



Санкт-Петербург

2025

**Утепление фундаментов энергоэффективным
пенополистиролом KNAUF Therm®**



ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение	стр. 4
2. Основные функции фундаментов, в том числе малоэтажных зданий	стр. 6
3. Типы фундаментов	стр. 10
4. Требования строительной физики к фундаментам малоэтажных зданий с учётом требований по энергосбережению	стр. 15
5. Виды энергоэффективных пенополистирольных утеплителей, применяемые при устройстве фундаментов. Основные свойства пенополистирола	стр. 20
6. Технология применения пенополистирольных плит KNAUF Therm® при утеплении фундаментов	стр. 24
7. Контроль качества фундаментных работ	стр. 33

В малоэтажных зданиях потери тепловой энергии осуществляются через ограждающие конструкции в следующих пропорциях:

- стены 30-40%
- крыша 10-25%
- окна 10-15%
- фундаменты 10-20%
- вентиляция 10-20%

ВВЕДЕНИЕ

Важно учесть потери тепла через фундамент, прежде всего для малоэтажных жилых зданий, где относительные потери тепла через фундамент будут наибольшие и составят около 20% всех потерь или в некоторых случаях больше (рис. 1). Особенно следует подчеркнуть, что утепление фундамента малоэтажных зданий, построенных на слабых грунтах, положительно скажется и на прочности дома, вследствие уменьшения площади промерзания грунта под домом (рис. 2).

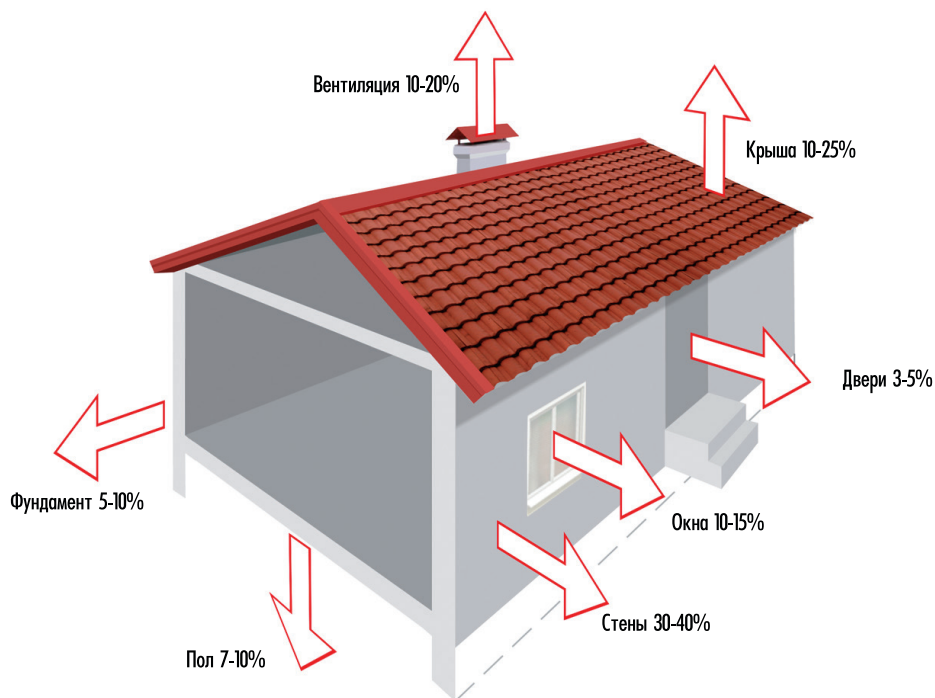
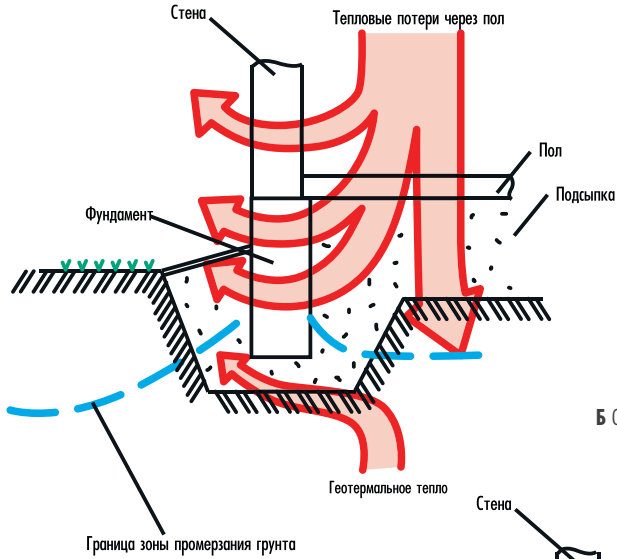


Рис. 1. Потери тепла в малоэтажных зданиях.

А Без теплоизоляции.



Б С теплоизоляцией фундамента и пола.

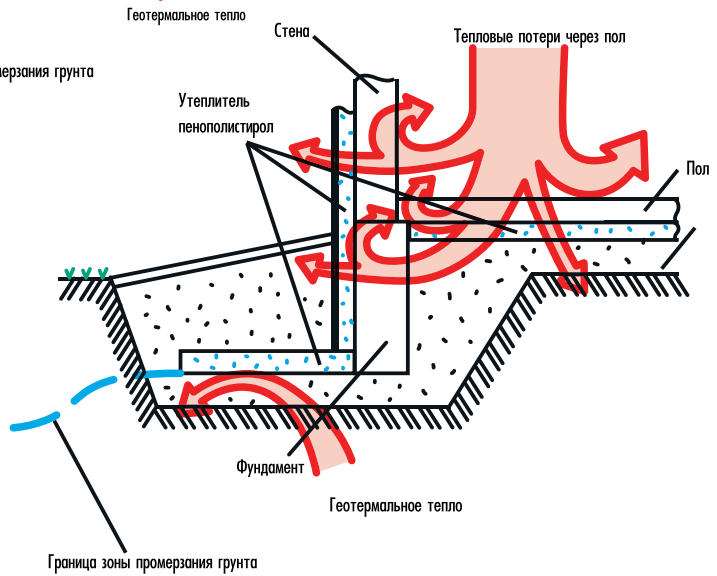


Рис. 2. Тепловые потери через пол и фундамент малоэтажных зданий.

А Без утепления фундамента;

Б С утеплением пола и фундамента. Изменение границы зоны промерзания грунта.

2. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ФУНДАМЕНТОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ



Фундамент – это основной конструктивный элемент, несущей конструкции здания, принимающий все нагрузки от здания и передающий их на грунт.

Таким образом, в подвалах имеются благоприятные условия для распространения плесени. Особенно благоприятным условием является высокая влажность воздуха и выпадение конденсата.

Конденсат выпадает на поверхностях, имеющих температуру ниже точки росы. Температура точки росы зависит от относительной влажности воздуха (рис. 7)

Из рисунка следует, что чем ниже относительная влажность и ниже температура воздуха в помещении, тем ниже точка росы. Поэтому, чтобы не выпадал конденсат надо осушить воздух в помещении, проветрить его и повысить температуру поверхности, где может выпасть конденсат, т.е. теплоизолировать её.

Пар, содержащийся в воздухе, благодаря па-

ропроницаемости материалов диффундирует в ограждающих конструкциях здания, в том числе в конструкциях фундамента. Водяной пар также как и воздух создаёт давление, которое зависит от температуры и относительной влажности воздуха (рис. 8).

Если относительная влажность воздуха 100%, то и давление водяного пара самое высокое. Если относительная влажность ниже, то и давление ниже. Температура в ограждающих конструкциях изменяется по их толщине (см. рис.9). Поэтому пар в ограждающих конструкциях здания движется из тёплого помещения в холодное. Если ограждающая конструкция многослойная, то её отдельные слои не должны препятствовать движению водяного пара. Правило одно – внутренние материалы должны быть плотнее наружных, в противном случае, пар, дойдя до более плотного слоя, насыщается и конденсируется. (Кратко – изнутри плотнее, чем снаружи).

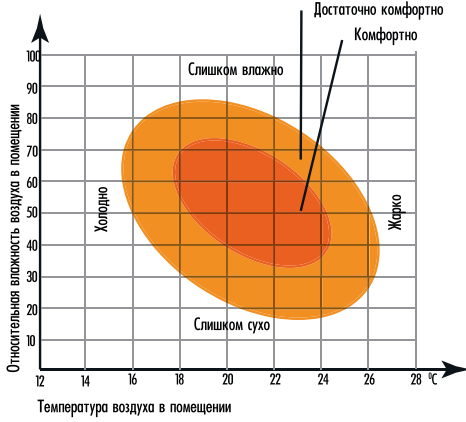


Рис. 3. Зона комфорта в зависимости от температуры и влажности воздуха.

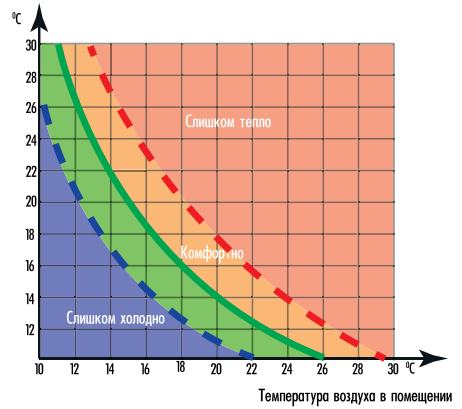


Рис. 4. Зона комфорта в зависимости от температуры стен.

