

решения
для всех

кабельные электрические
СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ



кабельные электрические

СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Содержание:

Введение	4
1. Обогрев полов в помещениях	6
1.1 Общие сведения	6
1.1.1 Тепловой комфорт	6
1.1.2 Здоровье и гигиена	7
1.1.3 Тепловая изоляция	7
1.1.4 Полы и покрытия полов	8
1.1.5 Наливные полы (эйстрих)	8
1.1.6 Температура пола	8
1.1.7 Проектирование обогрева пола.	9
1.2 Обогрев в наливном слое	10
1.2.1 Нагревательные кабели ELEKTRA VC/VCD	10
1.2.2 Проектирование	11
1.2.3 Монтаж	13
1.3 Отопление помещений с деревянными полами, расположенными на лагах	17
1.4 Аккумуляционное отопление	18
1.4.1 Расчет нагревательной мощности	18
1.4.2 Расчет толщины бетонного слоя	19
1.5 Обогрев непосредственно под покрытием пола	22
1.5.1 Нагревательные маты ELEKTRA MG/MD	22
1.5.1.1 Проектирование	23
1.5.1.2 Монтаж	25
1.5.2 Нагревательные кабели ELEKTRA DM	28
1.5.3 Подключение к схеме питания	29
1.6 Регулировка температуры	30
1.6.1 Место расположения терморегулятора	31
1.6.2 Способ монтажа терморегулятора и датчика температуры	31
1.7 Таблица выбора изделий	33
2. Защита от снега и льда	34
2.1 Общие сведения	35
2.1.1 Покрытия из асфальта, брусчатки и плиток	35
2.1.2 Бетонное покрытие	36
2.1.3 Управление	37
2.2 Подъездные участки дорог, проезды, разгрузочные платформы	38
2.3 Паркинги	41
2.4 Лестницы	44
2.5 Крыши, водосточные трубы и желоба	47
2.6 Таблица выбора изделий	52
3. Обогрев труб и трубопроводов	53
3.1 Общие сведения	53
3.1.1 Выбор нагревательных кабелей	54
3.1.2 Монтаж	58
3.1.3 Управление	62
3.2 Таблица выбора изделий	63
4. Специализированные системы защиты от мороза	64
4.1 Холодильные камеры – защита грунта и фундаментов от промерзания	64
4.2 Промышленные резервуары	66
4.3 Антенные мачты	68
4.4 Таблица отбора изделий	69
5. Применение нагревательных кабелей в сельском	70

	ХОЗЯЙСТВЕ	
5.1	Свинарники и коровники	70
5.2	Садоводство	73
5.3	Таблица выбора изделий	74
6.	Спортивные площадки	75



Производство и Центр Дистрибуции

ELEKTRA ведущая марка

Компания ELEKTRA специализируется на производстве кабельных систем отопления для жилых, офисных и промышленных помещений. Основанная в 1985 г., компания в настоящее время является крупнейшим производителем систем «теплый пол» в Центральной Европе.

Со дня основания компании, главным ее приоритетом в стратегии выступает безупречное качество продукции. ELEKTRA видит в этом единственный для себя способ удовлетворить своих потребителей и поддерживать лидерство на рынке.

ELEKTRA всегда в наличии...

Благодаря широкой сети официальных дистрибьюторов – торговых фирм и монтажных организаций - продукция компании ELEKTRA легко доступна в нескольких десятках странах мира, включая Европу, Азию, Северную Америку и Австралию.



Дистрибуция во многих
странах мира

решения
для всех



ELEKTRA накопленный опыт

Научные исследования доказали, что с точки зрения физиологии, электрический обогрев полов является наиболее предпочтительным для человека видом отопления, т.к. он учитывает физические законы распределения температуры в помещении.

Вся продукция под маркой ELEKTRA производится с учетом последних научных исследований и растущих требований к технологии производства, что позволяет постоянно улучшать качество производимых товаров.

ELEKTRA качество и безопасность

Продукты компании ELEKTRA отвечают всем действующим директивам Евросоюза в области безопасности и промаркированы знаком CE. Все товары имеют соответствующие европейские сертификаты качества, такие как VDE, Underwriters Laboratories и др. На продукцию, поставляемую в Россию, предоставляется сертификат соответствия ГОСТ-Р.

Более того, ELEKTRA имеет сертификаты системы контроля качества, такие как ISO 9001 и IQ NET.





1. Обогрев полов в помещениях

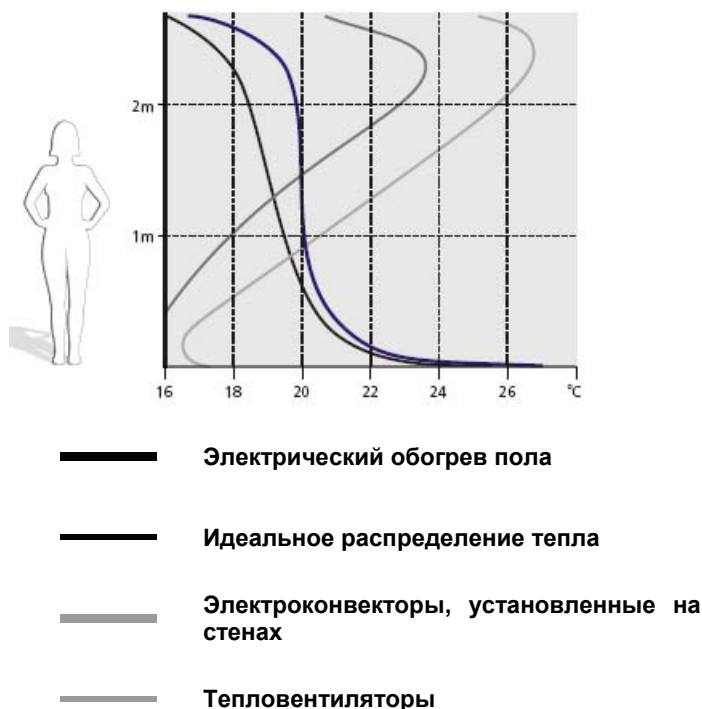
1.1 Общие сведения

Научные исследования показали, что электрический обогрев полов является наиболее полезной для человека системой отопления, учитывающей физиологическое распределение температуры тела.

Основные преимущества этого вида отопления:

- равномерное распределение температуры
- тепловой комфорт ввиду того, что обогрев пола является низкотемпературным нагревателем поверхности всего пола, что создает надлежащий микроклимат
- низкие эксплуатационные расходы, благодаря возможности точной регулировки температуры
- низкие капиталовложения
- эстетика помещений: нет нагревателей, котельных, дымовых труб или тепло- и газопроводов
- простое управление и обслуживание
- отсутствие загрязнения окружающей среды: электроэнергия является наиболее безопасным видом энергии
- высокая надежность и работоспособность

Вертикальное распределение температуры в помещении при использовании разных способов обогрева помещений



Низкотемпературный обогрев не вызывает:

- сжигания и подъема пыли, вызывающую аллергию, а также запаха при ее сжигании.
- сквозняков
- больших перепадов температуры в помещении
- высушивания воздуха

Поскольку практически отсутствуют воздушные потоки, поднимается значительно меньшее количество пыли, что немаловажно для людей, страдающих аллергией или астмой.

1.1.1 Тепловой комфорт
 В обогреваемом помещении должны существовать такие же условия, как в не обогреваемом помещении в благоприятных натуральных условиях весной или летом. Температура воздуха не должна значительно отличаться от средней температуры поверхности окружающих плоскостей (стен, потолков, полов), а температура нагревательных поверхностей не должна сильно превышать температуру кожи человека. Эти условия обеспечивают низкотемпературный поверхностный обогрев, к которому принадлежит обогрев полов.

1.1.2. Здоровье и гигиена

При обогреве полов большое количество тепла передается излучением. Ввиду повышенной температуры поверхностей в помещении (температура излучения), температуры воздуха может быть понижена, при сохранении условий теплового комфорта.

Потенциально можно снизить на 1-2 °С. Снижение температуры в помещении полезно не только по экономическим причинам. Система подогрева пола создает оптимальную температуру воздуха на уровне ног и головы.

Следует помнить, что при температуре воздуха выше 22 – 24 °С увеличивается риск раздражения слизистой оболочки. Существует зависимость между повышенной температурой внутреннего воздуха и появлением синдрома больного здания („Sick Building Syndrom“). Процесс так называемой сухой дистилляции пыли происходит при температуре выше 55 °С, а до такой температуры нагреваются настенные нагреватели.

В результате контакта воздуха с металлическими поверхностями высокотемпературных нагревателей создается перевес положительных ионов над отрицательными, что способствует появлению ощущения удушья и сухости в дыхательных путях. При обогреве пола не происходит явление сухой дистилляции пыли, поэтому низкотемпературный обогрев полов особенно рекомендуется для аллергиков и астматиков.

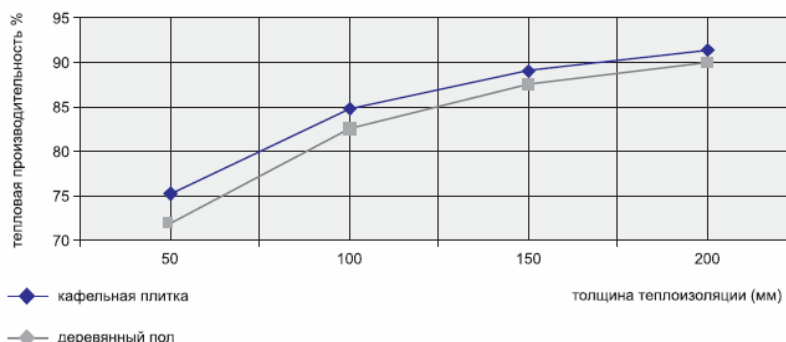
1.1.3 Тепловая изоляция

Кабельная система отопления „Теплый пол“ нагревает всю поверхность пола. Эффективность нагрева зависит в основном от качества теплоизоляции пола. Это относится, прежде всего, к полам расположенным над неотапливаемыми помещениями, а также к полам, расположенным на грунте. Количество тепла, которое останется в отапливаемом помещении, зависит от толщины изоляции.

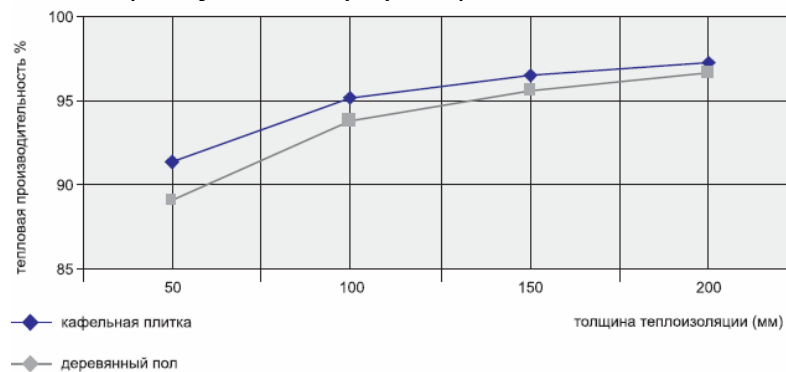
Толщина изоляции в перекрытии между этажами имеет менее существенное значение, что показано на графике.

Хорошая теплоизоляция полов, стен и крыши, а также плотные окна уменьшают потребность тепловой энергии и увеличивают рентабельность применения электрической нагревательной системы.

Эффективность электрического обогрева пола при разной толщине изоляции (помещение на грунте)



Эффективность электрического обогрева пола при разной толщине изоляции (междуэтажное перекрытие)



Ориентировочные тепловые свойства избранных отделочных материалов

1.1.4 Полы и покрытия полов

Для применения обогрева требуется пол, обладающий тепловым сопротивлением не более $0,15 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Отделочные материалы, которые можно применять при обогреве пола:

- керамические плитки и каменные покрытия
- ковровые покрытия
- покрытия ПВХ
- паркет и другие деревянные покрытия (содержание влаги в паркете не должно превышать 9%).

материал отделочного слоя	толщина	коэффициент тепловой проводимости	тепловое сопротивление
	[мм]	λ [Вт/мК]	R [$\text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$]
керамическая плитка	13,0	1,050	0,012
мрамор	25,0	2,150	0,012
ковровое покрытие	7,0	0,090	0,150
линолеум	2,5	0,170	0,015
покрытие ПВХ	2,0	0,200	0,010
покрытие ПВХ на фетре	5,0	0,070	0,086
покрытие ПВХ на пробке	5,0	0,070	0,071
дубовая мозаика	8,0	0,220	0,036
дубовый паркет	25,0	0,220	0,114
пробковый паркет	11,0	0,090	0,122
ламинат	8,0	0,114	0,070

Ковровое покрытие и покрытие ПВХ должны иметь соответствующий сертификат с обозначенным значком;



ковровое покрытие



покрытие ПВХ

1.1.5 Наливные полы (эйстрих)

Для обогреваемых полов применяется два вида заливочных растворов:

- ангидридная смесь – ее достоинством является короткий срок отвердевания (около 7 дней) и небольшая степень линейной усадки. Этим методом можно изготавливать большие цельные поверхности. Этот вид смеси чувствителен к действию влаги и не может применяться во влажных помещениях.
- Цементный раствор – его достоинством является высокая тепло- и влагостойкость.

В виду большой степени линейной усадки, при поверхностях больше 30 м^2 , когда длина одной стороны превышает 6 м, следует предусмотреть дилатационные швы. Срок отвердевания – 28 дней.

Залитый слой должен быть изолирован от боковых стен дилатационной лентой. Наливные слои, применяемые в обогреваемых полах, не могут быть связаны с основанием и стенами (так называемые плавучие полы), чтобы не могли отдавать тепла основанию и наружным стенам.

1.1.6 Температура пола

Рекомендуемая температура пола составляет $26 \text{ }^\circ\text{C}$. Превышение этой температуры ухудшает условия теплового комфорта. В ваннных комнатах и приоконных полосах допускается температура незначительно выше (порядка $29 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$).

1.1.7 Проектирование обогрева пола.

Основное отопление

Для проектирования обогрева пола следует определить потребность тепла для помещений. Рассчитывая потребность тепла следует учитывать:

- потерю тепла через внешние перегородки (стены, крыша, перекрытие, окна)
- потерю тепла на обогрев вентиляционного воздуха.

Расчеты следует производить в соответствии с нормативно-технической документацией, действующей в Российской Федерации.

После расчета потерь тепла и увеличению этой величины на 30 % выбираются соответствующие нагревательные кабели или нагревательные маты.

Увеличение мощности не влияет на повышение расхода тока.

Если не производятся точные расчеты, можно воспользоваться упрощенным методом, используя таблицу:

Таблица I

место применения	потребность мощности обогрева
вид помещения	[Вт/м ²]
жилые комнаты, кухни	100 - 120
ванные комнаты	100 – 160
промышленные объекты, погреба, гаражи	90 - 160

Мощность нагрева (Вт/м²), которая должна приходиться на каждый м² поверхности для дополнения потерь тепла и обогрева помещения до требуемой температуры, получаем разделяя увеличенную потребность тепла через площадь помещений.

Минимальные величины нагревательной мощности можно применять при хороших тепловых параметрах зданий, т.е. при хорошем коэффициенте теплопроводности.

В храмах и временно обогреваемых помещениях монтируется более высокая мощность – до 200 Вт/м².

Повышенная температура пола вызывает чувство комфорта, потому что нагревательная система не включена постоянно.

Установление повышенной мощности необходимо для сокращения времени нагрева помещений в случаях, когда обогрев не включен постоянно, например, в гостиничных номерах, офисах и др.

Дополнительный обогрев – „эффект теплого пола”

Эффект „теплого пола” является гармоничным дополнением к основной системе отопления.

При использовании „теплого пола” не рассчитывается потребность тепла для помещения (его источником является основная температура отопление).

Важно равномерно распределить температуру по полу.

Эффект теплого пола достигается при укладке нагревательного мата или нагревательного кабеля в свободном от неподвижных предметов (печь, шкаф-купе, ванная и т.д.), Необходимо соблюдать расстояния между витками кабеля, приведенные в таблице.

Таблица II

место применения	расстояние между кабелями
	[см]
обогрев в наливном слое	15 - 20
обогрев непосредственно под покрытием пола	8 - 12 или нагревательные маты

1.2 Обогрев в наливном слое

Такой вид обогрева можно применить, когда помещения находятся в стадии постройки и полы еще не готовы. Обычно он исполняет роль основного вида отопления, т.е. является единственным источником тепла в помещении. Если обогрев должен быть вспомогательной системой отопления („эффект теплого пола”), тогда требуется наличие другой, основной нагревательной системы.

1.2.1 Нагревательные кабели ELEKTRA VC/VCD

В наливном бетонном или ангидридном слое применяются нагревательные кабели ELEKTRA VCD или VC.



Нагревательный кабель ELEKTRA VCD – это двухжильный кабель с присоединенным с одной стороны “холодным” концом, длиной 2,5 м, а с другой стороны с коннектором.

Нагревательный кабель ELEKTRA VC – это одножильный кабель с присоединенным с обеих сторон “холодным” концом, длиной 2,5 м.



Конструкция кабеля ELEKTRA VCD



Конструкция кабеля ELEKTRA VC

Место применения соответствующего вида нагревательного кабеля

вид помещения	вид нагревательного кабеля
жилые помещения	VCD
храмы, промышленные объекты, погреба, гаражи	VC или VCD

Нагревательные кабели различаются не только по конструкции, но и по удельной мощности. Удельная мощность нагревательного кабеля [Вт/м] – количество Ватт, приходящееся на каждый метр нагревательного кабеля.

При выборе нагревательного кабеля следует учитывать:

- вид помещения
- вид покрытия пола
- наименьшие допускаемые расстояния, которые будут созданы между кабелями во время их установки.

Наименьшие допускаемые расстояния между проводами

вид покрытия пола	удельная мощность нагревательного кабеля [Вт/м]		
	10	15 и 17	20
	мин. расстояние, [см]		
кафельная плитка	7	10	14
мрамор	8	12	–
древесина (паркет, ламинат) ковровое покрытие	10	–	–

Максимальное расстояние между кабелями не должно превышать 20 см, чтобы не создались недогретые зоны («тепловая зебра»).

1.2.2 Проектирование

Приступая к проектированию обогрева пола следует:

- определить тепловую мощность, необходимую для обогрева помещения на 1 м² поверхности (раздел 1.1.7)
- определить вид поверхности покрытия пола
- определить удельную мощность кабеля, которую следует установить для данного покрытия пола
- при расчете расстояния между нагревательными кабелями следует учесть поверхность, занятую неподвижными предметами, такими, как мебель без ножек, ванная, унитаз и др.

Пример: основное отопление

Дом для одной семьи площадью 100 м². Проектная потребность тепловой мощности обогреваемых помещений – 5070 Вт. Требуемая тепловая мощность:

1,3 x 5070 Вт = 6591 Вт. Средняя удельная потребность мощности обогрева составит 6591 Вт/100 м² = 65,91 Вт/м².

Для расчета принимается 66 Вт/м².

Спальня 16 м²

Потребность мощности обогрева 66 Вт x 16 м²=1056 Вт

Отделка пола ковровым покрытием. В этом случае рекомендуются нагревательные кабели с удельной мощностью 10 Вт/м.

Кабелем близкой удельной мощностью является ELEKTRA VCD 10/1100 длиной 110 м. Расстояния между кабелями (а–а) рассчитываются разделяя обогреваемую поверхность (свободную) помещения (S) на длину нагревательного кабеля (L): (а–а=S/L), значит 14,50м²/110м=0,13м=13см.

Гостиная 28м²

Потребность мощности обогрева 66 Вт x 28 м²=1848 Вт

Отделка пола кафельной плиткой не ограничивает выбора удельной мощности кабеля.

Кабелями близкой удельной мощностью до 1848 Вт являются ELEKTRA VCD 10/1900 и ELEKTRA VCD 17/1920.

О выборе кабеля должны решать более удобные расстояния между витками кабеля. Для ELEKTRA VCD 10/1900 длиной 190 м расстояние между витками кабеля составит почти 15 см, а для кабеля ELEKTRA VCD 17/1920 длиной 113 м составит 23,5 см. Расстояния между кабелями не должны превышать 20 см, чтобы не создались холодные зоны («тепловая зебра»). Выбирается кабель ELEKTRA VCD 10/1900.

Ванная комната 9 м²

Потребность мощности обогрева 66 Вт x 9 м²=594 Вт

Для возмещения потери тепла и поддержки температуры внутри помещения на уровне 20 °С было бы достаточно применить нагревательный кабель ELEKTRA VCD 17/595. Однако для ванной комнаты, как правило, принимается более высокая температура, чем в других жилых помещениях. В связи с этим подходит кабель из типоряда – ELEKTRA VCD 17/710 длиной 42 м. Расстояние между кабелями:

а–а = 6 м²/42м=0,14м=14 см

Примерное расположение нагревательных кабелей



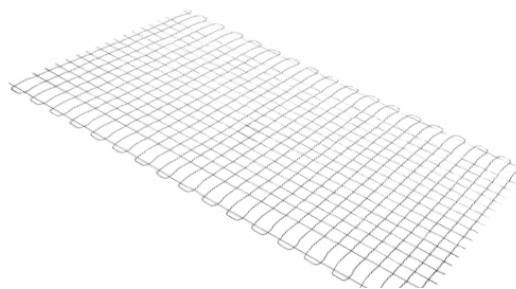
Подбор нагревательных кабелей ELEKTRA VCD

помещение	вид пола	общая поверхность	незанятая обогреваемая поверхность	требуемая мощность нагрева	нагревательный кабель ELEKTRA VCD	установленная мощность	длина нагревательного кабеля	расстояние между кабелями a-a = Sx100/L
		[м ²]	[м ²]	[Вт]		[Вт]		
спальня I	покрытие	16,0	14,5	1056	10/1100	1100	110	13,0
спальня II	покрытие	14,0	11,5	924	10/900	900	90	13,0
гостиная	плитка	28,0	28,0	1848	10/1900	1900	190	15,0
кухня	плитка	14,0	9,5	924	17/915	915	54	18,0
коридор	плитка	11,0	11,0	726	10/710	710	71	15,5
ванная	плитка	9,0	6,0	594	17/710	710	42	14,0
туалет	плитка	3,0	2,0	198	17/220	220	13	15,0
тамбур	плитка	5,0	3,5	330	17/340	340	20	17,5

1.2.3 Монтаж

Необходимые материалы для выполнения проводки обогрева пола:

- теплоизоляция (твердый пенопласт плотностью минимум 20 кг/м³, полиуретан или твердая минеральная вата)
- полиэтиленовая пленка
- металлическая сетка для крепления нагревательного кабеля, сделанная из круглой проволоки, толщиной, обеспечивающей изоляцию кабеля от поверхности теплоизоляции, например: сетка из проволоки диаметром мин. 2 мм с ячейками 5 x 5 см.
- кабельные стяжки или мягкая вязальная проволока для крепления кабеля к металлической сетке.
- монтажная лента ELEKTRA TME (может применяться вместо металлической сетки)
- нагревательные кабели ELEKTRA



- терморегулятор ELEKTRA

На выровненном перекрытии или бетонном основании последовательно раскладываются:

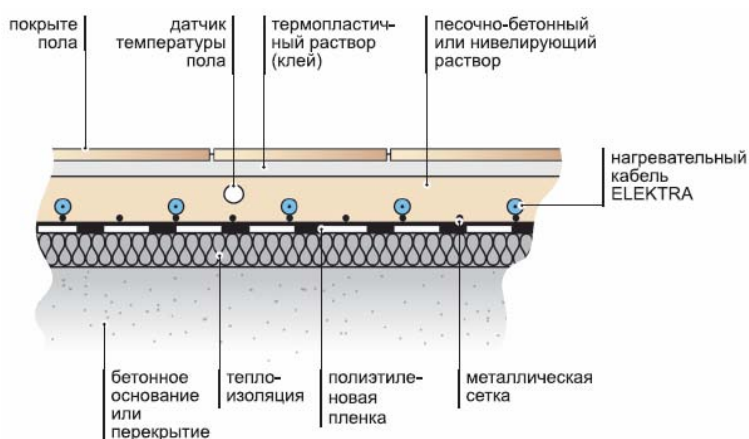
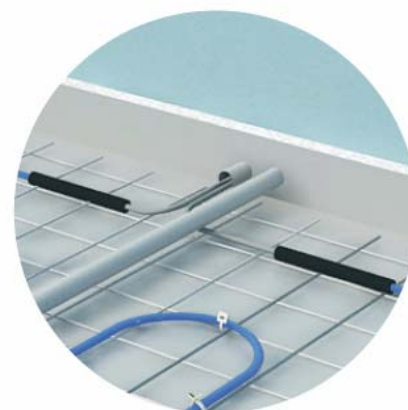
- слой теплоизоляции
- полиэтиленовая пленка
- металлическая сетка

Согласно предварительно разработанного проекта, нагревательный кабель крепится к металлической сетке с помощью кабельных стяжек или мягкой вязальной проволоки. В случае если поверх слоя теплоизоляции будет залит предварительный слой раствора, для крепления нагревательного кабеля может применяться монтажная лента ELEKTRA TME. После установки кабелей монтируется датчик температуры пола и вся поверхность заливается песчано-бетонным раствором толщиной не менее 50 мм. Вместо песчано-бетонного раствора можно применить самовыравнивающийся (самонивелирующийся) раствор.

