

УДК. 624.15 (571.56)

ЭКОНОМИЧНЫЕ ВИДЫ ФУНДАМЕНТОВ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Григорьев Д.А., Местников А.Е.

*Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова,
г. Якутск*

Территория Центральной Якутии характеризуется резко континентальным климатом и зоной распространения многолетнемерзлых грунтов. Толщина деятельного слоя (сезонного оттаивания) грунтов составляет от 2,2-3,2 метра.

При строительстве на вечномерзлых грунтах в зависимости от конструктивных и технологических особенностей зданий и сооружений, инженерно-геокриологических условий и возможности целенаправленного изменения свойств грунтов основания применяется один из следующих принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве основания сооружений:

а) принцип I - вечномерзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения. Как правило, при данном строительстве срок службы здания составляет от 50 лет и более;

б) принцип II - вечномерзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии (с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину до начала возведения сооружения или с допущением их оттаивания в период эксплуатации сооружения). При использовании данного принципа срок службы зданий составляет менее 30 лет.

Для сравнения приведены расчетные сопротивления грунтов основания в талом и мерзлом состоянии (табл. 1). Для повышения устойчивости зданий в условиях криолитозоны в основном используются дорогостоящие свайные фундаменты с проветриваемым подпольем. Железобетонные сваи длиной 6-12 м закладываются намного ниже сезонного оттаивания грунтов, где они обладают максимальной несущей способностью (табл. 3-4).

Таблица 1. Расчетные сопротивления грунтов оснований [1]

Грунт	В оттаянном состоянии, кПа	В мерзлом состоянии, кПа
Супесь	300	750
Суглинки	350	650
Глины	600	650
Пески (мелкой крупности)	400	850

Расчет свайного фундамента проведен согласно общепринятой методике [1]. Площадь нижней опоры сваи круглого сечения с диаметром 0,5 м принята

$$S = \pi \times R^2 = 3,14 \times 0,25^2 = 0,19625 \text{ м}^2 \text{ (табл. 2-3).}$$

Таблица 2. Результаты расчета несущей способности грунтов оснований на 1 сваю.

Грунт	В оттаянном состоянии, т	В мерзлом состоянии, т
Супесь	5,22	13,04
Суглинки	6,09	11,30
Глины	10,43	11,30
Пески (средней крупности)	6,96	14,78

Таблица 3. Результаты расчета несущей способности грунтов оснований на 20 свай.

Грунт	В оттаянном состоянии, т	В мерзлом состоянии, т
Супесь	104,40	260,80
Суглинки	121,80	226,00
Глины	208,60	226,00
Пески (средней крупности)	139,20	295,60

На наш взгляд, для малоэтажного строительства в условиях вечномёрзлых грунтов наиболее целесообразным вариантом является устройство малозаглубленных буронабивных свай с расширением ее опоры – «мелкозаглубленная буронабивная свая» [2-3]. Расширенная опора, находящаяся ниже уровня сезонного оттаивания грунта, во много раз увеличивает несущую способность свай и предотвращает выдавливание ее при замерзании грунта (рис.1).

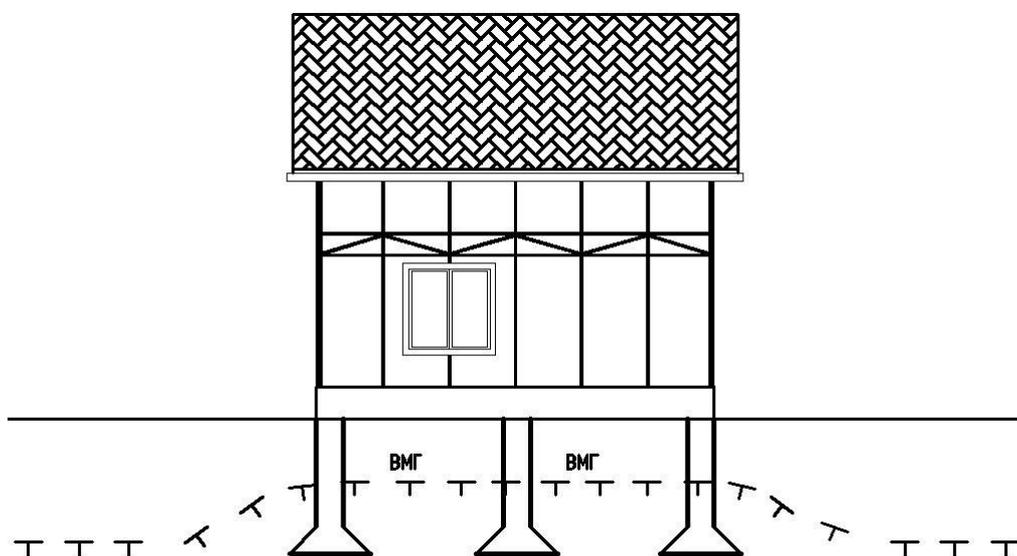


Рис. 1. – Малозаглубленный буронабивной свайный фундамент.

