

ПРИМЕНЕНИЕ УТЕПЛЕННЫХ ОТМОСТОК ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ПУЧЕНИЯ МАЛОЗАГЛУБЛЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ СИБИРИ

Холодов С.П. , канд. техн. наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В связи с большим распространением пучинистых грунтов, в климатических условиях Сибири принято принимать глубину заложения фундаментов ниже глубины промерзания d_f . Однако для малоэтажных зданий (1-3 этажа) такие фундаменты являются не экономичными. При строительстве легких зданий несущая способность глубокого фундамента используется не более, чем на 10 - 20 %. То есть, 80 - 90 % вкладываемых материалов и средств, используемых при строительстве фундамента, расходуются впустую. Это увеличивает общую стоимость строительства на 20 - 50 %.

Вместе с тем существуют конструкции мелкозаглубленных фундаментов подошва которых закладывается в сезонно - промерзающий грунт на глубину 30 – 60 см. Конструкция фундамента, представляет собой жесткую раму, которая в зимне-весенний период перемещается вместе с относительно легким домом, что не сказывается негативно на его эксплуатации. В качестве такой рамы выступает монолитный железобетонный ленточный фундамент, уложенный на подушку из непучинистого материала, уменьшающего величину и неравномерность перемещений фундамента. При таком конструктивном решении расход бетона сокращается на 50 - 80 % по сравнению с заглубленным фундаментом, а трудозатраты на 40 - 70 %. Для Подмосковья даже разработаны "Территориальные строительные нормы ТСН МФ-97 МО" на проектирование, расчет и устройство таких фундаментов [1].

Расчет таких фундаментов по [1] сводится к определению деформаций пучения и обеспечению условия не превышения их допустимых деформаций. А именно :

$$h_{fp} \leq S_u \quad (1)$$

$$e_{fp} \leq (\Delta S / L)_u \quad (2)$$

где h_{fp} - расчетное значение подъема основания от пучения грунта под фундаментом с учетом давления под его подошвой; e_{fp} - расчетная относительная деформация пучения грунта основания под фундаментом; S_u ,

$(\Delta S / L)_u$ - соответственно предельные значения подъема и относительной деформации основания, принимаемые по табл. 3.1 [1].

Для условий Московской области и Европейской части России эти условия сравнительно легко обеспечиваются. Для более суровых условий средней части и юга Сибири в связи с d_f большей в 1,5 раза, выполнение их обеспечить затруднительно. Именно поэтому авторы [1] ограничили область применения норм пределами Московской области.

В условиях Сибири для снижения деформаций пучения грунта целесообразно применение утепленных отмосток.

Однако, несмотря на явную пользу этой и подобных разработок, они имеют избыточный запас надежности по устойчивости против пучения так как ограничивают область промерзания песчаной подушкой.

Благодаря тому, что пучение грунта полностью исключено, даже для

Европейской части России утепляющие отмостки получаются неэкономичными (шириной до 3 м, при толщине утеплителя до 0,4 м).

В связи с этим, представляется весьма желательным иметь инженерный метод оценки деформаций таких фундаментов для малоэтажных зданий.

В нашем случае районом строительства является г. Красноярск. Грунт представлен суглинками_пучинистыми с показателем $\varepsilon_{fh} = 0,048$. Глубина промерзания $d_f = 2,5$ м. Здание одноэтажное кирпичное неотапливаемое на незаглубленных фундаментах. Размеры фундамента $b=0,4$ м, $d= 0,6$ м, толщина песчаной подушки $h_{п}=0,2$ м. Полы по грунту, утепленные слоем полистирола толщиной 0,075 м. Расчет деформаций пучения ведем по нормам [1]

Величина подъема свободной поверхности грунта h_f определяется по формуле

$$h_f = \varepsilon_{fh} * d_f \quad h_f = 0,048 * 2,5 = 0,12 \text{ м} . \quad (3)$$

где ε_{fh} - относительная деформация морозного пучения грунта, доли ед ; d_f - расчетная глубина промерзания грунта по СНиП 2.02.01-83*[4].

Величина подъема незаглубленного ненагруженного (нагрузка незначительно) фундамента определится, для обычных условий увлажнения, по табл. 1 [1].

$$h_{fi} = h_f \left(1 - \frac{d + h_{п}}{0,75 d_f} \right)^{3/2},$$

$$h_{fi} = 0,12 * \left(1 - \frac{0,6+0,2}{0,75*2,5} \right)^{1,5} = 0,052 \text{ м} . \quad (4)$$

Это больше предельных деформаций $S_u = 0,035$ м, приведенных в табл. 3.1 [1]. Требуется перепроектирование.

