

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КАБЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА

Информация предоставлена фирмой «ЭЛЕТЕР»



Стремление рационально использовать электрическую энергию привело к «новому» техническому решению – созданию электрической кабельной системы отопления (ЭКСО), которая обеспечивает панельно-лучистое отопление помещения.

При панельно-лучистом отоплении излучающими панелями служат ограждающие конструкции здания – пол, стены или потолок. Нагревательные элементы, в виде кабеля ЭКСО, закладываются в панели в период строительства или ремонта. Кабель располагается на внутренней поверхности панели. Между кабелем и панелью укладывается теплоизоляционный материал. Таким образом, применение ЭКСО многократно увеличивает площадь нагреваемых поверхностей. Это позволяет использовать невысокую, 25...30°С, температуру нагреваемых поверхностей для отопления.

Большая часть тепла от нагретых панелей (60...70%) передается излучением (см. рис. 2.1). Тепловое излучение попадает на поверхности стен, пола, потолка и мебели, частично поглощается ими, а частично отражается. Нагретые излучением поверхности являются вторичными нагревателями. Они передают накопленное тепло излучением и конвекцией (см. стр. 39).

При использовании традиционных водяных или электрических нагревателей конвективный теплообмен осуществляется на ограниченной площади поверхности источников тепла. Нагретый воздух устремляется вверх. В результате образуются направленные потоки «холодного» воздуха у ног, а теплый воздух скапливается под потолком (см. рис. 2.1 и 2.8).

При лучистом отоплении различают отопление полом, потолком и стенами. Рис. 2.9 иллюстрирует возможное размещение нагревательных элементов ЭКСО в помещении.

С точки зрения теплотехники и комфорта наилучшим считается расположение нагревательного элемента в полу (рис. 2.9, 1). При

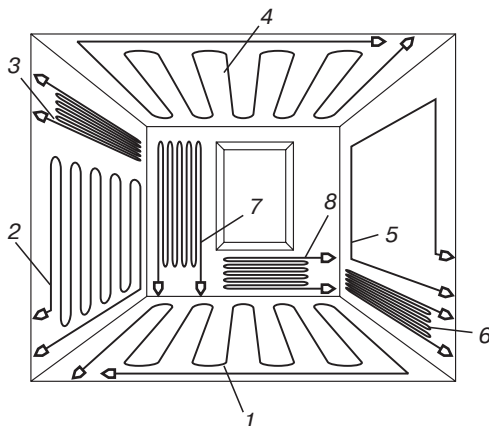


Рис. 2.9. Расположение нагревательных элементов при панельно-лучистом отоплении

1 – сплошное в полу; 2, 7, 8 – сплошное в стене; 3 – ригельное в стене; 4 – сплошное в потолке; 5 – контурное в стене; 6 – цокольное в стене.

этом обеспечивается благоприятное для человека распределение температуры по высоте (см. рис. 2.12). Именно благодаря такому распределению температуры можно понизить среднюю температуру воздуха в помещении на 2...3°С. Уменьшение средней температуры равнозначно снижению затрат тепла на 18...20%.

Экономичность отопления ЭКСО достигается также автоматическим регулированием. В зависимости от типа используемого регулятора в помещении может поддерживаться задаваемое потребителем постоянство температуры воздуха или ограждающих конструкций. Один регулятор температуры может обеспечить регулирование установленной температуры в нескольких смежных помещениях. Автоматическое регулирование позволяет дополнительно снизить расход энергии на отопление.