Особенно следует обратить внимание, чтобы начало и конец нагревательного кабеля (черные коннекторы) и сам нагревательный кабель были полностью погружены в раствор.



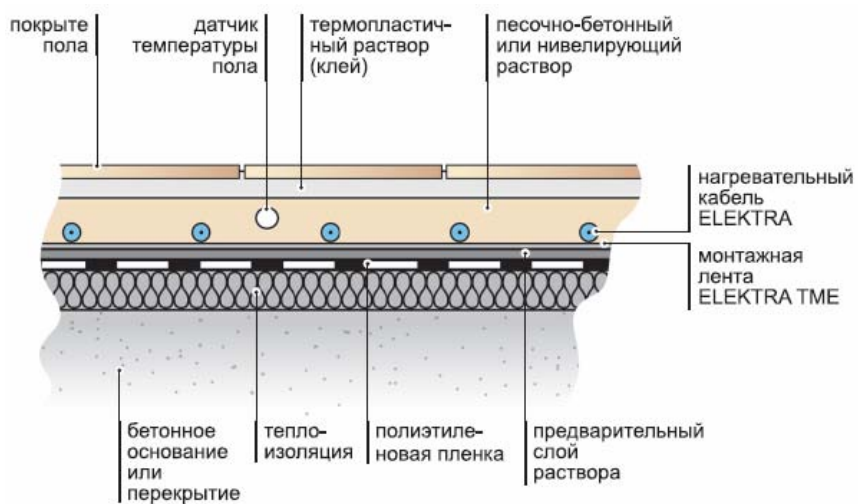
Крепление нагревательного кабеля ELEKTRA VC с помощью металлической сетки



Разрез пола в случае применения металлической сетки



Крепление нагревательного кабеля ELEKTRA VCD монтажной лентой ELEKTRA TME



Разрез пола в случае применения монтажной ленты ELEKTRA TME

Подключение нагревательных кабелей

Подключение нагревательных кабелей к электрической сети следует осуществить с помощью терморегулятора (разд. 1.6).

Терморегулятор следует устанавливать в монтажную коробку (подрозетник). К этой коробке следует подвести (под штукатуркой):

- провода питания (220 /230В)
- провода питания (холодные концы) нагревательного кабеля
- провод датчика температуры

Провод с датчиком температуры следует расположить в гофрированной трубке, закрытой с одного конца заглушкой. Не допускается изгиб трубки под прямым углом. Следует сохранить форму дуги. Выбор соответствующего места для монтажной коробки имеет существенное значение в эстетическом (видимый на стене терморегулятор) и практическом отношениях. Нагревательные кабели следует расположить таким образом, чтобы провода питания длиной 2,5 м можно было подвести к монтажной коробке и соединить их с терморегулятором.

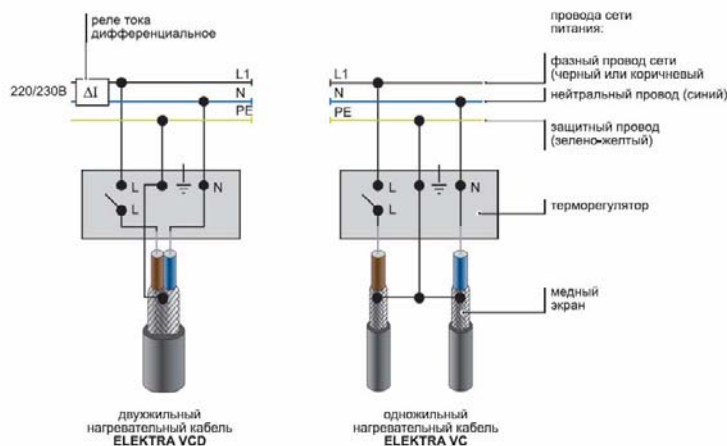
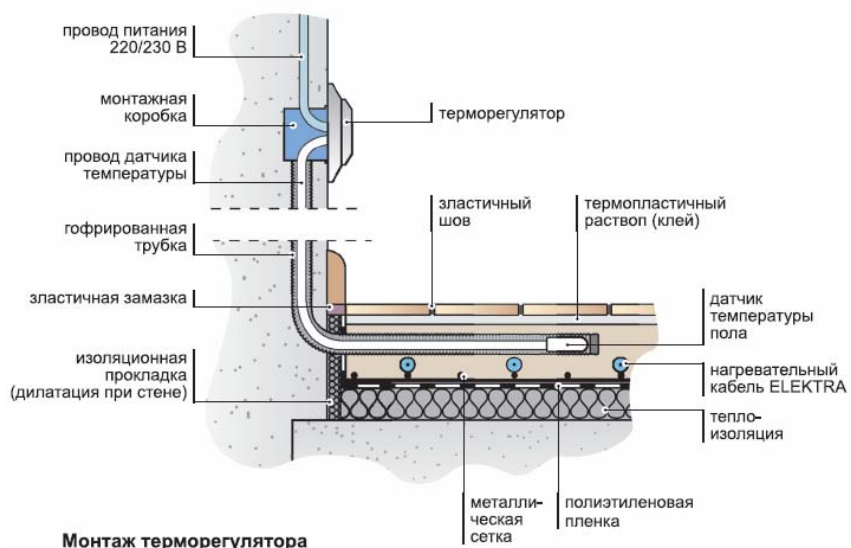
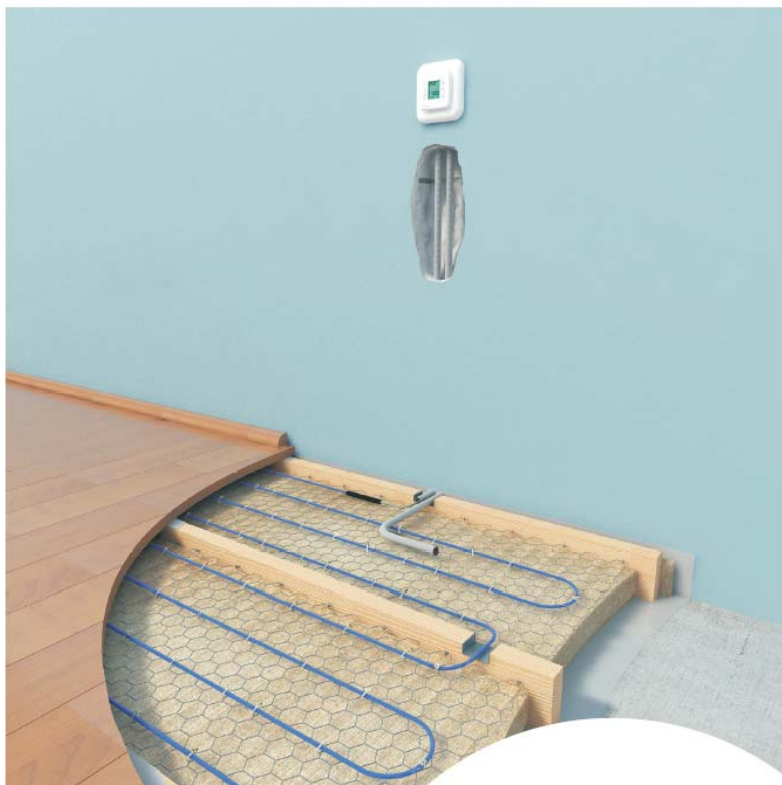


Схема подключения нагревательных кабелей Elektra VC/VCD к электрической сети

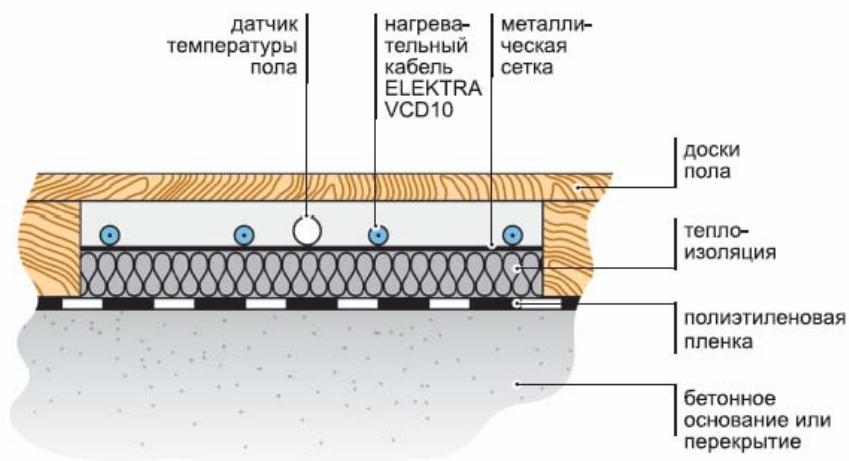
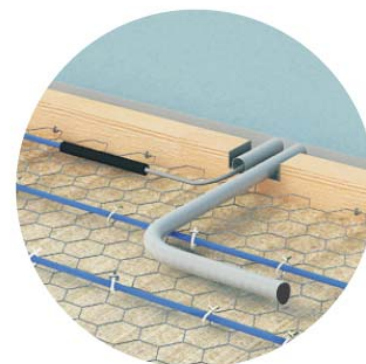
1.3 Отопление помещений с деревянными полами, расположенными на лагах

Обогрев полов требует применения покрытий, с тепловым сопротивлением не более 0,15 м²К/Вт. Для этого следует ограничить толщину покрытия пола.

Потребность тепла рассчитывается как указано в разделе 1.1.7. Установленная мощность не должна превышать 90 Вт/м², а выходная мощность нагревательного кабеля 10 Вт/м. Нагревательный кабель не может соприкасаться со слоем теплоизоляции и элементами деревянной конструкции. Кабель располагается на металлической монтажной сетке, прикрепленной к боковым поверхностям лаг. В местах пересечения нагревательного кабеля в лагах следует сделать пропил и изолировать его фольгой или алюминиевым скотчем.



Крепление нагревательного кабеля с помощью проволоочной сетки



Разрез пола

вид древесины	плотность	коэффициент теплопроводности λ [Вт/мК]	толщина паркета, макс d [мм]	тепловое сопротивление R [м ² К/Вт]
	[кг/м ³]			
сосна	550	0,16	24	0,150
ель	550	0,16	24	0,150
дуб	800	0,22	32	0,145

1.4 Аккумуляционное отопление

Система аккумуляционного отопления использует электроэнергию в течение низких тарифных периодов (ночной тариф).

Использование данной энергии обеспечивает уменьшение эксплуатационных расходов. В виду периодического питания в течение суток, бетонный пол должен обладать способностью накапливания тепловой энергии (толщина 7-15 см). Аккумуляционный обогрев из-за массивной конструкции пола чаще всего применяется в одноэтажных объектах.

1.4.1 Расчет нагревательной мощности

Рассчитывается проектная потребность тепловой мощности (раздел 1.1.7). Время продолжения экономного тарифа обычно составляет 10 часов (22.00–6.00 и 13.00–15.00).

Тепло, накопленное в бетонном слое в течении 10 часов работы аккумуляционной системы, должно быть достаточным для обогрева помещений в течение остальных 14 часов.

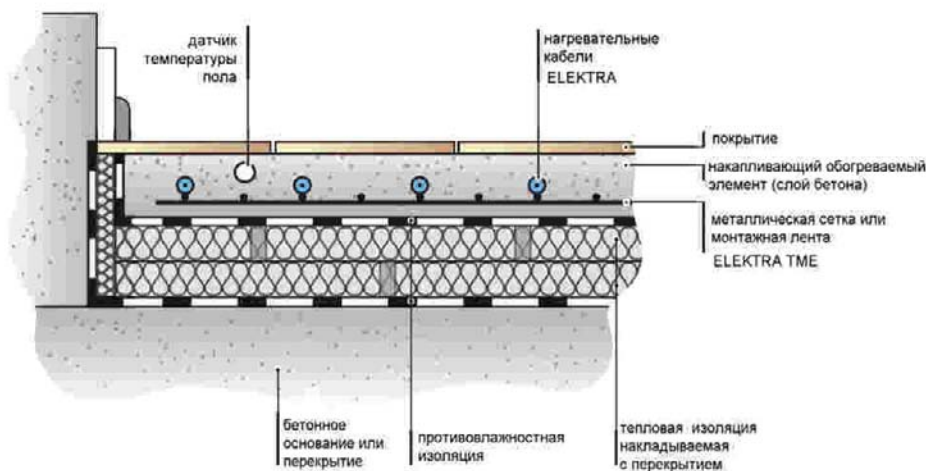
Полная мощность аккумуляционной системы рассчитывается по формуле;

$$\Phi \times 24 \times 1,20 / \Theta$$

в которой:

Φ – рассчитанные потери тепла здания
 Θ – время продолжения экономного тарифа
 1,2 – коэффициент безопасности

Если по расчетам следует, что требуемая тепловая мощность выше 175 Вт/м^2 , необходимо применить вспомогательное отопление.



Разрез пола

1.4.2 Расчет толщины бетонного слоя

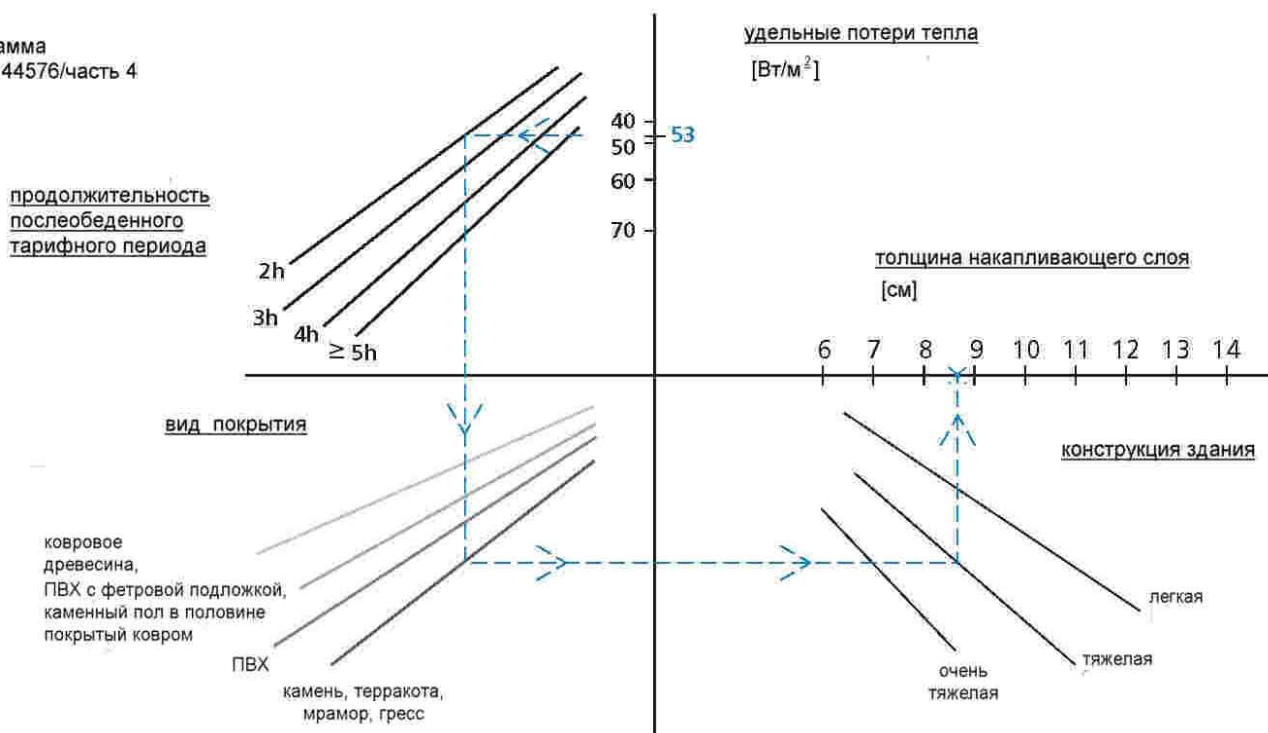
Толщина бетонного слоя зависит от следующих показателей:

- удельной поверхностной потери тепла здания [Вт/м²]
- времени продолжения экономного тарифа в послеобеденный период
- вида облицовки пола
- конструкции здания (по таблице)

Все эти зависимости представлены в виде номограммы (ниже таблицы), по которой можно определить, какую толщину бетонного слоя следует применить.

конструкция здания	удельная масса	конструкционные материалы
	[кг/м ²]	
легкая	менее 400	древесина
тяжелая	400 - 1200	полый модульный блок, газобетон
очень тяжелая	свыше 1200	бетон, сплошной кирпич

Номограмма по ДИН 44576/часть 4



Пример

(используется пример дома, описанного в разделе 1.2.2).

Исходные данные:

потребность тепловой мощности	$\Phi = 5070 \text{ Вт}$
поверхность здания	$A = 100 \text{ м}^2$
продолжительность экономного тарифа	8 часов в ночное время +2 часа во второй половине дня
конструкция здания	тяжелая

Полная мощность аккумуляционной системы отопления составляет:
 $5070 \text{ Вт} \times 24 \times 1,20/10 = 14602 \text{ Вт}$

Удельная потребность тепловой мощности составляет:
 $14602 \text{ Вт} / 100 \text{ м}^2 = 146 \text{ Вт} / \text{м}^2 < 175 \text{ Вт} / \text{м}^2$

Расчет толщины накапливающего слоя:

тепловые потери на 1 м^2 поверхности здания	$5070 \text{ Вт} / 100 \text{ м}^2 = 51 \text{ Вт}$
продолжительность	8 + 2 часа
вид покрытия пола	кафельная плитка
конструкция здания	тяжелая

Используя номограмму определяется толщина бетонного слоя – 9 см.
 (на номограмме этот случай отмечен штриховыми линиями).

Выбор нагревательных кабелей:

Гостиная 28 м^2

Потребность нагревательной мощности: $146 \text{ Вт/м}^2 \times 28 \text{ м}^2 = 4088 \text{ Вт}$

Выбираются два нагревательных кабеля ELEKTRA VCD17 таким образом, чтобы вместе обеспечивали мощность близкую к требуемой, например, нагревательный кабель ELEKTRA VCD17/2260 и кабель ELEKTRA VCD17/2040 совместной длины 253 м и мощности 4300 Вт . Расстояния между кабелями составят $a-a = S/L = 28 \text{ м}^2/253 \text{ м} = 0,11 \text{ м} = 11 \text{ см}$.

Спальня 16 м^2

Потребность нагревательной мощности: $151 \text{ Вт/м}^2 \times 16 \text{ м}^2 = 2416 \text{ Вт}$

Выбирается кабель ELEKTRA VCD17/2480 длиной 146 м .
 $a-a = 14,5 \text{ м}^2/146 \text{ м} = 0,099 \text{ м} = 9,9 \text{ см}$ (принимается 10 см).

Управление

Для управления аккумуляционным отоплением следует применять центральный контролер ELEKTRA 1803 совместно с регуляторами заряда. Центральный контролер регистрирует при помощи датчика погоды среднюю наружную температуру и направление изменения температуры. На основании сигналов передаваемых, например, таймером определяет периоды действия экономного тарифа.

Регулятор заряда, оборудованный датчиком оставшегося тепла, наблюдает за температурой покрытия пола. Центральный контролер, после получения сигнала о действии экономного тарифа, учитывает наружную температуру,

направление изменения температуры и необходимое количество тепла, которое следует накопить. На основании показаний регулятора заряда относительно оставшегося тепла с предыдущего дня, определяет продолжительность работы, момент включения и выключения системы, когда используется дешевая электроэнергия.

Центральный контролер может управлять 100 регуляторами заряда.

Виды регуляторов заряда:

- ELEKTRA 1842 – управляет двумя цепями нагрева
- ELEKTRA 1843 – управляет тремя цепями нагрева
- ELEKTRA 1844 – управляет четырьмя цепями нагрева

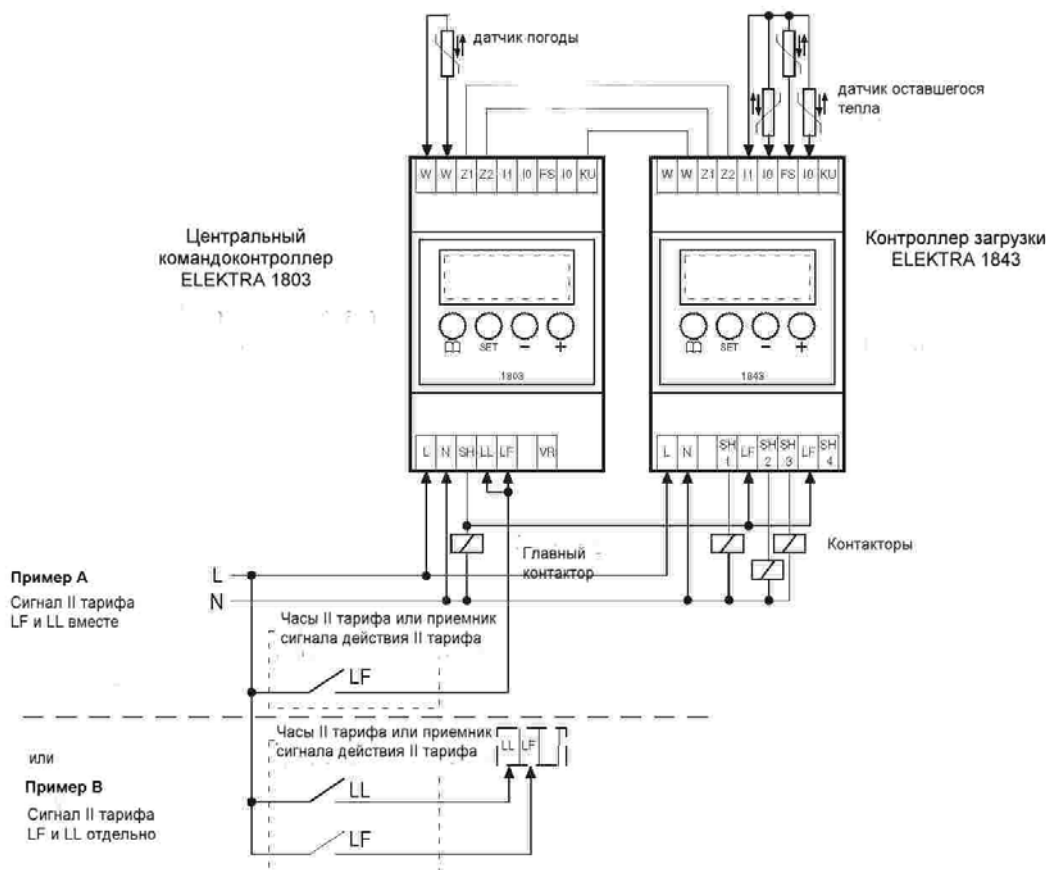


Схема управления аккумуляционным обогревом

1.5 Обогрев в тонких полах

Там, где по конструкционным отношениям (повышение уровня пола) нет возможности применить традиционные нагревательные кабели ELEKTRA VC/VCD, а также при обновлении старых полов применяются нагревательные маты ELEKTRA MG/MD или тонкий нагревательный кабель ELEKTRA DM. Маты или нагревательный кабель монтируются в слое клея или в самовыравнивающемся растворе, непосредственно под покрытием пола.

Они обычно применяются в качестве вспомогательной системы обогрева для получения „эффекта теплого пола“. Также они могут являться основной нагревательной системой.

