

ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫЕ ФУНДАМЕНТЫ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ.

В условиях современного российского рынка при строительстве зданий и сооружений целесообразно использовать новые теплоизоляционные материалы, отвечающие мировым стандартам качества.

Сложные грунтовые условия широко распространены в Российской Федерации. При возведении малоэтажных зданий строителям приходится сталкиваться с решением вопросов, обусловленных наличием пучинистых грунтов в основании фундаментов. Значительную долю общей стоимости зданий составляют затраты на устройство фундаментов.

В данной работе рассматривается возможность использования экструдированных пенополистирольных плит «Пеноплэкс» в качестве теплоизоляции фундаментов мелкого заложения.

Теплоизолированные фундаменты мелкого заложения (ТФМЗ)

ТФМЗ – это фундамент на естественном основании (столбчатый, ленточный, фундаментная плита), подошва которого находится в слое сезонного промерзания на глубине 0,3 - 0,4 м, а сам фундамент защищен от выпучивания с помощью плит «Пеноплэкс» и устройства в его основании подушки из непучинистого грунта. Под непучинистым грунтом понимают грунты, которые не изменяют свой объем и свойства при промерзании — оттаивании. К ним относятся галька, гравий, щебень, крупно- и среднезернистые пески, а также их смеси.

ТФМЗ может применяться при строительстве отапливаемых и неотапливаемых одно- и двухэтажных жилых, коммерческих, сельскохозяйственных зданий и отдельно стоящих опор.

ТФМЗ должны проектироваться на основе нормативных документов и с учетом:

- результатов инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий для площадки строительства;
- прогноза изменения инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки в период строительства и эксплуатации;
- климатических условий района строительства;
- данных, характеризующих назначение, конструктивные и технологические особенности здания и условия его эксплуатации;
- нагрузок, действующих на фундаменты;
- наличия существующей застройки и влияния на нее нового строительства;
- экологических требований;
- технико-экономического сравнения возможных вариантов проектных решений.

Конструирование фундаментов с применением плит «Пеноплэкс»

Основным конструктивным элементом ТФМЗ являются:

- Вертикальная теплоизоляция — плиты «Пеноплэкс», размещенные вертикально по внешнему периметру поверхности фундамента и цоколя отапливаемого здания.
- Горизонтальная теплоизоляция — плиты «Пеноплэкс», размещенные горизонтально в отапливаемых зданиях по их наружному периметру на уровне

заложения подошвы фундаментов, в неотапливаемых зданиях и отдельно стоящих колоннах — под подошвой фундаментов, выходя за периметр здания или отдельно стоящего фундамента.

- Теплоизоляционная юбка — для неотапливаемых зданий и отдельно стоящих опор — часть горизонтальной изоляции, выходящая за контур здания или контур фундамента опоры. Для отапливаемого здания — горизонтальная теплоизоляция за контуром здания, расположенная на глубине заложения подошвы фундамента и граничащая с вертикальной изоляцией.
- Грунтовая подушка – слой непучинистого грунта устраиваемый под подошвой фундамента.

Конструирование ТФЗМ начинают с определения размеров фундамента согласно СНиП 2.02.01-83. Глубина заложения – 0,3 м в неотапливаемых зданиях и под отдельно стоящими опорами, 0,4 м в отапливаемых зданиях.

Затем во избежание выпучивания фундаментов при сезонном промерзании грунта специальным образом укладывают теплоизоляцию из плит «Пеноплэкс» позволяющую уменьшить глубину сезонного промерзания под подошвой фундамента и удержать границу промерзания в слое грунтовой подушке.

Грунтовая подушка толщиной H устраивается в отапливаемых зданиях непосредственно под подошвой фундаментов, в неотапливаемых зданиях и отдельно стоящих опорах — под слоем теплоизоляции, на который опирается сам фундамент.

Во избежание деформаций фундамента от действия касательных сил пучения пазухи котлованов также засыпаются непучинистым грунтом.

Для защиты грунтов основания от обводнения поверхностными и грунтовыми водами на дневной поверхности по периметру здания по песчаной подготовке толщиной 5 см на ширину теплоизоляционной юбки устраивается асфальтовая или бетонная отмостка толщиной 2—3 см. Отмостке придается уклон от здания 3 %.