ЭКСО может дополнять уже существующие системы отопления. При этом обеспечи-

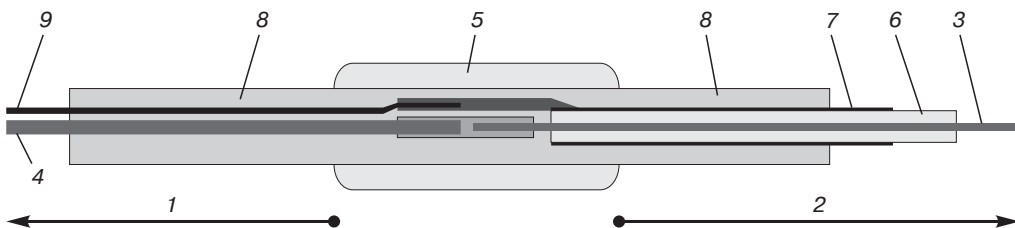


Рис. 2.10. Устройство кабеля ЭКСО

1 – подводящий кабель; 2 – нагревательный кабель; 3 – греющая («горячая») жила; 4 – токоподводящая («холодная») жила; 5 – соединительная муфта; 6 – изоляция; 7 – экранирующая оплетка; 8 – наружная оболочка из модифицированного полиэтилена; 9 – защитный провод.

вается полная автономность при выборе температуры помещения независимо от системы централизованного отопления.

Температура внутренних поверхностей отапливаемого помещения при лучистом отоплении превышает температуру воздуха помещения. Пол и стены теплее, чем при конвективном отоплении. В этом заключается преимущество панельно-лучистого отопления, как с точки зрения теплового комфорта, так и использования энергии.

Таким образом, использование ЭКСО для отопления обеспечивает следующие преимущества:

- наивысшую степень теплового комфорта;
- экологичность и наилучшие гигиенические условия отопления;
- отсутствие в интерьере нагревательных приборов;
- адаптивное регулирование выделяемой нагревателями мощности в соответствии с внешней температурой;
- независимость от систем централизованного отопления;
- аккумулярование тепла в нагреваемых панелях;
- снижение эксплуатационных затрат.

К недостаткам ЭКСО следует отнести:

- первоначальную тепловую инертность;
- незначительное увеличение инвестиционной стоимости, в сравнении с традиционными системами обогрева.

Комплект ЭКСО состоит из нагревательного кабеля и регулятора температуры с датчиками.

Нагревательный кабель по своей конструкции напоминает коаксиальный (см. рис. 2.10). Он электро- и пожаробезопасен¹. Электробезопасность нагревательного кабеля обеспечивается его конструкцией – наличием экрана и двойной изоляции, а пожаробезопасность – материалами, из которых он изготовлен.

Используются два типа нагревательного кабеля: однопроводный и двухпроводный. Следует отметить совершенно безопасный уровень электромагнитного излучения нагревательного кабеля ЭКСО. Для однопроводного кабеля он в 10...20 раз ниже допустимого уровня для жилых и производственных помещений, а двухпроводного – в 30...40 раз. Исследования помещений с электрообогревом показывают, что поток электромагнитного излучения от кабеля ЭКСО в несколько раз ниже, чем от скрытой бытовой электропроводки.

С целью ощутимого уменьшения эксплуатационных затрат при использовании лучистого отопления целесообразно выполнять повышенную термоизоляцию строительных конструкций. Повышение теплоустойчивости оказывает положительное влияние на микроклимат в помещении в любое время года*.

Примеры строительства в развитых странах с различным климатом, рост цен на энергоносители, оснащение тепловых и электрических

¹ Внимание! Безопасную эксплуатацию обеспечивает только кабель, собранный в заводских условиях.

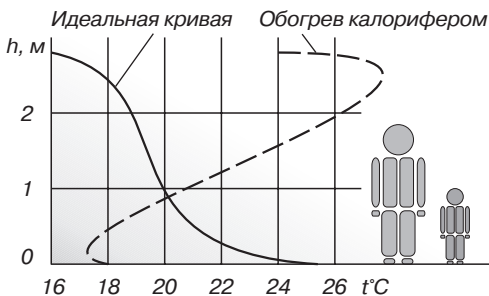


Рис. 2.11. Распределение температуры воздуха при отоплении радиатором

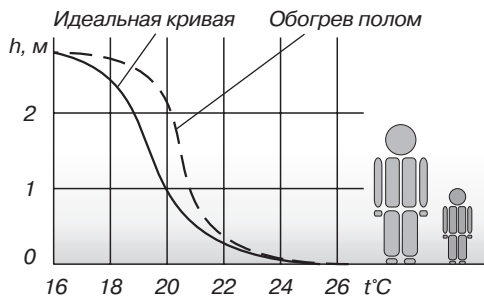


Рис. 2.12. Распределение температуры воздуха при отоплении полом

сетей устройствами учета израсходованной энергии обуславливают экономическую выгоду от использования энергосберегающих технологий. Панельно-лучистое отопление, выполненное на базе ЭКСО, органично сочетает обеспечение комфортных условий с рациональным использованием энергии.