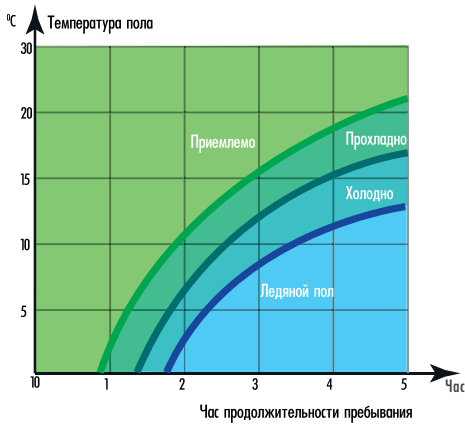


Рис. 5. Зона комфорта в зависимости от температуры пола и времени пребывания.

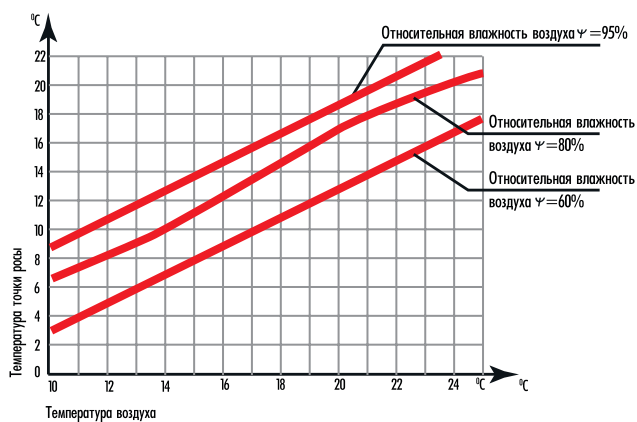


Рис. 6. Точка росы.

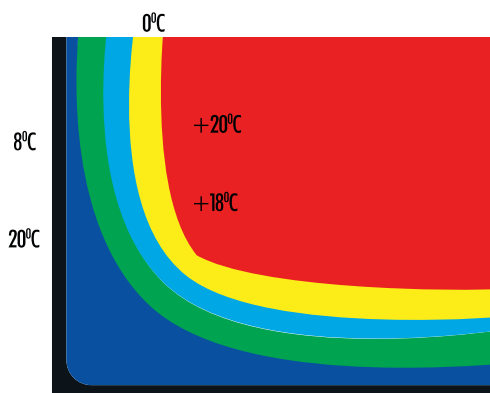


Рис. 7. Изменение температуры в конструкциях зданий по углам.

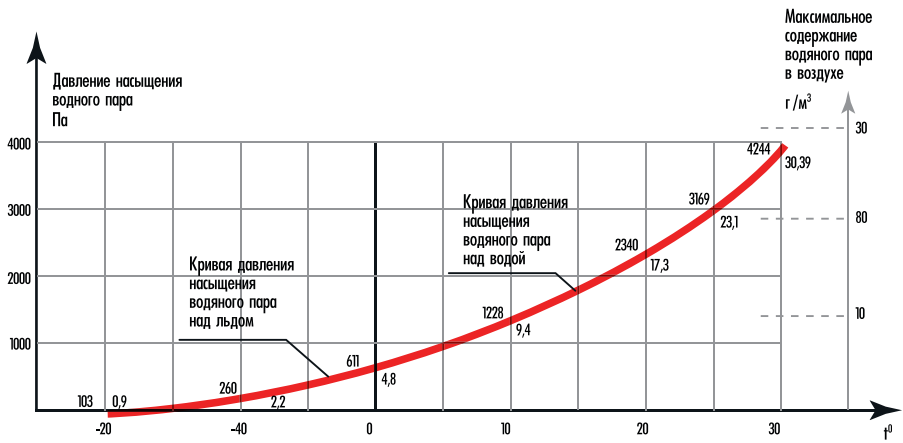


Рис. 8. Давление насыщенного водяного пара и максимальное содержание водяного пара в зависимости от температуры.

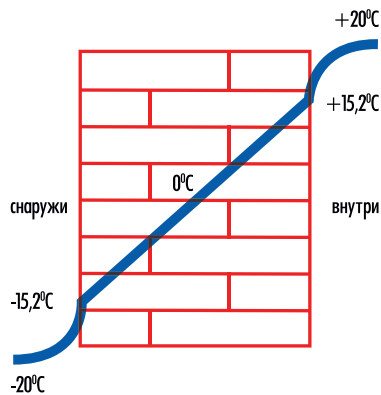
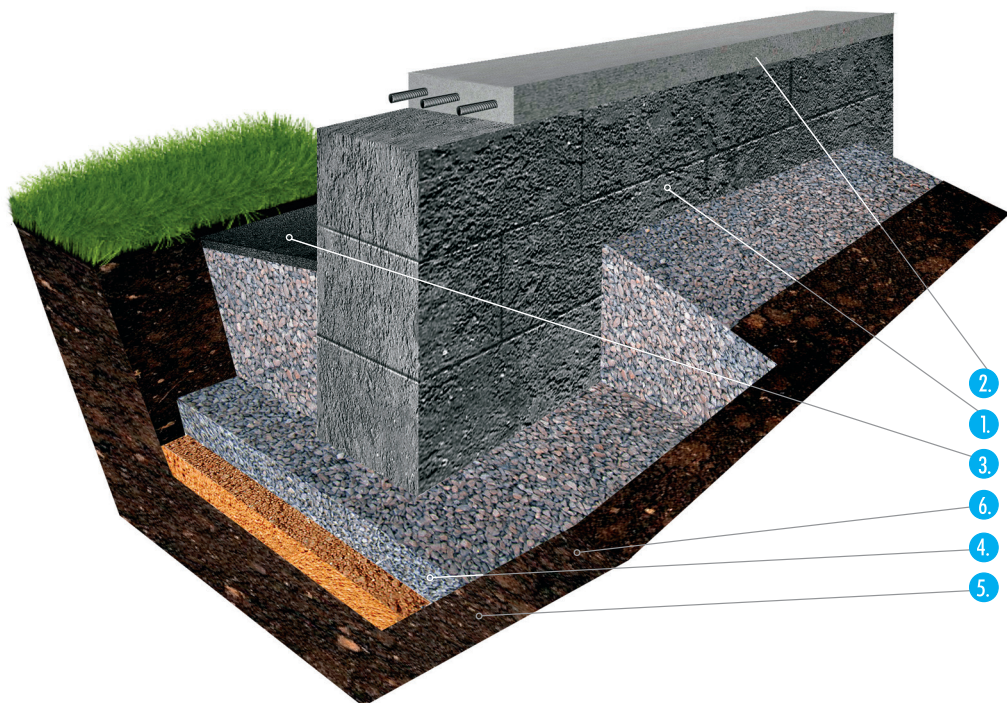


Рис. 9. Распределение температуры по сечению конструкции из однородного материала.

3.1 МЕЛКО ЗАГЛУБЛЕННЫЕ ЛЕНТОЧНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ



Мелкозаглубленные ленточные фундаменты имеют наибольшее распространение. Они состоят из бетонных блоков укладываемых на песчаную подушку с перевязкой (разбегом) вертикальных швов.

Наиболее подходят такие фундаменты для непучинистых и слабопучинистых грунтов. Для средне- и сильнопучинистых грунтов требуется дополнительно связать блоки армированием.

Ленточные фундаменты выполняют из блоков, при изготовлении которых применяют различные материалы, кроме дерева. Наиболее распространенными являются ленточные фундаменты из бетонных блоков (обычно это легкий бетон (1600 кг/м^3) или из пустотелого бетона (рис. 10).

Рис. 10. Ленточный фундамент с армированным слоем.

1. Блоки фундамента;
2. Армированный слой;
3. Отмостка;
4. Верхний слой подушки из гравия;
5. Нижний слой подушки из песка крупной и средней крупности.

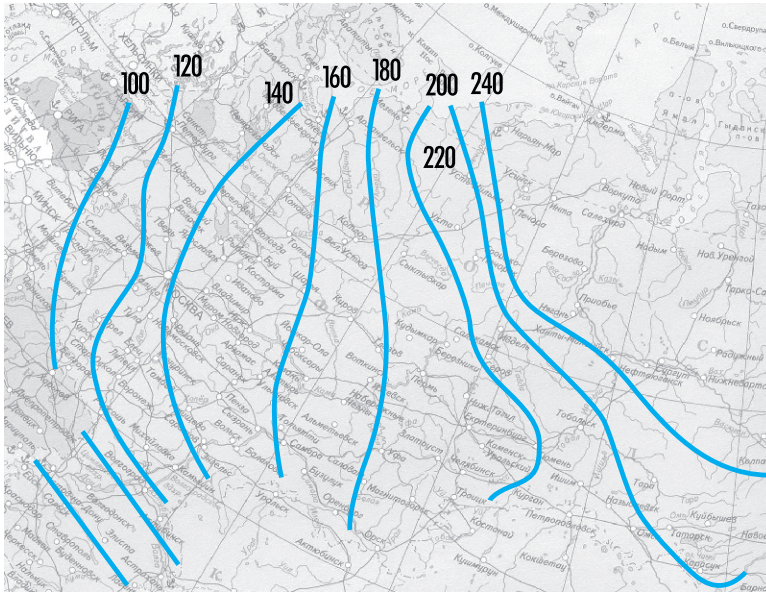
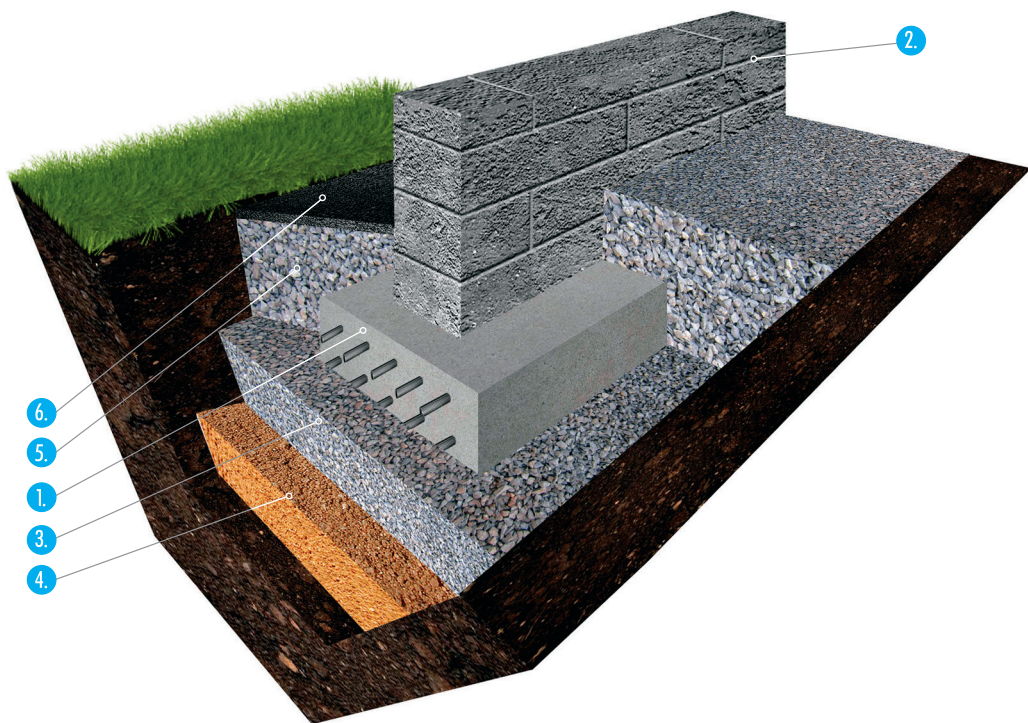


