

МАЛОЗАГЛУБЛЕННЫЕ ФУНДАМЕНТЫ

Романова Б.Ю.

научный руководитель канд. техн. наук Холодов С. П.

Сибирский федеральный университет

1.Критический анализ свайных фундаментов

Основной недостаток свайного фундамента – неэффективность в зданиях малой этажности.

Следствия: большой расход материалов, большие затраты, недолговечность зданий.

Большой расход материалов.

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 %.

Большие затраты.

Цена свайного фундамента почти в 5 раз дороже чем стоимость ленточного фундамента мелкого заложения.

Недолговечность зданий.

Применяемое в практике строительства мероприятие против выпучивания путем заложения фундаментов на глубину промерзания не обеспечивает устойчивость легких зданий, так как такие фундаменты имеют развитую боковую поверхность, по которой действуют большие по значению касательные силы пучения.

Таким образом, повсеместно применяемые материалоемкие и дорогостоящие фундаменты не обеспечивают надежную эксплуатацию малоэтажных зданий, построенных на пучинистых грунтах.

Решение.

Одним из путей решения проблемы строительства на пучинистых грунтах малоэтажных зданий является применение малозаглубленных фундаментов (МЗФ), закладываемых в сезоннопромерзающем слое грунта на 30 – 60см.

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.

Длительный срок эксплуатации зданий на малозаглубленных фундаментах свидетельствует об их надежности.

Нагрузки на 1 пог.м ленточных фундаментов в одно - двухэтажных зданиях в основном составляют 40... 120 кН и только в отдельных случаях - 150... 180 кН.

Небольшие нагрузки на фундаменты обуславливают повышенную чувствительность к силам морозного пучения

В соответствии с главой СНиП 2.02.01-83* "Основания зданий и сооружений" глубину заложения фундаментов допускается назначать независимо от расчетной глубины промерзания, если "специальными исследованиями и расчетами установлено, что деформации грунтов основания при их промерзании и оттаивании не нарушают эксплуатационную пригодность сооружения".

Основной принцип конструирования малозаглубленных фундаментов зданий с несущими стенами на пучинистых грунтах заключается в том, что ленточные фундаменты всех стен здания объединяются в единую систему и образуют достаточно жесткую горизонтальную раму, перераспределяющую неравномерные деформации основания.

Условия не превышения допустимых деформаций:

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

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

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;

Сделаем из этого вывод:

1. В случае панельных ограждающих конструкций и МЗФ стоимость фундамента в 3,28 раза меньше, чем традиционного.

2. Однако для суровых климатических условий Сибири (Красноярска) невозможно применение малозаглубленных фундаментов без дополнительных приемов снижения пучинистых свойств основания.

2. Малозаглубленные фундаменты в регионах с большой глубиной промерзания

2.1. Область применения малозаглубленных фундаментов.

Для условий Московской области и Европейской части России условие $h_{fp} \leq S_u$ сравнительно легко обеспечиваются. Для более суровых условий средней части и юга Сибири в связи с глубиной промерзания (d_f) большей в 1,5 раза, выполнение их обеспечить затруднительно.

Определим глубину промерзания d_f которая приводит к подъему фундамента силами пучения равному предельно-допустимым деформациям основания $h_{fp} = S_u$, для наиболее распространенных грунтовых и конструктивных условий.

Ввиду малой нагрузки на фундамент при этажности 1-3 этажа, $h_{fp} = (0,97 - 0,99) \cdot h_{fi}$ для кирпичных зданий и $h_{fp} = (0,993 - 0,998) \cdot h_{fi}$ для деревянных, где h_{fi} - подъем ненагруженного основания при пучении грунта ниже подошвы фундамента. Поэтому с достаточной для практики точностью можно принять

$$h_{fp} = h_{fi} \quad (3)$$

и заменить условие $h_{fp} \leq S_u$ на $h_{fi} \leq S_u$.

Найдем h_{fi}

$$h_{f1} = h_f \left(1 - \frac{d + h_n}{0.75d_f} \right)^{3/2}$$

$$h_f = \varepsilon_{fn} \cdot d_f$$

Здесь h_f - величина подъема ненагруженной поверхности грунта; ε_{fn} - относительная деформация морозного пучения грунта.

Для расчета выберем среднепучинистый грунт с $\varepsilon_{fn} = 0,05$ (усредненные условия пучения), кирпичное здание, ленточный фундамент с глубиной заложения $d = 0,6$ м и толщиной песчаной подушки $h_n = 0,2$ м. Величина предельно-допустимых деформаций основания для данных условий равна $S_u = 2,5$ см. Решив систему уравнений относительно d_f , вычислим, что глубина промерзания найденная таким способом составляет 1,65 м.

Это означает, что использование МЗФ без дополнительных приемов снижения пучинистых свойств грунтов возможно лишь до глубины промерзания $d_f = 1,65$ м. При большей d_f условие $h_{fp} \leq S_u$ для наиболее распространенных грунтовых и конструктивных условий не выполняется. Именно поэтому в действующих нормах малозаглубленные фундаменты допускается применять при нормативной глубине промерзания не более 1,7 м.

Однако на территории России существуют районы с более суровыми климатическими условиями. Эта область расположена между изолинией глубины промерзания $d_{fn} = 1,65$ м и границей многолетнемерзлых грунтов.

Для средней части и юга западной Сибири глубина промерзания $d_{fn} > 1,65$ м. Поэтому для зданий с неотопливаемым и переменным режимом эксплуатации МЗФ неприменимы без дополнительных приемов снижения пучинистых свойств грунтов $d_f = d_{fn} \cdot k_h > 1,65$ м ($k_h = 1,0$).

В этом случае рекомендуется принимать большую глубину заложения фундамента

При увеличении глубины заложения фундамента стоимость фундамента в 1,2 раза меньше, чем традиционного.

Часть глубины заложения фундамента может быть заменена песчаной подушкой. *В случае МЗФ с песчаной подушкой стоимость в 1,51 раза меньше, чем традиционного.*

В этом случае также видна высокая экономическая эффективность использования МЗФ с песчаной подушкой в суровых климатических условиях.

3. Анализ приведенных материалов:

1. Приемы снижения деформаций пучения малозаглубленных фундаментов, обеспечивают выполнение условий (1), и делают возможным применение этих экономичных конструкций в условиях региона с большой глубиной промерзания.

2. Эффективность приемов различна и обеспечивает снижение стоимости (объема бетона) фундаментов на 15 - 32 %.

3. Увеличение толщины песчаной подушки и доведение глубины заложения фундамента до $d = 0,5 - 0,6$ м обеспечивает снижение стоимости (объема бетона) фундаментов до величины его стоимости в благоприятных климатических условиях (при отсутствии глубины промерзания грунта).