В настоящее время нормативная база для проектирования ЭКСО разрабатывается специалистами фирмы Элетер (см. стр.).

Отопление полом

Различают отопление и обогрев полом¹. Основным требованием при отоплении полом является его средняя температура в местах постоянного пребывания людей. Она не должна превышать 28°C. Увеличение до 29...30°C допускается в помещениях с холодным полом (мраморным, кафельным, гранитным) и в непосредственной близости от оконных проемов.

Порог температуры приводит к ограничению расчетных тепловых потерь в месте длительного пребывания людей, без учета потерь тепла, до уровня 100...150 Вт/м². Если это требование не может быть выполнено, тогда применяются комбинированные системы отопления — отопление полом в комбинации, например, с конвекторами. При этом дополнительные нагревательные устройства целесообразно использовать в пиковых режимах электросети.

Исследования [18] показывают, что зависимость распределения температуры при обогреве полом максимально приближается к идеальной кривой теплового комфорта человека (см. рис. 2.12). Обогрев полом одинаково благоприятен для детей и взрослых. Рис. 2.3, 2.15 и 2.11 убедительно демонстрируют, что другие виды отопления создают менее комфортные условия в помещении. Поэтому, «теплый» пол рекомендован, в первую очередь, для детских и медицинских учреждений.

Монтаж нагревательного кабеля осуществляется посредством направляющих. Закрепленный кабель заливается цементным раство-

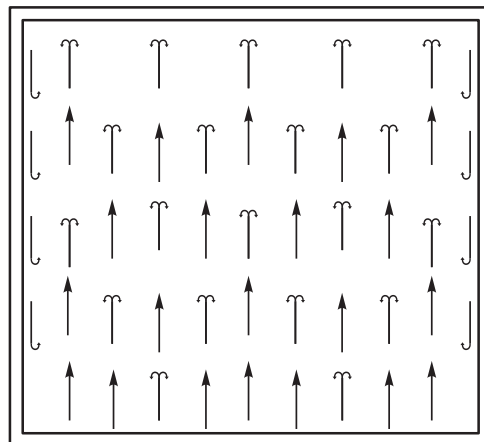


Рис. 2.13. Конвекционные потоки воздуха в помещении с теплым полом

¹ Обогрев полом еще называют «теплый» пол.

ром. Так образуется «черновой» пол. На него настиляется любое покрытие: плитка, паркет, линолеум, ковролит и пр. С целью уменьшения потерь тепла кабель не укладывается под стационарно расположенной мебелью, сантехническими устройствами, например, под ванной.

Залитый раствор служит аккумулятором тепла. При этом теплый воздух от равномерно нагретого пола поднимается вверх тонкими струями (см. рис. 2.13), не создает направленных вниз и горизонтально потоков, как при отоплении приборами конвекционного типа.

Обогрев пола так же может осуществляться на ограниченной площади в тех местах, где необходимо локальное отопление. В месте расположения кабеля пространство обогревается на высоту 2...3 м. При этом нет выступающих частей нагревателей, а нагреваемый участок пола аккумулирует тепло, образуя «теплый» остров.

Пример уникального использования ЭКСО показан на рис. 2.14. Система обогрева храма Успения Богородицы Пирогощей расположена в полу. При таком расположении кабеля 60...70% тепла передается излучением и рассеивается в пространстве высотой до 3-х метров. Таким образом, при большой высоте купола помещения эффективно обогревается зона пребывания людей.

Практика использования теплого пола в первой климатической зоне показывает, что среднее потребление электроэнергии за год составляет 75 кВтч/м². Коэффициент полезного действия системы составляет 98%. Уменьшить величину оплаты за электроэнергию позволяет использование ночного тарифа и программируемые регулирующие устройства. Регулирующее устройство ЭКСО поддерживает заданную температуру с точностью 0,5°С.