Маты или кабель можно располагать на бетонных полах, самовыравнивающихся растворах, а также на старых керамических плитках, цементно-стружечных (ЦСП) или на древесностружечных плитах стойких к действию влаги.

В случае больших поверхностей, а также поверхностей разнообразной формы, рекомендуется применение нагревательного кабеля ELEKTRA DM.

1.5.1 Нагревательные маты ELEKTRA

Нагревательный мат состоит из тонкого нагревательного кабеля, укрепленного к армирующей ширине 50 см, и присоединенного к нему провода питания (с холодными концами) длиной 4 м.

Одножильный (имеет присоединенный с двух сторон провод питания) нагревательный мат ELEKTRA MG толщиной около 3 мм,

Двухжильный нагревательный мат (имеет присоединенный с одной стороны провод питания, а с другой стороны соединяющий коннектор). ELEKTRA MD толщиной около 3,9 мм,

Двухжильные маты ELEKTRA MD более просты в монтаже т.к. имеют только один провод питания.

Одножильные маты MG более сложны в монтаже, потому что к монтажной коробке следует подвести два питающих провода. Благодаря небольшой толщине, они могут применяться там, где нет возможности повышать уровень пола.

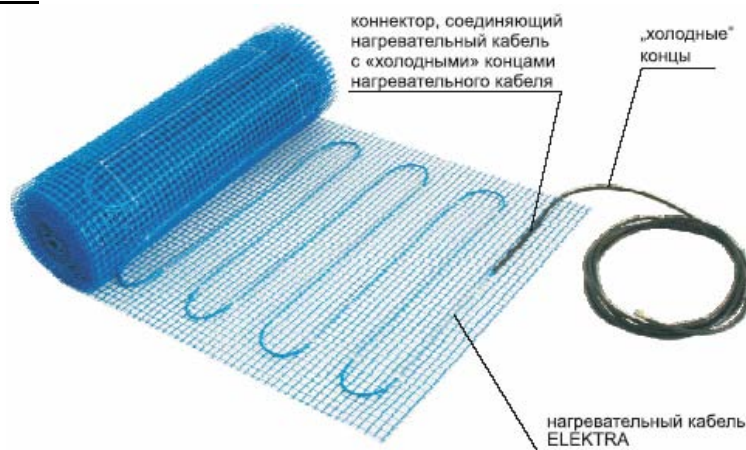
Мощность нагревательных матов:

MG – 100 Вт/м² и 160 Вт/м²
MD – 100 Вт/м² и 160 Вт/м²

Маты мощностью 160 Вт/м² могут монтироваться исключительно под керамическими покрытиями полов

Маты мощностью 100 Вт/м² могут монтироваться под покрытиями полов любого вида.

Выбор соответствующего типа нагревательного мата – в зависимости от вида обогрева и величины свободной поверхности (поверхности обогрева) – представлен в таблице.



Выбор типа нагревательного мата

предназначение системы отопления	кухня / ванная		остальные помещения
	поверхность обогрева < 3/4 полной поверхности	поверхность обогрева > 3/4 полной поверхности	
	мощность [Вт/м ²]		
обогрев	160	100	100
подогрев	100	100	100

1.5.1.1 Проектирование.

Расчет поверхности нагревательного мата

Выбирая размеры нагревательного мата, следует планировать его расположение на свободной поверхности покрытия пола. Поверхность нагревательного мата должна быть равной свободной поверхности или незначительно меньше ее. Если она меньше, мат следует расположить так, чтобы возможные необогретые поверхности находились возле стен (см. пример).

Поверхность ванной:

$$2,80 \times 2,80 = 7,84 \text{ м}^2$$

Свободная поверхность

$$5,92 \text{ м}^2$$

Длина нагревательного мата, который может быть расположен на свободной поверхности:

$$3 \times 1,6 \text{ м} + 2 \times 2,80 \text{ м} = 10,40 \text{ м}$$

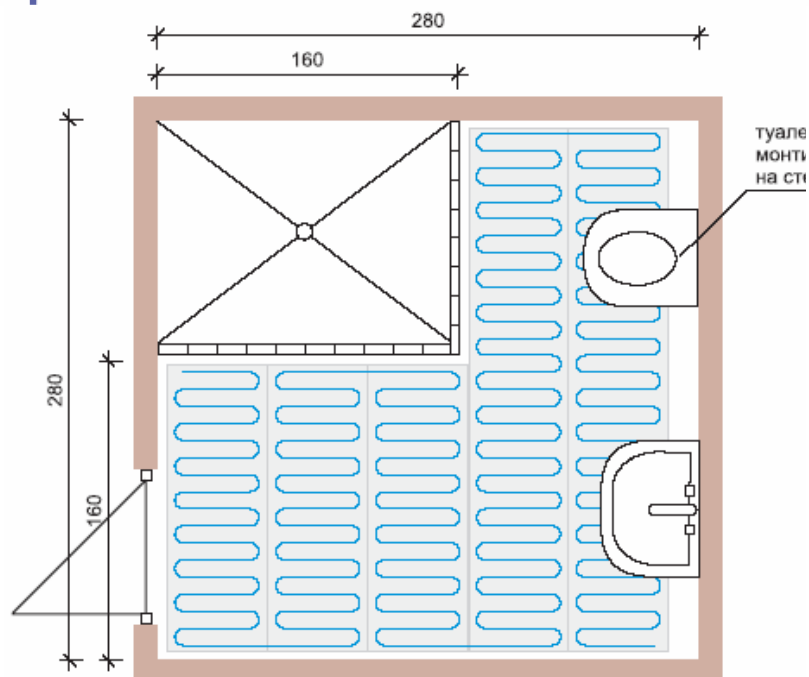
Поверхность нагревательного мата:

$$10,40 \text{ м} \times 0,50 \text{ м} = 5,20 \text{ м}^2$$

Подходит нагревательный мат MG или MD размерами 0,5 м x 10,0 м и поверхностью 5,0 м².

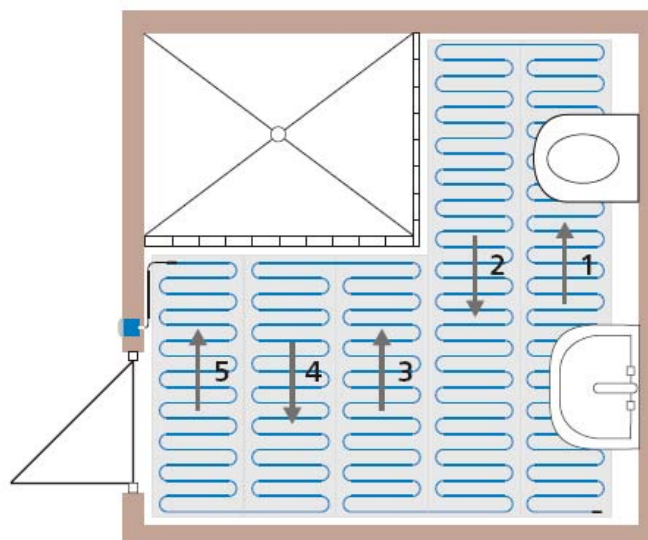
Способы расположения нагревательного мата

Выбирая двухжильный (MD) нагревательный мат или одножильный (MG) следует помнить, что необходимо подвести провода питания мата (длиной 4 м) к монтажной коробке, в которой будет расположен терморегулятор.

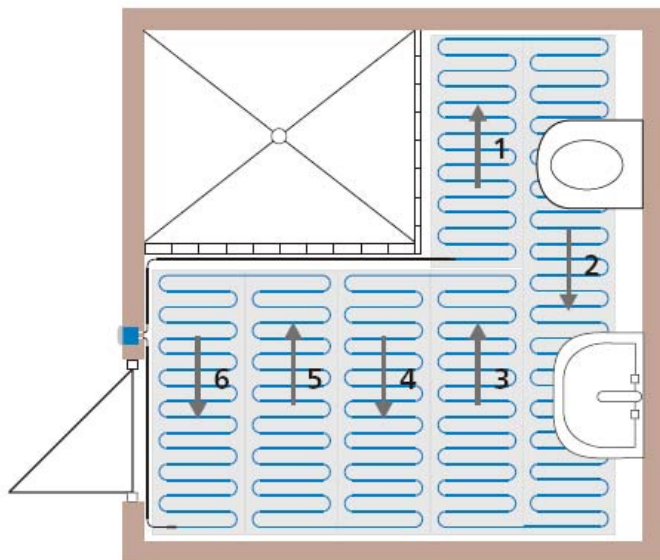


Планирование длины нагревательного мата

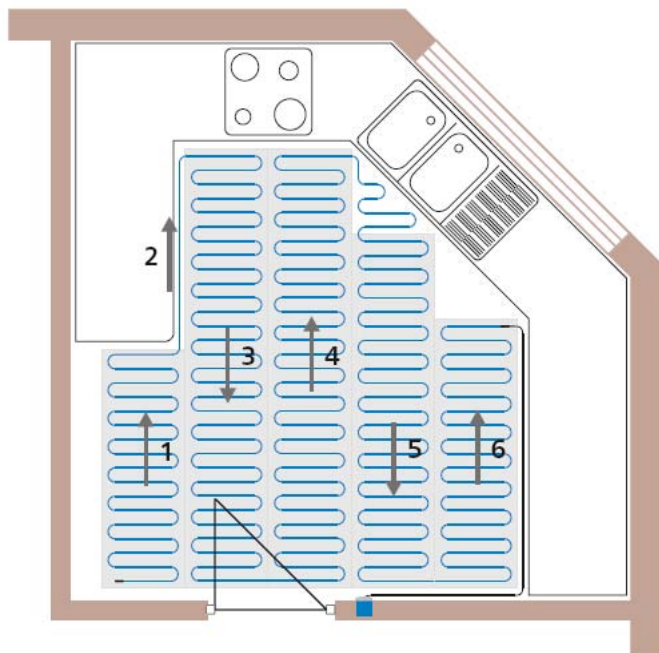
Выбор нагревательного мата, MG или MD, зависит от возможности повышения уровня покрытия пола.



Пример расположения двухжильного нагревательного мата ELEKTRA MD (провод питания мата обозначен черным цветом)



Пример расположения двусторонне питаемого нагревательного мата ELEKTRA MG (провод питания мата обозначен черным цветом)



Пример расположения односторонне питаемого нагревательного мата ELEKTRA MD

Выбор мощности нагревательного мата

В случае, когда нагревательные маты являются основной системой отопления, расчеты потребности помещений в тепле проводят согласно разделу 1.1.7. Выбор мощности нагревательного мата 100 или 160 Вт/м², будет зависеть от полной потребности тепла и величины свободной поверхности помещения.

Для приведенного примера проектная потребность тепловой мощности составляет 600 Вт.

Требуемая мощность обогрева $1,3 \times 600 \text{ Вт} = 780 \text{ Вт}$

Рассчитанная поверхность нагревательного мата – 5 м²

Выбирается мат MG 160/5,0 или MD 160/5,0 мощностью. 800 Вт.

Полученная мощность обогрева 1 м² поверхности ванной составит $800 \text{ Вт} / 7,84 \text{ м}^2 = 102 \text{ Вт/м}^2$

В случае, когда мат является дополнительным источником тепла, („эффект теплого пола“), следует выбрать мат мощностью 100 Вт/м².

Пример: основное отопление

В кухне поверхностью 9,36 м² свободная поверхность составляет 5,5 м²

Потребность в тепловой мощности составляет 600 Вт. Требуемая мощность обогрева $1,3 \times 600 \text{ Вт} = 780 \text{ Вт}$.

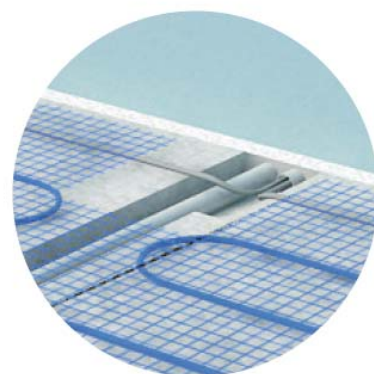
Поверхность мата, который может быть расположен на свободной поверхности составляет 5 м².

Выбирается нагревательный мат ELEKTRA MD 160/5,0 или MG 160/5,0 мощностью 800 Вт.

1.5.1.2 Монтаж

Приступая к прокладке нагревательного мата следует помнить, что:

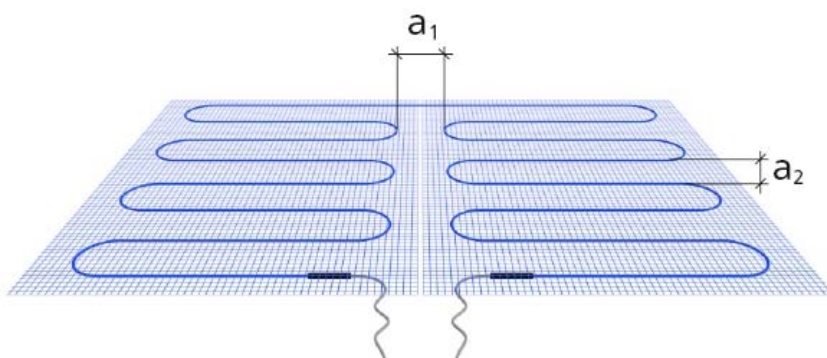
- не допускается повреждение нагревательного кабеля
- мат следует разложить по размеру и форме обогреваемой поверхности, разрезать можно только сетку, к которой крепится кабель
- не допускается укорачивание нагревательного кабеля мата
- не допускается подвергать нагревательный мат натяжению и напряжению
- не допускается установка нагревательного мата в местах, занятых стационарным оборудованием
- мат не может пересекать дилатационных швов в полу
- подключение к сети питания должен производить квалифицированный специалист
- для прикрепления матов к основанию следует применять клеевой раствор, подходящий к системам обогрева пола
- нагревательные маты должны прокладываться при расстоянии не менее 10 см от других источников тепла (дымоходы, трубопроводы горячей воды и центрального отопления)
- мат можно устанавливать нагревательными кабелями



Установка нагревательных матов

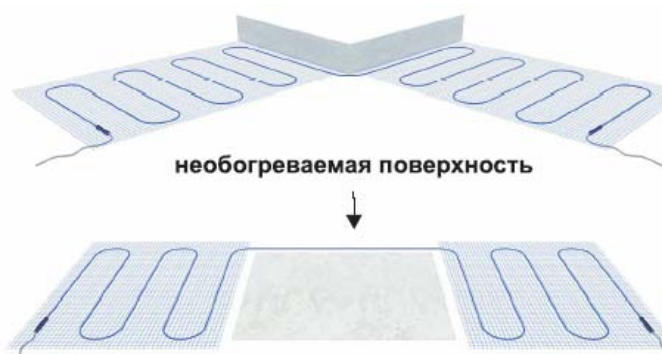
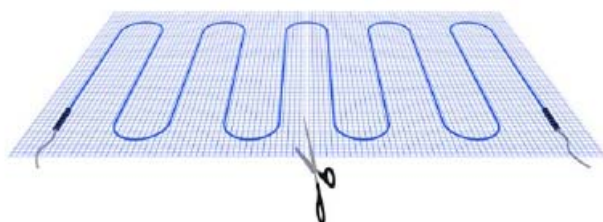
Этап подготовки: „сухая примерка мата” т.е. придание мату требуемой формы, разрезанием сетки (не допускается резка нагревательного кабеля) и поворот мата в соответствующем направлении.

вниз, чтобы сетка защищала
кабели от возможных
повреждений



расстояние
 $a_1 \approx a_2$

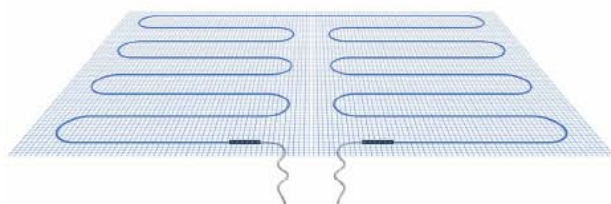
Примеры расположения нагревательных матов



Обогрев полов в помещениях

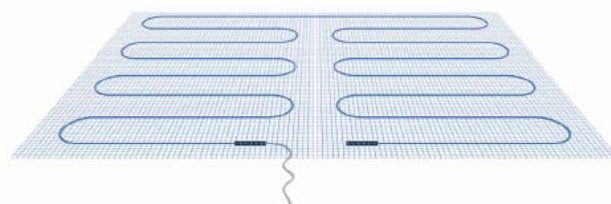
Одножильный мат ELEKTRA MG

Одножильный мат ELEKTRA MG



Двухжильный мат ELEKTRA MD

Двухжильный мат ELEKTRA MD



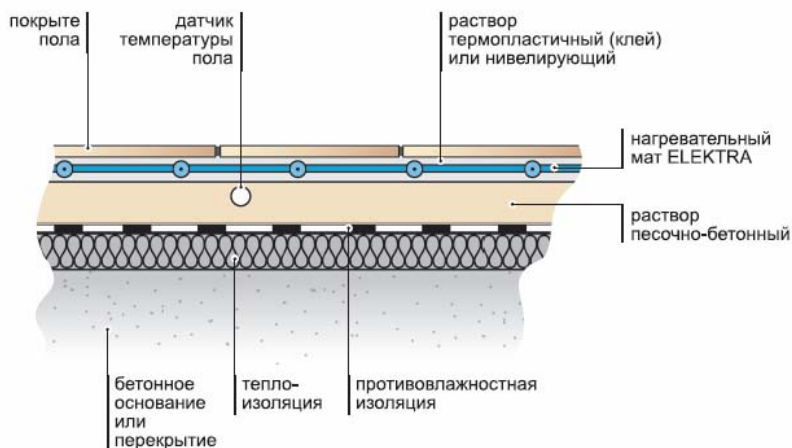
„холодные” концы длиной 4 м

Планирование расположения датчика температуры:

Датчик следует по возможности расположить в центре обогреваемого помещения и на равном расстоянии между нагревательными кабелями.

Монтаж провода с датчиком температуры:

- провод с датчиком располагается в гофрированной трубке, закупоренной с одной стороны
- в покрытии пола делается углубление (канавка) для защитной трубки
- затем провод датчика температуры прокладывается в гофрированной трубке под штукатуркой к монтажной коробке, в которой будет расположен терморегулятор.



Разрез пола



Этап установки нагревательного мата

- нагревательный мат должен быть полностью погружен в клеевом растворе, подходящем к системам обогрева пола
- не следует покрывать клеевым раствором сразу всю поверхность пола, мат следует устанавливать постепенно
- после установки мата, провода питания (холодные концы) в гофрированной трубке подводятся к трубке монтажной коробке.

В случае монтажа мата в слое самовыравнивающегося раствора следует

- расположить мат по всей подходящей для обогрева поверхности
- прикрепить к основанию
- произвести заливку раствора

1.5.2 Нагревательные кабели ELEKTRA DM

Нагревательный кабель ELEKTRA DM - это тонкий нагревательный кабель (около 4,3 мм) удельной мощности 10 Вт/м, присоединенный с одной стороны проводом питания длиной 2,5 м и с другой – коннектором. Этот тип кабеля устанавливается в тонком слое плиточного клея или в самовыравнивающейся стяжке.

Основное отопление

Выбирая нагревательные кабели ELEKTRA DM следует учесть:

- потребность помещений в тепле (раздел 1.1.7)
- расстояние между кабелями, расположенными на свободной поверхности (обогреваемая поверхность помещения), не должна превышать 12,5 см, чтобы не создавались недогретые зоны («тепловая зебра»).

Расстояние между кабелями не менее 5 см.

Вспомогательный обогрев – „эффект теплого пола”

Поверхность пола, для обогрева требует мощности от 80 до 120 Вт/м². Применение высшей удельной мощности (только для покрытий из кафельной плитки) обеспечивает более быстрое достижение требуемой температуры.

Пример – основной обогрев

Поверхность ванной – 8 м²

Свободная поверхность пола – 5,5 м²

Необходимая мощности составляет 700 Вт.

Требуемая мощность обогрева

$$1,3 \times 700 \text{ Вт} = 910 \text{ Вт}$$

Выбирается

нагревательный кабель

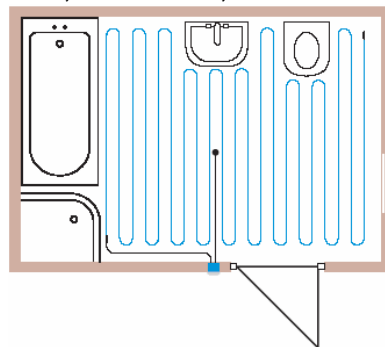
ELEKTRA DM 10/980

мощностью 980 Вт,

длиной 98 м.

Расстояние между проложенными кабелями составит:

$$a-a = S/L = 5,5 \text{ м}^2 : 98 \text{ м} = 0,056 \text{ м} = 5,6 \text{ см}$$



Пример – вспомогательный обогрев – „эффект теплого пола”

Свободная поверхность пола – 5,5 м².

Расстояние между кабелями принимается по таблице II (раздел 1.1.7), например, 10 см.

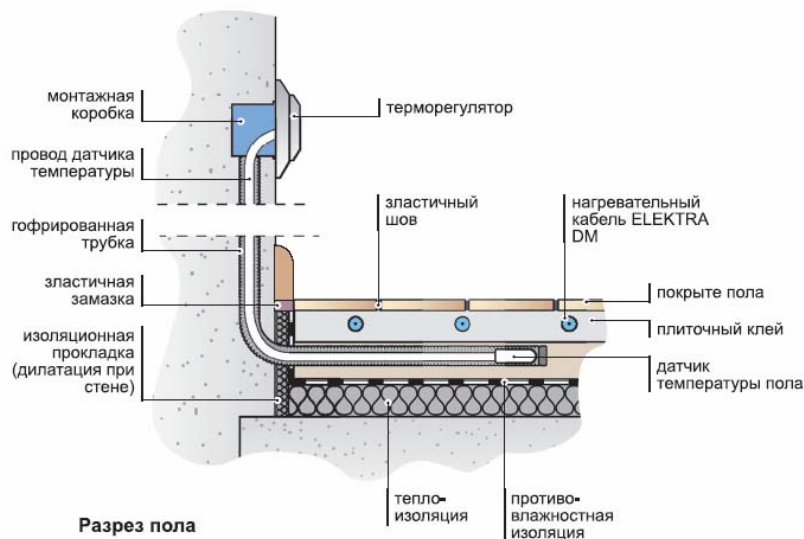
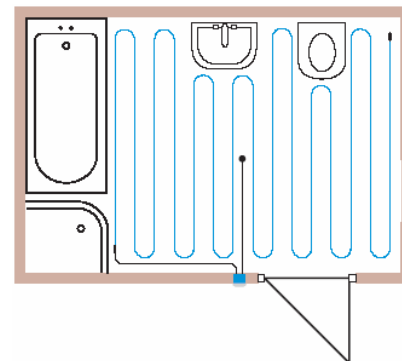
Рассчитывается требуемая длина нагревательного кабеля

$$5,5 \text{ м}^2 : 0,1 \text{ м} = 55 \text{ м}.$$

Выбирается

нагревательный кабель

длиной 55 м, ELEKTRA DM 10/550 мощностью 550 Вт.



Установка:

- До выполнения каких-либо установочных работ, поверхность должна быть подготовлена и вычищена для эффективного монтажа нагревательного кабеля DM клеевым пистолетом
- Датчик температуры пола должен устанавливаться в соответствии с пунктом 1.5.1.2
- Нагревательный кабель ELEKTRA DM должен устанавливаться на свободной от стационарных предметов поверхности (мебель без ножек, ванная). Закрепление кабеля на поверхности производится при помощи скотча. После этого нагревательный кабель приклеивается к поверхности при помощи клеевого пистолета
- После высыхания клея скотч удаляется
- По завершении работ, наносится клеевой раствор и приклеивается плитка.



Установка нагревательного кабеля DM должна производиться при помощи скотча



Установка нагревательного кабеля ELEKTRA DM горячим клеем.

Нагревательные кабели ELEKTRA DM можно также крепить к сетке из тонкой металлической проволоки или применить монтажную ленту TME. Этот способ монтажа требует большого количества клея или самовыравнивающейся стяжки, увеличивая толщину покрытия пола.