Рис.11. Промерзание грунтов в Европейской части
Российской Федерации.

Размеры блоков – длина до 2.4м, высота – 0.6м, ширина – 0.3, 0.4, 0.5, 0.6.

Размер по ширине определяется расчетом, исходя из веса будущего здания. Плоскость нижней части фундамента называется подошвой. Подошвой так же называется расширение фундамента в нижней части с целью уменьшения давления на грунт. Подошва опирается грунт из непучинистых материалов или бывает двухслойная – снизу, на естественном грунте, песок, а сверху – щебень. Грунт под подошкой называется основой.

Заглубленные ленточные фундаменты на пучинистых грунтах обычно выполняют следующим образом: грунт вынимают из траншеи под будущий фундамент на глубину ниже точки промерзания (для Санкт-Петербурга – 1м, для Москвы – 1.2м) не менее чем на 0.2м и засыпают крупнозернистым песком с послойной утрамбовкой, засыпку ведут до глубины 0.5м, затем начинают монтаж блоков фундамента (рис. 11).



Блоки, расположенные в несколько рядов по высоте, как уже было сказано, устанавливают с разбежкой вертикальных швов. В отдельных случаях, когда есть сомнения относительно неоднородности вспучивания грунтов, поверх блоков и под ними устанавливают армированный пояс с последующим омоноличиванием, высотой 10-12см, либо выполняют сварку закладных деталей. В этом случае фундамент является блочно-монолитным. Мелко заглубленный фундамент размещается в зоне промерзания грунта. Его глубина составляет 0.2-0.3м – толщина подушки и 0.3-0.6м заглубление блоков (рис. 12).

Рис. 12. Мелко заглубленный блочно-монолитный фундамент:

1. Монолитная армированная подошва фундамента;
2. Блоки фундамента;
3. Верхний слой подушки из гравия;
4. Нижний слой подушки из песка крупной и средней крупности;
5. Подсыпка из непучинистого грунта (гравийно-песчаная смесь);
6. Отмостка

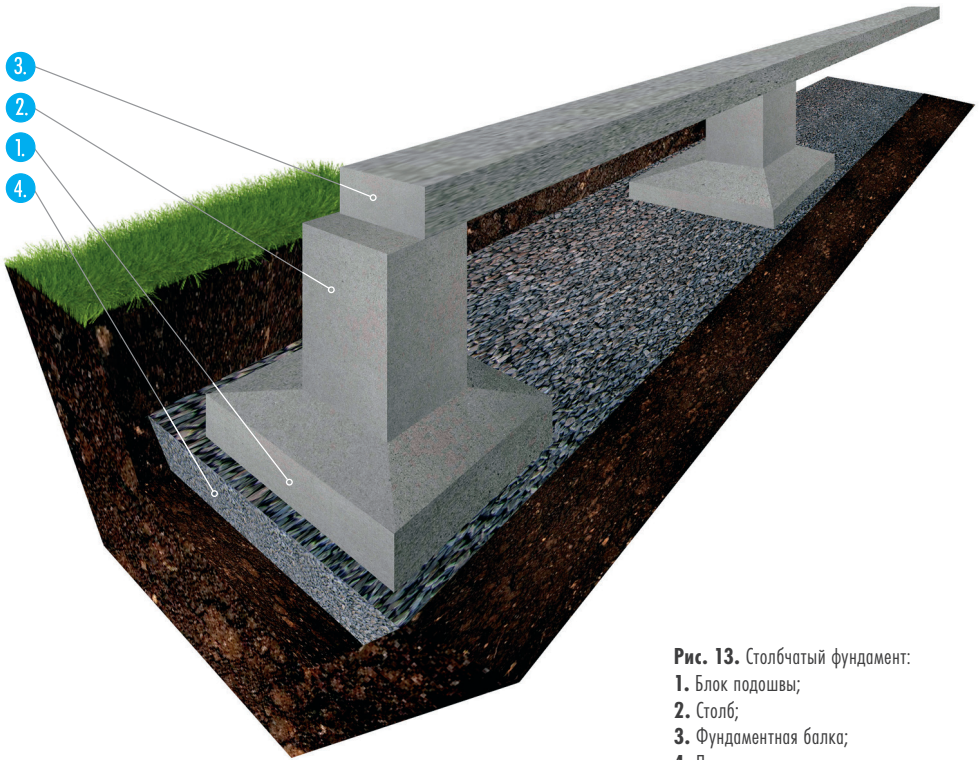


Рис. 13. Столбчатый фундамент:

1. Блок подошвы;
2. Столб;
3. Фундаментная балка;
4. Подсыпка из непучинистого грунта (гравийно-песчаная смесь)

Столбчатые фундаменты состоят из столбов, на которые опираются фундаментные балки (рис. 13). Фундаментные балки устанавливаются подобно ленточному фундаменту по всему периметру здания и внутри периметра, если на них опираются внутренние стены. Столбы обычно выполняют квадратного сечения и изготавливают их из сборных бетонных блоков, заливаемого монолитного бетона, кирпича, природного камня. Столбы устанавливают в местах соединения фундаментных балок, пересечения стен и в промежутках между ними с определенным шагом. Размеры столбов (площадь поперечного сечения) определяют из расчета на прочность в зависимости от массы здания и вида грунта. Часто столбы в нижней части делают расши-

ряющими, чтобы уменьшить давление на грунт. Глубина заложения таких фундаментов должна быть ниже точки промерзания. Толщина подушки под столбами 0.2-0.3м.

Фундаментные балки располагают таким образом, чтобы был воздушный зазор между ними и грунтом, обычно это 0.1-0.2м, т.к. в случае вспучивания грунт может при его контакте с балкой приподнять её, вызывая деформацию стен.

Столбчатые фундаменты являются наиболее экономичными на непучинистых и слабопучинистых грунтах. На среднепучинистых грунтах надо фундаментные балки жёстко связывать и омоноличивать.

3.3 ПЛИТНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ



Рис. 14. Плитный мелкозаглубленный фундамент:

1. Армированная бетонная плита фундамента;
2. Подсыпка из непучинистого грунта (гравийно-песчаная смесь);
3. Стеновые блоки

Плитный фундамент представляет собою сплошную монолитную железобетонную плиту, расположенную под всей площадью дома (рис. 14). Он является одним из типов мелко заглубленных фундаментов, но его отличает от ленточных и столбчатых фундаментов, прежде всего та особенность, что он благодаря большой площади создаёт меньше давление на грунт и лучше противостоит силам пучения. Практически полное отсутствие вертикальных поверхностей у таких фундаментов исключает воздействие касательных (горизонтальных) сил пучения. Конструктивно такой фундамент состоит из монолит-

ной железобетонной плиты толщиной не менее 0.1 м. Арматура диаметром 12-16 мм выполняется в два слоя. Плита снизу имеет пленочную гидроизоляцию, которая укладывается на утрамбованную гравийно-песчаную подушку. Такой фундамент является дорогим из-за большого расхода арматуры и бетона. Его применяют только в случае наличия пучинистого и сильнопучинистого грунтов и при высоком уровне грунтовых вод.

4. ТРЕБОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ К ФУНДАМЕНТАМ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ

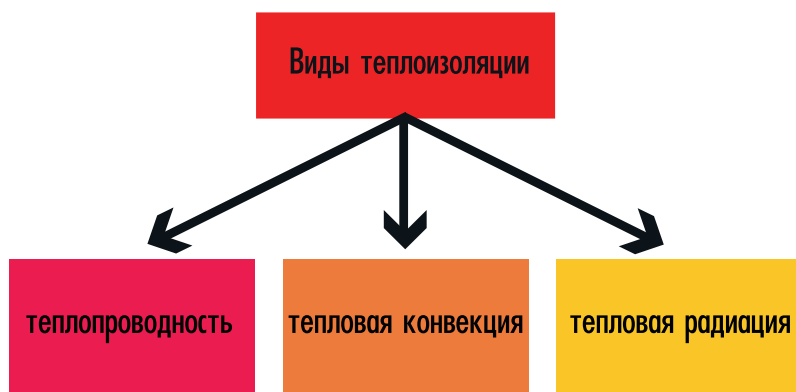


Рис. 15. Виды теплопередачи.