Мощность системы ЭКСО для подогрева оценивается из расчета 80...100 Вт/м² «полезной» площади. Для отопления «теплым» полом «полная» мощность системы ЭКСО оце-



Рис. 2.14. ЭКСО в Храме Успения Богородицы Пирогощей. Киев, 1998 г.

нивается из расчета 120...150 Вт/м² «общей»² площади. В соответствии с расчетами выбирается тип и мощность нагревателя.

Учесть все факторы, влияющие на окончательный выбор мощности и типа кабеля, Вам помогут технические консультанты фирмы Элтер (см. стр. 65).

Отопление потолком

Отопление потолком (см. рис. 2.9, 4) имеет определенные преимущества перед другими видами отопления. Здесь ограничены конвекционные потоки, как и при обогреве полом. Нагревающая поверхность не может

¹ Понятие «полезная» площадь подразумевает площадь, свободную от мебели и сантехники, установленных стационарно.

² Выбор удельной мощности зависит от теплопотерь помещения.

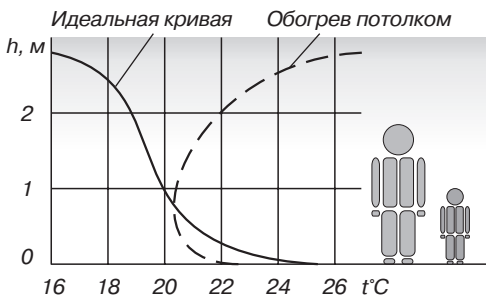


Рис. 2.15. Распределение температуры воздуха при отоплении потолком

быть закрыта мебелью и другими предметами. Поэтому, обогрев потолком не накладывает ограничений на оформление интерьера.

Вертикальное распределение температуры, для случая обогрева потолком, показано на рис. 2.15. Нижняя часть кривой (зона нахождения людей) практически совпадает с идеальной кривой распределения температуры. Такой обогрев так же рекомендован для детских и медицинских учреждений.

Ограничение плотности допустимого теплового потока на голову человека составляет 12 Вт/м^2 . Следовательно, допустимая температура нагревающей поверхности потолка зависит от его высоты. Например, для потолка высотой 3 м, она составляет 35°C .

Расчетная тепловая нагрузка в случае обогрева потолком, без учета потерь тепла, на 1 м^2 должна быть выше, чем при обогреве полом и составляет $150...200 \text{ Вт/м}^2$.

Отопление стенами

Различают сплошное и контурное расположение нагревательных элементов в стенах (см. рис. 2.9, 2, 3, 5...8). В массовом строительстве, преимущественно, используется сплошное расположение (2, 7, 8). Нагреватель укладывается «змейкой», крепится скобами к стене и закрывается штукатуркой. Ригельное (3), контурное (5) и цокольное (6) расположение нагревательного кабеля используется при индивидуальном проектировании.

В домах с панельно-лучистым отоплением стенами оформление интерьера особенно сильно влияет на тепловой режим помещения.

Жителям домов с лучистым обогревом стенами необходимо ознакомиться с особенностями оформления интерьера. Они должны знать, что мебель и бытовые приборы нельзя придвигать к обогреваемым стенам, что шторы не должны закрывать нагреваемых панелей.

Оставлять зазор между потолком и полом, обеспечивающий перемещение конвективных потоков воздуха, следует при любом способе отопления. Лучше всего, когда оконный проем закрывают вертикальными или горизонтальными жалюзи.

В помещениях с панельно-лучистым отоплением стенами должна использоваться, преимущественно, встроенная мебель. Проектирование, строительство и дизайн согласовываться с нормативами, основанными на исследовании реальных объектов.

Профессии кабельной системы обогрева

Кроме отопления жилых и производственных помещений электрический кабель ЭКСО используется:

- для очистки поверхностей и элементов конструкций от снега и льда;
- для обогрева дорожных покрытий, грунта теплиц, футбольных полей и других площадок с травяным, грунтовым или искусственным покрытием;
- для обогрева трубопроводов, запорной арматуры, железнодорожных стрелок и других устройств, не защищенных от атмосферных воздействий.