1.5.3 Подключение к схеме питания

Подключение к электросети следует осуществлять только при помощи терморегулятора. Электрическая цепь, питающая нагревательный мат или нагревательный кабель, должна быть оборудована устройством дифференциальной защиты чувствительностью $\Delta \leq 30 \text{ mA}$.

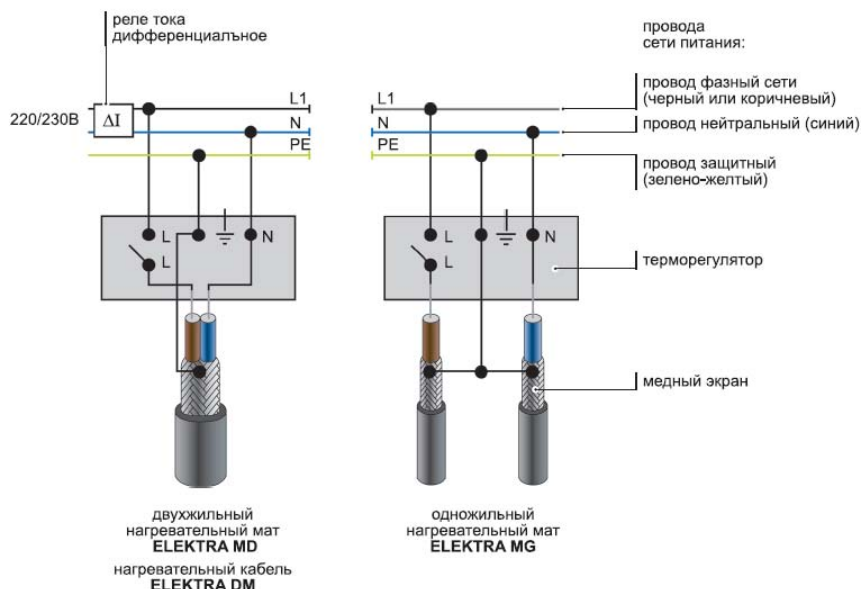


Схема подключения

1.6 Регулировка температуры

В системах обогрева помещений можно применять разнообразные виды терморегуляторов:

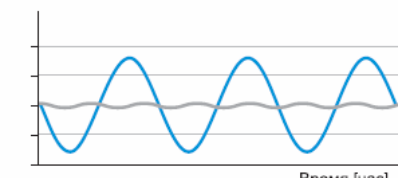
- электромеханические
- электронные
- программируемые

В помещениях, которые не требуют точной регулировки температуры, могут применяться электромеханические терморегуляторы, погрешность которых может составлять даже $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Электронные терморегуляторы обладают высокой точностью измерения температуры ($0,1 - 0,3^{\circ}\text{C}$).

Диаграмма работы электромеханического и электронного терморегуляторов

Температура [$^{\circ}\text{C}$]



— Электромеханический терморегулятор
— Электронный терморегулятор

Программируемые терморегуляторы обеспечивают возможность программирования температуры в суточном или недельном циклах. На жидкокристаллическом дисплее отражены следующие данные:

- действительная температура помещения
- установленная потребителем температура (комфортная и экономная)
- время работы нагревательной системы
- номер программы и ее графический символ

Выбранные модели обладают адаптационной способностью: терморегулятор сам определяет момент включения нагревания, для того, чтобы достигнуть желаемую температуру в течение времени, запрограммированного потребителем.

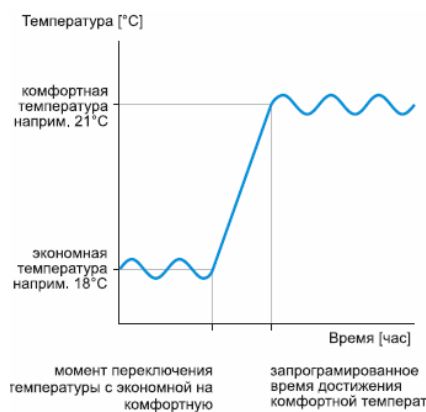


Диаграмма работы программируемого терморегулятора с адаптационной способностью

Классификация терморегуляторов

Терморегуляторы подразделяются по способу измерения температуры на:

- с датчиком в полу
- с датчиком температуры воздуха и защитным датчиком температуры пола (этот тип терморегулятора о По способу монтажа

терморегуляторы разделяются на:

- скрытую проводку
 - открытую проводку
 - на DIN-рейке
- Выбранные модели обладают адаптационной способностью: терморегулятор сам определяет момент включения нагревания, для того, чтобы достигнуть желаемую температуру в течение времени, запрограммированного потребителем. Терморегуляторы подразделяются по способу измерения температуры на:

- с датчиком в полу
- с датчиком температуры воздуха и защитным датчиком температуры пола (этот тип терморегулятора одновременно измеряет температуру воздуха и пола, что позволяет предохранять пол и нагревательные кабели от перегрева).

Если система обогрева пола является дополнительной к основной системе отопления, а потребитель заинтересован „эффектом теплого пола” — тогда следует применить терморегулятор, оборудованный датчиком только в полу, который поддерживает требуемую температуру пола.

Если система обогрева пола является основным источником отопления, а потребитель заинтересован оптимальной температурой в помещении, следует применить терморегулятор с встроенным датчиком температуры воздуха и пола.

По способу монтажа терморегуляторы разделяются на:

- скрытую проводку
- открытую проводку
- на DIN-рейке

1.6.1 Место расположения терморегулятора

Терморегулятор с датчиком температуры воздуха и пола следует расположить внутри обогреваемого помещения на высоте около 1,4 – 1,5 м выше уровня пола. Он не должен подвергаться действию других источников тепла (солнца) и сквозняков.

Некоторые модели терморегуляторов можно располагать в общих рамках с выключателями освещения и другими электроустановочными изделиями.

В ванных комнатах, саунах и других влажных помещениях, терморегулятор следует монтировать вне помещения. В таких случаях терморегулятор может измерять температуру только датчиком в полу.



При желании скрыть терморегулятор (на DIN-рейке в случае, когда не хочется, чтобы он был виден или доступен для пользователей помещения (например, в гостиничных номерах), можно установить регулятор на DIN-рейку. Провод датчика температуры можно удлинить до 100 м.



1.6.2 Способ монтажа терморегулятора и датчика температуры

Модели регуляторов для открытой прокладки на поверхности штукатурки монтируются на стене, используя для этой цели монтажную коробку для скрытой прокладки под слоем штукатурки.

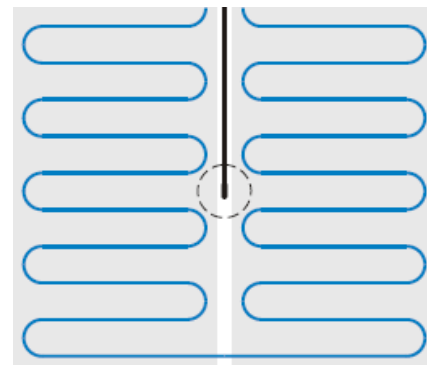
Модели терморегуляторов для скрытой установки под слоем штукатурки монтируются в углубленной монтажной коробке.

К монтажной коробке следует подвести питание (220/230 В) и вывести из нее две гофрированные трубки в направлении пола. Защитные трубки на крае стены и пола не должны быть изогнуты под прямым углом, но должны создавать ровную дугу.

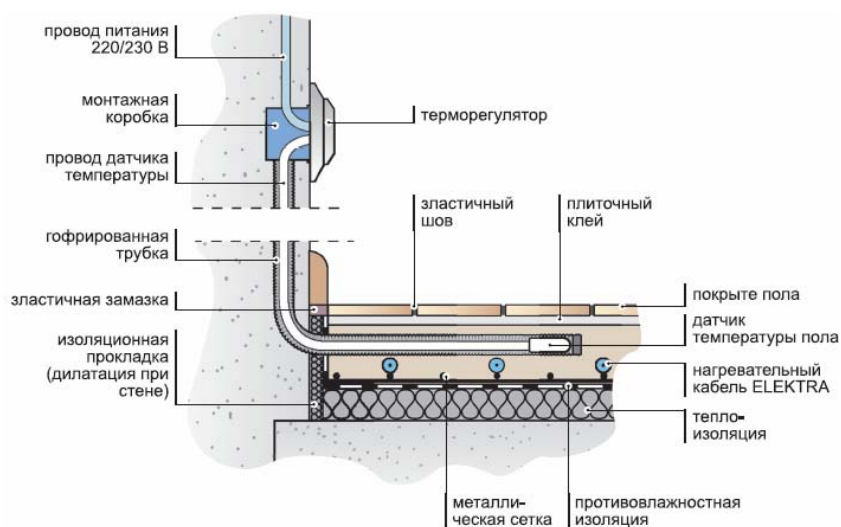
В эстетическом плане их следует расположить в предварительно сделанных канавках. В одну трубку вводятся провода питания (холодные концы) мата или нагревательных кабелей во вторую провод с датчиком температуры.

Датчик температуры следует расположить по возможности в центре обогреваемого помещения и на одинаковом расстоянии между нагревательными кабелями.

Гофрированную трубку, в которой будет пропущен провод с датчиком температуры, следует закупорить, для предотвращения проникновения в нее влаги.



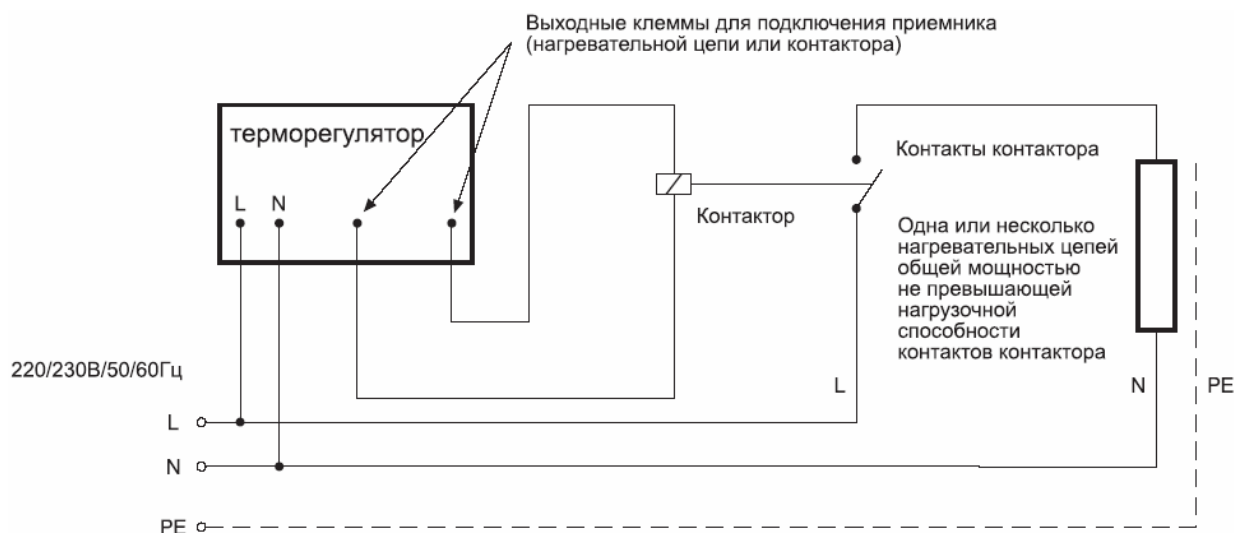
Пример расположения датчика температуры



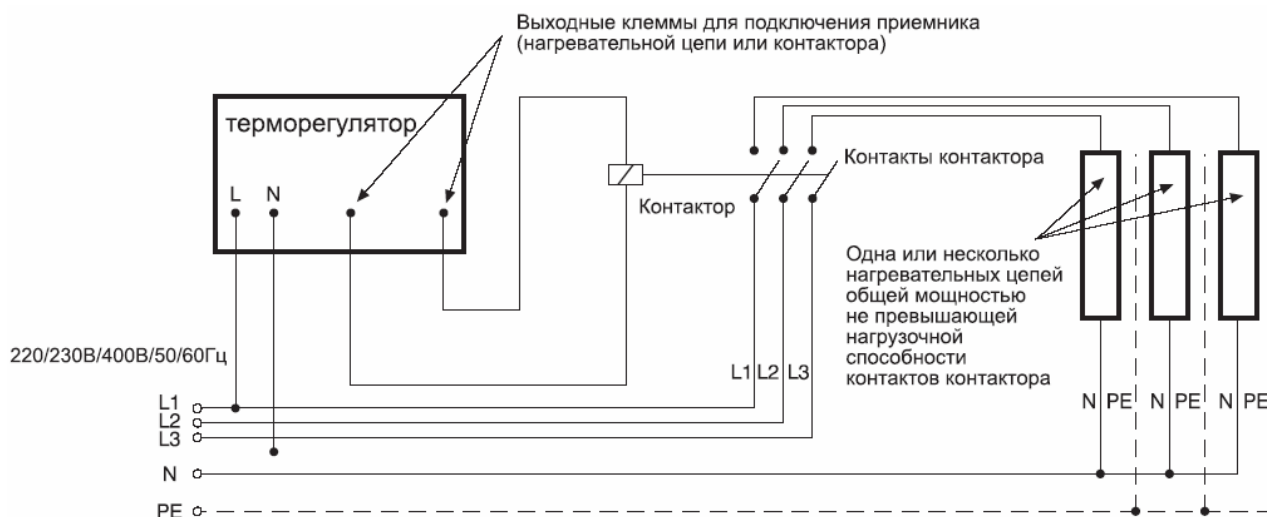
Разрез пола

Нагрузочная способность терморегулятора

Если мощность нагревательной цепи превышает допускаемую нагрузочную способность контактов регулятора, тогда нагревательную цепь следует включать с помощью контактора, как это представлено на рисунке. Параметры контактора следует выбрать так, чтобы нагрузочная способность его контактов не была меньше установленной нагревательной мощности.



Пример подключения нагревательных цепей с помощью однофазного контактора



Пример подключения нагревательных цепей с помощью трехфазного контактора

1.7 Таблица ВЫБОРА изделий

вид обогрева	вид помещения	вид пола	обогрев в бетонной стяжке				обогрев непосредственно под покрытием пола				терморегуляторы	
			нагревательные кабели				нагревательные маты					
			VCD 10	VCD 17	VC 15	VC 20	DM 10	MG 100	MG 160	MD 100		MD 100
основное	жилые	плитка	+	+	-	-	+	+	+	+	+	OCC2 1991 OCD2 1999 DIGI2p OTN 1991 OTDC. 1999 ELR 10
		ковровое покрытие ПВХ	+	-	-	-	+	+	-	+	-	
		пол на балках	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ванные	плитка	+	+	-	-	+	+	+	+	+	
	- объекты общественные, - объекты промышленные - погреба - гаражи	плитка мрамор промышленный пол бетон	-	+	+	+	-	-	-	-	-	OCC2 1991 OCD2 1999 DIGI2p OTN 1991 OTDC. 1999 ELR 10 ETV ETN
аккумуляционное	жилые	плитка	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1803 1842 1843 1844
	- объекты общественные, - объекты промышленные - погреба - гаражи	мрамор ковровое покрытие ПВХ паркет и другие деревянные	-	+	+	+	-	-	-	-	-	
вспомогательное „эффект теплого пола”	жилые	покрытия промышленный пол	+	-	-	-	+	+	-	+	-	OCC2 1991 DIGI2p OTN 1991 ELR 10
	ванные	плитка	+	-	-	-	+	+	-	+	-	

См. каталог изделий, стр. 77



2. Защита от стаивания снега и льда

ELEKTRA предлагает системы, стаивания снега и льда на крышах, в водосточных и сливных трубах, на подъездах, дорогах, лестницах, террасах, эстакадах, мостах и др.

Правильное проектирование и установка системы стаивания снега и льда дает уверенность, что на обогреваемых поверхностях не будет снежных навесов и ледяных сосулек, а водостоки и сливные трубы будут свободны. Система защиты от снега и льда должна управляться соответствующим терморегулятором.

Для исключения последствий, вызванных неожиданным изменением погоды, следует применять микропроцессорные терморегуляторы с датчиками температуры и влажности, которые автоматически распознают условия погоды.

Они поддерживают всю систему в полной готовности и не допускают к какой-либо опасности. Система включается только тогда, когда это необходимо.

Стоимость материалов, необходимых для исполнения системы защиты от снега и льда не очень большая, но затраты на эксплуатацию такой системы часто вызывают разногласия, особенно в случае обогрева поверхностей большого размера, требующих установки больших мощностей.

Следует помнить, что правильно выбранная регулировка обеспечивает действие системы только во время снегопада или замерзающего дождя.

Ввиду того, что снегопад бывает редко при низких температурах ниже -10°C , при этой температуре система будет только поддерживать готовность к быстрому таянию снега или льда.

2.1 Общие сведения

При выборе для данного объекта соответствующей поверхностной мощности следует учитывать:

- климатическую зону
- вид покрытия
- расположение обогреваемой поверхности

Применение соответствующей нагревательной мощности

применение	удельная мощность
	[Вт/м ²]
подъездные дороги тротуары автостоянки	250 – 300
лестницы платформы мосты	250 – 350

Более высокой мощности требуют установки, подверженные влиянию очень низкой температуры и ветра (мосты, лестницы, загрузочные площадки).

2.1.1 Покрытия из асфальта, брусчатки и плиток

Укрепленное основание покрывается слоем песка или сухого бетона. В этом слое устанавливаются нагревательные кабели ELEKTRA VC/VCD или нагревательные маты ELEKTRA SnowTec.

Кабели должны быть фиксированы монтажной лентой ELEKTRA TME или прикреплены к монтажной сетке. Провода питания следует подвести непосредственно к щиту питания. Всю зону нагрева следует еще раз покрыть укрепленным слоем песка.

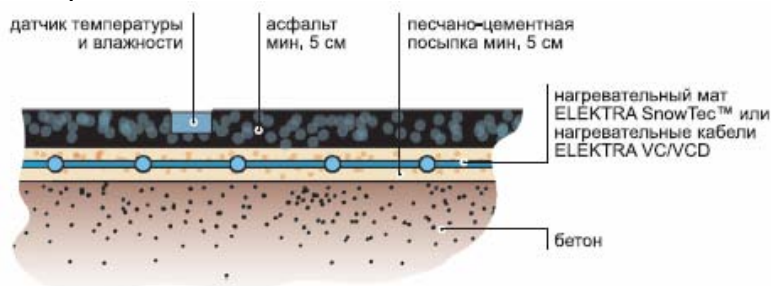
Окончательным этапом является установка выбранного наружного покрытия.

В таких случаях нагревательную мощность следует увеличить на 40 %. В зонах частого снегопада или в горах выше 1000 м н.у.м. система также требует высокой нагревательной мощности.

Для обогрева наружных поверхностей можно применять:

- одножильные кабели ELEKTRA VC20 (мощностью 20 Вт/м)
- двухжильные нагревательные кабели ELEKTRA VCD25 (мощностью 25 Вт/м)
- нагревательные маты ELEKTRA SnowTec, изготовленные из двухжильного нагревательного кабеля ELEKTRA VCD25 Вт/м; поверхностная мощность мата составляет 300 Вт/м².

Выбор соответствующего нагревательного кабеля или мата зависит от требуемой мощности, времени необходимого для совершения прокладки и формы обогреваемой поверхности.



Разрез тротуара или подъезда с асфальтным покрытием



Разрез тротуара или подъезда покрытого плитками или брусчаткой

Нагревательные маты применяются там, где необходимо провести проводку в короткий срок (установка нагревательного мата происходит в 6 – 8 раз быстрее, чем установка нагревательного кабеля). Для использования нагревательных матов требуется поверхность несложной формы, например прямоугольная.

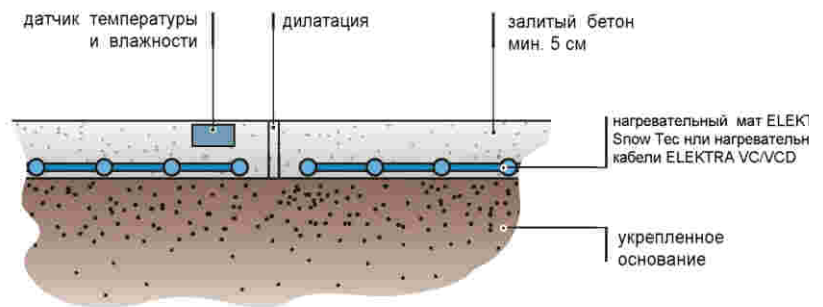
Расстояния между нагревательными кабелями в зависимости от удельной мощности обогрева

удельная мощность	20 Вт/м	25 Вт/м
[Вт/м ²]	[см]	[см]
250	8	10
300	7	8
350	6	7
400	5	6

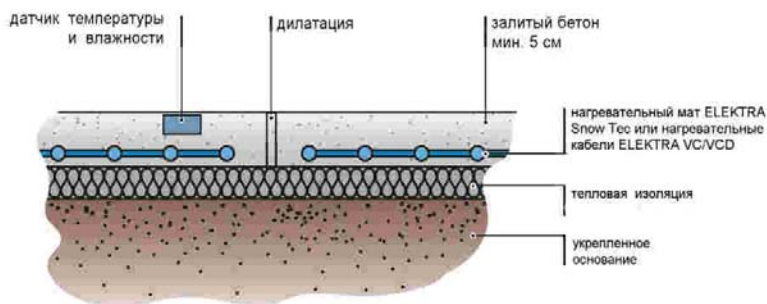
Минимальное расстояние между кабелями составляет 5 см.

2.1.2 Бетонное покрытие

Нагревательные кабели раскладываются и крепятся на монтажной сетке или непосредственно на укрепленном основании. Затем выливается слой бетона (мин. 5 см). Систему можно использовать только после полного отвердевания бетона, (30 дней). Длину нагревательных матов или кабелей следует определить так, чтобы они не пересекали дилатационных швов. Только провода питания (холодные концы) могут проходить через дилатационные швы; их следует пропустить в металлической трубе длиной мин. 50 см.



Разрез тротуара или подъезда из наливного бетонного слоя



Разрез бетонного покрытия с теплоизоляцией

Защита от снега и льда

Изоляция и эксплуатационные затраты

Применение теплоизоляции влияет на значительное снижение эксплуатационных затрат

Под обогреваемой поверхностью можно применить теплоизоляцию.

Она обладает следующими характеристиками:

- Низкое влагопоглощение (0,04-0,10%)
- Высокая механика материалов (200-700 кН/м²)
- Очень низкая электропроводимость (0,027-0,036 В/мК)

2.1.3 Управление

Системы защиты от снега и льда могут управляться с помощью:

- терморегулятора с датчиком температуры и влажности ETOG
- терморегулятора с датчиком температуры ETR 1447

Наиболее эффективным и экономным является терморегулятор с датчиком температуры и влажности ETOG. Он включает систему только тогда, когда температура и влажность достигают определенных величин: во время снегопада, мокрого снега и появления наледи.

Терморегулятор с датчиком температуры ETR 1447, включает нагревательную систему, когда температура воздуха примет величину в установленном диапазоне, например, от -5°C до $+5^{\circ}\text{C}$.

Терморегулятор следует расположить на щите управления. К щиту подводятся провода питания (холодные концы) нагревательного кабеля или мата и провод датчика температуры. Кроме того, щит должен быть оборудован устройствами защиты, в том числе дифференциальной.

В зависимости от вида и предназначения датчик терморегулятора монтируется:

- датчик температуры и влажности – в покрытии, в месте подверженном наиболее продолжительному сохранению влажности и низкой температуры (например, место в тени или подверженное действию ветра); датчик располагается в

- углублении, около 5 мм ниже уровня покрытия, чтобы задержать воду,
- датчик температуры – в месте не подверженном солнечному излучению, например, на стене гаража, подъезд к которому обогревается

Датчик температуры и влажности следует монтировать после заливки бетонного слоя или укладки брусчатки. К месту расположения датчика следует подвести гофрированную трубку, в которой будет проведен провод датчика после изготовления покрытия.

