

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (05.26.03, ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

УДК 624.13

doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2021.20.1.001

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

Амельчугов С.П.^{1,2}, д.т.н.; Шубкин Р.Г.², к.т.н.;

Амельчугова С.В.¹, к.т.н.; Елфимова М.В.², к.т.н.; Никулин М. А.³

¹ ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет

² ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

³ ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Аннотация. В статье рассмотрена существующая проблема устойчивости зданий на вечномёрзлых грунтах, приведены примеры существующих фундаментов на вечномёрзлых грунтах в г. Норильск, рассмотрена проблема буроопускных свай фундаментов, сделано предположение, что в узле сопряжения монолитной и сборной железобетонной свай грунта меняют свои механические свойства.

Ключевые слова: вечномёрзлый грунт, буроопускные сваи, деформация, фундаменты-оболочки, несущие конструкции.

ON THE ISSUE OF ENSURING THE SAFETY OF BUILDINGS ON PERMAFROST SOILS

Amelchugov S.P.^{1,2}, Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in Engineering Sciences;

Shubkin R.G.², Ph.D. of Engineering Sciences; Amelchugova S.V.¹, Ph.D. of Engineering Sciences;

Elfimova M.V.², Ph.D. of Engineering Sciences, Docent, Nikulin M.A.³

¹ Siberian Federal University

² FSBE HE Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia

³ State Agrarian University of the Northern Trans-Urals

Abstract. The article discusses the existing problem of the stability of buildings on permafrost soils, gives examples of existing foundations on permafrost soils in Norilsk, considers the problem of bored piles of foundations, makes an assumption that in the junction of monolithic and precast reinforced concrete piles, soils change their mechanical properties.

Key words: permafrost soil, bored piles, deformation, shell foundations, load-bearing structures.

Строительство зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах является актуальным, проблемным и в то же время перспективным для стран, расположенных в северных широтах. Недра криолитозоны скрывают множество полезных ископаемых, что диктует необходимость освоения Арктической территории. Для проживания и осваивания Арктической зоны необходимо возведение временных и постоянных зданий и сооружений на мерзлых грунтах.

Однако, разрушениях зданий и сооружений при землетрясениях, а также без видимых причин, так называемые внезапные обрушения зданий является чрезвычайной ситуацией, часто сопровождаются жертвами

и могут вызвать пожар, поэтому устойчивость здания следует рассматривать как определяющее условие его безопасной эксплуатации [1], в том числе и пожарной так как следствие разрушения могут вызвать пожара как вторичного проявления негативного явления. Это положение вытекает из технического регулирования в области безопасности зданий и сооружений, пожарной безопасности, так как система обеспечения пожарной безопасности не является проектным решением аварийного здания [2].

На территории муниципального образования город Норильск основное строительство велось в период с 1955 по 1990 годы. Последний построенный многоквартирный дом введен в эксплуатацию в 2002 году. В 2012-2015 годах введены в эксплуатацию малоэтажные дома из облегченных конструкций на ростверках ранее снесенных строений. Здания и сооружения возведены на свайных фундаментах по принципу сохранения мерзлых грунтов основания в естественном состоянии.

Вместе с тем, в последние 20-30 лет в Северном полушарии произошло потепление и, в настоящее время, температура в мерзлотной толще г. Норильска на глубине 20-30 метров составляет $-1,5^{\circ}\text{C}$. Однако при данной температуре ряд грунтов, прежде всего засоленные, приобретают пластичность. Поэтому, под влиянием растепляющих воздействий от эксплуатации зданий и воздействия иных техногенных факторов, происходят изменения температурного режима толщи вечномерзлых грунтов, что приводит к деформациям конструкций зданий. За последние годы снесено 120 многоэтажных жилых домов (около 10% жилого фонда города). Из общего количества существующих 859 многоквартирных домов муниципального образования город Норильск, в настоящее время более 30% находятся в критическом состоянии.

Существует два принципа использования многолетнемерзлых грунтов в качестве оснований сооружений. Строительство по первому принципу требует специальных конструктивных решений, направленных на сохранение грунта в мерзлом состоянии, так как оттаивание грунта приведет к критическим деформациям. Возведение фундаментов на вечномерзлых грунтах по второму принципу особо не отличается от монтажа фундамента на талых грунтах. Основание представляет собой малосжимаемый грунт либо деформация грунта при оттаивании не превышает предельно допустимых значений для сооружения.

Исходя из анализа существующих фундаментов в муниципальном образовании г. Норильск наиболее часто используемым проектным решением являются буроопускные сваи, располагающиеся в пространстве вентилируемого подполья (см. рис. 1), так называемые «висячие сваи». Основным проектным решением свай является: нижняя часть свай выполняется из монолитного бетона, верхняя - часть из сборных железобетонных свай стыкованных свай. Согласно протоколу техсовета УКСа № 47 от 03.11.88 г. обсадные трубы длиной выше 7 метров извлечению не подлежат. Пазухи между обсадными трубами и сборными ж/б сваями заполнены цементо-песчаным раствором М-100. Вентиляция пространства между перекрытием отапливаемого этажа и основанием, по решению проектировщиков ограничивает передачу тепла в мерзлый грунт.