Кроме того, в грунтовой подушке вблизи ее подошвы по всему периметру теплоизоляционной юбки устраивается трубчатый дренаж с выпуском в ливневую канализацию или в пониженные места за пределами здания.

Конструктивные схемы укладки ТФЗМ

Существует несколько принципиальных схем устройства ТФЗМ. Выбор схемы зависит от типа здания или сооружения по условиям эксплуатации: отапливаемое здание (с теплоизоляцией пола и без нее), неотапливаемое здание, здание с переменным режимом эксплуатации, отдельно стоящая опора и т.д. На рис. 1-5 показаны схемы укладки и параметры теплоизоляционного слоя для различных типов зданий и сооружений.

Главными параметрами теплоизоляции являются:

D_h - ширина теплоизоляционной юбки;

L_c - длина участков по углам здания с толщиной теплоизоляции δ_c ;

δ_v - толщина вертикальной теплоизоляции;

δ_h - толщина горизонтальной теплоизоляции;

δ_c - толщина горизонтальной изоляции на углах здания;

H - толщина грунтовой подушки.

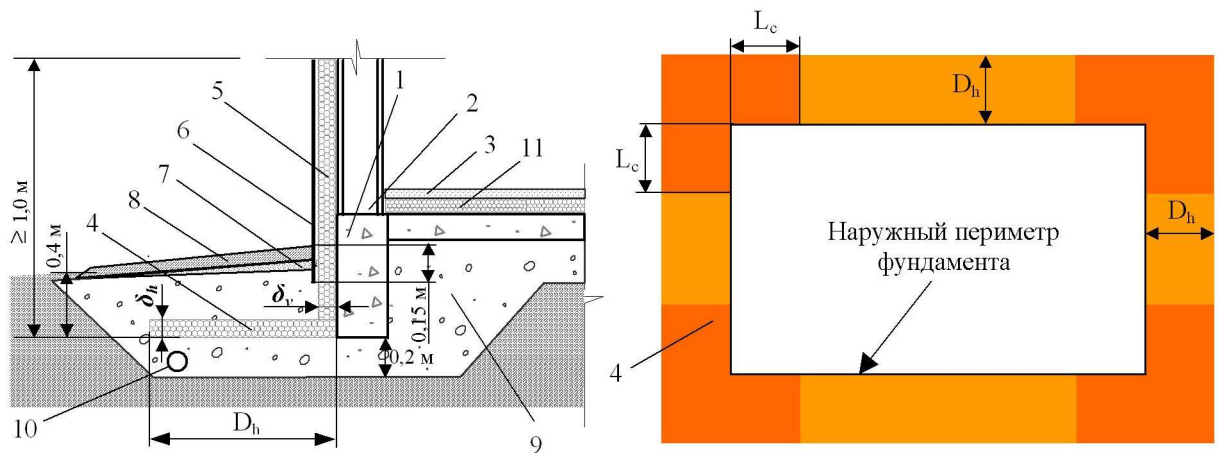


Рис. 1. Схема укладки и параметры теплоизоляции «Пеноплэкс» в фундаментах отапливаемых зданий с теплоизоляцией пола

- 1 — фундамент; 2 — стена здания; 3 — пол здания; 4 — горизонтальная теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС⁸; 5 — вертикальная теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС⁸; 6 — защитное покрытие; 7 — песчаная подготовка под отмостку; 8 — асфальтовая или бетонная отмостка; 9 — непучинистый грунт; 10 — дренаж; 11 — теплоизоляция пола