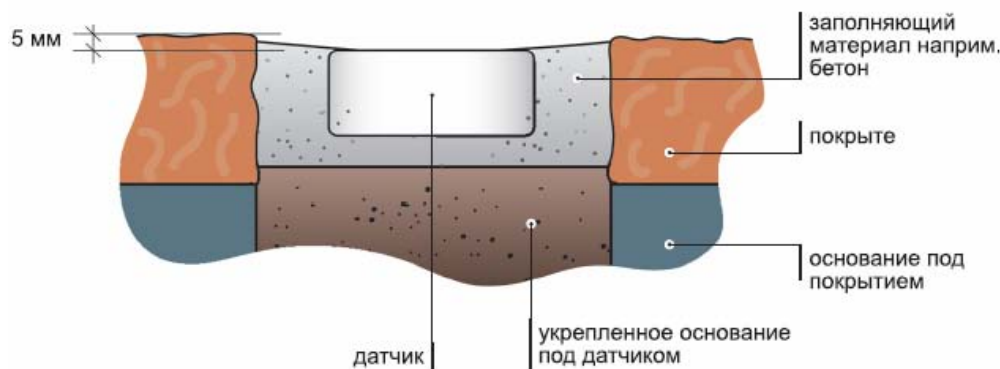
Рекомендуется, чтобы провод датчика был подведен к щиту управления без удлинения. Если удлинение будет необходимо, подключение следует выполнить в клеммной коробке, или с помощью термоусаживаемой муфты.



Терморегулятор с датчиком температуры и влажности ETOG



Терморегулятор с датчиком температуры ETR 1447



Пример монтажа датчиков температуры и влажности в покрытии дороги

2.2 Подъездные участки дорог, проездные дороги, разгрузочные платформы

Подъезд к гаражу, разгрузочная платформа

В зависимости от положения дороги (местность открытая или закрытая) и климатической зоны, установленная мощность должна составлять 250 – 300 Вт/м². Нагревательные маты или кабели прокладываются по всей поверхности, которая должна обогреваться или только под проезжей частью.

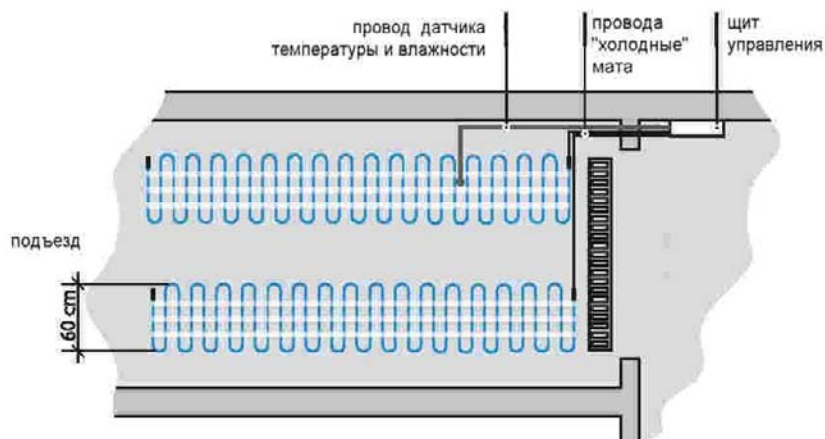
Пример: подъезд к гаражу длиной 10 м, покрытие из брусчатки.

Применяются нагревательные маты ELEKTRA SnowТес, Обогреваются две проезжие полосы шириной 60 см, выбираются нагревательные маты длиной 10 м – ELEKTRA SnowТес 300/10 мощностью 1860 Вт. Общая установленная мощность подъезда:

$2 \times 1860 \text{ Вт} = 3720 \text{ Вт} = 3,72 \text{ кВт}$
Среднее количество часов в зимний период около 500 часов.

Необходимая мощность в течение зимнего периода:
 $3,72 \text{ кВт} \times 500 \text{ час.} = 1860 \text{ кВт-часов}$



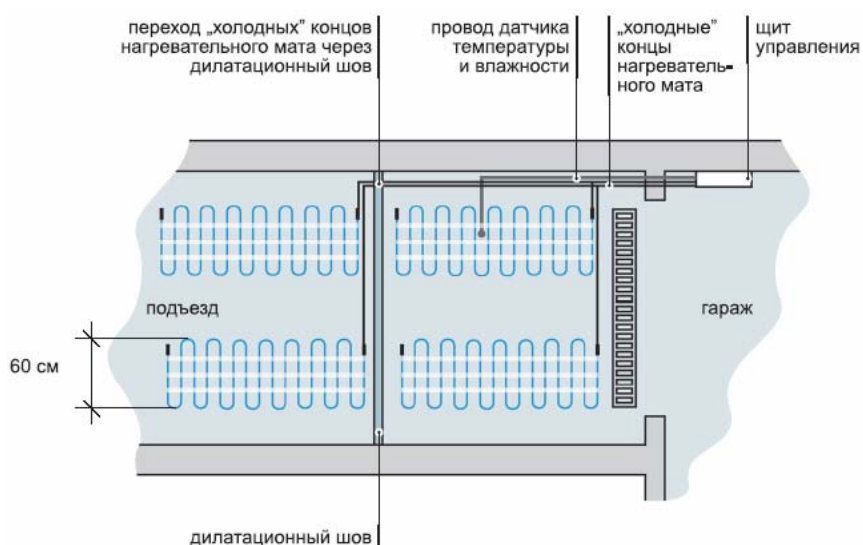


Пример расположения нагревательных матов ELEKTRA SnowTec в подъезде к гаражу

Пример: подъезд к гаражу, длиной 10 м, покрытие бетонное.

Применяются нагревательные маты ELEKTRA SnowTec. Бетонный подъезд длиной 10 м требует дилатации. Длина матов и их число выбираются таким образом, чтобы они не пересекали дилатационных швов.

Выбираются четыре нагревательных мата длиной 5 м – ELEKTRA SnowTec 300/5 мощностью 930 Вт каждая.



Пример расположения нагревательных матов ELEKTRA SnowTec в бетонном подъезде к гаражу, в котором существует дилатационный шов.

Пример: платформа для разгрузки товаров.

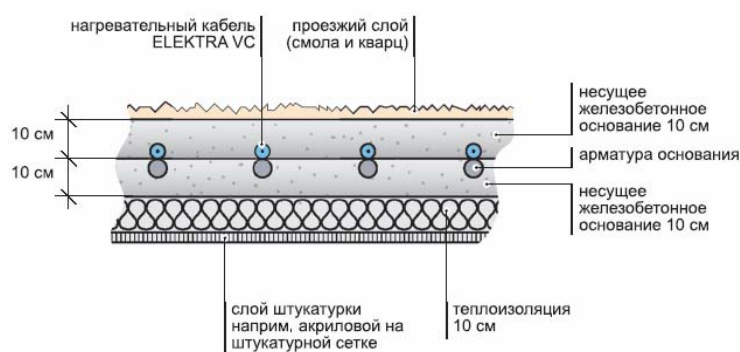
Применяются нагревательные кабели ELEKTRA VC.

Платформа размерами: длина 10 м, ширина 3 м, поверхность платформы 30 м².

Минимальная удельная поверхностная мощность разгрузочной платформы составляет 300 Вт/м².

$$30 \text{ м}^2 \times 300 \text{ Вт/м}^2 = 9000 \text{ Вт}$$

Выбираются 3 одножильных нагревательных кабеля ELEKTRA VC20/3120.



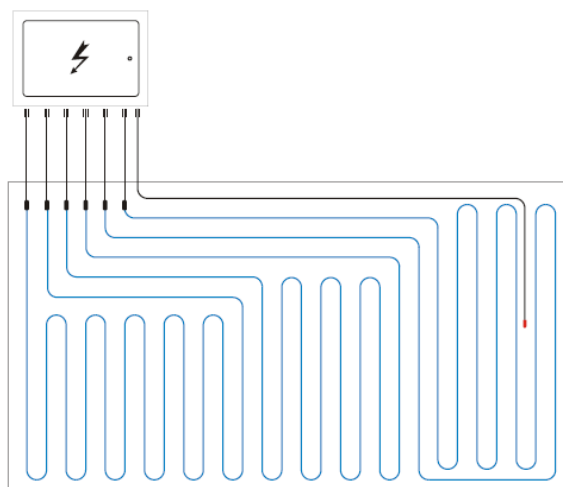
Технические параметры нагревательного кабеля ELEKTRA VC 20/3120:

длина 156 м, мощность 3120 Вт
Полная мощность 9360 Вт.

Удельная поверхностная мощность составляет: 312 Вт/м².

Расстояние между кабелями:
 $a-a = 30 \text{ м}^2/3 \times 156 \text{ м} = 0,064 \text{ м} = 6,4 \text{ см}.$

Разрез висячей разгрузочной платформы



Примерная схема расположения нагревательных кабелей ELEKTRA VC 20

Защита от снега и льда

2.3 Паркинги

Пример 1а: паркинг
размерами

10 м x 21 м = 210 м²,

покрытие из брусчатки.

Применяются нагревательные
маты ELEKTRA SnowTec.

Учитывая размеры паркинга
можно применить
нагревательные маты SnowTec
300/10 длиной 10 м,
номинальной мощности
1860 Вт.

Применение мата длиной
равной ширине паркинга дает
возможность собрать провода
питания на одной стороне
паркинга, что облегчит их
подключение к клеммной
коробке.

Ширина нагревательного мата
0,6 м. Минимальное расстояние
между отдельными матами
0,1 м. Действительная ширина
занята одним матом:
0,6 м + 0,1 м = 0,7 м.

Число матов расположенных по
всей длине:

21 м : 0,7 м = 30 матов.

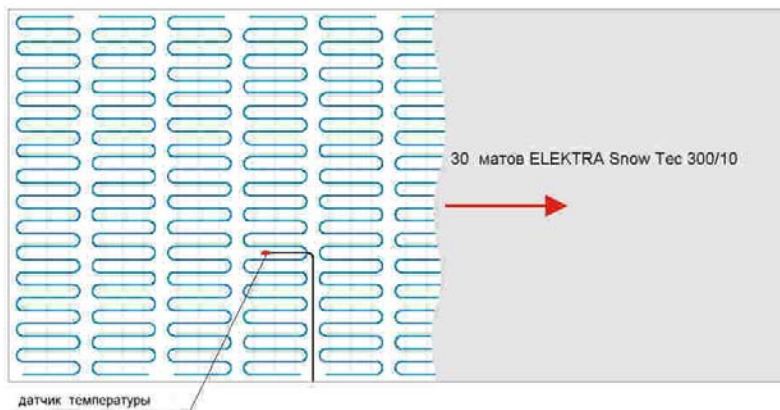
Общая мощность проложенных
матов ELEKTRA SnowTec
300/10:

1860 Вт x 30 = 55800 Вт

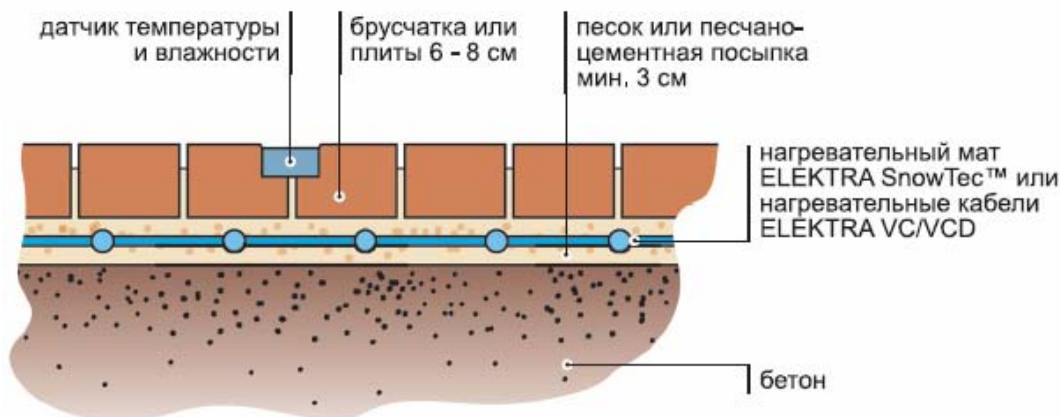
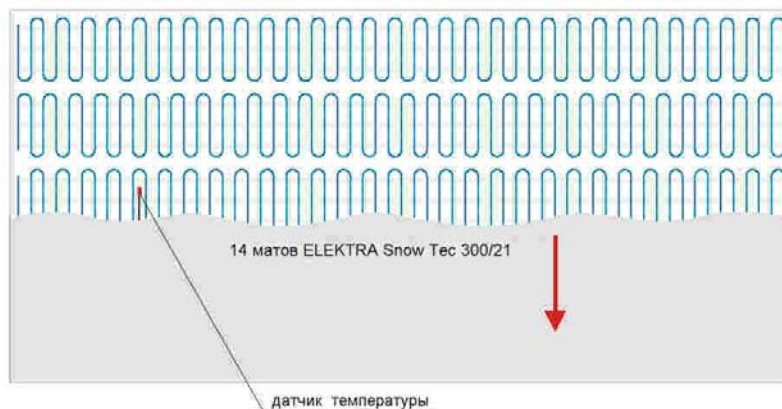
Мощность на 1 м² поверхности:

5580Вт:210 м² = 265,7Вт/м²

Пример расположения нагревательных матов ELEKTRA SnowTec
на паркинге с покрытием из брусчатки



Маты можно расположить параллельно длинного бока паркинга



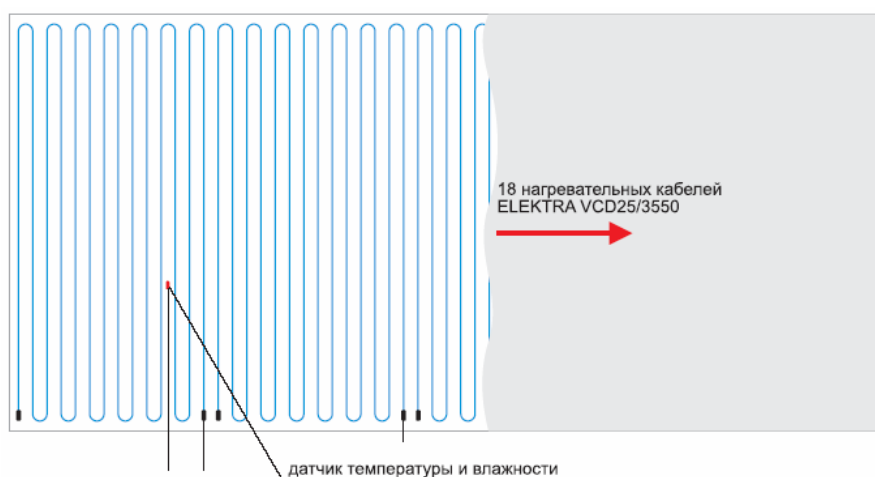
Разрез тротуара или подъезда покрытого плитой или брусчаткой

Пример 1b: применение нагревательных кабелей ELEKTRA VCD25

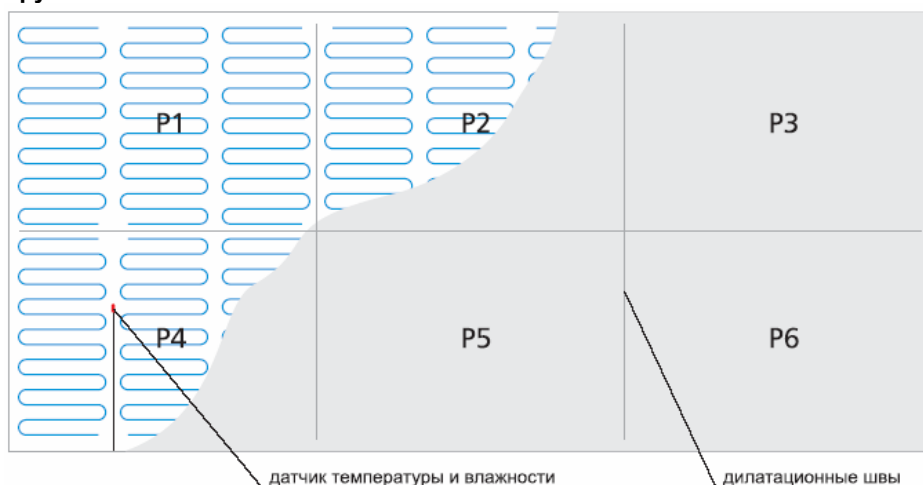
Выбирая соответствующий тип нагревательного кабеля следует учитывать удобство его установки. Проще всего собрать все провода питания (холодные концы) вдоль одной стороны паркинга, чтобы облегчить их подключение в клеммной коробке.

Требуемая удельная мощность 300 Вт/м^2
Потребность нагревательной мощности всего паркинга: $210 \text{ м}^2 \times 300 \text{ Вт/м}^2 = 63000 \text{ Вт}$.
Выбираются нагревательные кабели ELEKTRA VCD25/3550 длиной 142 м.
Требуемое количество кабелей: $63000 \text{ Вт} / 3550 \text{ Вт} = 17,75$ значит 18 нагревательных кабелей.
Общая длина 18 кабелей: $18 \times 142 \text{ м} = 2556 \text{ м}$.

Расстояния между кабелями:
 $a-a = 210 \text{ м}^2 / 2556 \text{ м} = 0,082 \text{ м} = 8,2 \text{ см}$.
Установленная мощность на 1 м^2 поверхности паркинга :
 $18 \times 3550 \text{ Вт} / 210 \text{ м}^2 = 304 \text{ Вт/м}^2$.



Пример расположения нагревательных кабелей на паркинге с покрытием из брусчатки



Пример расположения нагревательных кабелей в зонах обогрева P1 – P6 на паркинге с покрытием из бетона

Пример 2: паркинг размерами $10 \text{ м} \times 21 \text{ м} = 210 \text{ м}^2$, покрытие паркинга – наливной слой бетона

- в покрытии паркинга следует выполнить дилатационные швы (как на рисунке рядом)
- количество и длину нагревательных матов или кабелей следует выбрать так, чтобы их можно было свободно проложить в каждой зоне обогрева, без пересечения дилатационных швов
- число зон обогрева: 6 размерами $7 \text{ м} \times 5 \text{ м}$.
- поверхность одной зоны обогрева: 35 м^2

Пример 2а: Применение нагревательных матов ELEKTRA SnowTec

Учитывая размеры зоны обогрева выбираются маты длиной 5 м: SnowTec 300/5 мощностью 930 Вт. Ширина нагревательного мата 0,6 м. Минимальное расстояние между расположенными матами 0,1 м. Действительная ширина занята одним матом 0,7 м. Число матов длиной 5 м, расположенных в одной зоне обогрева (как на рисунке): $7 \text{ м} : 0,7 \text{ м} = 10$ матов. Совместная мощность матов в одной зоне обогрева : $10 \times 930 \text{ Вт} = 9300 \text{ Вт}$. Общее число матов в 6 зонах обогрева $10 \times 6 = 60$ матов. Совместная мощность матов проложенных на поверхности паркинга: $60 \times 930 \text{ Вт} = 55800 \text{ Вт}$. Мощность на 1 м^2 поверхности паркинга: $55800 \text{ Вт} : 210 \text{ м}^2 = 265,7 \text{ Вт/м}^2$.

При обогреве наружных площадей на бетонном основании максимальная площадь зон без дилатационных швов 9 м^2 .

Применение нагревательных кабелей ELEKTRA VCD25

Требуемая мощность 250 – 300 Вт/м²
Требуемая мощность в зоне обогрева от 8750 Вт до 10500 Вт.
Выбираются следующие кабели:
VCD25/3250 номинальной мощности 3250 Вт и длиной 130 м – 1 шт. и VCD25/3000 номинальной мощности 3000 Вт и длиной 120 м – 2 шт.
Совместная мощность нагревательных кабелей в одной зоне обогрева : $3250 \text{ Вт} + 2 \times 3000 \text{ Вт} = 9250 \text{ Вт}$
Совместная мощность нагревательных кабелей проложенных в 6 зонах обогрева: $6 \times 9250 \text{ Вт} = 55500 \text{ Вт}$.
Мощность на 1 м^2 поверхности паркинга: $55500 \text{ Вт} : 210 \text{ м}^2 = 264,2 \text{ Вт/м}^2$.
Расстояния между кабелями: $a-a = 35 \text{ м}^2 / 130 \text{ м} + 2 \times 120 \text{ м} = 0,095 \text{ м} = 9,5 \text{ см}$.

2.4 Лестницы

Полную защиту лестниц от снега и наледи обеспечит мощность от 250 до 300 Вт/м²:

- 250 Вт/м² – лестницы наружные, под крышей или укрытые;
- 300 Вт/м² – в случае незащищенных наружных лестниц, подверженных действию осадков.

Для обогрева лестниц можно применять:

- двухжильные нагревательные кабели ELEKTRA VCD25 (мощностью 25 Вт/м)
- одножильные нагревательные кабели ELEKTRA VC20 (мощностью 20 Вт/м)

Тип кабелей следует выбирать по способу их монтажа. Если кабели будут монтированы на основании ступеней, удобнее применять двухжильные кабели ELEKTRA VCD25.

Если нет возможности поднять уровень ступеней, следует сделать в них канавки и проложить в них нагревательные кабели ELEKTRA VC20 или ELEKTRA VCD25.

Пример: железобетонная наружная лестница

число ступеней	4
длина ступени	1,2 м
ширина ступени	0,3 м
высота ступени	0,15 м
площадка	1,0x1,2 м
мощность обогрева	300 Вт/м ²

а) обогрев двухжильным нагревательным кабелем ELEKTRA VCD25

Для обеспечения мощности 300 Вт/м² применяя кабель удельной мощности 25 Вт/м, расстояние между кабелями должно составлять:

$$a - a = \frac{25 \text{ Вт/м} \cdot 100 \text{ см/м}}{300 \text{ Вт/м}^2} \approx 8 \text{ см}$$

На одной ступени размерами 0,3 x 1,0 м следует расположить нагревательный кабель длиной:

$$\frac{300 \text{ Вт/м}^2}{25 \text{ Вт/м}} \times 0,3 \times 1,2 = 4,3 \text{ м}$$

Длина нагревательного кабеля, расположенного на 4 ступенях:

$$4,3 \text{ м} \times 4 = 17,3 \text{ м}$$

Эту длину следует увеличить на высоту ступеней:

$$4 \times 0,15 \text{ м} = 0,6 \text{ м}$$

Длина нагревательного кабеля расположенного на площадке:

$$\frac{300 \text{ Вт/м}^2}{25 \text{ Вт/м}} \times 1,2 \times 1,2 = 17,3 \text{ м}$$

Общая длина нагревательного кабеля 35,2 м.

Выбирается нагревательный кабель ELEKTRA VCD25/875 длиной 35.



Расположение двухжильного нагревательного кабеля ELEKTRA VCD25

**б) обогрев
одножильным
нагревательным
кабелем ELEKTRA
VC20**

Для обеспечения мощности 300 Вт/м^2 применяя кабель удельной мощности 20 Вт/м , расстояние а-а между кабелями должно составлять:

$$a - a = \frac{20 \text{ Вт/м} \times 100 \text{ см/м}}{300 \text{ Вт/м}^2} \approx 6 \text{ см}$$

Длина кабеля, расположенного на одной ступени:

$$\frac{300 \text{ Вт/м}^2}{20 \text{ Вт/м}} \times 0,3 \times 1,2 = 5,4 \text{ м}$$

Длина нагревательного кабеля, расположенного на 4 ступенях:

$$4 \times 5,4 = 21,6 \text{ м}$$

Эту длину следует увеличить на высоту ступеней:

$$4 \times 0,15 = 0,6 \text{ м}$$

Длина кабеля, расположенного на площадке:

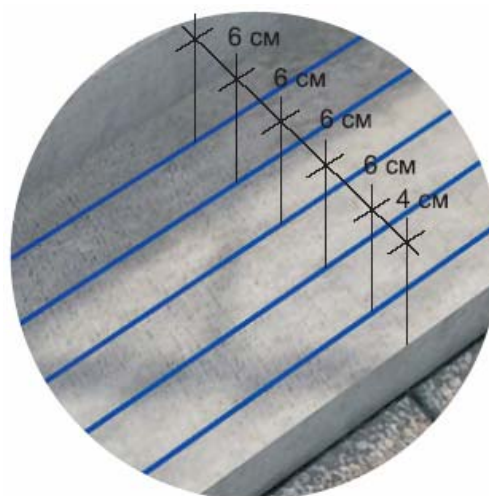
$$\frac{300 \text{ Вт/м}^2}{20 \text{ Вт/м}} \times 1,2 \times 1,2 = 21,6 \text{ м}$$

Общая длина нагревательного кабеля составит:
43,8 м.