Рис. 1. Буроопускные сваи и металлическая обсадная труба в пространстве вентилируемого подполья (г. Норильск)

С учетом сложного геологического строения грунтов при монтаже свай использовались обсадные металлические трубы. При монтаже свай в первую очередь бурится скважина, которая защищается металлической обсадной трубой от осыпания, а после заливается бетоном. Затем, выполняется монтаж железобетонной сваи, а в последующий монтаж вышележащих конструкций (см. рис. 2).

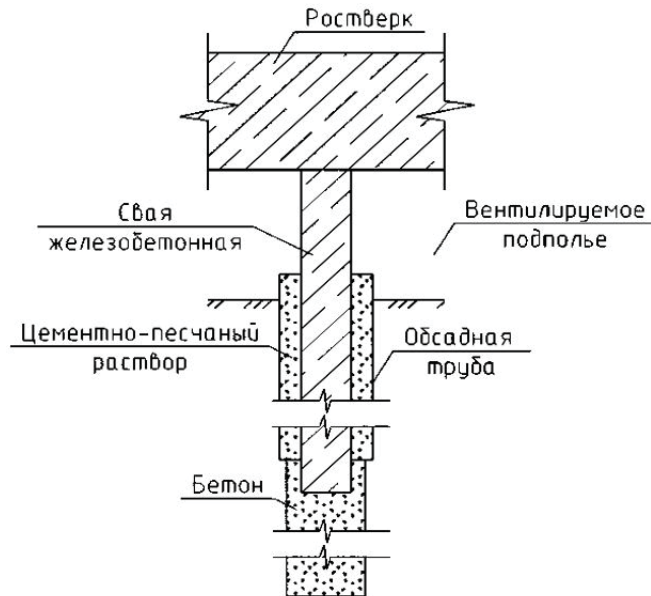


Рис. 2. Конструкция буропускной сваи

Параметрические исследования [3] показали, что в узле сопряжения монолитной и сборной железобетонной сваи грунты меняют свои механические свойства. Это вызывает неравномерные осадки грунтовых оснований и деформации сваи, как представлено на рисунке 3.

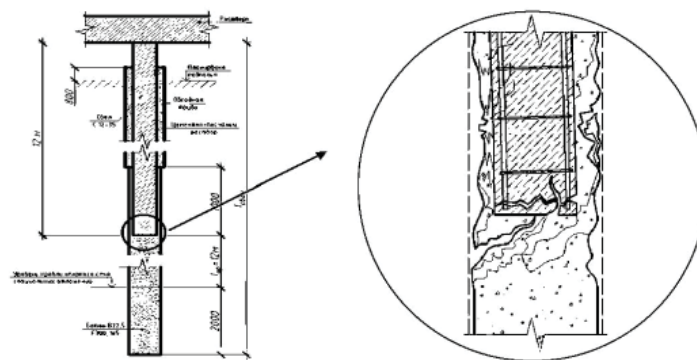


Рис. 3. Характер разрушения типовой составной сваи

Вместе с тем, проблема водонасыщения грунта на арктических территориях Восточной Сибири не решена, поэтому обеспечение безопасности и устойчивости зданий исходя из условий водно-теплового режима не представляется возможным.

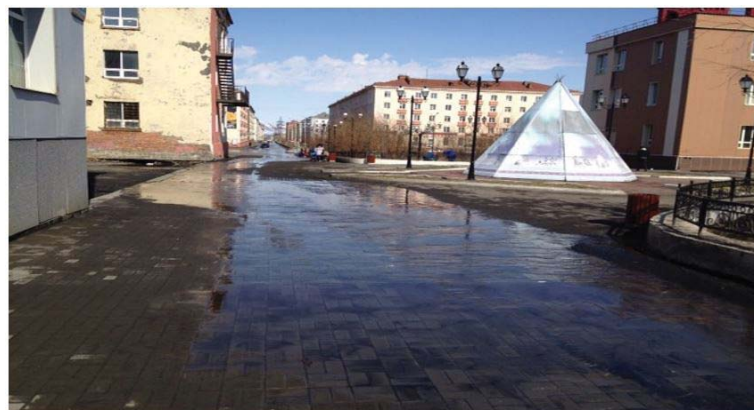


Рис. 4. Сброс талых вод под здания

Сброс талых и ливневых вод в г. Норильске происходит на рельеф местности (См.рис.4). Многолетние ремонт и восстановление дорог привело к возвышению их полотна выше уровня вентилируемых подвалов. Отсутствие дренажных систем и систем отвода снеговых и ливневых вод предопределяет опадание воды под здания, что приводит к термической разбалансировке мерзлотных оснований зданий.

