. Коробки, предполагающие силовое подключение или заземление должны быть оснащены медными выводами.
 - Панель: Панель управления, включающая выключатели и контактор, должна быть всепогодного исполнения и водонепроницаемой (в соответствии с NEMA 4X) и пригодной для обслуживания вне помещений. Панель должна включать все необходимые клеммные колодки и внутреннюю проводку. Система управления должна включать в себя защиту от утечки тока на землю.
 - Компоненты системы управления: Система управления для устройства обогрева на принципе скин-эффекта должна быть разработана производителем и должна быть оснащена программируемым логическим контроллером (ПЛК), реле, контакторами, измерительными или токочувствительными реле и амперметрами для контроля уровня тока в нагревательной цепи. Также система должна быть оснащена кнопкой аварийной остановки (в отдельной панели, если требуется) и индикацией состояния системы, включая индикацию нормального состояния, повреждения, включенного положения всей системы и индивидуальных цепей.

Часть 3. Производительность системы

- Система защиты от снега и наледи должна быть спроектирована таким образом, чтобы поверхность обогреваемой площадки оставалась свободной от снега и наледи при условии заданной температуры окружающего воздуха и скорости ветра.
- Производительность системы должна обеспечивать температуру поверхности площадки не ниже 0°C в течение процесса таяния снега. Пуск системы при холодном состоянии бетона должен быть использован только для калибровки автоматических выключателей.
- Производитель должен предоставить данные анализа методом конечных элементов (FEA) поперечного сечения плиты, сгенерированного программой ANSYS FEA. Целью данного исследования является проверка работоспособности системы в наихудших возможных условиях окружающей среды. Программа должна показать минимальную способность таяния снега (в дюйм\час), основываясь на трех различных переменных условий эксплуатации, включая температуру окружающего воздуха, относительную влажность и скорость снегопада.

■ SNOTRAC СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ СНЕГА И НАЛЕДИ ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК НА ОСНОВЕ СКИН-ЭФФЕКТА

Часть 4. Установка

- Система защиты от снега и наледи должна устанавливаться производителем системы скин-эффекта.
- Координация требований производителя скин-системы с особенностями монтажа на конкретной установке является ответственностью подрядной организации. Эти требования включают (помимо прочего) изготовление или приобретение всех протяжных, расширительных коробок, коробок силового подключения и концевой заделки и прочих комплектующих системы.
- Нагревательная трубка из углеродистой стали типа 40 ASTM укладывается поверх плиты перед установкой арматуры и заливкой цемента. Трубки крепятся кронштейнами в соответствии с проектными чертежами. Арматура может крепиться при помощи вязальной проволоки. Трубки должны быть заложены на расстоянии 5-8 см от готовой поверхности бетонной плиты. Особое внимание должно уделяться компенсационным зазорам, технологическим и рабочим стыкам в плитах. При необходимости должны применяться расширительные коробки. На концах отрезков трубок должна быть снята фаска под углом примерно 10°. Внутренняя поверхность трубки должна быть очищена от смазки, металлических опилок и прочих посторонних предметов. При установке муфты обваривается 100% окружности стыка для предотвращения проникновения цемента внутрь нагревательной трубки.
- В соответствии с проектной документацией и инструкцией производителя установите коробки для силового подключения, концевой заделки, расширительные и протяжные коробки.
- Перед началом протягивания проводника внутри нагревательной трубки, необходимо очистить участки трубки от коробки к коробке, чтобы убедиться в отсутствии всевозможных посторонних предметов и засоров. Усилие натяжения не должно превышать 300 фунтов.
- Произведите все необходимые подключения проводов от трансформатора до автоматического выключателя, далее к панели управления и от панели управления к коробкам силового подключения. Произведите подключение холодного ввода в соответствии с рекомендациями производителя.
- Выставьте все необходимые уставки и настройки на контрольной панели, трансформаторе, выключателе в соответствии с рекомендациями и инструкциями по установке.
- Выполните все необходимые силовые соединения между трансформатором, выключателем, панелью управления, контроллером и коробками силового подключения.

Часть 5. Тестирование

- Все соединения нагревательных трубок должны быть визуально осмотрены представителем производителя, чтобы удостовериться в правильности выполненной сварки.
- Перед выполнением соединения к концевой коробке, проводник системы должен быть испытан мегомметром на напряжение 2500 В(=), подключенным между жилой и трубкой. Минимально допустимый уровень испытательного напряжения 500 В. Замеренное сопротивление должно быть не менее 20 Мом вне зависимости от длины испытываемого участка.

Примечание: в процессе тестирования концы кабеля не должны быть подключены.

- Первый запуск системы защиты от снега и наледи должен производиться в присутствии представителя производителя.
- Все приборы контроля и безопасности должны функционировать, а показатели системы должны соответствовать расчетным значениям. Подробная инструкция по эксплуатации должна предоставляться производителем системы.