Выбирается нагревательный кабель ELEKTRA VC20/920 длиной 46 м, - оставшийся отрезок кабеля длиной 2,2 м можно положить перед лестницей.



Расположение одножильного нагревательного кабеля ELEKTRA VC20



2.4.1 Монтаж

Прокладывая нагревательные кабели ELEKTRA на лестнице следует выдерживать минимальные расстояния:

- для двухжильных кабелей ELEKTRA VCD25 – 6 см
- для одножильных кабелей ELEKTRA VC20 – 5 см

Ввиду того, что боковые части ступеней не обогреваются, крайние отрезки кабеля следует располагать ближе края ступени (около 4 см). Рекомендуется проложить кабели в предварительно сделанных канавках и залить их слоем цементного раствора. Канавки, лучше всего, сделать во время изготовления лестницы. Этот способ монтажа кабелей значительно облегчает последующее наложение покрытия и не вызывает повышения уровня лестницы.



Расположение нагревательных кабелей

Если повышение уровня лестницы (например, уже существующей) возможно, тогда нагревательные кабели раскладываются на поверхности ступеней, прикрепляя их к основанию с помощью металлической проволочной сетки или монтажной ленты ELEKTRA TME, а затем заливается слоем бетона толщиной мин. 3 см.



Монтажная лента ELEKTRA TME

Управление

Работа нагревательной системы должна управляться терморегулятором типа ETOG с датчиком температуры и влажности или терморегулятором ETR1447 с датчиком температуры (раздел 2.1.3).



2.5 Крыши, водосточные трубы и желоба

Системы защиты от снега и льда предотвращают:

- накопление снега и наледи на крышах
- замерзание воды в водосточных трубах и желобах и повреждение этих устройств
- образование подтеков на фасадах зданий
- образование сосулек

Потери, вызванные повреждением водосточных желобов и крыши, превышают затраты на нагревательную систему.

Для обеспечения эффективности действия нагревательной системы, установленная мощность должна находиться в пределах приведенных в таблице.

Применение соответствующей нагревательной мощности

применение	удельная мощность
водосточные трубы и желобы	20 – 60 [Вт/м]
желобы на крышах шириной свыше 30 см	200 – 300 [Вт/м ²]
края крыши	200 – 300 [Вт/м ²]
части крыши выступающие вне поверхности стены	300 [Вт/м ²]

Для обогрева крыши и водосточных желобов надо применять кабели с защитным покрытием от влияния солнечных лучей UV:

- двухжильные нагревательные кабели ELEKTRA VCDR

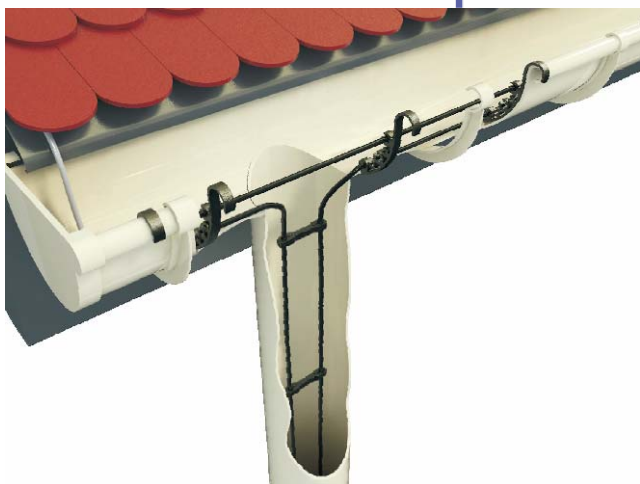
- саморегулирующиеся нагревательные кабели ELEKTRA SelfТес

Для обогрева желобов и водосточных труб обычно применяют двойную укладку нагревательного кабеля. В водосточных трубах или желобах шириной (диаметром) ≤12 см в климатической зоне с легкой зимой, возможна одинарная укладка кабеля.



В местностях с частыми снегопадами, обогрев только водосточных труб и желобов не обеспечивает полного удаления снега и наледи.

Необходимым является обогрев края крыши, соприкасающегося с водосточным желобом (ширина обогреваемой поверхности крыши около 50 см).



Расположение нагревательного кабеля ELEKTRA VCDR в водосточной трубе и желобе



Пример обогрева водосточного желоба и края крыши

Защита от снега и льда



Расположение нагревательного кабеля от уровня земли до глубины промерзания грунта

Если вода из водосточных труб сливается непосредственно в водосток, тогда отрезок водосточной трубы от уровня земли до глубины промерзания грунта следует также обогреть.

Крепление кабелей

Применение монтажных клипс обеспечивает сохранение соответствующего расстояния (а-а) между смежными отрезками нагревательных кабелей.

Водосточные желоба



Клипса для желоба
Водосточные трубы

В водосточных трубах нагревательные кабели крепятся с помощью клипс



Трос с клипсой для желобов
Если длина кабеля введенного в водосточную трубу превышает 12 м, следует применить трос с клипсами.



Крепление кабелей в желобе



Клипса для водосточных труб



Трос с клипсами для водосточных труб



Пластиковая монтажная лента



Края крыш



Скобы из цинкового, титанового или медного листа

Эти скобы можно:

- приклеить к поверхности крыши
- закрепить заклепками
- повесить на изолированном несущем канате (рисунок рядом)



Управление

Для управления малыми установками (нагревательный кабель от нескольких до полутора десятка метров длины) следует применять терморегулятор ET- 1447 с внешним датчиком температуры.

Терморегулятор включает нагревательную систему в запрограммированных потребителем пределах температур.

В случае крупных установок, по экономным соображениям рекомендуется применение терморегулятора ETOR с датчиком температуры и влажности.

Этот терморегулятор включает установку только тогда, когда будут удовлетворены два условия:

- температура окружающей среды достигнет запрограммированных пределов температур
- датчик влажности просигнализирует о снегопаде.



Терморегулятор ETR



Датчик температуры



Терморегулятор ETOR



Датчик температуры



Датчик влажности



Датчик влажности располагается на дне водосточного желоба

2.6 Таблица ВЫБОРА изделий

применение	удельная мощность	нагревательные кабели				нагревательные маты SnowTec	управление
		VC 20	VCD 25	VCDR 25	SelfTec (саморегулирующийся)		
проездные дороги, тротуары, паркинги	200 – 300[Вт/м ²]	+	+	–	–	+	ETOG ETR1447
платформы, мосты	250 – 300[Вт/м ²]	+	+	–	–	+	
лестницы	250 – 300[Вт/м ²]	+	+	–	–	–	
крыши, желобы на крышах	200 – 300[Вт/м ²]	-	-	+	+	–	ETOR ETR1447
водосточные трубы и желобы	20 – 60[Вт/м]	-	-	+	+	–	



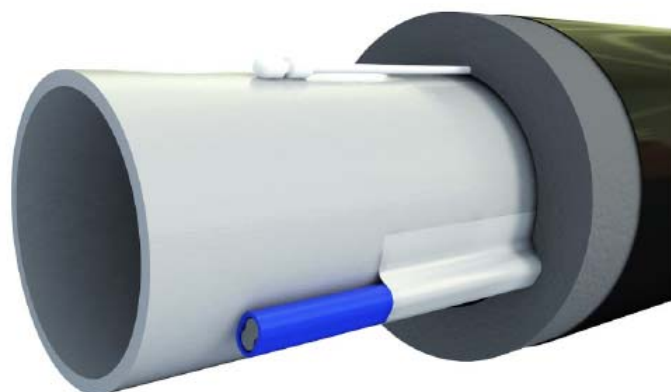
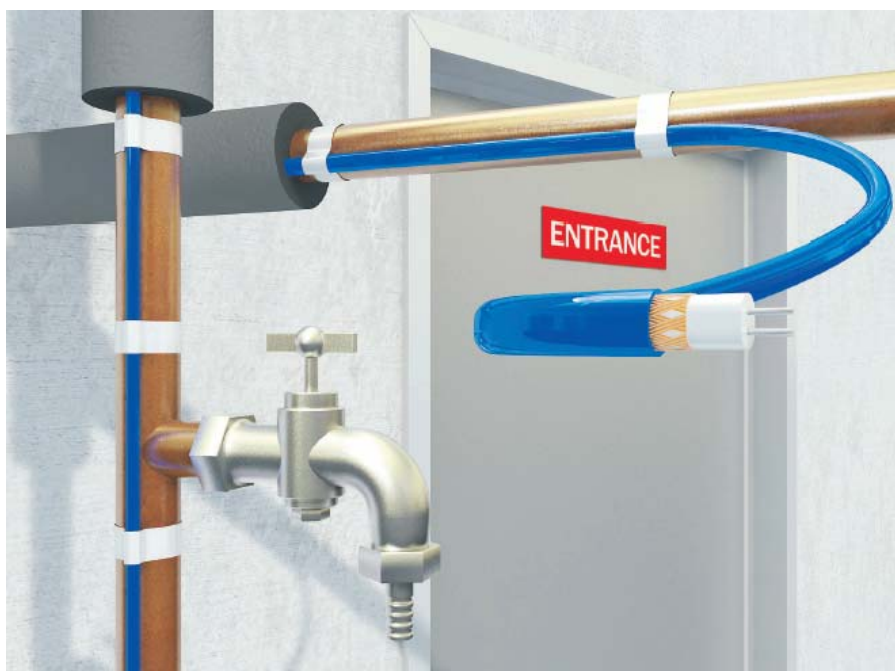
3. Обогрев труб и трубопроводов

3.1 Общие сведения
Нагревательные системы применяются для:

- 1) защиты от замерзания:
 - труб
 - водопроводов
 - канализации
 - оросительных установок
 - гидрантов
 - трубопроводов отвода конденсационной воды из установок климатизации и вентиляции
- 2) сохранения желаемой температуры жидкости передаваемой:
 - по трубопроводам с горячей водой
 - по промышленным трубопроводам, предназначенным для передачи жидкостей большой вязкости.

Можно обогревать любые виды труб: металлические (стальные, медные, чугунные); пластиковые; металлопластиковые. Кабели могут монтироваться на трубах находящихся внутри или снаружи зданий и проложенных в земле.

Нагревательные кабели ELEKTRA не могут применяться в установках, где температура передаваемой жидкости может превысить 65 °С, а также в местах, где кабель может соприкоснуться с жирами, маслами или химикатами.



3.1.1 Выбор нагревательных кабелей

Для обогрева трубопроводов применяются:

- двухжильные нагревательные кабели ELEKTRA VCD10
- одножильные нагревательные кабели ELEKTRA VC10
- саморегулирующиеся нагревательные кабели ELEKTRA SelfTec
- нагревательный кабель с встроенным термостатом ELEKTRA FreezeTec

Для выбора соответствующего кабеля следует определить потери тепла, которые зависят от:

- диаметра трубопровода
- вида и толщины теплоизоляции
- температуры жидкости внутри трубопровода (сохраняемая температура)
- минимальной температуры окружающей среды.

Защита от замерзания – это сохранение положительной температуры внутри трубопровода.

Обычно для сохранения температуры принимается +5 °С и -25 °С в виде минимальной температуры окружающей среды.

Потери тепла на 1 м трубопровода можно рассчитать по формуле:

$$\Phi = \frac{2\pi\lambda}{\ln \frac{D_z}{D_N}} (\Theta_i - \Theta_e)$$

в которой:

Φ – потери тепла [Вт/м]

D_N – диаметр трубы [мм]

D_z – внешний диаметр трубы вместе с изоляцией [мм]

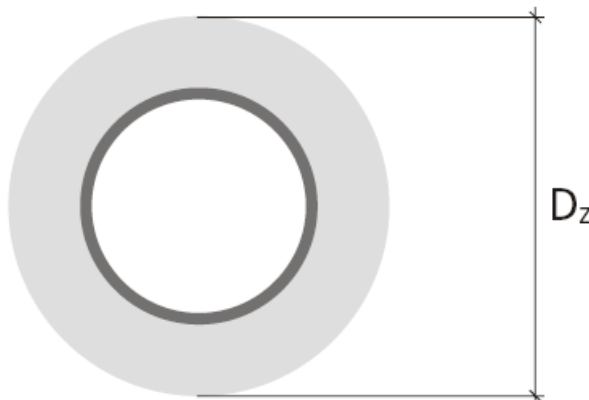
Θ_i – температура сохраняемая внутри трубы

Θ_e – температура окружающей среды

λ – удельная теплопроводность теплоизоляции [Вт/мК]

Коэффициенты теплопроводности

материал	Коэффициент теплопроводности (+ 10 °С)
	λ [Вт/мК]
стекляная вата	0,036
минеральная вата	0,038
пористый полиуретан	0,023
пористая резина	0,035
пористый полиэтилен	0,037



Пример: проект системы защиты от замерзания трубы водопровода диаметром 2" с изоляцией из минеральной ваты толщиной 20 мм, длина проводки: 5 м диаметр трубы D_N : 50 мм толщина изоляции: 20 мм внешний диаметр трубы вместе с изоляцией:

$$D_z = 50 + 2 \times 20 = 90 \text{ мм}$$

изоляция: минеральная вата

$$\lambda = 0,038 \text{ Вт/мК}$$

сохраняемая температура +5 °С

(защита от замерзания) минимальная температура окружающей среды -25 °С

Потери тепла составляют:

$$\Phi = \frac{2\pi \cdot 0,038}{\ln \frac{0,09}{0,05}} \times [5 - (-25)]$$

Для облегчения расчетов приводится логарифмическая диаграмма, по которой можно отсчитать требуемую величину натурального логарифма. По диаграмме отсчитывается: $\ln 1,8 = 0,588$. После подставления в формулу получается 12,2 Вт/м.

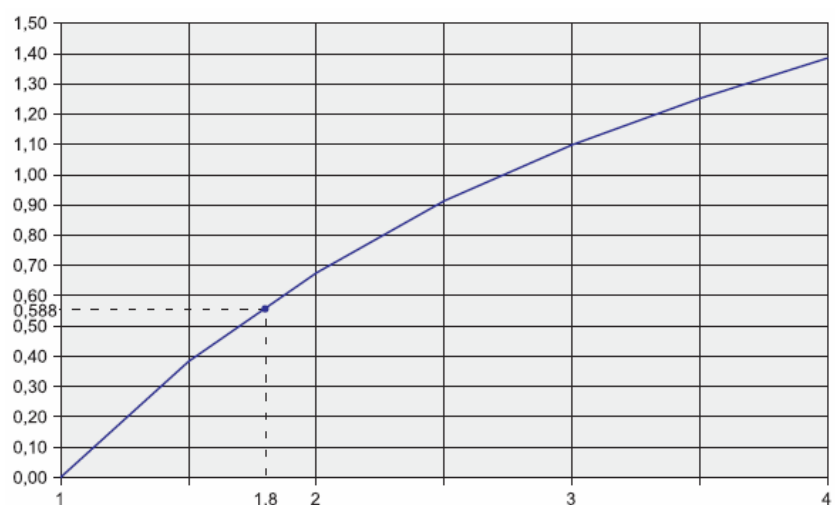
Требуемая мощность обогрева для трубы:

$$5 \text{ м} \times 12,2 \text{ Вт/м} = 61 \text{ Вт.}$$

Зная величину потерь тепла можно приступить к выбору нагревательного кабеля. Он должен обеспечить подачу на трубопровод мощности, как минимум, равной рассчитанным потерям тепла. Для защиты описанной в примере трубы от замерзания следует выбрать один из следующих нагревательных кабелей:

1. кабель ELEKTRA VC10/95 (длиной 10 м), проложенный вдвое поверх трубопровода.
2. кабель ELEKTRA VCD10/70 (длиной 7 м) проложенный по спирали вдоль трубопровода.
3. кабель ELEKTRA SelfТес 16/5 (длиной 5 м) проложенный одинарно вдоль трубопровода.
4. кабель ELEKTRA FreezeТес 12/5 (длиной 5 м) проложенный одинарно вдоль трубопровода.

Приведенная формула применяется для общего определения потерь тепла в изолированном трубопроводе. Однако для точного определения потерь тепла следует учитывать много дополнительных параметров: коэффициент безопасности (запаса), скорость ветра, перемены в окружающей среде и т.п. Удобнее всего пользоваться готовыми таблицами, в которых приводятся потери тепла в зависимости от диаметра трубопровода и толщины теплоизоляции.



Потери тепла приведены в таблице.
Приведенные величины потерь тепла относятся только к трубопроводам. В практике следует учитывать

потери тепла на клапанах, фланцах, креплениях водопровода и т.п. и учесть соответствующую длину кабеля, который компенсирует потери тепла в этих местах.

Потери тепла (Вт/м) в зависимости от диаметра трубопровода и толщины теплоизоляции при разнице температур.

Толщина теплоизоляции на трубе (мм)	Т, °С	Диаметр трубы, дюйм /мм																	
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
		15	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
Расчетные тепловые потери на 1 погонный метр трубопровода																			
10 мм	20	7,2	8,4	10	12	13,4	16,2	19	23	29	41	52	64	74	81	92	103	115	137
	30	10,7	12,6	15	18	20,2	24,4	29	34	43	61	78	95	111	121	138	155	172	205
	40	14,3	16,8	20	24	26,8	32,5	38	45	57	81	104	127	148	162	184	207	229	274
	60	21,5	25,2	30	36	40,2	48,7	58	68	86	122	156	191	222	243	276	310	343	411
	80	28,6	33,7	40	48,1	53,6	65	77	90	114	163	208	255	295	323	368	413	458	548
	100	36	42,4	50,3	60,5	67,4	81,7	97	114	144	205	261	320	372	407	463	520	576	689
	120	44,5	52,3	62,2	74,8	83,4	101	119	140	177	253	322	395	459	502	572	641	711	850
20 мм	20	4,6	5,3	6,1	7,2	7,9	9,4	11	13	16	22	29	34	40	44	50	56	61	73
	30	6,8	7,9	9,1	10,8	11,9	14,2	16	19	24	33	42	51	60	66	75	83	92	110
	40	9,1	10,6	12,2	14,4	15,8	18,8	22	25	32	44	56	68	80	88	99	111	123	147
	60	13,6	15,7	18,2	21,6	23,9	28,2	33	38	48	67	84	103	120	131	149	167	184	220
	80	18,2	21	24,4	28,8	31,8	37,7	44	51	63	89	113	137	160	175	199	222	246	293
	100	23	26,4	30,7	36,2	40	47,4	55	64	80	112	142	172	202	220	250	280	310	369
	120	28,4	32,8	37,9	44,9	49,4	58,7	68	79	99	138	175	212	249	272	309	346	383	456
30 мм	20	3,6	4,1	4,7	5,5	6	7	8	9	11	16	20	24	28	31	34	38	43	51
	30	5,4	6,1	7,1	8,2	9	10,6	12	14	17	24	30	36	42	46	52	58	64	76
	40	7,3	8,3	9,5	10,9	12	14	16	19	23	31	40	48	56	61	69	77	85	101
	60	10,9	12,4	14,2	16,4	18	21	24	28	34	47	59	72	84	91	103	116	128	152
	80	14,5	16,4	18,8	21,8	24	28	32	37	46	63	79	96	112	122	138	154	170	202
	100	18,2	20,8	23,8	27,6	30,1	35,3	41	47	57	79	100	121	141	153	174	194	214	254
	120	22,7	25,7	29,4	34,1	37,3	43,6	50	58	71	98	123	149	174	190	215	240	265	315
40 мм	20	3,1	3,5	4	4,6	4,9	5,8	7	8	9	12	16	19	22	24	27	29	33	39
	30	4,7	5,3	6	6,8	7,4	8,6	10	11	14	19	23	28	33	35	40	44	49	58
	40	6,2	7,1	7,9	9,1	10	11,5	13	15	18	25	31	37	43	47	53	59	66	78
	60	9,4	10,6	12	13,7	14,9	17,3	20	22	27	37	46	56	65	71	80	89	98	117
	80	12,5	14	16	18,2	19,9	23	26	30	37	50	62	75	87	94	107	119	131	155
	100	15,7	17,6	20	23	25,1	28,9	33	38	46	63	78	94	109	119	134	150	165	196
	120	19,6	22	24,8	28,4	31	35,9	41	47	57	72	96	116	135	147	166	185	204	242

Потери тепла (Вт/м) в зависимости от диаметра трубопровода и толщины теплоизоляции при разностях температур.

50 мм	20	2,8	3,1	3,5	4	4,3	5	6	7	8	10	13	16	18	19	22	24	27	32
	30	4,2	4,7	5,3	6	6,5	7,4	9	10	12	16	19	23	27	29	33	37	40	48
	40	5,6	6,2	7,1	8	8,6	10	11	13	16	21	26	31	36	39	44	49	66	78
	60	8,4	9,4	10,6	12	13,8	15	17	19	23	31	39	46	54	58	66	73	80	95
	80	11,3	12,5	14	16,1	17,4	19,9	23	26	31	42	51	62	72	78	88	97	107	127
	100	14,2	15,7	17,8	20,2	21,8	25,1	28	32	39	52	65	78	90	98	110	123	135	160
	120	17,5	19,6	22	25	27	31,1	35	40	48	65	80	96	112	121	136	152	167	198
75 мм	20	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	5	6	7	8	9	11	13	14	15	17	19	22
	30	3,5	3,8	4,3	4,8	5,2	5,9	6	7	9	11	14	17	19	21	23	26	28	33
	40	4,7	5,2	5,8	6,5	7	7,8	9	10	12	15	19	22	26	28	31	34	38	44
	60	7,1	7,8	8,6	9,7	10,4	11,8	13	15	17	23	28	33	38	41	46	51	56	66
	80	9,4	10,3	11,5	12,9	13,8	15,6	18	20	23	30	37	44	51	55	62	68	75	88
	100	11,9	13,1	14,5	16,2	17,4	19,7	22	25	29	38	47	56	64	69	78	88	94	111
	120	14,6	16,1	17,9	20	21,6	24,4	27	31	36	48	58	68	80	86	96	107	117	137
100 мм	20	2	2,3	2,5	2,8	3	3,4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	17
	30	3,1	3,5	3,7	4,2	4,4	4,8	5	6	7	9	11	13	15	16	18	20	22	26
	40	4,2	4,6	5	5,6	6	6,7	7	8	10	12	15	18	20	23	24	27	29	34
	60	6,2	6,8	7,6	8,4	9	10,1	11	12	15	19	23	27	30	33	36	40	44	51
	80	8,4	9,1	10,1	11,2	12	13,4	15	16	19	25	30	35	41	44	49	54	59	69
	100	10,5	11,5	12,7	14,2	15	16,8	19	21	24	31	38	45	51	55	61	68	74	86
	120	13,1	14,3	15,7	17,5	18,6	20,9	23	26	30	39	47	55	63	68	76	84	91	107
150 мм	20	1,8	1,9	2,1	2,4	2,5	2,8	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	30	2,8	2,9	3,2	3,5	3,7	4,1	5	5	6	7	9	10	11	12	13	15	16	18
	40	3,6	4	4,3	4,7	4,9	5,5	6	7	8	10	11	13	15	16	18	19	21	24
	60	5,4	5,9	6,4	7,1	7,4	8,3	9	10	11	14	17	20	22	24	27	29	32	37
	80	7,2	7,8	8,5	9,4	10	11	12	13	15	19	23	26	30	32	35	39	42	49
	100	7,9	8,3	9,1	10,4	12,3	13	15	17	21	28	32	37	42	45	50	54	59	68
	120	11,3	12,3	13,3	14,6	15,5	17	19	21	24	30	35	41	46	50	55	60	66	76
	130	12,4	13,4	14,6	16,1	17	18,8	21	23	26	33	39	45	51	55	61	66	72	84

3.1.2 Монтаж

Нагревательные кабели могут прокладываться вдоль трубопровода параллельно (один провод или несколько проводов) или по спирали. Способ монтажа зависит, от диаметра трубопроводов, числа ответвлений и т.п.

Кабели следует крепить к трубопроводу, приблизительно, через каждые 30 см, применяя для этой цели самоклеящуюся теплостойкую монтажную ленту (например, ленты из стекловолокна).

Не допускается применение проволоки или кабельных обойм, которые могут повредить нагревательный кабель. После прикрепления, нагревательный кабель следует оклеить по всей длине самоклеящейся алюминиевой

лентой (толщина мин. 0,06 мм, ширина около 50 мм), которая облегчит как прием тепла от кабеля, так и передачу тепла трубопроводу.