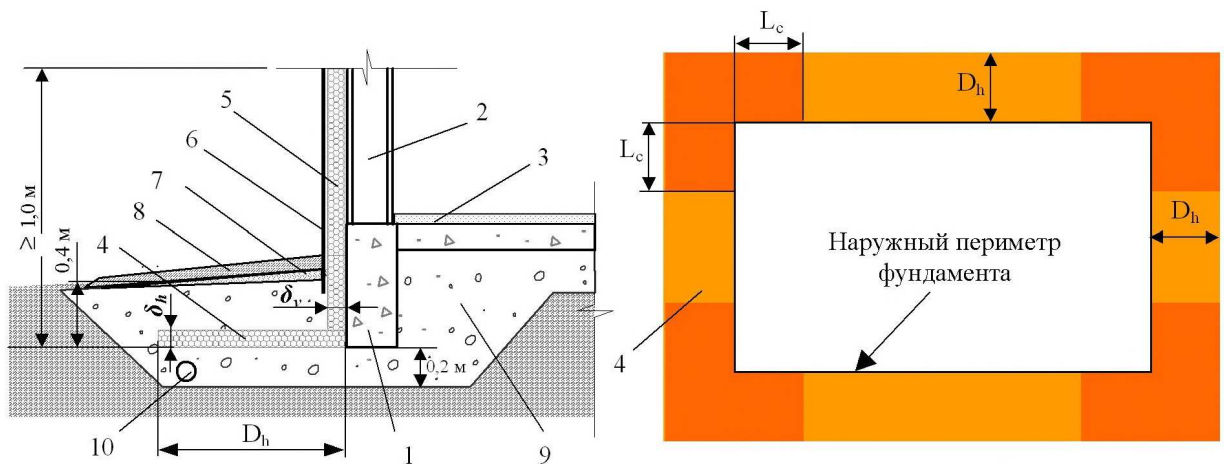


Рис. 1 а. Схема укладки и параметры теплоизоляции «Пеноплэкс» в фундаментах отапливаемых зданий без теплоизоляции пола

- 1 — фундамент; 2 — стена здания; 3 — пол здания; 4 — горизонтальная теплоизоляция «Пеноплэкс»; 5 — вертикальная теплоизоляция «Пеноплэкс»; 6 — защитное покрытие; 7 — песчаная подготовка под отмостку; 8 — асфальтовая или бетонная отмостка; 9 — непучинистый грунт; 10 — дренаж

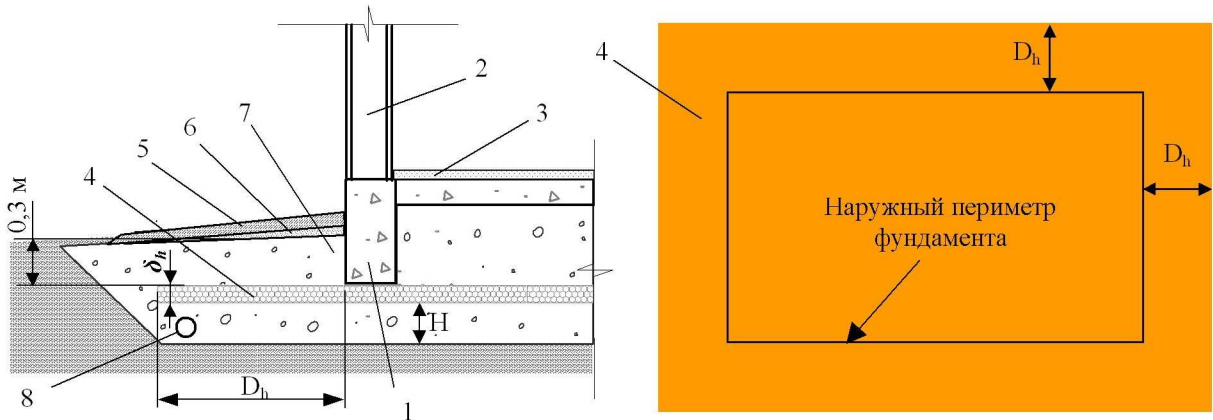


Рис. 1 а. Схема укладки и параметры теплоизоляции «Пеноплэкс» в фундаментах неотапливаемых зданий

1 — фундамент; 2 — стена здания; 3 — пол здания; 4 — горизонтальная теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС®; 5 — асфальтовая или бетонная отмостка; 6 — песчаная подготовка под отмостку; 7 — непучинистый грунт; 8 — дренаж

