

СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА

doi: 10.51639/2713-0576_2023_3_1_39

УДК 69.035

ГРНТИ 67.11.00

ВАК 2.1.2

Применение трёхкомпонентной системы «свая-грунт-плита» в карстовых районах

Иванов А. Ю.

Московский политехнический институт (филиал) Московского политехнического университета, г. Рязань, ул. Колхозная 2а

email: ivanale87@yandex.ru

Аннотация: свайно-плитные фундаменты из забивных свай являются одним из наиболее распространенных типов фундаментов, используемых при строительстве зданий и сооружений на различных типах грунтов. Однако, при строительстве на карстовых территориях, важно учитывать возможность провала грунта в местах, где расположены подземные полости. Для того чтобы обеспечить надежность и безопасность зданий и сооружений на карстовых территориях, необходимо применять специальные технические решения, которые позволяют учитывать особенности грунтов и возможность провала. Одним из таких решений является использование свайно-плитных фундаментов с учетом карстового провала. В этом случае, забивные сваи могут быть установлены на определенной глубине в грунте, а затем на них устанавливаются бетонные плиты, которые служат основой для здания или сооружения.

Ключевые слова: карстовый провал, инженерно-геологическое изыскание, свайно-плитный фундамент, закарстовые территории

Особенности проектирования на закарстовых территориях

При проектировании какого-либо здания и сооружения, первостепенной задачей является составление оценки инженерно-геологических изысканий. Геологические исследования являются необходимым этапом проектирования, которые позволяют определить глубину карстовых полостей, состав грунта, его прочность и устойчивость.

Одной из особенностей проектирования на закарстовых территориях является необходимость использования специальных технических решений, которые позволяют обеспечить надежность и безопасность зданий и сооружений. К таким решениям относятся, например, свайно-плитные фундаменты с учетом карстового провала, а также применение специальных материалов для укрепления грунта.

Однако, проектирование на таких территориях также может быть связано с дополнительными затратами на геологические исследования, а также на использование специальных технических решений. Поэтому важно учитывать все особенности грунта и проводить проектирование с учётом возможных рисков и затрат.

При обнаружении карстовых территорий следует более тщательно подойти к процессу планирования строительства, т.к. данные области представляют опасность для возведения здания. Актуальность современных технологий состоит в правильном и точном расчете фундамента. Он несет защиту сооружения от деформаций карстовых поверхностей. В данной научной работе предметом рассмотрения является свайно-забивной плитный фундамент.

Сложный расчёт в тяжелых геологических условиях следует уравновесить простой расчетной схемой, имеющая трёхкомпонентную схему «грунт-свая-плита». Теоретические расчеты заключаются в сопротивлении свай, взаимодействии их с плитой и распределение нагрузок на них при карстовом провале.

В науке на данный момент в практике используют два метода карстовой защиты: конструктивный и геотехнический. В зависимости от выбора метода существуют варианты расчета [1]:

- 1) Создание конструктивной схемы подземной части здания, в которой не допускаются усилия в несущих конструкциях больше допустимых и при условии, что условия развития карстовых деформаций в основании не изменяются;
- 2) Устройство защитных геотехнических экранов в основании фундамента или в карстовых грунтах, которые исключают или снижают влияние процессов, возникающих в грунте

Свайно-плитный фундамент как трехкомпонентная система свая-грунт-плита»

Свайно-плитный фундамент является одним из наиболее эффективных решений при проектировании зданий и сооружений на закарстовых территориях. Он представляет собой трехкомпонентную систему свай-грунт-плита, которая обеспечивает надежность и устойчивость конструкции.

Основное преимущество свайно-плитного фундамента заключается в том, что он позволяет распределить нагрузку на более широкую площадь, что повышает устойчивость фундамента и предотвращает провалы в грунте [2]. Кроме того, свайно-плитный фундамент может быть адаптирован к различным инженерно-геологическим условиям, включая карстовые территории.

При проектировании свайно-плитного фундамента на закарстовых территориях необходимо учитывать особенности грунта и проводить геологические исследования для определения глубины карстовых полостей и характеристик грунта. На основе полученных данных можно выбрать оптимальные параметры свай и размеры плиты, а также определить необходимое количество свай для обеспечения надежности фундамента.

Также может быть применено дополнительное укрепление грунта, например, с помощью геосеток или грунтовых анкеров. Это позволяет увеличить устойчивость фундамента и предотвратить провалы в грунте.

Сложности проектирование фундаментов на карстовых территориях

Расчет свайно-плитного фундамента в трудных инженерно-геологических условиях может быть достаточно сложным и требовать специальных знаний и опыта. Некоторые из основных сложностей, которые могут возникнуть при расчете такого фундамента, включают:

1. Неоднородность грунтового основания: если грунтовое основание неоднородно, то это может привести к несоответствию между расчётными и фактическими нагрузками на фундамент. В этом случае может потребоваться дополнительный анализ грунтовых свойств и использование более сложных методов расчёта.
2. Наличие опасных грунтовых процессов: если в зоне расположения фундамента имеются опасные грунтовые процессы, такие как оползни или селевые явления, то это может потребовать дополнительного анализа и учета возможных рисков при расчете фундамента.
3. Наличие подземных вод: при наличии подземных вод может потребоваться дополнительный анализ и учёт гидродинамических нагрузок на фундамент.
4. Сложность определения грунтовых свойств: Определение грунтовых свойств может быть достаточно сложным, особенно в сложных геологических условиях. В этом случае может потребоваться проведение более точных грунтовых исследований.

