

Строительство во фундамент в вечномерзлых грунтах

ИГЭС 3-3 Халидов
Шамиль

Высотки в вечной мерзлоте

Главная проблема строительства в вечной мерзлоте — «капризные» грунты. Под воздействием тепла от фундамента они начинают подтаивать, вызывая смещение пород и разрушение здания



Мерзлые грунты неоднородны — в толще земли в порах и трещинах содержится лед



Свайный фундамент позволяет приподнять дом над грунтом, не давая теплу от здания воздействовать на вечную мерзлоту

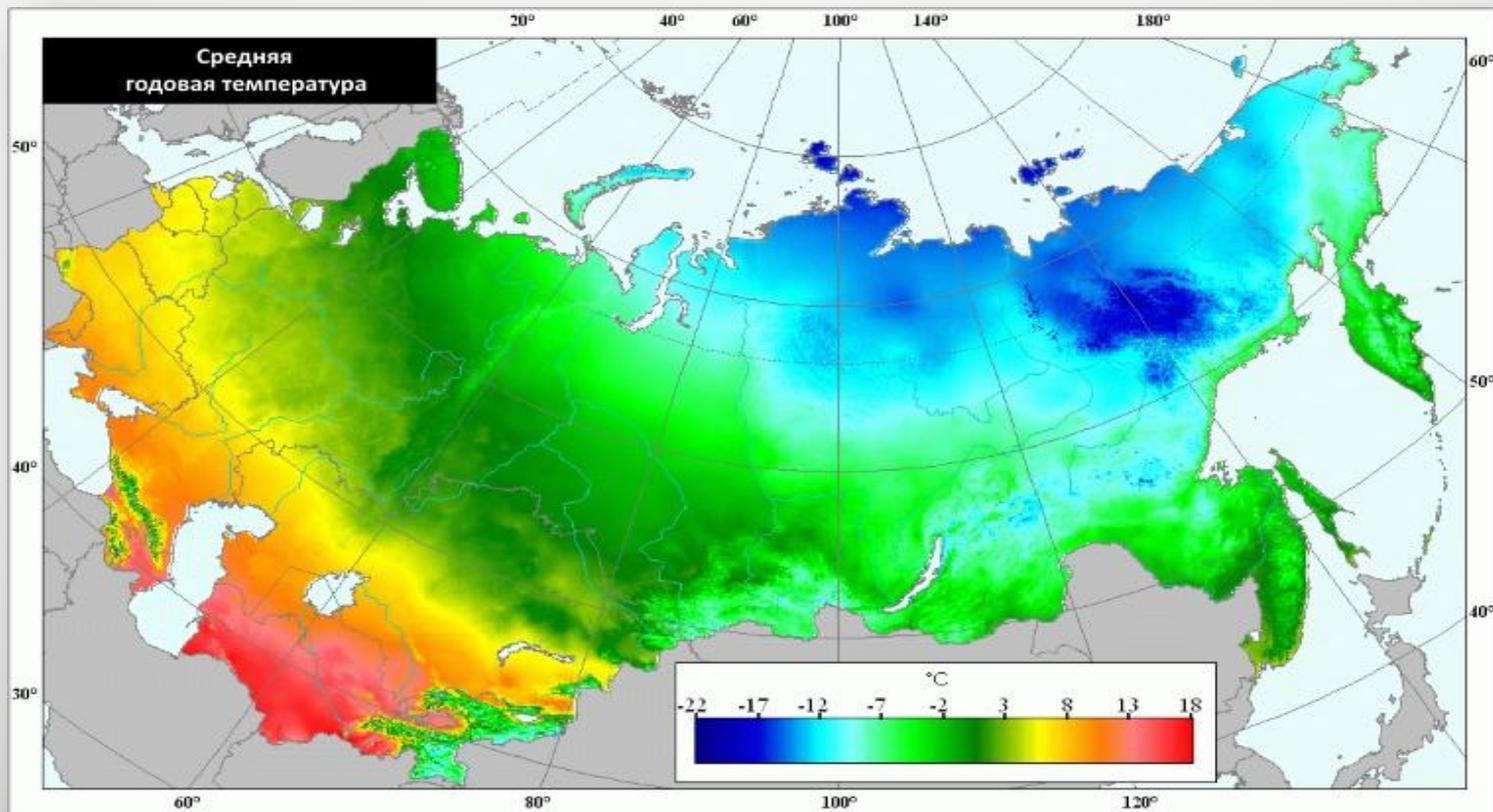


Для поддержания стабильной температуры грунта используют хладагенты



Вечномерзлые грунты

Вечномерзлые грунты занимают около 60 % территории РФ и простираются от берегов Баренцева моря на западе до побережья Охотского и Берингова морей на востоке.