Используем утепленную отмостку из плит полистирола шириной $B = 1,3$ м, $\lambda = 0,05$ Вт/(м² гр.С). Требуемое термическое сопротивление слоя утеплителя определим из условия равенства нулю температуры на его нижней поверхности. Эта величина будет равна термическому сопротивлению пп. 2.5 [3] слоя промерзания. Ввиду отсутствия в нормах значений λ теплопроводности для суглинков, заменим их слоем песка среднего, при этом

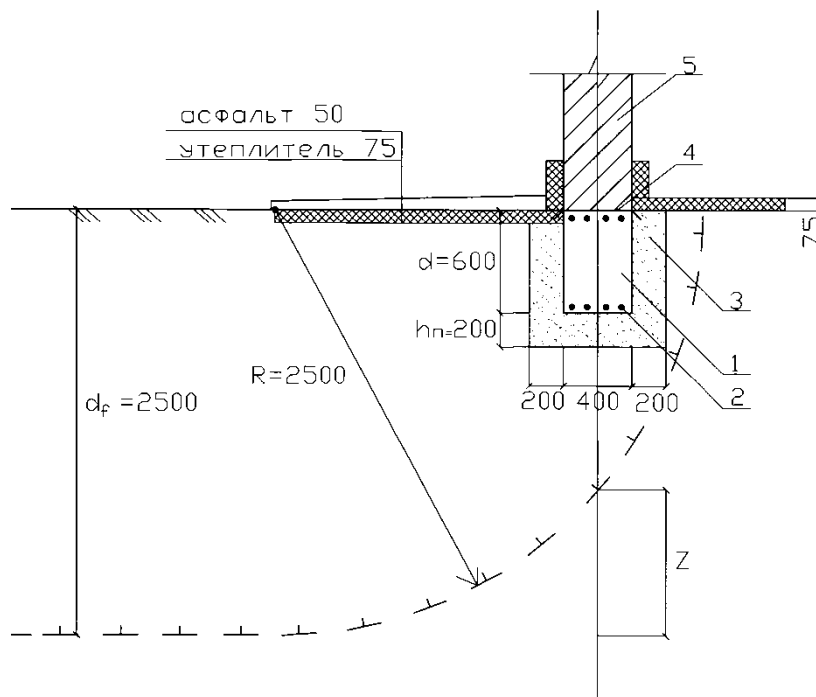


Рис. Малозаглубленный фундамент с утепленной отмосткой
 1 – ленточный фундамент; 2 – арматура; 3 – песчаная подушка;
 4 – гидроизоляция; 5 – кирпичная кладка.

d_f возрастет на 30% пп. 2.27 [4]. Величину $\lambda = 2,2$ Вт/(м² гр.С) для песка возьмем из прил. В [2].

$$R_{тр} = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{d_f}{\lambda} = \frac{2,5 * 1,3}{2,2} = 1,48 \text{ (м гр. С)/Вт .}$$

Толщина утеплителя определится :

$$\delta = R_{тр} * \lambda = 1,48 * 0,05 = 0,074 \text{ м.}$$

Характер распределения изотерм в основании здания точно определяется методом математического моделирования теплового взаимодействия здания с грунтом. При этом нулевая изотерма проходит по дуге с центром вращения в нижней точке наружной грани отмостки. За счет теплового потока от здания дуга смещается в сторону от здания. Однако в случае неотапливаемого здания этим смещением можно пренебречь в запас надежности расчета.

Таким образом, с точностью достаточной для практических целей, положение границы промерзания может быть аппроксимировано по окружности радиусом $R = d_f = 2,5$ м с центром вращения в нижней точке наружной грани отмостки. Из рисунка видно, что при этом глубина промерзания под фундаментом будет существенно уменьшаться, на величину Z . Из построения в нашем случае :

$$Z = d_f - [d_f^2 - (B + b/2)^2]^{1/2} = 2,5 - [2,5^2 - (1,3 + 0,2)^2]^{1/2} = 0,5 \text{ м}$$

Для оценки величины h_{fi} в этом случае используем формулу (4) табл. 1 [1] с добавлением в числитель $Z = 0,5$ м.

$$h_{fi} = 0,12 * \left(1 - \frac{0,6+0,2+0,5}{0,75*2,5}\right)^{1,5} = 0,020 \text{ м} < S_u = 0,035 \text{ м}.$$

Условие выполняется. При этом ширина отмостки может быть уменьшена до 0,9 м за счет увеличения h_{fi} до $S_u = 0,035$ м.

Расчеты показывают высокую эффективность утепленной отмостки в случае сохранения большей части мерзлого грунта под фундаментом.

Анализ материалов позволяет сделать следующие выводы :

- использование утепленной отмостки с полным оттаиванием основания под малозаглубленным фундаментом условиях средней части и юга Сибири малоэкономично . Даже для условий Европейской части России утепляющие отмостки получаются шириной до 3 м, при толщине утеплителя до 0,4 м;

- целесообразно использование утепленной отмостки с целью уменьшения глубины промерзания грунта d_f и доведения величины подъема малозаглубленного ненагруженного фундамента h_{fi} до S_u ;

- использование утепленной отмостки таким способом позволяет снизить деформации пучения мелкозаглубленных фундаментов в 2,5 - 3,5 раза, до допустимых, и даже в суровых климатических условиях Сибири обеспечить нормальные условия эксплуатации здания.