Теплопередача по законам строительной физики осуществляется тремя видами (рис. 15).

А. Теплопроводность, т.е. передача тепла от молекулы к молекуле. Чем плотнее материал и меньше расстояние между молекулами, тем выше теплопроводность (см. табл.1):

- у стали при плотности 7700 кг/м^3 теплопроводность 50 Вт/м.К. ;
- у мрамора при плотности 2800 кг/м^3 теплопроводность 3.5 Вт/м.К. ;
- у пенополистирола при плотности 10 кг/м^3 теплопроводность 0.025 Вт/м.К

В. Тепловые потоки, тепловая конвекция в жидкостях и газах при их движении. Частицы вещества переносят при тепловом потоке тепло от одного твердого тела к другому;

С. Тепловая радиация (излучение) через газы (воздух) или безвоздушное пространство. Тепловые лучи имеют длину электромагнитных

волн, соответствующих невидимому, инфракрасному спектру. Все тела, имеющие температуру выше абсолютного нуля (-273°C) излучают тепло. Здесь важна площадь поверхности излучателя, его температура и расстояние до него. Источниками тепла будут и люди и электроприборы (табл.2), излучающие тепло круглосуточно и круглогодично. Зимой стены, если они имеют хорошую теплоизоляцию снаружи, также передают тепло на фундаменты.

В свою очередь фундамент передаёт тепло грунту через теплопроводность.

Грунт при глубокозаглублённых фундаментах получает тепловую энергию и от земной коры. Как известно, температура ядра нашей планеты составляет 4000°C и при углублении на каждый километр повышается на 30°C . Это тепло используется в тепловых насосах для обогрева зданий. На глубине 100 м она составляет $10\text{--}12^\circ \text{C}$.

Характеристики по теплопроводности и паропроницаемости материалов

Таблица 1

Материал	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м.К)	Коэффициент паро- проницаемости λ
1. Цементный раствор	2000	1,6	15/35
2. Цементная стяжка	2000	1,4	15/35
3. Армированный бетон	2400	2,5	80/130
4. Кирпич полнотелый	1800	0,81	50/10
5. Силикатный кирпич	1600	0,99	5/10
6. Многопустотный кирпич	700	0,31	50/10
7. Пробка	100	0,045	5/10
8. Пенополистирол (EPS)	10—30	0,035—0,040	30/70
9. Экструдированный пенополистирол (XPS)	28—35	0,030—0,034	80/250
10. Минеральная вата	50—200	0,040—0,050	1
11. Древесина (ель, сосна)	500	0,20	50/200
12. ОСБ	650	0,13	30/50
13. Фанера	700	0,17	90/220
14. Вода	1000	0,64	
15. Гранит	2600	2,8	10 000
16. Стекло	2500	1,0	∞
17. Песок, связной грунт		2,1	
18. Глина, суглинок	1500	1,5	
19. Сталь	7700	50	∞
20. Свинец	11 300	35	∞
21. Свежий снег		0,10	
22. Воздух		0,026	

Таблица 2

Источник	Средняя тепловая мощность, Вт
1. Человек (отдых/работа)	65/500
2. Теплая вода	15-25
3. Кухня	100—200
4. Телевизор	35
5. Холодильник	40
6. Электрочайник	20
7. Стиральная машина	10
8. Освещение: площадь 50—100 м ² площадь ≥ 100 м ²	30 45

За счёт конвекции холодного воздуха температура на поверхности грунта опускается ниже 0 °С и грунтовые воды в пучинистых грунтах вплоть до глубины точки промерзания замерзают, вызывая эффект пучения.

Если мы в районе отмостки расположим в грунте утеплитель в виде плит пенополистирола, то это также сдержит зимой передачу тепла от нижних слоёв грунта верхнему слою, соприкасающемуся с холодным воздухом. Точка промерзания грунта в районе даже мелко заглублённого фундамента будет находиться вблизи поверхности грунта. В этом случае перемещения грунта, связанные с образованием ледяных линз и льда в грунте будут минимальными или отсутствовать. Пенополистирол обладает низким водопоглощением (табл.3), он практически не изменяет своих теплоизоляционных характеристик в зависимости от увлажнения. Сверху плиты пенополистирола засыпают гравием на 5-10см для защиты от ультрафиолета солнца и механических повреждений.

Первый вопрос, который возникает при утеплении – с какой стороны утеплять конструкцию (стену, фундамент и т.п.) – снаружи или изнутри?

С позиции технологий и затрат лучше утеплять с внутренней стороны – не нужны леса (для стен), постоянная температура, влажность, отсутствие ветра, солнца, не нужны земляные работы при утеплении подвалов, фундаментов, легко осуществлять контроль и ремонт. Технологический недостаток только один – сокращается полезная площадь и объём помещения.

Если утеплитель расположен снаружи, то нагретый фундамент будет изолирован от грунта и сможет ещё долго удерживать тепло (рис. 16). Даже для неотапливаемых подвалов важно чтобы стенки фундаментов имели положительную температуру.

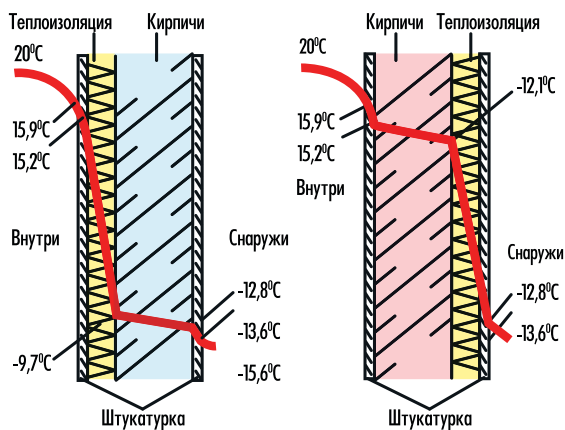


Рис. 16. Изменение температуры по толщине стен с утеплением изнутри А (малая теплонакопительная способность) и снаружи Б (большая теплонакопительная способность).

В противном случае имеющаяся в бетоне, кирпиче, в швах вода замёрзнет, увеличится в объёме и будет способствовать разрушению конструкции.

Важным является и то обстоятельство, что в осенне-зимний период конструкция стен увлажняется, а в летний период высыхает, и пар должен полностью диффундировать из стены. Для расчётов этих процессов используют диаграмму Глазера (рис. 17).

По горизонтальной оси откладывается толщина воздуха, равная произведению коэффициента сопротивления паропрооницанию μ на толщину материала d .

$$S = \mu \times d$$

По вертикали откладывается давление водяного пара в Па, где P_s – давление насыщения, которое зависит от температуры в каждом слое и определяется по соответствующим таблицам, и фактическое давление P . Давление насыщения P_s соответствует давлению водяного пара при относительной влажности воздуха 100%.

В большинстве случаев влажность наружного и внутреннего воздуха меньше 100%, поэтому фактически давление водяного пара P меньше давления насыщения P_s . Давление на внутренней и внешней стороне конструкции $P_{вн.}$ и $P_{нар.}$. Рассчитывают, как:

$$P_{вн.} = P_s \times \psi_{вн.}, \quad P_{нар.} = P_s \times \psi_{нар.}$$

Точка соприкосновения кривых даёт нам точку насыщения водяного пара $P_{нас}$. Область конденсации — это сухая область ограждающей конструкции между внутренней поверхностью и плоскостью конденсации. Область испарения располагается между плоскостью конденсации и наружной поверхностью. Зимой конструкция увлажняется, а потом высыхает. Расчёт диаграммы Глазера для многослойных конструкций может показать слабые стороны конструкций, где может выпасть конденсат, а также рассчитать эффективность защитных мероприятий, например, установки пароизоляции.

Надо понимать, что через стены из обычных материалов – кирпич, древесина – выходит не более 5% пара, образующегося в помещениях. Остальной пар удаляется только через вентиляцию. Но если пар попал в стену, то он должен из неё выйти без образования конденсата внутри стены (рис. 18).

Расчёты влажностного состояния строительных конструкций позволяют найти их слабые стороны и выбрать правильные решения. Но они не позволяют учесть все и особенности теплофизических процессов, проходящих в конструкциях зданий.