Вечномерзлые грунты

В толще вечной мерзлоты встречаются включения льда толщиной от нескольких миллиметров до нескольких метров и более.



Вечномерзлые грунты

Результат морозного пучения



Фундаменты в вечномёрзлых грунтах

В районах вечной мерзлоты могут применяться следующие виды фундаментов:

- Свайные
- Столбчатые (отдельные)
- Ленточные
- Плитные
- Фундаменты на искусственных основаниях

Свайный фундамент

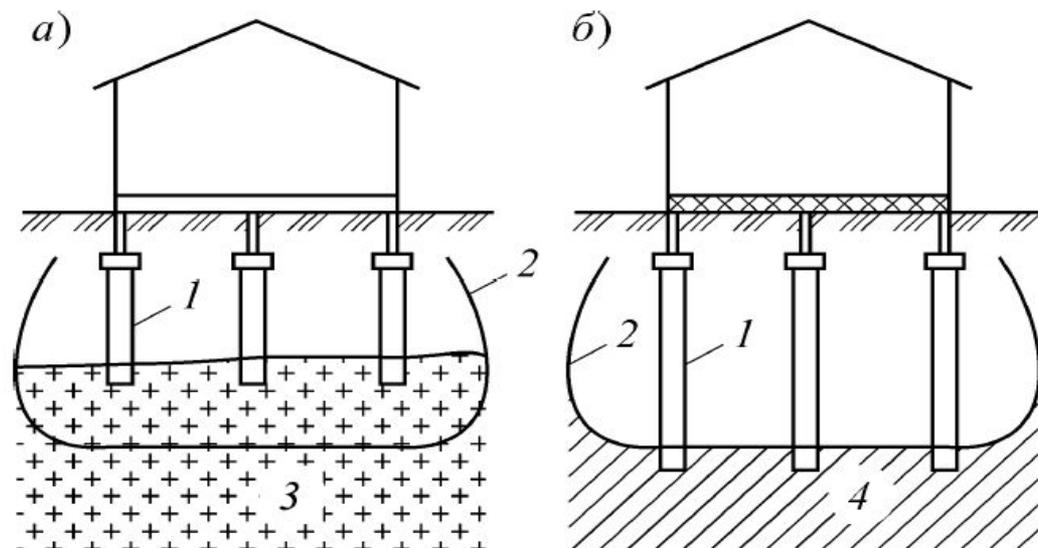


Рис. 8.1. Схема свайных фундаментов при допущении оттаивания вечномёрзлых грунтов под сооружением:
а – в скальных грунтах; *б* – при опирании свай на вечномёрзлый грунт ниже зоны оттаивания;
1 – сваи; *2* – граница чаши протаивания; *3* – скальный грунт;
4 – вечномёрзлый грунт

Свайный фундамент

По условиям применимости и способам погружения в вечномёрзлый грунт сваи бывают:

- Буроопускные
- Бурозабивные
- Опускные
- Бурообсадные
- Бурунабивные

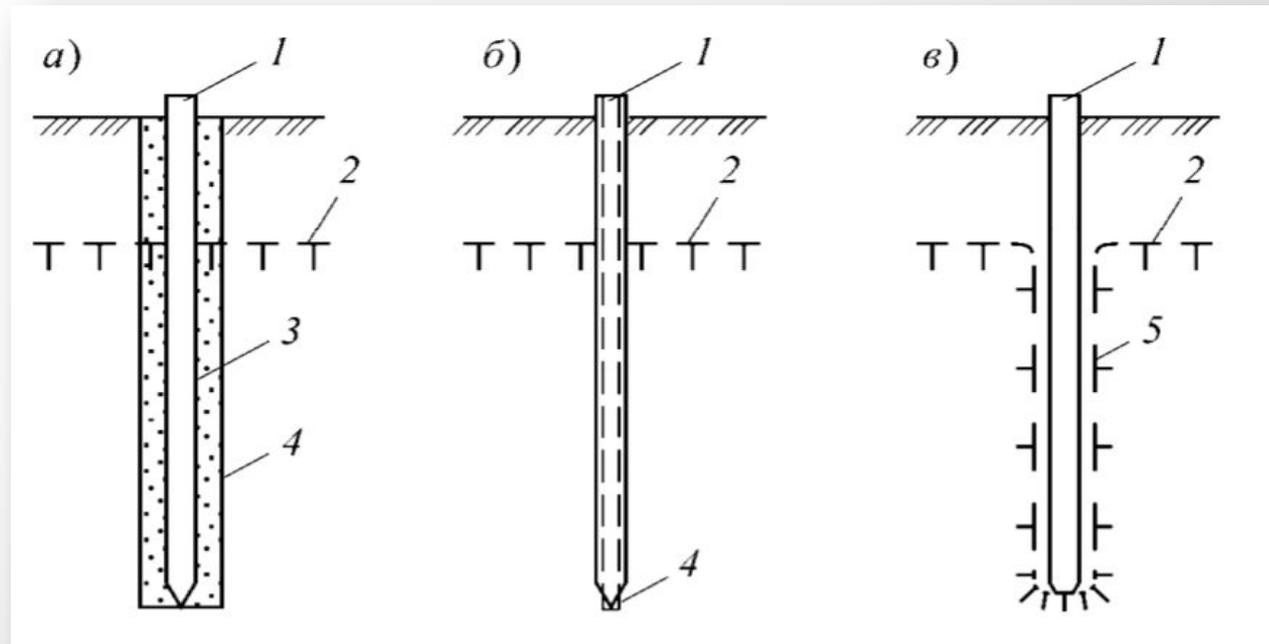


Рис. 8.2. Способы погружения свай в вечномёрзлый грунт:
1 – свая; 2 – верхняя граница вечномёрзлого грунта; 3 – грунтовый раствор; 4 – стенка скважины; 5 – граница оттаивания вечномёрзлого грунта



Принципы использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований



При строительстве на вечномерзлых грунтах применяется один из следующих принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований сооружений:

- **Принцип I** - вечномерзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения;
- **Принцип II** - вечномерзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии (с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину до начала строительства или с допущением оттаивания в период эксплуатации сооружения).

Принцип I

Принцип I применяется в тех случаях, когда расчетные деформации основания при его оттаивании превышают предельно допустимые, а улучшение строительных свойств оттаиваемых грунтов или использование конструктивных мероприятий невозможно или экономически неэффективно.



Принцип II

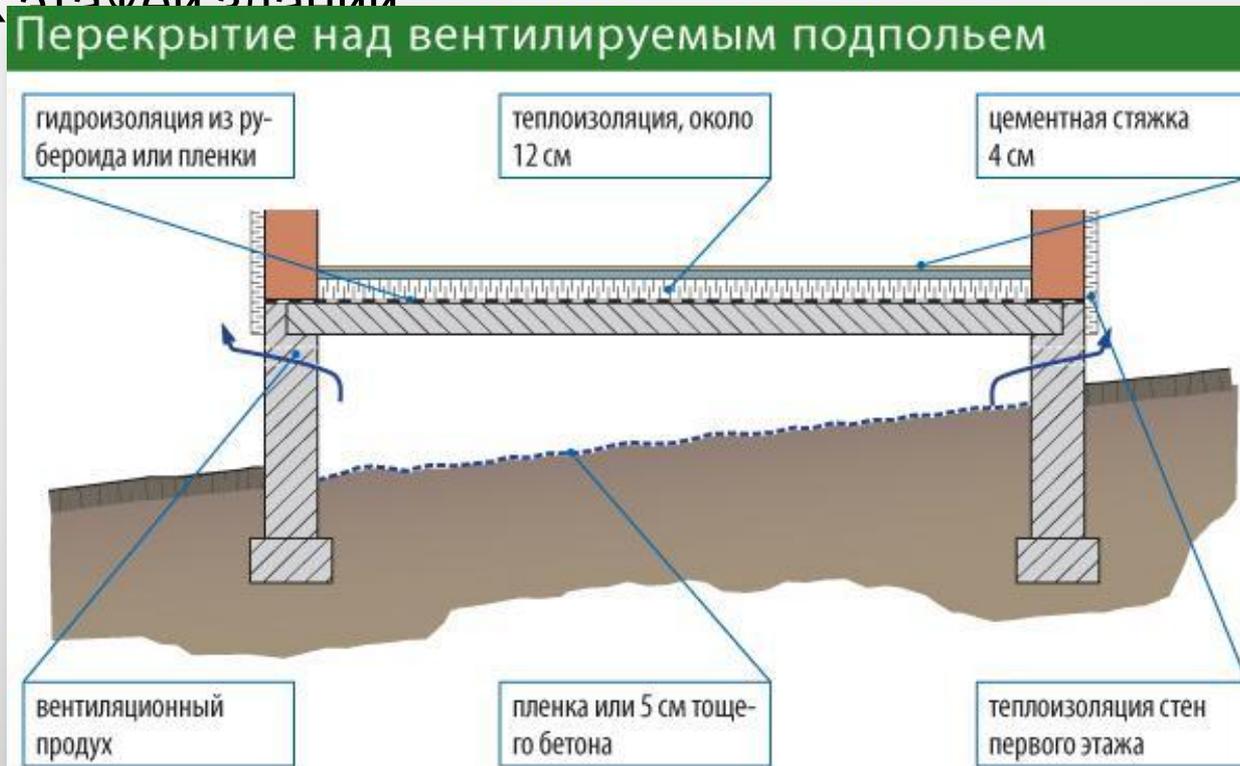
Принцип II применяется при наличии в основании скальных или других грунтов, деформации которых при оттаивании не превышают предельно допустимых значений для проектируемого сооружения.