Кроме того, алюминиевая лента не допускает к углублению кабеля в теплоизоляцию и тем самым защищает кабель от возможного перегрева. Пластиковые трубы следует обернуть алюминиевой фольгой до установки нагревательного кабеля. Она улучшает отдачу тепла и защищает трубу от местного перегрева.

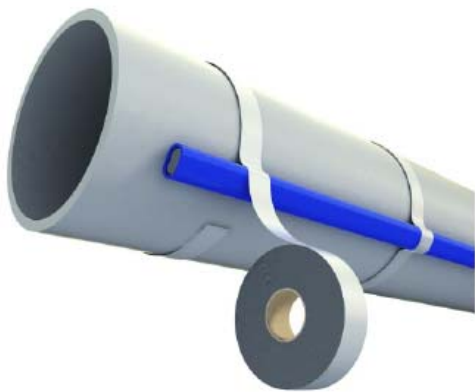
Монтируя нагревательные кабели следует помнить, чтобы они не проходили по острым краям, не пересекались и не соприкасались друг с другом. Минимальный радиус изгиба

составляет $3,5 \times d$ (d – внешний диаметр кабеля).

Датчик температуры следует расположить между смежными отрезками нагревательного кабеля и по возможности в верхней части трубы. Наконечник датчика температуры должен плотно прилегать к трубе и быть тщательно обмотан лентой.

Провода питания (холодные концы) нагревательных кабелей подводятся к клеммной коробке или непосредственно к щиту питания.

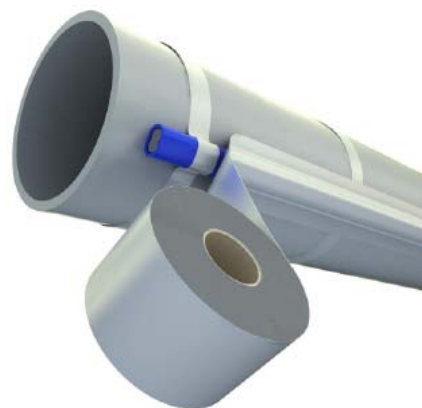
Коннектор, соединяющий нагревательный кабель с холодными концами, должен находиться на обогреваемой трубе.



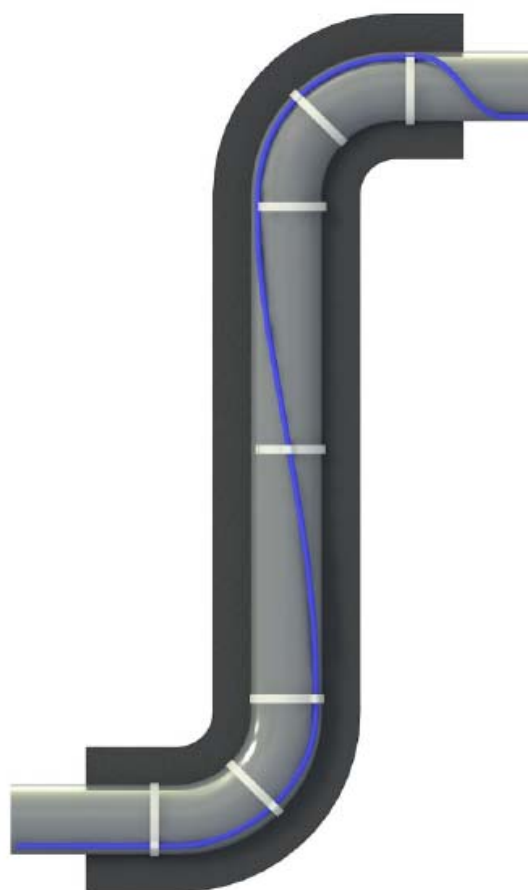
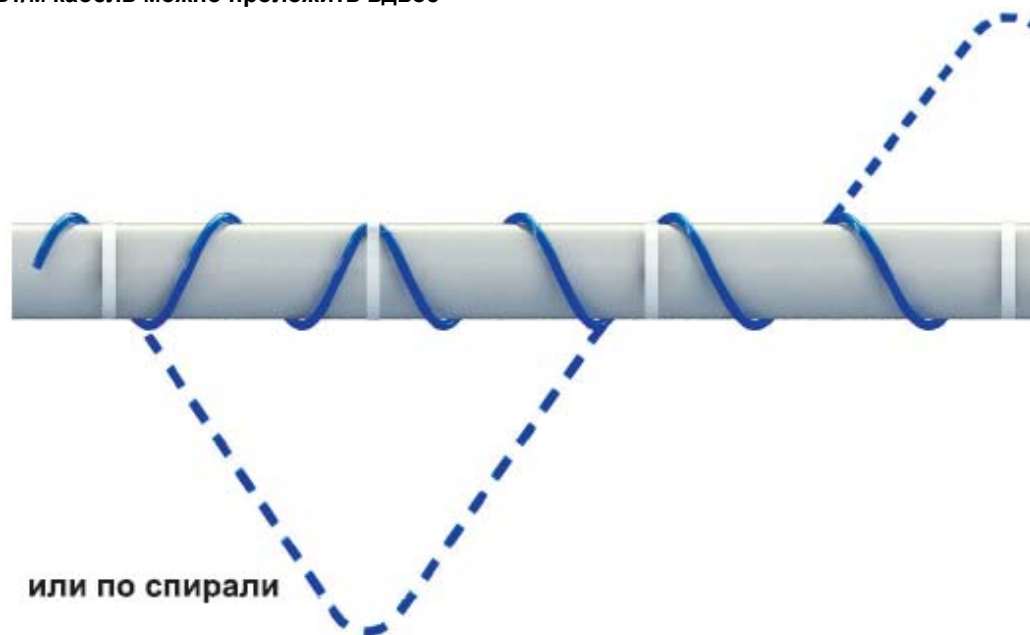
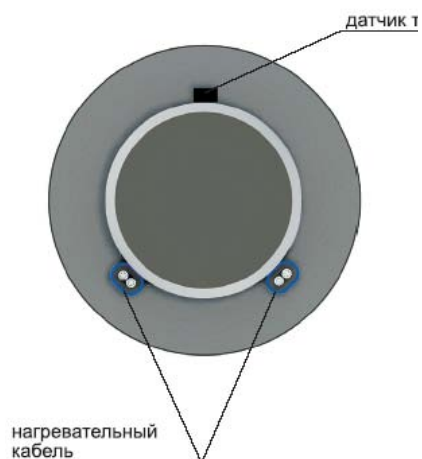
Монтаж кабеля на металлической трубе



Монтаж кабеля на пластиковой трубе

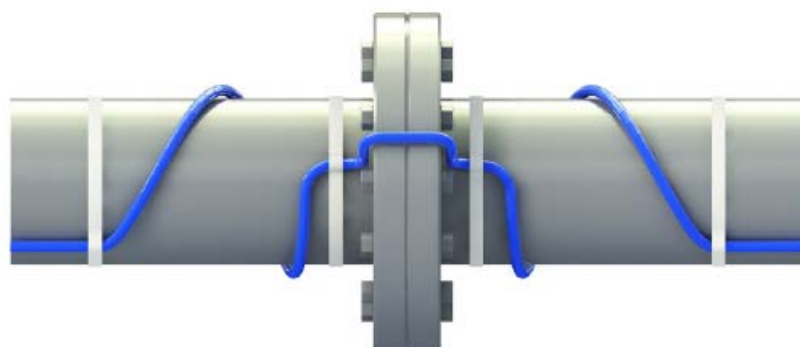
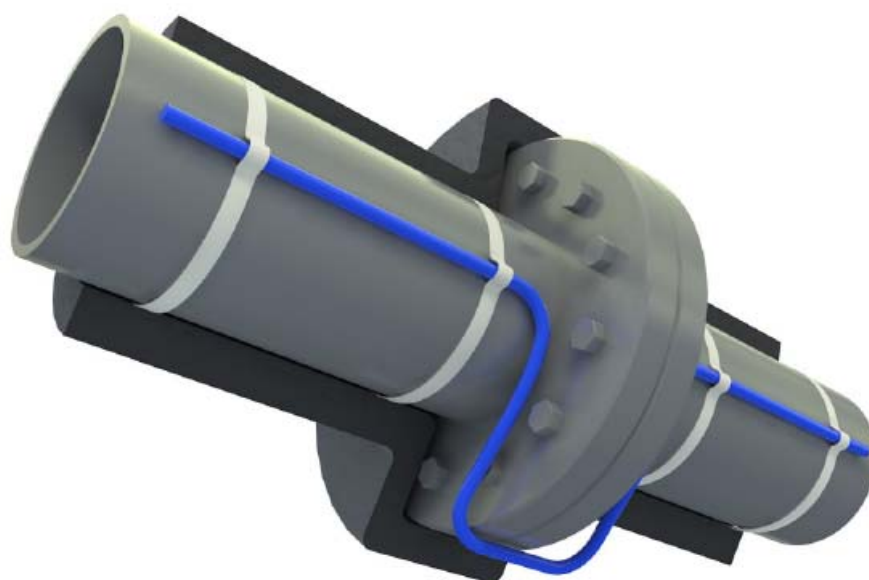


Если потери тепла превышают 10 Вт/м кабель можно проложить вдвое

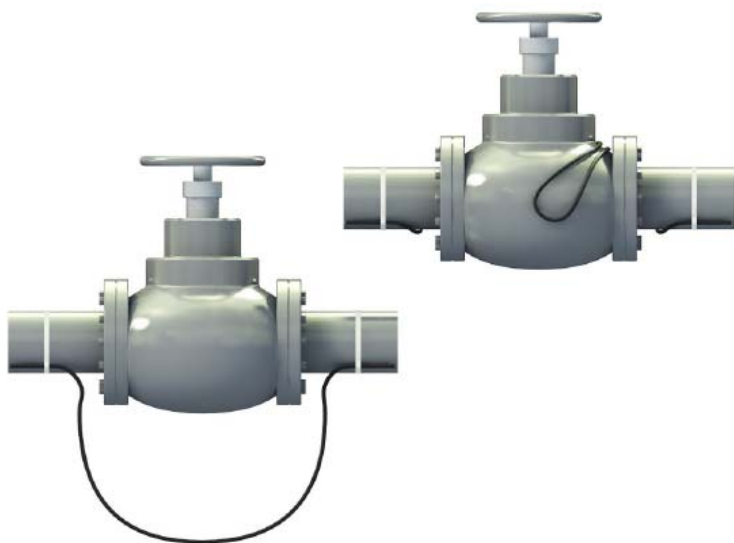


Способ прокладки кабеля по дугам и коленам

Способ прокладки нагревательного кабеля по клапанам и фланцам



Обогрев труб и трубопроводов



Только саморегулирующиеся
кабели ELEKTRA SelfTec могут
соприкасаться и пересекаться
между собой

Способ прокладки саморегулирующихся кабелей ELEKTRA SelfTec
на клапане



Нагревательный кабель с встроенным термостатом ELEKTRA FreezeTec

3.1.3 Управление

При обогреве трубопроводов кабелями с неизменным сопротивлением (нагревательные кабели ELEKTRA VC и VCD) следует применять регуляторы с внешним датчиком температуры.

Рекомендуются регуляторы для монтажа на DIN-рейке, например, ETN-1441 или ETV-1991. Каждый нагревательный кабель должен иметь отдельную схему управления.

Саморегулирующие кабели ELEKTRA SelfTec не требуют применения терморегулятора. Если длина саморегулирующего кабеля в нагревательной системе превышает 10 м, тогда из-за эксплуатационных затрат рекомендуется применить терморегулятор.

Нагревательные кабели ELEKTRA FreezeTec с встроенным термостатом не нуждаются в дополнительном управлении.



Терморегулятор ETN и датчик температуры



Терморегулятор ETV и датчик температуры

3.2 Таблица ВЫБОРА изделий

диаметр трубы	мощность обогрева на погонный метр	нагревате льные кабели VC10	нагревате льные кабели VCD10	саморегули рующиеся нагреватель ные кабели SelfTec	управление	нагревательны е кабели с встроенным терморегулято ром FreezeTec
[мм]						
Ø < 50	по образцу или таблице	+	+	+	ETN1441 ETV1991	+
Ø > 50	по образцу или таблице	+	+	+		+*

*) Только при монтаже не в одну линию, а по спирали и при обязательном закреплении термостата сверху трубы.



4. Специализированные системы защиты от мороза

4.1 Холодильные камеры – защита грунта и фундаментов от промерзания

Низкая температура, поддерживаемая в холодильных камерах, вызывает промерзание фундаментов и грунта под полом, что вызывает деформацию пола и повреждение фундаментов. Это явление можно избежать, применяя под полом систему обогрева.

В зависимости от температуры сохраняемой внутри холодильной камеры, а также толщины и вида теплоизоляции, применяется мощность 15 – 20 Вт/м².

Удельная мощность нагревательных кабелей не должна превышать 10 Вт/м. Расстояние между кабелями не должно превышать 50 см.

Для защиты грунта и фундаментов от промерзания применяются:

- двухжильные нагревательные кабели ELEKTRA VCD10
- одножильные нагревательные кабели ELEKTRA VC10

Нагревательные кабели удельной мощности меньшей, чем 10 Вт/м, изготавливаются по заказу.

4.1.1 Конструкция покрытия пола

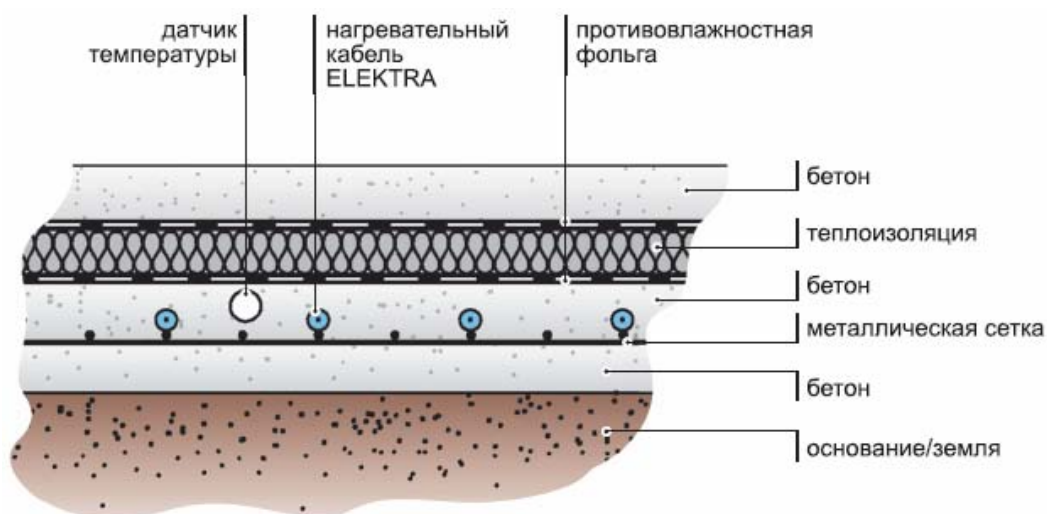
Нагревательные кабели следует расположить под теплоизоляцией покрытия пола, чтобы предотвратить влияние низкой температуры на грунт.

Нагревательные кабели можно расположить:

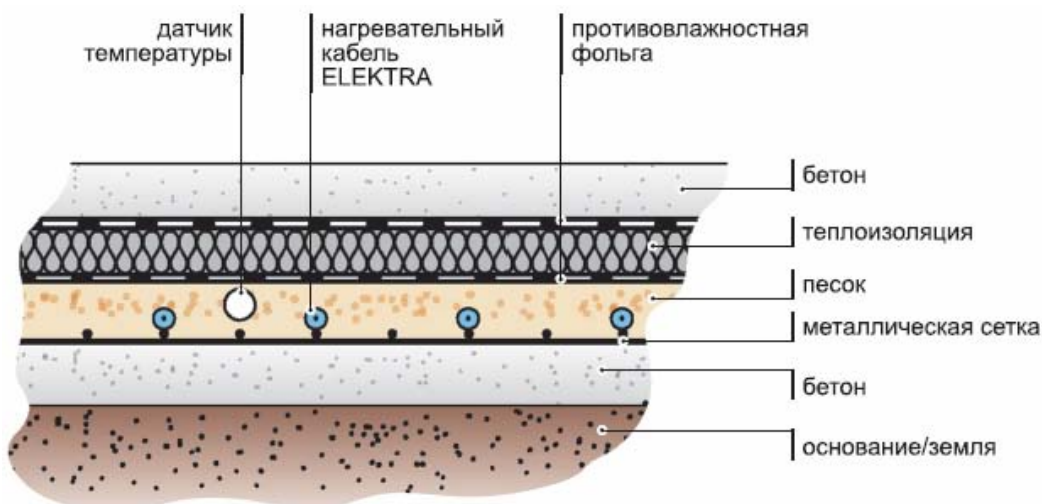
- в наливном бетонном слое
- на наливном бетонном слое в слое песка

Если нагревательные кабели будут расположены в наливном бетонном слое следует помнить, чтобы они не пересекали дилатационных швов.

Число кабелей должно соответствовать числу частей наливного слоя бетона, созданных дилатационными швами.



Нагревательные кабели в бетонном наливном слое



Нагревательные кабели на бетонном наливном слое, в слое песка

4.1.2 Монтаж

Система обогрева в холодильной камере монтируется таким же образом, как и система обогрева пола в помещениях (раздел 1.2.3). Систему обязательно дублируют, т.к. требуемый гарантийный срок службы составляет около 25 лет, а ремонт системы невозможен. Параллельно устанавливают две кабельных системы: одна из них является основной (рабочей), а вторая – резервной.

4.1.3 Управление

Обогрев должен управляться терморегулятором DIN-рейке с внешним датчиком температуры ELEKTRA ETN-1441 или ELEKTRA ETV-1991. Каждая нагревательная цепь (основная и резервная) должна быть оснащена отдельным терморегулятором.

Датчики температуры следует монтировать в гофрированных трубках для свободной замены датчика в случае выхода его из строя.

4.2 Промышленные резервуары

Нагревательные кабели применяются для защиты от замерзания резервуаров с водой, а также поддержания минимальной температуры согласно технологическому процессу в резервуарах с маслом, глюкозой и другими веществами. Применение нагревательных кабелей обеспечивает поддержание температуры и вязкости этих веществ.

Кабели могут также использоваться для обогрева зерновых, сахарных и других силосов.

Нагревательные кабели ELEKTRA VC/VCD не могут применяться на резервуарах, в которых может возникнуть температура выше 65 °С и в местах, в которых кабель может соприкоснуться с жирами, маслами, химикатами и т.п.

Для выбора соответствующих нагревательных кабелей, необходимо определить потери тепла для данного резервуара. Потери тепла зависят в т.ч. от размера резервуара, вида и толщины теплоизоляции, а также от поддерживаемой температуры и минимальной температуры окружающей среды.

$$\Phi = 1,25 \times A \times \Delta\Theta / R$$

где:

A – полная поверхность резервуара [м²]

$\Delta\Theta$ – разность температуры жидкости в резервуаре и минимальной наружной температуры [°С]

R - λ / d [м²К/Вт]

R - тепловое сопротивление теплоизоляции

λ - коэффициент теплопроводности теплоизоляции [Вт/мК]

d - толщина теплоизоляции [м]

1,25 – коэффициент безопасности

В случае резервуаров, установленных на фундаментах, следует учитывать потери тепла через дно резервуара.

Определение потери тепла для резервуаров довольно сложное из-за разнообразия их формы (цилиндрические, прямоугольные, конусные), установления (на ножках, на фундаментах), а также в виду крепления на резервуаре дополнительного оборудования (люки, лестницы, указатели уровня).



Нагревательные кабели расположенные на резервуаре

4.2.1 Монтаж

Кабели на резервуаре следует крепить монтажной лентой ELEKTRA TME.

После крепления нагревательный кабель следует оклеить по всей длине алюминиевой лентой, которая улучшает отдачу тепла из кабеля и облегчает передачу тепла в резервуар.

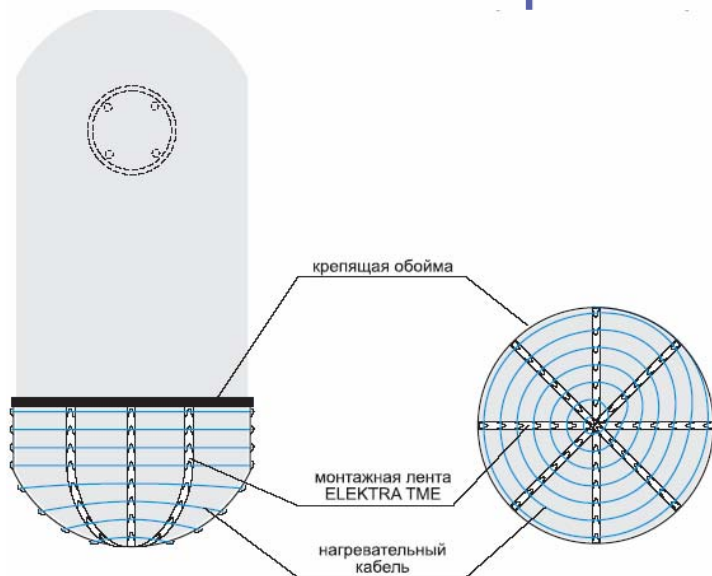
Кроме того, алюминиевая лента предотвращает возможность углубления кабеля в теплоизоляцию, защищая его от возможного перегрева.

Следует обратить внимание, чтобы кабели не проходили по острым краям, не пересекавались и не соприкасались между собой.

Монтируя нагревательные кабели следует помнить, что минимальный радиус изгиба составляет 3,5 внешнего диаметра кабеля.



Способ расположения нагревательных кабелей ELEKTRA на резервуаре



Крепление нагревательных кабелей ELEKTRA на резервуаре

4.2.2 Управление

Для управления системой обогрева резервуаров следует применять терморегуляторы с внешним датчиком температуры. Для этой цели предназначены терморегуляторы для монтажа на DIN-рейке – ELEKTRA ETN-1441 или ELEKTRA ETV-1991.



4.3 Антенные мачты

Снег, лед, скапливающийся в чашах спутниковых антенн и несущих конструкциях антенн, являются дополнительной механической нагрузкой, вызывая повреждения устройств этого типа. Применение нагревательных кабелей успешно предотвращает отрицательные следствия зимы.

Чаще всего для этой цели используются двухжильные кабели ELEKTRA VCD удельной мощности 17 Вт/м или одножильные ELEKTRA VC мощностью 15 или 20 Вт/м. Установленная мощность должна составлять 200 – 300 Вт/м². На чашах спутниковых антенн кабели располагаются на наружной (выпуклой) поверхности. На антенных мачтах, в зависимости от ее диаметра, кабели устанавливаются спирально или продольно вокруг мачты.

Кабели крепятся самоклеящейся алюминиевой лентой, которая одновременно обеспечивает передачу тепла от кабеля в обогреваемый элемент. Для управления системой следует применять терморегуляторы с внешним датчиком температуры. Рекомендуются терморегуляторы, предназначенные для монтажа на DIN-рейке ELEKTRA ETN-1441 или ELEKTRA ETV-1991.



4.4 ТАБЛИЦА ВЫБОРА ИЗДЕЛИЙ

Применение	удельная мощность	Нагревательные кабели					Управление
	[Вт.м ²]	VC10	VC15	VC20	VCD10	VCD17	
холодильные камеры	15 – 20	+	–	–	+	–	ETN1441 ETV1991
промышленные резервуары	по расчетам	+	+	–	+	–	
антенные мачты	200 – 300	–	+	+	–	+	

5. Применение нагревательных кабелей

В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ



5.1 Свинарни и коровники

Условия содержания свиней должны удовлетворять определенные нормам: свинарник должен быть теплым, сухим, с хорошей вентиляцией, соответствующим освещением и быть приспособленным к каждому этапу в развитии животных. Микроклиматические условия имеют большое значение для здоровья, самочувствия и плодовитости животных.

Контролируемыми факторами микроклимата являются:

- влажность
- температура
- чистота воздуха
- освещение

Наиболее существенными являются оптимальная температура и влажность. Эти факторы, в зависимости от качества здания, подвергаются большим колебаниям и поэтому влияние этих факторов на животных, а особенно на их развитие, является значительным.