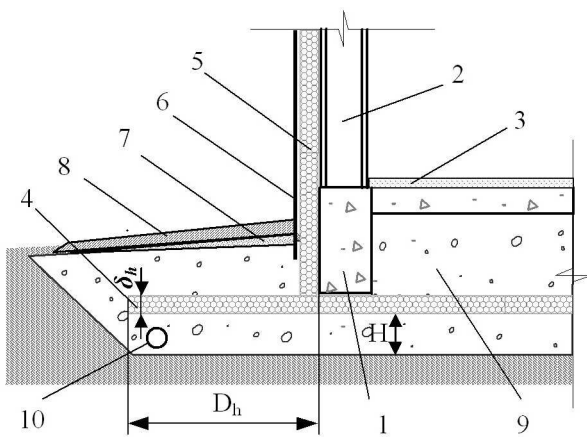


Рис. 3. Схема укладки и параметры теплоизоляции «Пеноплэкс» в фундаментах зданий с переменным режимом эксплуатации (отапливаемое — неотапливаемое)

1 — фундамент; 2 — стена здания; 3 — пол здания; 4 — горизонтальная теплоизоляция «Пеноплэкс»; 5 — вертикальная теплоизоляция «Пеноплэкс»; 6 — защитный слой; 7 — песчаная подготовка под отмостку; 8 — асфальтовая или бетонная отмостка; 9 — непучинистый грунт; 10 — дренаж

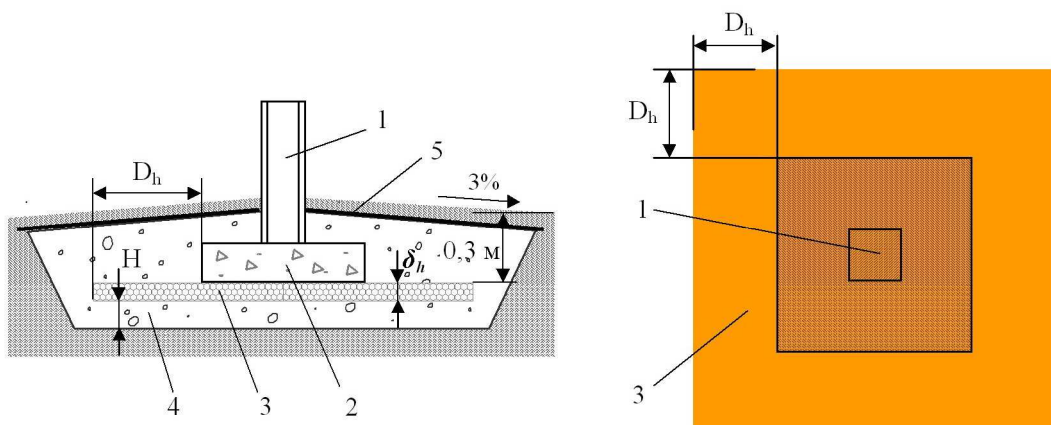


Рис.4. Схема укладки и параметры теплоизоляции «Пеноплэкс» в фундаментах отдельно стоящих опор

1 — опора; 2 — фундамент; 3 — теплоизоляционный слой «Пеноплэкс»; 4 — песчано-гравийная смесь; 5 — водоупорный слой

Расчеты теплоизоляции фундаментов и оснований

Расчет ТФМЗ заключается в определении:

- размеров теплоизоляции $D_h, L_c, \delta_v, \delta_h, \delta_c$;
- толщины грунтовой подушки H .

Размеры теплоизоляции определяется методом математического моделирования теплового взаимодействия здания или отдельно стоящей опоры с грунтами основания. Результаты моделирования помещены в таблицы 1- 4[1]. Входными параметрами в таблицы являются среднегодовая температура наружного воздуха (СГТВ) и индекс мороза (ИМ). Выходные параметры – искомые размеры теплоизоляции. Если расчетные значения СГТВ и ИМ не совпадают с табличными, то принимается ближайшее табличное значение СГТВ в меньшую сторону, а ИМ — в большую сторону.

Среднегодовая температура воздуха — сумма отрицательных и положительных градусо-часов наружного воздуха за год, деленная на продолжительность года. Обеспеченность СГТВ принимается 50 %. Определяется по СНиП 23-01-99.