Экспериментальный объект расположен по адресу: Республика Саха (Якутия), г. Якутск, Намский тракт, 15 км. СОТ «Мечта». По результатам инженерно-геологических изысканий было установлено, что выбранная строительная площадка в геологическом отношении сложена аллювиальными отложениями, представленными песчаными грунтами. С поверхности они перекрыты почвенно-растительным слоем.

Для контроля над температурным режимом грунтового основания были пробурены две скважины до 10 м глубиной посередине и за периметром здания.

Температурный режим грунтов основания в разные периоды приведен в табл. 4.

Таблица 4. Результаты замеров температур в скважинах.

Глубина, м	Скважина, расположенная с краю здания (дата замеров 04.10.14)	Скважина, расположенная с краю здания (дата замеров 09.01.15)	Скважина, расположенная под серединой здания (дата замеров 04.10.14)	Скважина, расположенная под серединой здания (дата замеров 09.01.15)
0	-1,08		-0,37	-19,98
1	+1,40	-9,72	+1,83	-6,67
2	+0,35	-1,39	-0,11	-1,01
3	-0,55	-1,14	-0,79	-1,08
4	-0,82	-1,21	-0,95	-1,27
5	-1,01	-1,61	-1,08	-1,54
6	-1,02	-1,77	-1,19	-1,64
7	-1,19	-1,74	-1,25	-1,61
8	-1,16	-1,50	-1,35	-1,69
9	-1,21	-1,71	-1,36	-1,65
10	-1,29	-1,26	-1,42	-1,33

Экономическое сравнение традиционных применяемых видов фундаментов с предлагаемым показывает, что устройство малозаглубленных буронабивных свай обходится намного дешевле. Результаты представлены в табл. 5, цены приведены на IV квартал 2014 г.

Таблица 5. Экономическое сравнение фундаментов.

Наименование	Ед. изм.	Цена, руб.
Винтовые сваи	шт.	38 740
Железобетонные сваи	шт.	56 770
Малозаглубленные буронабивные сваи	шт.	11 069

В условиях отсутствия вечномерзлых грунтов скважины небольшого диаметра 250-300 мм согласно технологии ТИСЭ пробуривают с помощью фундаментного бура ТИСЭ-Ф с откидным плугом [2]. В нашем случае, мы использовали мотобур, но нижнее расширение скважины выполнили с использованием бура ТИСЭ-Ф. Скважины на 20 свай пробурены в середине сентября до границы сезонного оттаивания грунта, что составило 1,85-2,30 м. После опускались арматурные каркасы и устраивался выпуск свай над землей с помощью опалубки из полипропилена и укладывали бетонную смесь заводского изготовления. Для четырех свай бетон был приготовлен на строительной площадке.



Преимущество мелкозаглубленных буронабивных свай с расширением их опоры [3] от широко применяемых буроопускных свай состоит в снижении трудоемкости и затрат на их устройство, а также в обеспечении возможности возводить его без привлечения механизированных подъемно-транспортных средств. Однако, предложенные способ и конструкция фундамента не адаптированы к использованию в условиях вечномерзлых грунтов. Задача предлагаемого нами технического решения заключается в обеспечении устойчивости мелкозаглубленного свайного фундамента в условиях криолитозоны за счет уменьшения мощности слоя сезонного оттаивания-промерзания грунтов, без смещения общего уровня теплового баланса грунта.

Технический результат достигается тем, что конструкция мелкозаглубленного буронабивного свайного фундамента, дополнительно содержит теплоизоляционный экран, размещенный на всей поверхности грунтового основания, его параметры определяют из условий совпадения проектируемого температурного поля, обеспечивающий устойчивость сооружения в течение всего периода эксплуатации [4]. Благодаря наличию теплоизоляционного экрана, глубина сезонного оттаивания грунтов под зданием уменьшается в 2 раза. На рис. 1 нулевая изотерма показана пунктирной линией.

Использование предлагаемого технического решения [4] по сравнению с прототипом [3] полезной модели позволяет обеспечить устойчивость мелкозаглубленного буронабивного свайного фундамента на вечномерзлых грунтах за счет уменьшения мощности слоя сезонного оттаивания - промерзания грунтов без смещения общего уровня теплового баланса грунта, посредством использования теплоизоляционного экрана из пенополистирола, размещенного по всей поверхности грунтового основания, придавленного к ней песчаной засыпкой и закрепленного бетонной стяжкой.

Литература

1. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88.
2. Яковлев Р.М. Универсальный фундамент. Технология ТИСЭ. – М.: Аделант, 2006.
3. RU 2221112, E02D27/34, E04H9/02, 2004.
4. Сейсмостойкий фундамент в криолитоне / А.Е. Местников, Д.А. Григорьев, Т.А. Корнилов // Решение Роспатента о выдаче патента на полезную модель от 22.09.2014 г. на заявку № 2014130650/03(049285) от 24.07.2014 г.