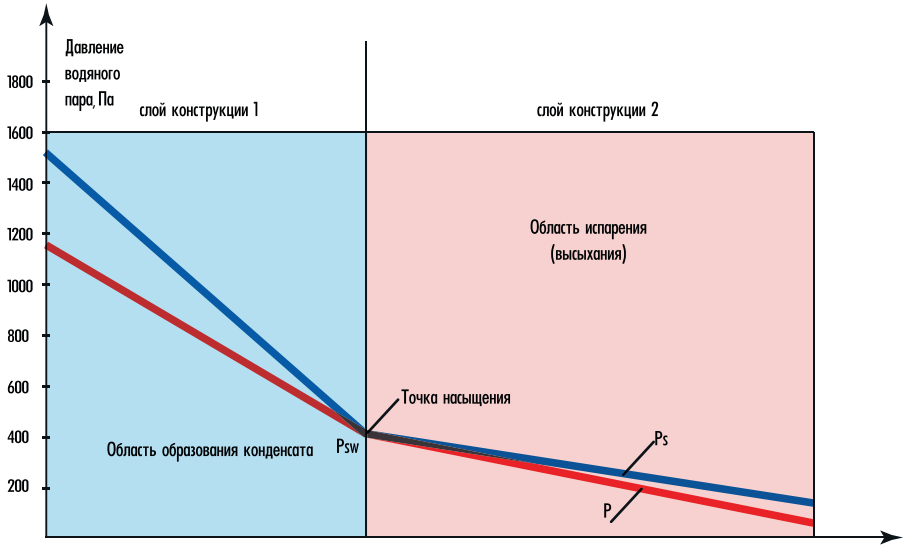


Рис. 17. Диаграмма Глазера

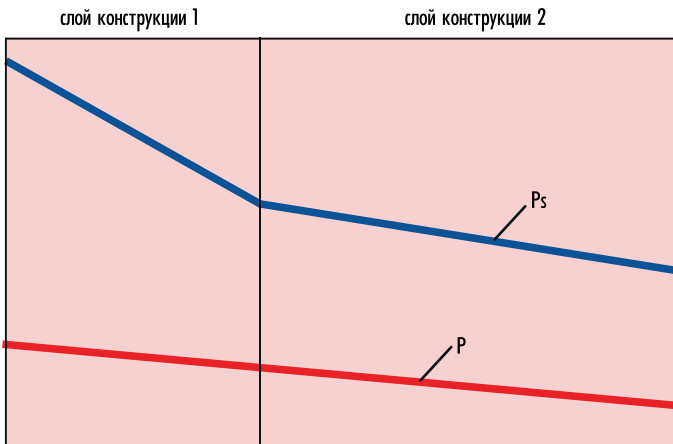


Рис. 18. Диаграмма Глазера без образования конденсата

5. ВИДЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ФУНДАМЕНТОВ. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ПЕНОПОЛИСТИРОЛА



Начнем с рассмотрения свойств пенополистирола.

Стирол был открыт берлинским аптекарем в 1839 году как эфирное масло и применялся долгое время в качестве густой прозрачной массы при изготовлении лекарств и был назван стирольным маслом. После его полимеризации был изобретён полистирол. В 1949 году немецкая фирма BASF получила патент на его производство. В 1951 году BASF изобрёл процесс получения твёрдой пены из полистирола – пенополистирол, который на 98% состоит из воздуха. Воздух при отсутствии конвекции является плохим проводником тепла, а поскольку воздух в пенополистироле заключён в небольших пузырьках и не может двигаться, то это и обусловило его низкую теплопроводность и высокие теплоизоляционные характеристики. Волокнистые утеплители – шерсть, минеральная и стеклянная вата, также используют свойства воздуха, как теплоизолятора, но уменьшают его подвижность за счёт высокого аэродинамического сопротивления волокон, через которые движется воздух. Из пенополистирола производят утеплители для строительства, упаковку для хранения овощей, фруктов, рыбы, мяса, шлемы для велосипедистов, одноразовую изотермическую посуду для

горячей пищи и многое другое.

В строительстве пенополистирол используется как утеплитель, что способствует экономии тепловой энергии (энергосбережению и уменьшению выбросов углекислого газа в атмосферу при отоплении зданий). Как утеплитель в строительстве он применяется при изготовлении различных материалов: лёгкий бетон и лёгкая «тёплая» штукатурка с гранулами пенополистирола, включёнными в состав материала. Также он используется при изготовлении поризованной керамики, например, кирпичей, в качестве плитного утеплителя, звукоизоляционных плит для полов и др. В зависимости от технологии изготовления плит различают вспененный пенополистирол безпрессовый суспензионный (ПСБ-С)(expandierte Polystyrol – EPS) и экструдированный пенополистирол (extrudierte Polystyrol – XPS).

Вспененный пенополистирол нашёл большое применение в Германии и в других странах Европы и Америки в качестве утеплителя в строительстве, где он является приоритетным материалом и составляет до 85% из объёма применения строительной теплоизоляции.

Основные свойства пенополистирола:

- **Влагостойкость** – это способность материала не изменять своих свойств при контакте с водой. Пенополистирол может адсорбировать 5-6% влаги, при этом на 90-92% сохраняет сопротивление теплопередаче.

- **Морозоустойчивость** – это способность материала сохранять свои свойства под воздействием циклов замораживание – размораживание. Обычные строительные материалы – кирпич, штукатурка и др. – должны выдерживать не менее 50 циклов. Поскольку пенополистирол адсорбирует мало влаги, а при её замерзании его гранулы не разрушаются, упруго воспринимая деформации, то этот материал свободно выдерживает 50 циклов. Более чем 50-летний опыт применения этого материала в Европейских странах и Северной Америке показал, что материал практически не меняет своих свойств под воздействием воды.

- **Долговечность** – способность материала не изменять своих свойств в течение заданного времени. Большинство строительных материалов для малоэтажного строительства, работающих непосредственно с открытой средой, имеют срок эксплуатации 50 лет. Этот срок обусловлен прежде всего тем, что быстро меняются социальные условия и обычные жилые малоэтажные дома быстро морально устаревают – их приходится сносить или перестраивать. Пенополистирол подвержен температурной деструкции при температурах выше 160 °С. Такая температура не встречается в конструкциях фундаментов. По разным источникам долговечность пенополистирола составляет 50-100 лет.

- **Биологическая устойчивость** – способность материала сохранять свойства под воздействием биологически активной среды. Как было сказано выше, плесень может развиваться на любых материалах, в том числе на пенополистироле, но её колонии практически не влияют на структуру материала и не меняют его свойств. Под землёй корни растений входя в соприкосно-

вание с пенополистиролом не получают от него питательных веществ и не прорастают в него.

- **Стойкость против грызунов.** Грызуны могут использовать строительные материалы для питания, сооружения гнёзд или для проделки ходов. Грызуны не едят пенополистирол. Они не создают в нём гнёзда, если есть альтернативные материалы – бумага, шерстяные вещи, ткани и т.п. из которых они легко сооружают гнёзда. Конечно, они легко проделывают в пенополистироле ходы, как и в древесине, но при утеплении фундаментов отсыпку обычно осуществляют гравием для отвода воды и предотвращения капиллярного подъёма воды. Грызуны в гравии ходов не делают. Не делают ходов и в песке, так же применяемом при отсыпке. Таким образом, пенополистирол может считаться стойким против грызунов при утеплении фундаментов.

- **Устойчивость пенополистирола к воздействию растворителей мала**, особенно к ацетону, бензолу, сероуглероду, но он не растворим в спиртах и простом эфире. В обычной практике эксплуатации малоэтажных зданий возможность контакта плит утеплителя фундамента с такими растворителями практически отсутствует.

- **Паропроницаемость** пенополистирола равна или близка к паропроницаемости таких пород древесины, как ель, сосна, дуб и составляет 0.03-0.05 Мг (м²*г*Па) и выше чем у материалов, применяемых для изготовления фундаментов.

- **Теплопроводность** является важнейшим свойством пенополистирола, как теплоизоляционного материала. Она зависит от его плотности и составляет 0,035-0,040 Вт/м.К для плотности 10-30 кг/м³.

- **Прочность на сжатие также является** важнейшей характеристикой пенополистирола как строительного материала. Он может нести значительные нагрузки в течение длительного времени. Прочность на сжатие при 10% линейной деформации составляет в зависимости от марок и плотности пенополистирола 65-250 Кпа.

Особенности пенополистирола KNAUF Therm®

Плитный утеплитель KNAUF Therm® является одним из самых безопасных и экологически чистых материалов. Он соответствует всем европейским и российским строительным нормативам и постоянно проходит сертификацию. Особенность плит KNAUF Therm® заключается, прежде всего, в том, что они:

- не включают фенолформальдегид в качестве связующего вещества;
- вместо фреона содержит внутри гранул чистый воздух;
- не имеют хлора и его производных в составе, а значит, не могут выделять фосген при горении;
- изготовлены из сырья с применением современных антипиренов;

Негорючесть пенополистирола

Для уменьшения пожарной опасности пенополистирола при его производстве добавляют различные антипирены (вещества, при нагревании которых выделяются газы, препятствующие доступу кислорода к месту горения).

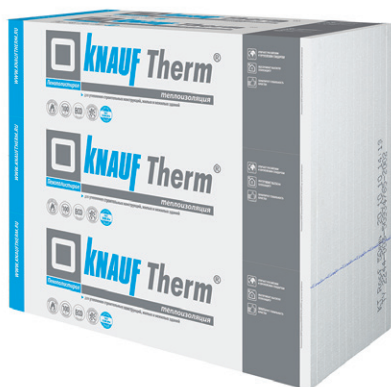
Для устройства отмостки и утепления фундаментов различных видов и полов подвалов предлагаются резанные плиты KNAUF Therm® Пол^{PRO} и формованные плиты KNAUF Therm® Фундамент.

Теплоизоляционные плиты KNAUF Therm® Пол^{PRO}

Основные преимущества

- экологическая чистота;
- выдерживает высокие нагрузки до 15 т/м²;
- влагостойкий;
- не привлекает грызунов;
- обладает небольшой сжимаемостью под нагрузкой не более 0,2% (при удельной нагрузке 2000Па).

Рис.19. Упаковка пенополистирольных плит KNAUF Therm®



Технические характеристики KNAUF Therm® Пол^{PRO}

Таблица 3

Показатели	Значения
Прочность на сжатие при 10% линейной деформации не менее	150 кПа
Теплопроводность не более	0,032 Вт/(м.К)
Водопоглощение при полном погружении по объему не более	0,8 %

Размеры плит KNAUF Therm® Пол^{PRO}

Длина 1000, 2000, 3000 мм

Ширина 1200 мм

Толщина 20 — 600 мм через каждые 10 мм.