Индекс мороза — абсолютное значение отрицательных градусо-часов наружного воздуха с обеспеченностью 1 % или наступлением события с вероятностью один раз в 100 лет. Индекс мороза с такой обеспеченностью не применяется в строительной практике на территории РФ. Необходимые значения ИМ получаются путем специальных вычислений. Такая обеспеченность обусловлена высокими требованиями к долговечности фундаментов. При пониженных требованиях к долговечности фундамента можно принимать значение обеспеченности ИМ 2 % (наступление события с вероятностью один раз в 50 лет). Для ориентировочных расчетов величина ИМ может быть принята по схематической карте, приведенной в приложении 1[1].

Толщина грунтовой подушки зависит от типа здания по эксплуатации:

- Толщина грунтовой подушки для отапливаемых зданий с температурой воздуха в помещениях зимой не ниже 17 °С принимается равной 0,2 м, с температурой воздуха ниже 17 °С, но выше 5 °С — 0,4 м.
- Толщина грунтовой подушки H под неотапливаемыми зданиями и отдельно стоящими опорами вычисляется по формуле:

$$H = d_f - (d + \delta_h), \quad (1)$$

где:

d — глубина заложения подошвы фундамента, м;

δ_h — толщина горизонтальной теплоизоляции, определяется по табл. 3 или 4, см;

d_f — глубина сезонного промерзания грунта в месте расположения фундамента, определяется по формуле (2), м;

$$d_f = k \cdot d_y \cdot \sqrt{\frac{\lambda_f \cdot (1 + W_c)}{\rho_f \cdot W_c}} \quad (2)$$

где k — эмпирический коэффициент численно равный 10, $\frac{0 \text{ } ^\circ\text{C}^{1/2} \cdot \text{кг}^{1/2}}{\text{м} \cdot \text{Вм}^{1/2}}$

d_y — условная глубина промерзания, для неотапливаемого здания принимается по табл. 3 [1], для отдельно стоящей опоры — по табл. 4[1], м;

λ_f — коэффициент теплопроводности непучинистого грунта в мерзлом состоянии, применяемого для устройства грунтовой подушки и засыпки пазух котлована, Вт/(м°С);

ρ_f — плотность грунтовой подушки непучинистого грунта, кг/м³;

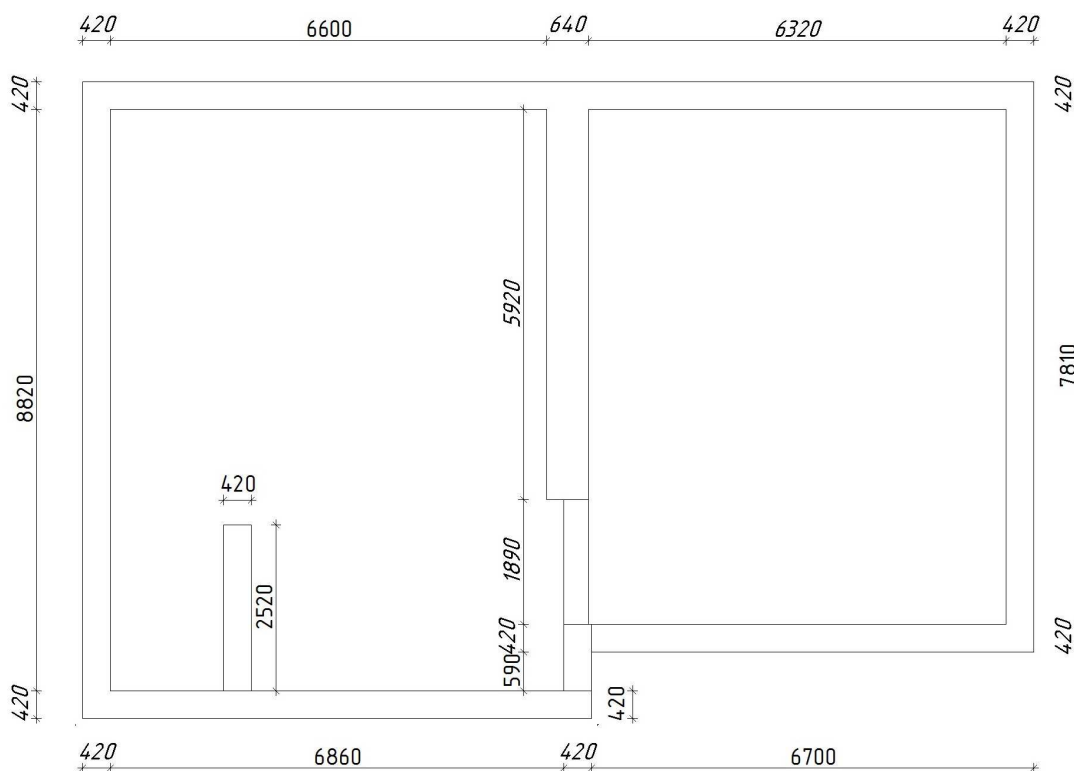
W_c — суммарная влажность грунтовой подушки непучинистого грунта.
Если в результате расчета величина H окажется менее 0,2 м, то она принимается равной 0,2 м.