Для очистки от снега и льда ЭКСО монтируется непосредственно на поверхность крыш и внутрь водосточных желобов зданий (см. рис. 2.16). На автостоянках, открытых лестничных маршах, подъездных путях, погрузочных платформах, мостах — монтаж кабеля осуществляется непосредственно в конструкцию или в грунт под любой вид покрытия. На обогреваемых участках ЭКСО обеспечивает: безопасное движение транспорта, безопасность работ, существенную экономию затрат при очистке от снега и льда. Обогрев исключает применение соли, песка и скребков, воздействие которых разрушают защитные покрытия, цоколи бетонных сооружений, автомобили, обувь и пр.



Рис. 2.16. ЭКСО на крыше национальной государственной филармонии. Киев, 1998 г.

Включение обогрева осуществляется автоматически электронным регулятором. Минимальное потребление энергии обеспечивает использование датчиков температуры и влажности, подключенных к электронному регулятору. Таким образом, учитываются погодные условия при автоматическом выборе времени и продолжительности обогрева.

Опыт оснащения реальных объектов указывает на необходимость моделирования условий работы ЭКСО. На рис. 2.17 представлена теплограмма лестничного марша, построенная для случая температуры воздуха -15°C . Расчеты подтвердились измерениями, проведенными на объекте, введенном в эксплуатацию. Вмонтированный кабель обеспечивает таяние снега на ступенях марша (1) и в снегоприемнике (2).

При проектировании ЭКСО для обогрева подъездных путей устанавливаемая мощность кабеля составляет $250\text{--}400\text{ Вт/м}^2$. Она определяется в соответствии с местом установки и предполагаемой скоростью таяния снега.

Несколько большая мощность устанавливается на мостах и погрузочных платформах,

которые открыты как сверху, так и снизу. На таких объектах мощность увеличивается вдвое, и рекомендуется предусмотреть тепло-

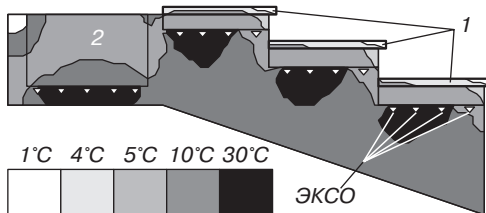


Рис. 2.17. ЭКСО вмонтированный в лестничный марш. Киев, ул. Крещатик, 1998 г.



Рис. 2.18. Парафинопровод на нефтеперерабатывающем заводе

изоляция для уменьшения теплопотерь. Там, где это не представляется возможным, рекомендуемая мощность составит 300...400 Вт/м².

Линейный обогреватель используется для предотвращения замерзания трубопроводов, запорной и регулирующей арматуры, которая эксплуатируется под открытым небом.

Кабель навивается с определенным шагом на защищаемые элементы трубопроводов и закрывается теплоизоляцией. Монтаж и демонтаж кабеля при ремонтных работах трубопровода может осуществляться многократно. Трудоемкость монтажа кабеля и его цена не идет ни в какое сравнение со стоимостью ремонта трубопровода и запорной арматуры в случае их замерзания.

Продление сезона спортивных занятий и соревнований на площадках с травяным и



Рис. 2.19. Обогреваемое футбольное поле. Киев, 1998 г.

твердым покрытием обеспечивает линейный обогреватель ЭКСО. Обогрев обеспечивает продолжение работы: стадионов, футбольных полей, теннисных кортов в период временных похолоданий. В средней полосе увеличение периода эксплуатации спортивных площадок составляет до 50%.

В теплицах линейный обогреватель обеспечивает наиболее экономичное использование энергии. Кабель находится непосредственно у корней растений, обогревает их не пересушивая воздух. Вертикальное распределение температуры в теплице аналогично тому, которое показано на рис. 2.12.

Минимизировать затраты на электроэнергию, как и в случае обогрева помещений, позволяет использование ночного тарифа (ссылка) и программируемых регулирующих устройств.