Сохранение мерзлого состояния грунта

Для сохранения мерзлого состояния грунтов основания и обеспечения их расчетного температурного режима в проектах сооружений разрабатывают различные мероприятия. К ним относятся:

- устройство холодных (вентилируемых) подполий или холодных первых этажей зданий

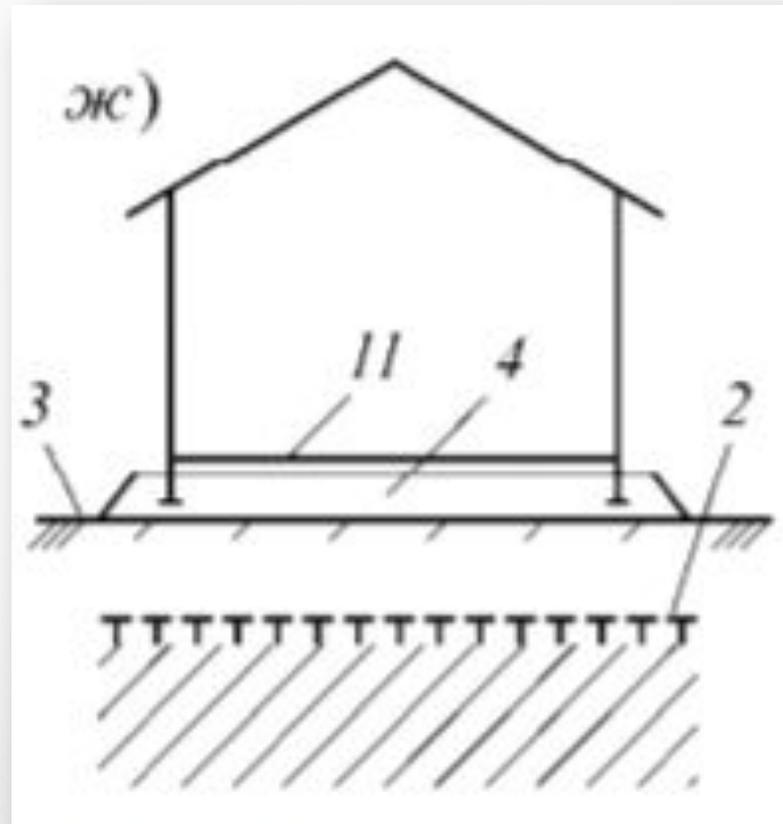






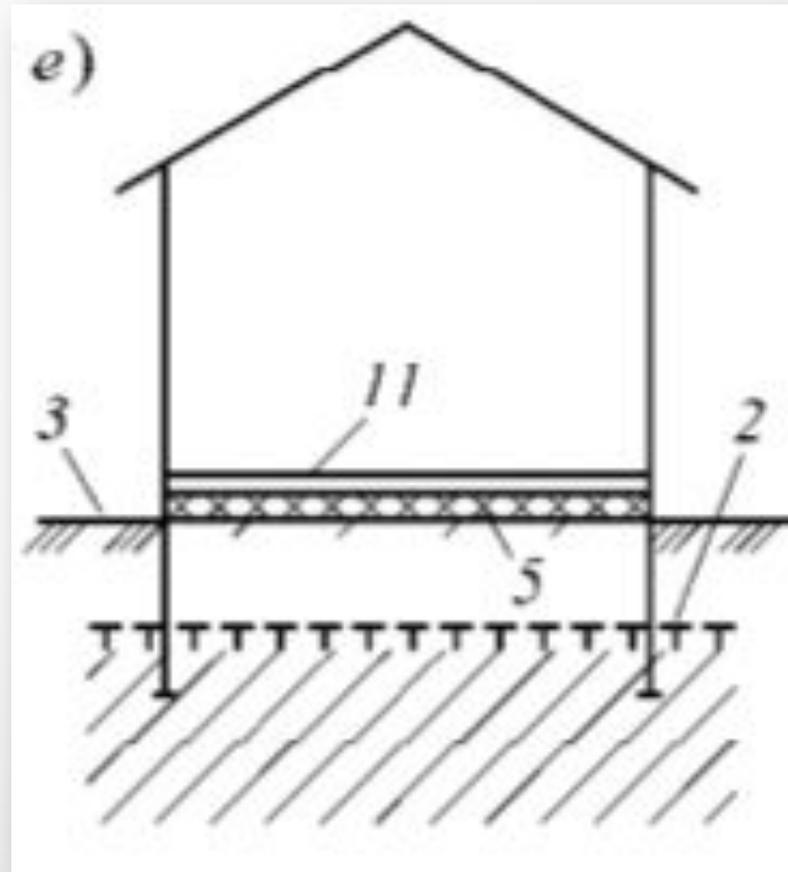
Сохранение мерзлого состояния грунта

- устройство подсыпок (в качестве оснований) из дренирующих материалов



Сохранение мерзлого состояния грунта

- укладка теплоизоляционных материалов под полом здания





Сохранение мерзлого состояния грунта



При использовании грунтов основания по принципу II применяются два метода устройства оснований и фундаментов: постепенного оттаивания грунтов в процессе эксплуатации сооружений и предварительного искусственного оттаивания вечномерзлых грунтов (при необходимости с уплотнением, закреплением или заменой оттаявших грунтов) до возведения сооружений. Возможно и сочетание указанных методов. При этом могут допускаться мероприятия:

- а) по уменьшению деформаций оснований;
- б) по приспособлению конструкций сооружений к восприятию неравномерных деформаций оснований.

Основные положения расчета оснований фундаментов по принципу I

- Несущая способность оснований вертикально нагруженной сваи или столбчатого фундамента определяется по формуле

$$F_u = \gamma_i \cdot \gamma_c = \left(RA + \sum_{i=1}^n R_{af,i} A_{af,i} \right),$$