Технические характеристики формованных плит KNAUF Therm® Фундамент

Таблица 4

Показатели	Значения
Прочность на сжатие при 10% линейной деформации не менее	100 кПа
Теплопроводность при 10 ±1 °С не более	0,036 Вт/м.К
Водопоглощение за 24 часа по объему не более	2%
Паропроницаемость	0,023 мг/(м.ч.Па)

Размеры формованных плит KNAUF Therm® Фундамент

Длина 1200мм

Ширина 600мм

Толщина 50/100/120мм

6. ВИДЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ФУНДАМЕНТОВ. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

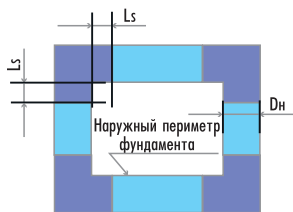


Рис. 20. Схема укладки и параметры теплоизоляции в фундаментах отапливаемых зданий с теплоизоляцией пола:

Фундаменты мелкого заложения. В малоэтажном строительстве широко применяются фундаменты мелкого заложения даже на средне- и сильнопучинистых грунта с применением систем теплоизоляции фундаментов, (теплоизоляционные фундаменты мелкого заложения – ТФМЗ), которые значительно снижают риск замораживания грунта под фундаментом здания.

1. Плиты ленточного фундамента;
2. Стена здания;
3. Вертикальная теплоизоляция;
4. Защитное покрытие плит теплоизоляции;
5. Грунт;
6. Слой песчаной отсыпки;
- 6а. Слой гравийной отсыпки;
7. Горизонтальная теплоизоляция;
8. Асфальтовая или бетонная отмостка;
9. Травяной покров;
10. Финишное покрытие пола;
11. Гипсоволокнистые плиты сборного пола;
12. Керамзитовая подсыпка под сборный пол;
13. Теплоизоляция пола;
14. Слой гравийной подсыпки;
15. Пленка парозащиты пола

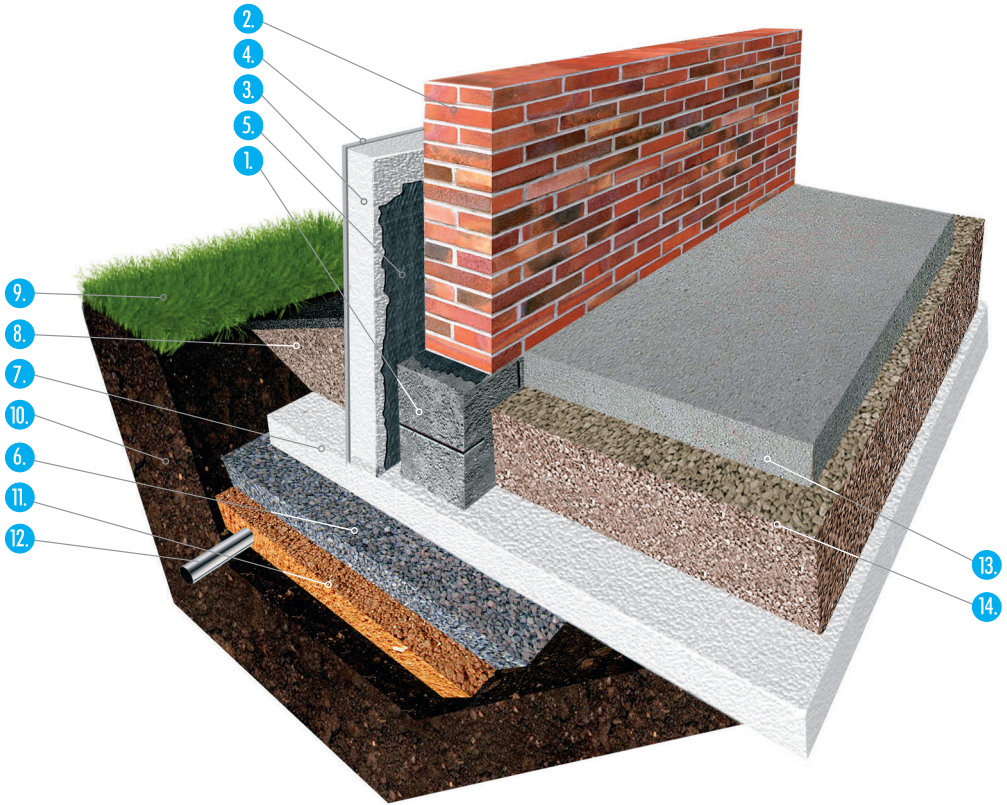


Рис. 21. Схема укладки и параметры теплоизоляции в фундаментах отапливаемых зданий без теплоизоляции пола:

1. Блоки фундамента;
2. Стена;
3. Вертикальная теплоизоляция из пенополистирольных плит KNAUF Therm® Фундамент;
4. Облицовка цоколя;
5. Гидроизоляция;
6. Гравийная подсыпка подушки;
7. Горизонтальная теплоизоляция из пенополистирольных плит KNAUF Therm® Пол^{PRO} или KNAUF Therm® Фундамент;
8. Отмостка;
9. Дерн;
10. Грунт;
11. Песчаная подсыпка подушки;
12. Дренаж;
13. Бетонная стяжка пола;
14. Подсыпка из непучинистого грунта (гравийно-песчаная)

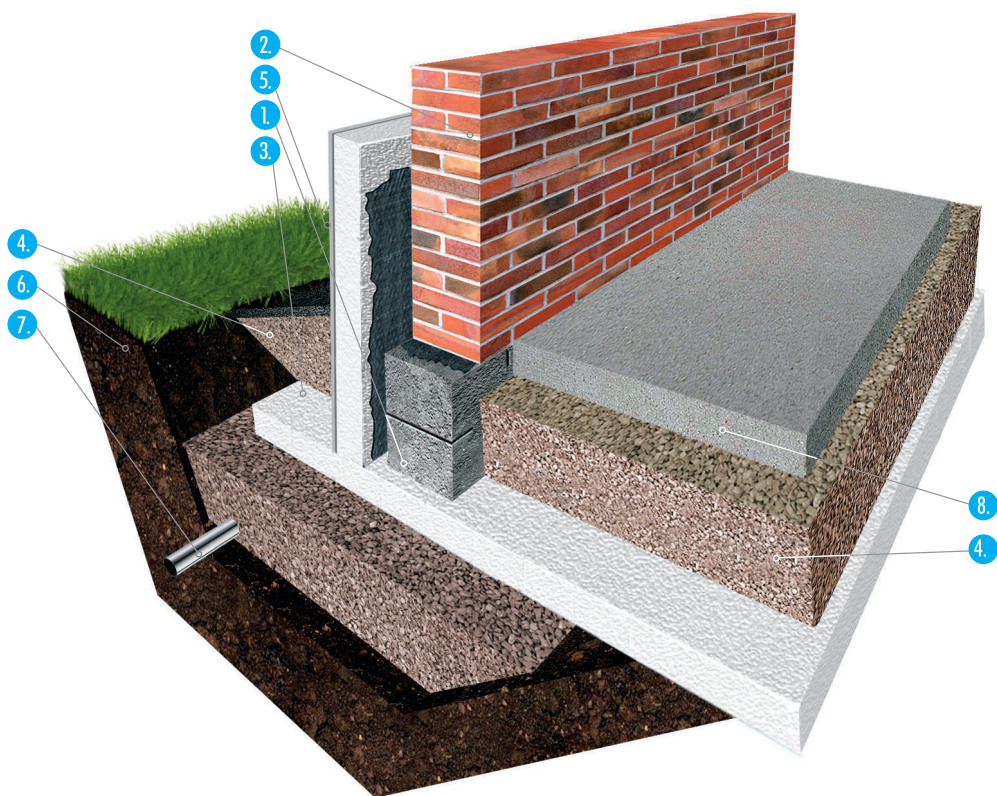


Рис. 22. Схема укладки и параметры теплоизоляции в фундаментах неотапливаемых зданий:

1. Блоки фундамента;
2. Стена;
3. Утеплитель из пенополистирольных плит KNAUF Therm® Пол^{pro} или KNAUF Therm® Фундамент;
4. Гравийно-песчаная подсыпка;
5. Отмостка;
6. Грунт;
7. Дренаж;
8. Бетонная стяжка пола