Пример расчета теплоизоляции фундамента

Исходные данные:

1. Двухэтажное кирпичное отапливаемое здание без теплоизоляции пола на ленточном железобетонном фундаменте, возводится в пос. Северный Ленинградской обл.

2. План фундамента:



3. В качестве теплоизолятора принимаем плиты «Пеноплэкс» типа «стандарт».

4. Материал для устройства грунтовой подушки и засыпки пазух котлована — дрсва изверженных пород с плотностью $\rho = 2040 \text{ кг/м}^3$ и модулем деформации $E = 35000 \text{ кПа}$.

5. Грунты основания представлены пылеватыми песками с плотностью 1800 кг/м^3 и модулем деформации $E = 18000 \text{ кПа}$

Определить:

1. Размеры вертикальной теплоизоляции;
2. Размеры горизонтальной теплоизоляции;
3. Толщину грунтовой подушки.

Расчет:

1. Определение индекса мороза. Определяем по схематической карте, помещенной в прил. 1[1]: $ИМ = 40000 \text{ градусочасов}$.

2. Параметры теплоизоляции определяем по табл. 2 [1]. Индексу мороза ИМ = 40000 градусочасов соответствуют:
 - a. толщина вертикальной теплоизоляции $\delta_v = 4.8$ см;
 - b. толщина горизонтальной теплоизоляции по периметру $\delta_h = 4.0$ см;
 - c. ширина теплоизоляционной юбки $D_h = 0.3$ м;
 - d. толщина горизонтальной теплоизоляции на углах здания $\delta_c = 5.3$ см;
 - e. длина участков возле углов здания $L_c = 1,2$ м.
3. Расчет толщины грунтовой подушки. Толщина грунтовой подушки для отапливаемых зданий с температурой воздуха в помещениях зимой не ниже 17°C принимается $0,2$ м.

Ответ:

На основе проведенного расчета окончательно принимаем:

1. толщину вертикальной теплоизоляции из плит «Пеноплэкс» — $4,8$ см;
2. толщину горизонтальной теплоизоляции по периметру здания из плит «Пеноплэкс» — 4 см;
3. толщину горизонтальной изоляции на углах здания из плит «Пеноплэкс» — $5,3$ см;
4. ширину теплоизоляционной юбки — $0,3$ м;
5. длину участков возле углов здания с усиленной теплоизоляцией — $1,2$ м;
6. толщину грунтовой подушки — $0,2$ м.

При этом глубина котлована под ТФМЗ составит: $0,4$ м + $0,2$ м = $0,6$ м.

Заключение

Теплоизолированные фундаменты мелкого заложения имеют большой потенциал применения на территории РФ. Они экономичнее простых фундаментов в связи с небольшой глубиной заложения, а значит с уменьшением объемов бетонных и земляных работ при строительстве. Долговечность, простота устройства а также легкость расчета позволяют предположить, что применение ТФМЗ в коттеджном строительстве в скором времени резко возрастет, это позволит разрешить одну из основных проблем малоэтажного строительства на территории России – устройство фундаментного основания в пучинистых грунтах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Конаш В.Е. Бондаренко Г.И., Алексеев А.Г. «ПЕНОПЛЭКС. Теплоизоляционные фундаменты мелкого заложения» (Москва, 2007)