где γ_i - температурный коэффициент; γ_c - коэффициент условий работы основания; R - расчетное давление на мерзлый грунт под нижним концом сваи или под подошвой отдельного фундамента; A - площадь поверхностного смерзания /-го слоя с боковой поверхностью сваи, а для столбчатого фундамента - с нижней ступенью, m^2 ; n - число выделенных при расчете слоев вечномёрзлого грунта.

- Осадка фундаментов, обусловленная уплотнением пластично-мерзлых грунтов, рассчитывается по тем же методикам, что и для немерзлых грунтов.

Основные положения расчета оснований фундаментов по принципу II

- Расчет по несущей способности (первая группа предельных состояний) оснований и фундаментов с использованием вечномерзлых грунтов по принципу II производят в соответствии с требованиями расчета устойчивости оснований из немерзлых грунтов.
- При расчете осадок основания с допущением оттаивания грунтов в процессе эксплуатации сооружения предварительно рассчитывают глубину оттаивания основания под различными частями проектируемого соору



Основные положения расчета оснований фундаментов по принципу II

- Нормы рекомендуют определять глубину оттаивания грунтов в основании сооружения $H_{за}$ время его эксплуатации t по формулам: под серединой сооружения

$$H_c = k_n (\zeta_c - k_c) B;$$

- Под краем сооружения:

$$H_c = k_n (\zeta_e - k_e - 0,1\beta\sqrt{\psi}) B,$$

Основные положения расчета оснований фундаментов по принципу II

- Осадку основания s , оттаивающего в процессе эксплуатации сооружения, определяют по формуле

$$s = s_{th} + s_p$$

- Осадку основания s при предварительном оттаивании или замене льдистых грунтов до глубины h , а также при несливающимся деятельном слое определяют по формуле

$$s_{th} = \sum_{i=1}^n (A_{th,i} + \delta_{th,i} \sigma_{zg,i}) h_i$$