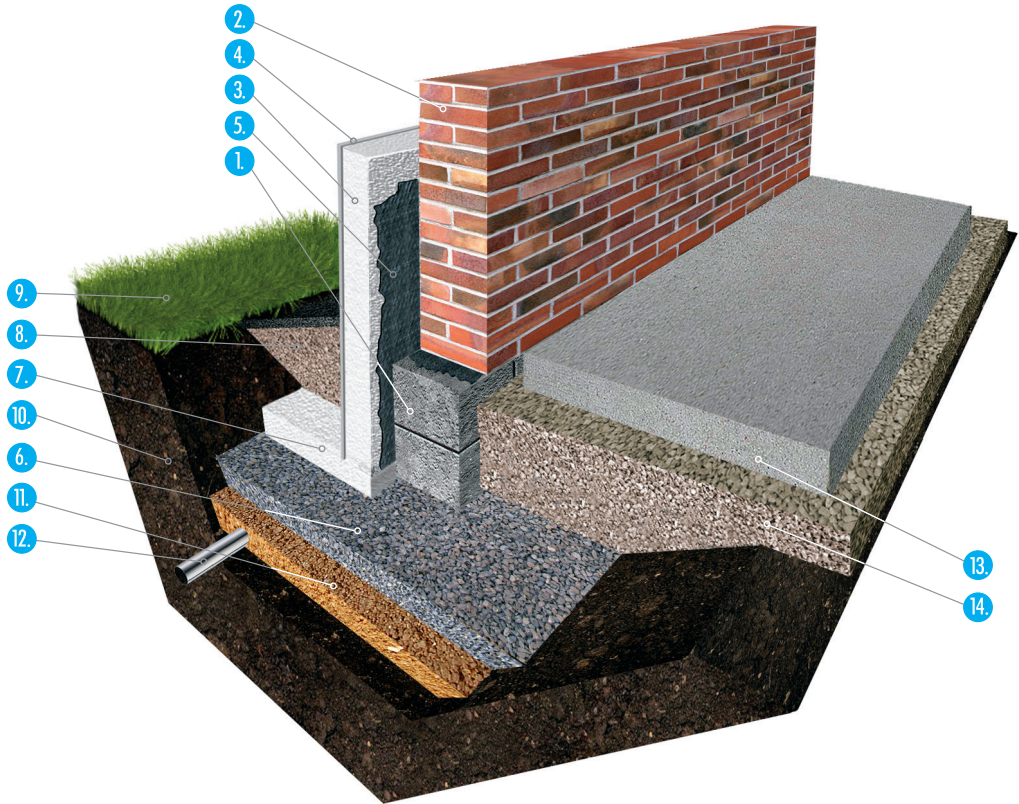


Рис. 22а. Схема укладки и параметры теплоизоляции в фундаментах зданий с переменным режимом эксплуатации (отопляемое — неотапливаемое):

1. Блоки фундамента;
2. Стена;
3. Вертикальная теплоизоляция из пенополистирольных плит KNAUF Therm® Фундамент;
4. Облицовка цоколя;
5. Гидроизоляция;
6. Гравийная подушка;
7. Горизонтальная теплоизоляция из пенополистирольных плит KNAUF Therm® Пол^{PRO} или KNAUF Therm® Фундамент;
8. Отмостка;
9. Дерн;
10. Грунт;
11. Песчаная подушка;
12. Дренаж;
13. Бетонная стяжка пола;
14. Подсыпка из непучинистого грунта (гравийно-песчаная)

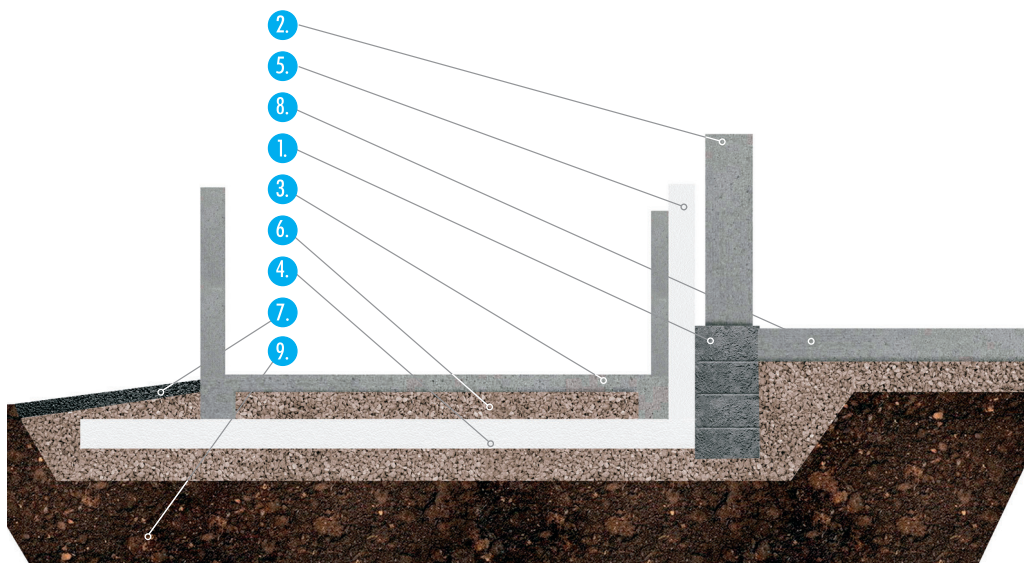


Рис. 23. Схема укладки и параметры теплоизоляции выступающих пристроек

1. Блоки фундамента;
2. Стена;
3. Фундамент пристройки;
4. Горизонтальная теплоизоляция плиты KNAUF Therm® Пол^{PRO};
5. Вертикальная теплоизоляция плиты KNAUF Therm® Фундамент;
6. Подсыпка из непучинистого грунта (гравийно-песчаная);
7. Отмостка;
8. Пол основного здания;
9. Грунт

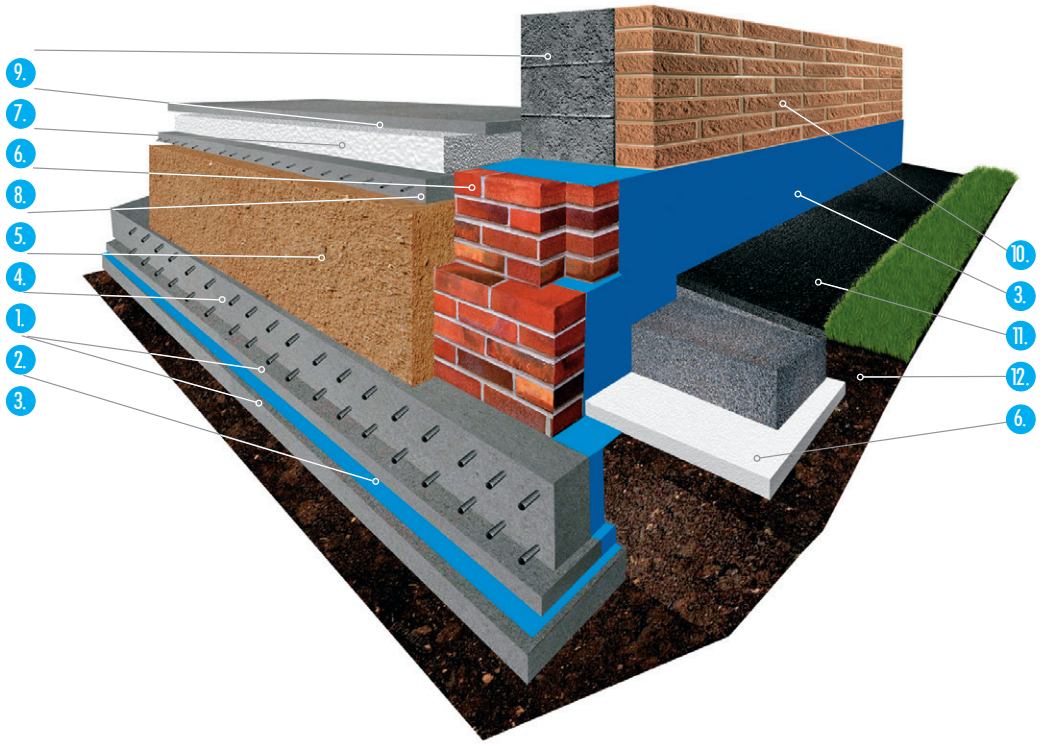


Рис. 24. Утепление плитного фундамента пенополистирольными плитами KNAUF Therm® Floor и KNAUF Therm® Фундамент:

1. Плитный фундамент;
2. Бетонная подготовка;
3. Пленочная гидроизоляция;
4. Утрамбованный песок; армированная стяжка;
6. Горизонтальный утеплитель — KNAUF Therm® Пол^{PRO} или KNAUF Therm® Фундамент;
7. Выравнивающая бетонная стяжка;
8. Фундаментная часть стены;
9. Стеновые блоки;
10. Лицевая часть стены;
11. Отмостка;
12. Непучинистый грунт



Рис. 25. Схема укладки теплоизоляции из пенополистирольных плит KNAUF Therm® Пол^{PRO} и KNAUF Therm® 5 in 1 F в столбчатых фундаментах:

1. Столб;
2. Фундаментный блок;
3. Утеплитель из плит KNAUF Therm® Пол^{PRO} или KNAUF Therm® Фундамент;
4. Гравийно-песчаная подушка

Работы по устройству ТФМЗ выполняют, руководствуясь требованиями СНиП 12-01-83. Перед началом работ по устройству фундаментов следует провести подготовительные работы – очистку территории и подъездов от кустарника, выкорчевать пни, осушить площадку, выполнить работы по подводу инженерных коммуникаций. Схема укладки теплоизоляции в фундаментах отапливаемых зданий показана на рис. 21. Под фундамент по всему периметру здания выкапывается траншея глубиной около 0,6м. Затем производится подсыпка непучинистого грунта – крупного песка и гравия, выравнивается и трамбуется. Лучше выполнять и трамбовать засыпку слоями. Таким образом выполняется подушка. Её толщина около 0,2м. На выполненную подушку укладываются плиты KNAUF Therm® Пол^{PRO}

и KNAUF Therm® Фундамент. Плиты укладываются горизонтально по всему периметру здания. Их толщина не менее S_n , а ширина D_n , которые определяются по табл. 5 в зависимости от индекса мороза (ИМ), (индекс мороза – это абсолютное значение отрицательных градусов-часов наружного воздуха, которое встречается с вероятностью 1 раз в 50 лет).

Часто такую раскладку теплоизоляционных плит называют теплоизоляционной юбкой. Значение ИМ можно определить по карте ИМ (рис.27).