Пребывание свиней в холодных помещениях влияет на возникновение болезней дыхательной системы.

Снижение температуры воздуха в свинарнике вызывает увеличение потребности кормов, при уменьшении веса. В период откармливания (35-75 кг массы тела) дневное увеличение откормышей уменьшается на 15-20 г в сутки при снижении температуры воздуха на 1°C.

Тепловые нормативы для отдельных производственных групп свиней разные:

- поросята 24-26°C
- кабанчики 17-24°C
- откормыши 14-22°C
- животноводческий молодняк 16-24°C
- хряки 12-20°C
- супоросные свиноматки 15-25°C
- кормящие свиноматки 18-26°C

Поэтому обогрев пола следует приспособить к разнообразным потребностям свиней.

Нагревательные кабели могут быть установлены под всей поверхностью пола или в его отдельной части.

Требуемая мощность на м² поверхности зависит от массы (веса) свиньи, соответственно, удельную мощность обогреваемой поверхности выбирают с учетом массы животного:

- свиньи менее 20кг 200Вт/м²
- свиньи от 20 до 50кг 150Вт/м²
- свиньи свыше 50кг 100Вт/м²

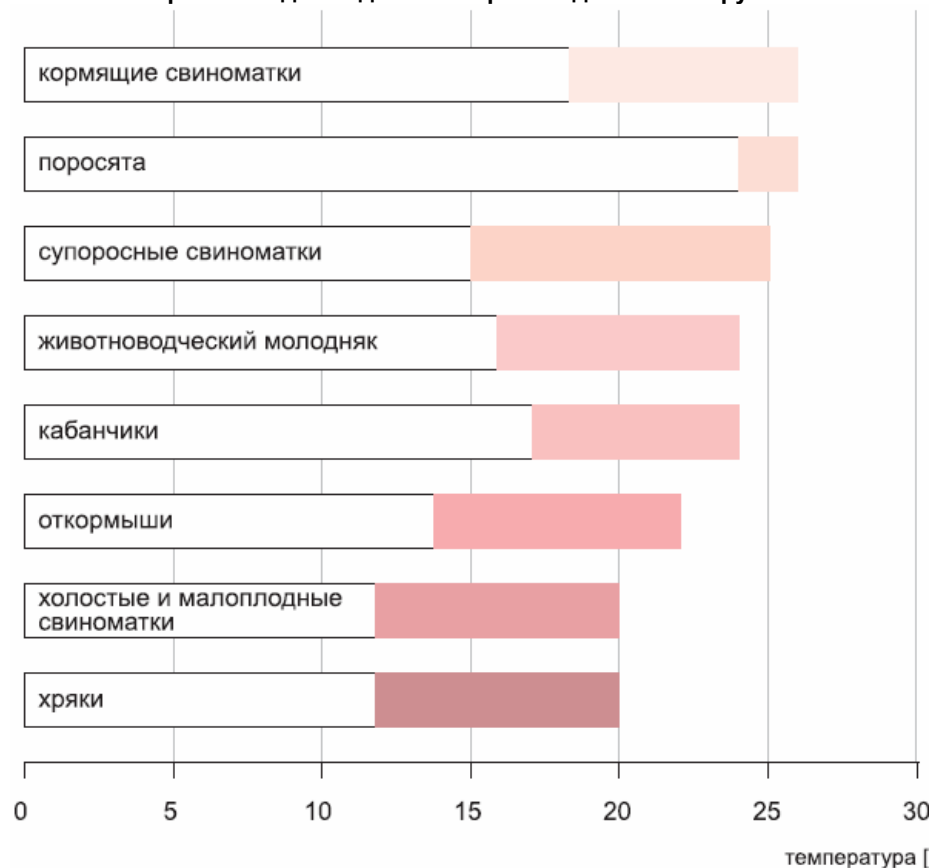
Применение электрического обогрева пола дает возможность обогрева только мест, которые требуют подачу тепла, что значительно уменьшает затраты. Поросятам нужна более высокая температура, взрослым животным ее можно снизить до 18 °С.

Система обогрева пола обеспечивает:

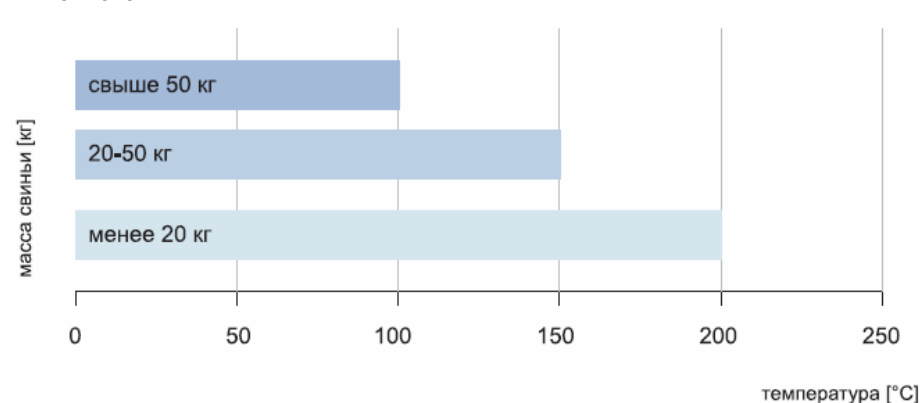
- регулировку температуры с помощью терморегулятора с датчиком температуры в полу
- равномерное распределение температуры
- отдельное управление для каждого участка
- любое расположение нагревательных кабелей
- сухой пол.

Для обогрева свиначника применяются одножильные нагревательные кабели ELEKTRA VC мощностью 20 Вт/м. Кабели должны быть расположены на монтажной сетке и погружены в бетонную стяжку толщиной около 5 см.

Тепловые нормативы для отдельных производственных групп



Мощность обогрева на 1 м² поверхности в зависимости от массы животного



5.1.1 Выбор нагревательных кабелей

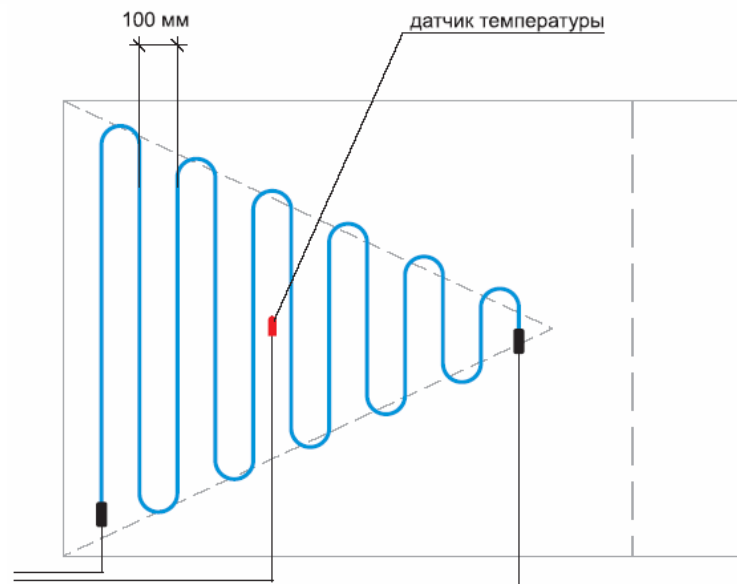
Пример – станок для опороса 1,6 м²

В случае станков для опороса мощность на 1 м² поверхности должна составлять около 200 Вт/м². Поверхность пола в помещении для опороса составляет около 1,6 м². Мощность нагревательного кабеля должна составлять 320 Вт.

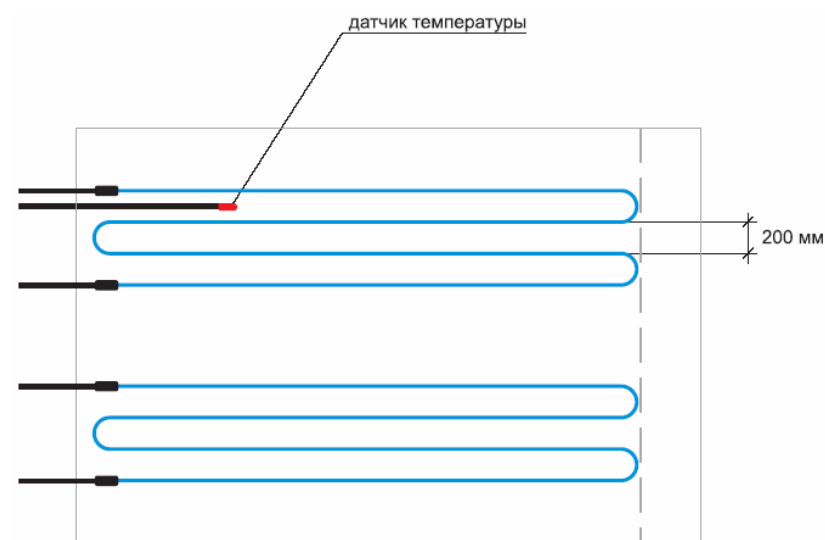
Для системы этого типа следует применить одножильный кабель ELEKTRA VC удельной мощностью 20 Вт/м. Выбирается нагревательный кабель ELEKTRA VC 20/320 длиной 16 м.

Расстояние между кабелями составит $a = 1,6 \text{ м} / 16 \text{ м} = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}$. Для управления следует использовать терморегулятор с датчиком температуры в полу.

На рисунке приведена схема расположения кабелей в помещении для опороса. Обогревается только место для опороса, остальная часть станка без обогрева.



Расположение нагревательного кабеля в станке для опороса



Расположение полос в коровниках

Коровники

Нагревательные кабели располагаются в форме полос шириной 60 – 80 см поперек коровника, таким образом, как на полу ложатся животные. Удельная мощность на 1 м² поверхности должна составлять 50 – 80 Вт/м².

5.1.2. Управление

Для управления системой следует применять терморегуляторы с наружным датчиком температуры. Рекомендуются терморегуляторы для монтажа на шине DIN-рейке ELEKTRA ETN-1441 или ELEKTRA ETV-1991

5.2 Садоводство

Благодаря несложному монтажу и низким эксплуатационным затратам, нагревательные кабели нашли применение для обогрева почвы в производстве растений. Растения, растущие на теплой почве, более здоровые и дают лучший урожай, можно значительно ускорить процесс вегетации и получения урожая. Теплицу с таким обогревом можно пользоваться до поздней осени, что дает финансовую пользу.

Главное применение нагревательных кабелей ELEKTRA в садоводстве:

1. обогрев почвы для укоренения роста черенков

- в садоводческих рассадниках
- в оранжереях (вегетативное размножение цветов)

2. в теплицах для выращивания ранних овощей.

Монтаж нагревательных кабелей

Мощность нагревательных кабелей зависит от вида растений и конструкции тепличного стеллажа. Чаще всего монтируются кабели удельной мощности 10 Вт/м в таком количестве, чтобы обеспечить поверхностную мощность 60 – 70 Вт/м².

Пример: поверхность стеллажа 50 м²

мощность обогрева: около 60 Вт/м²

установленная мощность обогрева: 3030 Вт

нагревательные кабели: ELEKTRA VC 10/1010

длина одного кабеля: 101 м

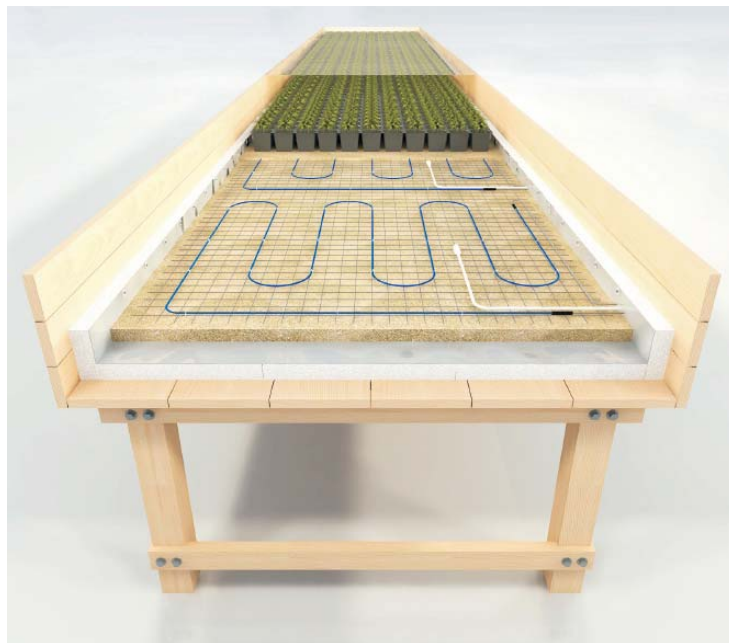
расстояние между кабелями: около 16 см

питание: 230/400 В

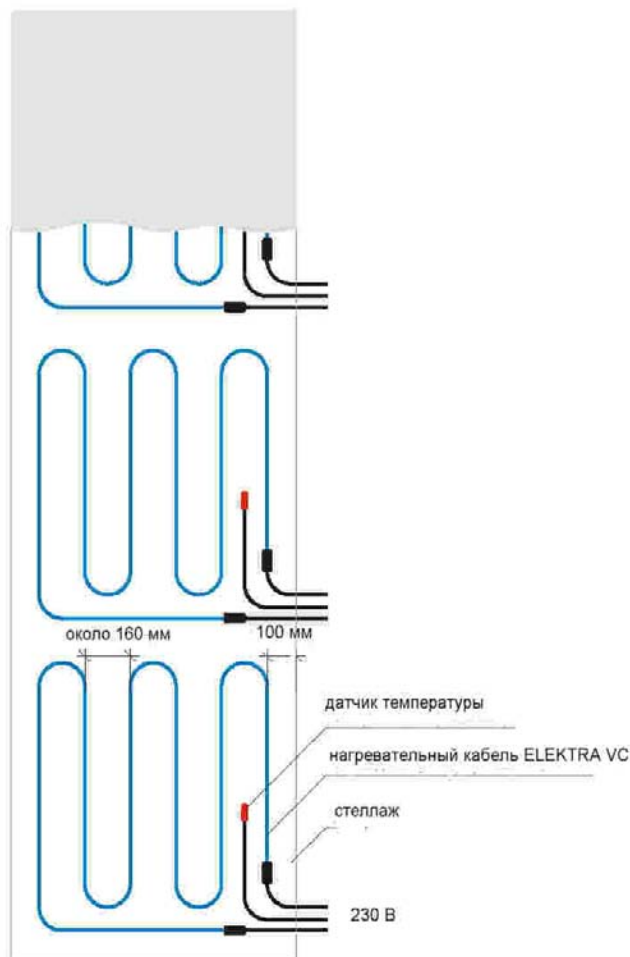
терморегуляторы: ETV 1991

Конечные замечания

Оптимальная температура почвы на тепличном стеллаже зависит от поверхности стеллажа, мощности обогрева и применения правильного управления для поддержки постоянной температуры.



Разрез тепличного стеллажа



Способ расположения нагревательных кабелей ELEKTRA на тепличном стеллаже длиной 42 м и шириной 1,2 м

5.3 ТАБЛИЦА ВЫБОРА ИЗДЕЛИЙ

Применение	Нагревательная мощность	Нагревательные кабели		Управление
	[Вт/м ²]	VC 10	VC 20	
свинарники	100 – 200	–	+	ETV1991 ETN1441
коровники	50 – 80	–	+	
садоводство	60 – 70	+	–	

6. Спортивные площадки

Применение нагревательных кабелей ELEKTRA для обогрева спортивных площадок дает возможность пользоваться ими в течение всего года. Обогрев положительно влияет на корневую систему травы, увеличивает ей стойкость к интенсивной эксплуатации.

В зависимости от климатических условий установленная, мощность должна составлять от 50 до 120 Вт/м². Меньшая мощность применяется тогда, когда площадка накрывается фольгой во время мороза, снегопада или длительных дождей. Фольга чаще всего изготавливается из полиэтилена большой плотности (HDPE) и дополнительно усиливается сеткой из стекловолокна. Применение фольги сокращает время нагревания травяного покрытия, не допускает чрезмерного занесения снегом и поддерживает соответствующую влажность травяного покрытия.

По предписаниям FIFA футбольная площадка должна иметь размеры: ширина от 64 до 90 м, длина от 100 до 120 м. Обычная площадка (105 x 72 м = 7560 м²) требует мощности 380 – 910 кВт.

Система обогрева не требует монтажа дополнительной электрической системы и отдельной трансформаторной станции, т.к. можно использовать существующую осветительную установку футбольного поля. Нагревательные кабели и осветительная установка включаются переменным током. Освещение включается только во время футбольного матча. Выключение системы обогрева на несколько часов не вызовет замерзания травяного покрытия в виду его большой тепловой инерции.

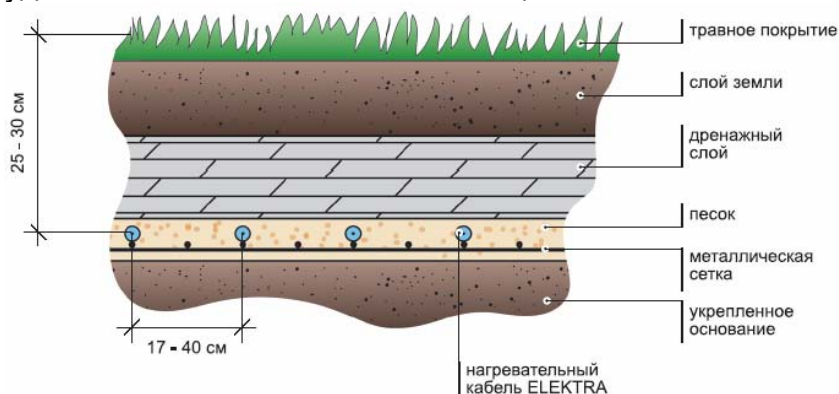


Монтаж

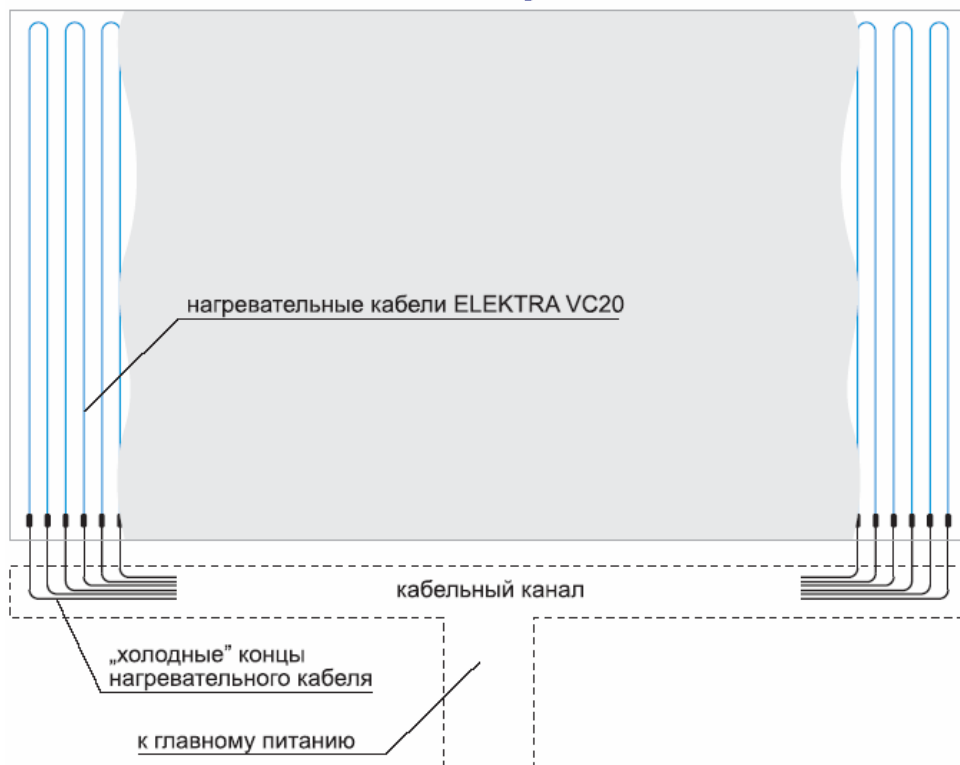
Нагревательная проводка спортивной площадки, обычно разделяется на много секций. Каждая секция должна независимо управляться отдельным терморегулятором (например, ELEKTRA ETV-1991 или ELEKTRA ETN-1441) с датчиком температуры, расположенном на уровне корней травы.

Для обогрева площадки применяются одножильные кабели 230 В, ELEKTRA VC удельной

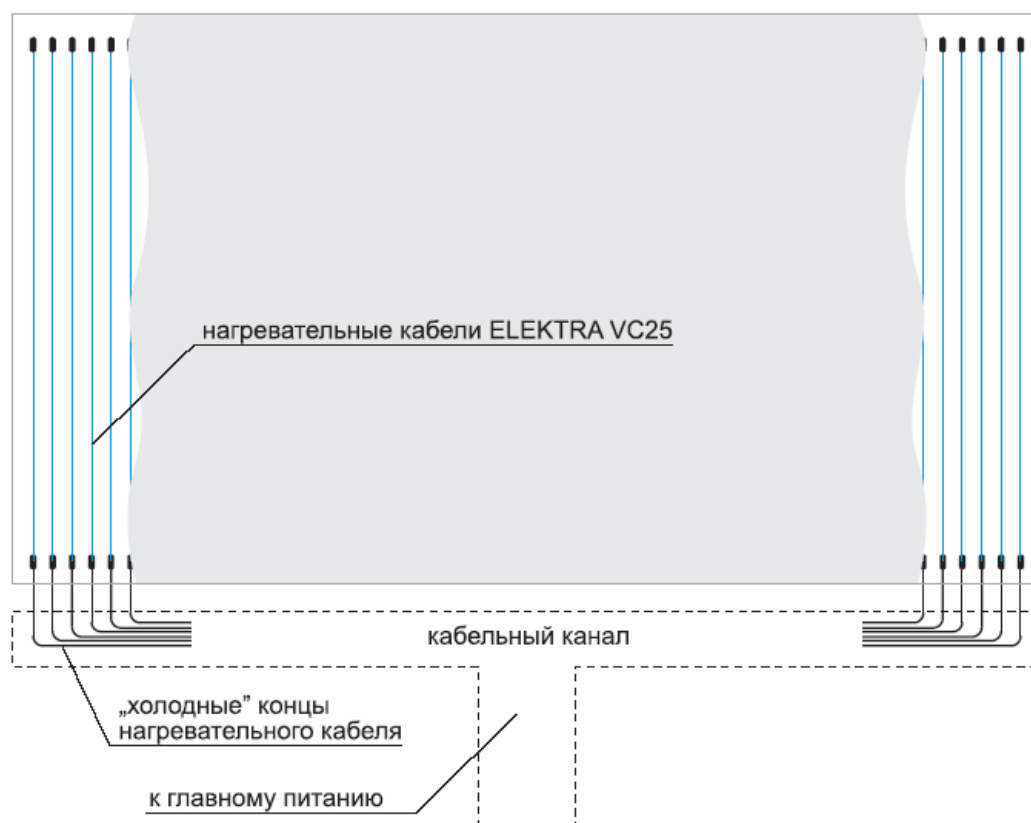
мощностью 20Вт/м или двухжильные кабели ELEKTRA VCD удельной мощностью 25 Вт/м. Кабели должны быть расположены в слое песка на глубине около 25 – 30 см под поверхностью травы и должны крепиться к монтажной сетке или монтажной ленте ELEKTRA TME. Расстояние между витками кабеля должно составлять около 25 см в зависимости от выбранной удельной мощности и типа кабеля.



Разрез покрытия спортивной площадки с обогревающей проводкой



Способ расположения одножильных нагревательных кабелей ELEKTRA VC20



Способ расположения двухжильных нагревательных кабелей ELEKTRA VCD25

Расположение нагревательной проводки на глубине 25 – 30 см защищает ее от механического повреждения при последующих работах по уходу и возможному обмену травного покрытия, а также обеспечивает равномерное распределение температуры на уровне корней травы.

Поддерживаемая температура должна составлять около +10 °С. Эта температура обеспечивает оптимальные условия роста травы и не вызывает перегрева корней.

Нагревательные кабели обычно устанавливают вдоль более короткой стороны площадки таким образом, чтобы провода питания устанавливались с одной стороны и прокладывались в кабельном канале, к которому будет подведено электропитание.