Технология использования свайных фундаментов имеет многолетнюю практику. Изменение характеристик вечной мерзлоты приводит к потери несущей способности свай и пересмотру существующих технических решений фундаментов. Мерзлый грунт действительно обладает необходимыми характеристиками для возведения на нем зданий и сооружений, но необходимо поддерживать грунт в мерзлом состоянии, что становится сложнее в условиях глобальных климатических изменений. Кроме того, при сезонном замораживании растепленных грунтов возникают неравномерные силы морозного пучения по поверхности смерзания грунта и сваи. Это вызывает деформации свайных фундаментов, приводящие к разрушениям несущих конструкций зданий.

Кроме точечных фундаментов есть опыт проектирования и строительства на территории муниципального образования г. Норильск пространственных фундаментов-оболочек, например, разработанных Ю.М. Гончаровым (см.рис. 5).



Рис. 5. Пространственные фундаменты-оболочки Ю.М. Гончарова

Разработанные пространственные фундаменты являются вентилируемыми. Эти фундаменты возводились на территории микрорайона «Оганер» под 4-х этажный административно-бытовой корпус (см.рис. 6).

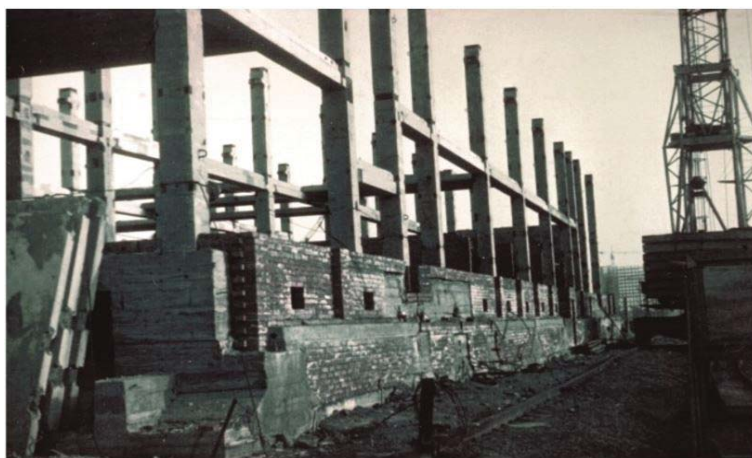


Рис. 6. Строящееся здание АБК на пространственном фундаменте оболочке в микрорайоне «Оганер».

Пространственный фундамент-оболочка выполняется в монолитном варианте из бетона класса В25, марки морозостойкости F300, водопроницаемостью W6. Верхняя отметка горизонтальной балки оболочки должна находиться на нижней проектной отметке оголовника под колонну каркаса. Толщина наклонных и

горизонтальных элементов фундамента- оболочки обычно 250 мм. Фундамент-оболочка состоит из трех блоков с зазорами (деформационными швами) между ними. Использование такого фундамента является единичным случаем.

Известна платформа Абовского Н.П., она состоит из нижнего и верхнего пояса конструктивных элементов. Нижний пояс устанавливается на наружной поверхности грунта. Верхние и нижние пояса собираются из сборных железобетонных элементов. Верхний и нижний пояс связаны между собой металлическими пространственными шпренгелями в случае сталежелезобетонного варианта либо железобетонными балками в случае железобетонного варианта.

Пространственные фундаментные платформы менее чувствительны к деформациям грунта, конструирование такого фундамента можно выполнять из различных материалов, таких как железобетон, металл и дерево. Поэтому такие фундаменты нашли применение в Якутии, Магадане и других поселениях.

Таким образом обеспечение механической безопасности зданий и сооружений является условием комплексной безопасности эксплуатации зданий и сооружений.

Литература

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений, Федеральный закон [Электронный ресурс] : с изм. и доп. Дата обновления: 02.07.2013. Доступ из системы ГАРАНТ.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности, Федеральный закон [Электронный ресурс] : с изм. и доп. Дата обновления: 27.12.2018. Доступ из системы ГАРАНТ.
3. С.П. Амелчугов И.Н. Архипов, А.А. Дектеров, И.С. Инжутов, В.В. Лукьянов, А.В. Максимов, А.В. Минаков, В.И. Палагушкин. «Механика разрушений свайных оснований зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах на примере Норильска» VII Международный симпозиум «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений (APCSCE 2018)» : программа и тезисы докладов (Новосибирск, 1-8 июля 2018 г.). - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2018. - С. 64.
4. Климов А.С., Семенов М.Ю., Амелчугов С.П., Инжутов И.С. «Пространственная железобетонная фундаментная платформа на вечноммерзлом грунте» Патент на изобретение RU 2706495 C1, 19.11.2019.