Требуемые размеры теплоизоляции из плит KNAUF Therm® Пол^{PRO} и KNAUF Therm® Фундамент в фундаментах мелкого заложения отапливаемых зданий с утеплёнными или неутеплёнными полами

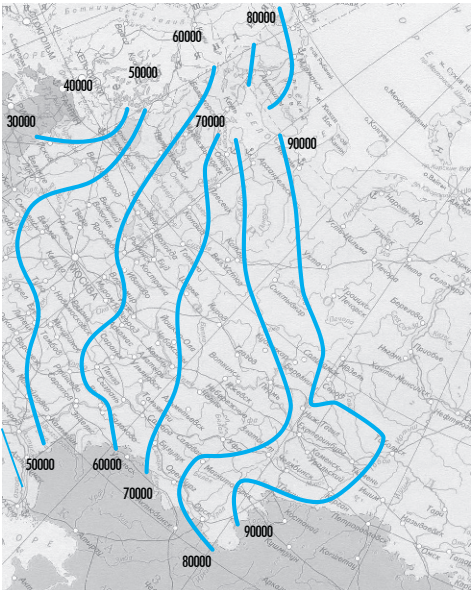
Таблица 5

ИМ, 0°С . ч	Толщина вертикальной теплоизоляции, δ_v , см	Горизонтальная теплоизоляция вдоль стен		Горизонтальная теплоизоляция на углах	
		ширина, D_h , м	толщина, δ_h , см	длина, L_c , м	толщина, δ_c , см
50 000	11,2	0,6/0,9	5,6/4,9	1,5	7,8/6,9
	6,0*	0,6*	6,1*	7,5*	1,5*
60 000	12,6	0,9/1,2	7,4/6,3	2,0	11,0/9,5
	7,4*	0,9*	7,6*	9,2*	2,0*
65 000	13,3	0,9/1,2	8,8/7,7	2,0	13,1/11,6
70 000	14,0	1,2/1,5	9,1/8,1	2,5	13,7/12,1
	8,6*	1,2*	9,1*	10,7*	2,5*
75 000	14,7	1,2/1,5	10,9/9,8	2,5	16,3/15,2
80 000	15,4	1,5/1,8	11,2/10,2	3,0	16,8/15,2
	10,2*	1,5*	10,5*	12,1*	3,0*
85 000	16,1	1,5/1,8	12,6/11,6	3,0	18,9/17,3
90 000	16,8	1,8	13,3	3,5	20,0
	11,6*	1,8*	11,9*	13,5*	3,5*

Условные обозначения:

D_h — ширина горизонтальной теплоизоляции по периметру здания;
 L_c — длина участков теплоизоляции толщиной δ_c по углам здания;
 δ_v — толщина вертикальной теплоизоляции;
 * — значения для зданий с полом без теплоизоляции;
 ИМ — индекс мороза

Рис. 26. Карта распределения индекса мороза ИМ на территории Западной части РФ.
 Для Санкт-Петербурга это 40000 град. час, для Москвы — 55000 град. час.



По углам здания, где процессы охлаждения, как указывалось выше, идут более интенсивно, длина плит составляет L_c , а толщина δ_c , которые также определяются по табл. 5. В целях отвода воды из подушки необходимо устраивать по всему периметру здания трубчатый дренаж. После монтажа фундаментных блоков при ленточном фундаменте по его наружной вертикальной стороне и цокольной части стены на высоту не менее 1 м от подошвы фундамента монтируются плиты вертикальной теплоизоляции толщиной δ_v (табл. 5). Плиты могут быть зафиксированы с помощью клея КНАУФ Севенер. Могут приклеиваться также непосредственно к наружной битумной гидроизоляции блоков фундамента при её расплавлении в нескольких точках по периметру плиты. Возможно и дюбелирование плит с применением тарельчатых дюбелей, но это дорогой вариант. После монтажа плит теплоизоляции производится обратная отсыпка пазух котлована непучинистым грунтом – крупным песком, гравием с последующей утрамбовкой. Затем по периметру здания выполняются асфальтовая или бетонная отмостка. Как указывалось выше, в местах концентрированных точечных нагрузок, в местах въезда в гараж следует теплоизоляционные плиты дополнительно защитить сверху, например, цементными плитами КНАУФ Аквапанель.

В случае, если помещения в здании не отапливаются, то теплоизоляция укладывается в пределах всего здания включая отмостку (теплоизоляционную юбку) равную D_h , (рис.23). Толщина плит теплоизоляции принимается равной δ_h . Для зданий с переменным режимом отопления, например, коттеджи с временным пребыванием людей в зимний период, теплоизоляционные плиты укладываются как у неотапливаемых зданий, но с монтажом вертикальной теплоизоляции. У столбчатых опор фундамента на пучинистых грунтах монтаж теплоизоляционных плит

KNAUF Therm® Пол^{PRO} и KNAUF Therm® Фундамент производится под опорой. Размеры плит определяются в соответствии с рис. 26.

Если к отапливаемому зданию пристраивается неотапливаемая пристройка, тамбур или кладовая, то на пучинистых грунтах необходимо провести утепление фундамента под всей площадью пристраиваемого помещения. В противном случае пристройка при промерзании грунта под воздействием сил вызванных замерзанием грунтовых вод будет осуществлять перемещения отдельно от здания с утеплённым фундаментом.

Как было указано выше, на плиты пенополистирола, при его использовании в качестве утеплителя фундаментов, практически не действуют разрушающие этот материал факторы: ультрафиолетовое излучение солнца, высокие температуры, большое поступление кислорода, участвующего в деструкции материала, поэтому этот материал, применяемый для этих целей, можно считать долговечным. Но есть вероятность механического повреждения плит горизонтальной теплоизоляции под воздействием местных точечных нагрузок, например, от складирования грузов, колеса грузового автомобиля и т.п. Могут быть механически повреждены и плиты вертикальной теплоизоляции. Для устранения повреждений необходимо вскрыть места повреждений и удалить повреждённые плиты, с их заменой новыми. Если при этом повреждена гидроизоляция, то её надо восстановить. Очень важно при этих видах ремонта не допустить образование «мостиков холода», то есть мест прямого контакта фундаментных конструкций с грунтом. Поэтому новые плиты, укладываемые взамен повреждённых, надо укладывать без зазоров. При монтаже плит вертикальной теплоизоляции недопустима заделка мест повреждения или образовавшихся между плитами щелей клеевыми или штукатурными растворами. После замены плит вертикальной

теплоизоляции или их участков необходимо восстановить защитное покрытие. Для этого производят зачистку старого защитного покрытия от грязи и старой краски не менее чем на 100 мм от края вскрытого участка. Затем с помощью клеearмирующей смеси KNAUF Севенер на очищенное место и на новую плиту теплоизоляции приклеивается армирующая щёлочестойкая стеклосетка. Далее восстанавливается штукатурный слой с последующей окраской. Пол в отапливаемых помещениях выполняют по следующей схеме.

В начале, следует выполнить двухслойную подушку толщиной около 20 см с уплотнением. Нижний слой из крупного песка толщиной около 10 см, а верхний слой из гравия. Такая подушка защитит от капиллярного поднятия грунтовых вод. Затем выполняется цементная стяжка. Если фундамент плитный, то выполняется армированная бетонная фундаментная плита. Поверх плиты производят выравнивающую тонкую стяжку, на которую укладывается рулонная гидроизоляция – рубероид. Поверх рубероида укладывают теплоизоляционные плиты KNAUF Therm® Пол^{PRO} и KNAUF Therm® Фундамент толщиной 100 мм. Поверх этих плит монтируют пол здания. Очень эффективными являются сборные полы KNAUF на основе керамзитовой подсыпки и гипсоволокнистых листов (ГВЛ), которые монтируются поверх теплоизоляции. Сверху листов ГВЛ монтируется финишное покрытие пола – линолеум, плитка, паркет и др. Если помещение отапливается, но нет необходимости устраивать тёплый пол, то выполняют только горизонтальную теплоизоляцию отмоксти и монтируют вертикальную теплоизоляцию, как это показано на рис. 22.

Ремонт теплоизоляции фундаментов, выполненной из плит пенополистирола KNAUF Therm® Пол^{PRO} и KNAUF Therm® Фундамент при наличии мест механического повреждения.

7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ФУНДАМЕНТНЫХ РАБОТ

Во время строительства выполняется контроль качества при выполнении и завершении отдельных этапов работ. Выполняется и контроль качества (входящий контроль) строительных материалов.

По окончании всех фундаментных работ осуществляется их приемка представителями авторского и технического надзора с составлением соответствующих актов скрытых работ:

а) на работы по осушению и водоотведению;

б) устройству инженерных сетей;

в) освидетельствованию грунтов котлована;

г) выполнению грунтовой подушки;

д) работы по устройству горизонтальной теплоизоляции;

е) работы по устройству фундамента (установку фундаментных блоков);

ж) работы по гидроизоляции фундамента и монтажу вертикальной; теплоизоляции.

При строительстве частного односемейного дома составление этих документов осуществляется в присутствии заказчика. Наличие таких документов позволяет решить вопросы об ответственности лиц, выполнявших работы, при возникновении дефектов как во время выполнения последующих работ, так и при гарантийном обслуживании.

ДЛЯ КОНСУЛЬТАЦИЙ И ЗАКАЗОВ:



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ РЕГИОН
ООО «КНАУФ ПЕНОПЛАСТ»
г. Красногорск, МО
♦ +7 (495) 980 89 11
♦ +7 (921) 589 53 45
✉ 4198@knauf.ru

СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ РЕГИОН
ООО «КНАУФ ПЕНОПЛАСТ»
г. Санкт-Петербург
♦ +7 (812) 461 87 08
✉ 4080@knauf.ru

knauftherm.ru