5. Наличие дополнительных нагрузок: если на фундамент будут действовать дополнительные нагрузки, например, от технического оборудования или зданий, то это может потребовать дополнительного анализа и учета этих нагрузок при расчете фундамента.
6. Наличие карстовых явлений: Карстовые территории характеризуются наличием растворимых грунтов и пород, что может привести к образованию воронок, пещер и других полостей. Это усложняет расчет фундамента, так как необходимо учитывать возможные коллапсы и провалы в грунте.
7. Низкая несущая способность грунта: в карстовых территориях грунт может иметь низкую несущую способность из-за наличия полостей и трещин. Это может потребовать использования более глубоких свай и более толстой плиты.
8. Риск коррозии свай: карстовые территории характеризуются высоким содержанием воды и агрессивных солей, что может привести к коррозии свай. При расчёте фундамента необходимо учитывать этот риск и выбирать материалы для свай с учетом его минимизации.
9. Сложность проведения грунтовых исследований: в карстовых территориях проведение грунтовых исследований может быть сложным из-за наличия полостей и трещин в грунте. Это может привести к необходимости использования более дорогостоящих методов исследования, таких как геоэлектрическая томография или акустические исследования.

Методы расчёта фундаментов с учётом карстового провала

Для расчета свайно-плитного фундамента из забивных свай при строительстве зданий с учетом карстового провала используются следующие методы:

1. Метод конечных элементов (МКЭ) – позволяет моделировать поведение фундамента и грунта в условиях карстовых провалов. Этот метод позволяет определить оптимальные параметры свай и плиты фундамента, а также предсказать деформации и напряжения в фундаменте.

Для использования МКЭ необходимо провести анализ геологических условий и собрать данные о характеристиках грунта, таких как прочность, плотность, упругость и т.д. Затем создается 3D-модель фундамента и грунта, которая разбивается на множество малых элементов. Для каждого элемента рассчитываются его характеристики и взаимодействие с соседними элементами. Результаты расчетов позволяют определить деформации и напряжения в фундаменте и грунте, а также прогнозировать возможные повреждения и разрушения конструкции.

В целом, использование метода конечных элементов позволяет существенно повысить точность расчётов и предсказать поведение фундамента и грунта в условиях карстовых провалов. Однако для его применения необходимы специальные знания и опыт в области инженерного проектирования.

2. Методы геомеханики – позволяют оценить устойчивость фундамента и грунта в условиях карстовых провалов. Этот метод позволяет определить критические параметры свай и плиты фундамента, а также рекомендовать меры по укреплению фундамента.

В процессе использования методов геомеханики проводятся обследование территории, исследование грунтов и геологических условий, а также проводятся расчёты на прочность и устойчивость фундамента и грунта. Результаты этих расчётов помогают определить оптимальный вариант фундамента и выбрать необходимые меры по укреплению.

Одним из методов геомеханики является метод гравитационных сил, который позволяет оценить равновесие фундамента и грунта в условиях карстовых провалов. Для этого проводятся расчёты на прочность и устойчивость фундамента, а также определяются геометрические параметры конструкции. Результаты этих расчётов позволяют определить критические параметры фундамента и выбрать необходимые меры по укреплению.

Также для оценки устойчивости фундамента и грунта в условиях карстовых провалов используется метод численного моделирования, который позволяет создать трёхмерную

модель фундамента и грунта, учитывая характеристики грунта и геологических условий. Для этого используются специальные программы, которые позволяют проводить расчёты на прочность и устойчивость конструкции, а также определять критические параметры фундамента и выбирать необходимые меры по укреплению.

Таким образом, методы геомеханики и метод конечных элементов позволяют оценить устойчивость фундамента и грунта в условиях карстовых провалов и выбрать необходимые меры по укреплению. Однако для их применения необходимы специальные знания и опыт в области инженерного проектирования.

3. Методы статического расчёта – позволяют определить необходимое количество и тип свай, а также размеры плиты фундамента на основе статических нагрузок. Однако этот метод не учитывает динамические нагрузки и возможность развития карстовых провалов.

Важно отметить, что для правильного расчета свайно-плитного фундамента из забивных свай при строительстве зданий с учетом карстового провала необходимо обратиться к опытным специалистам в области геологии, геомеханики и строительства.

Такие специалисты могут провести полное обследование территории, исследовать грунты и геологические условия, а также провести необходимые расчеты на прочность и устойчивость фундамента и грунта. На основе этих данных они смогут выбрать оптимальный вариант фундамента и разработать проект укрепления.

Кроме того, при строительстве зданий в условиях карста необходимо использовать специальные материалы и технологии. Например, для укрепления грунта можно использовать геосетки, геотекстиль и другие материалы, которые повышают его прочность и устойчивость. Также может потребоваться использование специальных технологий забивки свай или устройства плиты фундамента.

В целом, строительство зданий в условиях карста требует особого подхода и высокой квалификации специалистов. При правильном подходе и использовании современных технологий можно обеспечить надежность и долговечность конструкции, даже при наличии карстовых провалов.

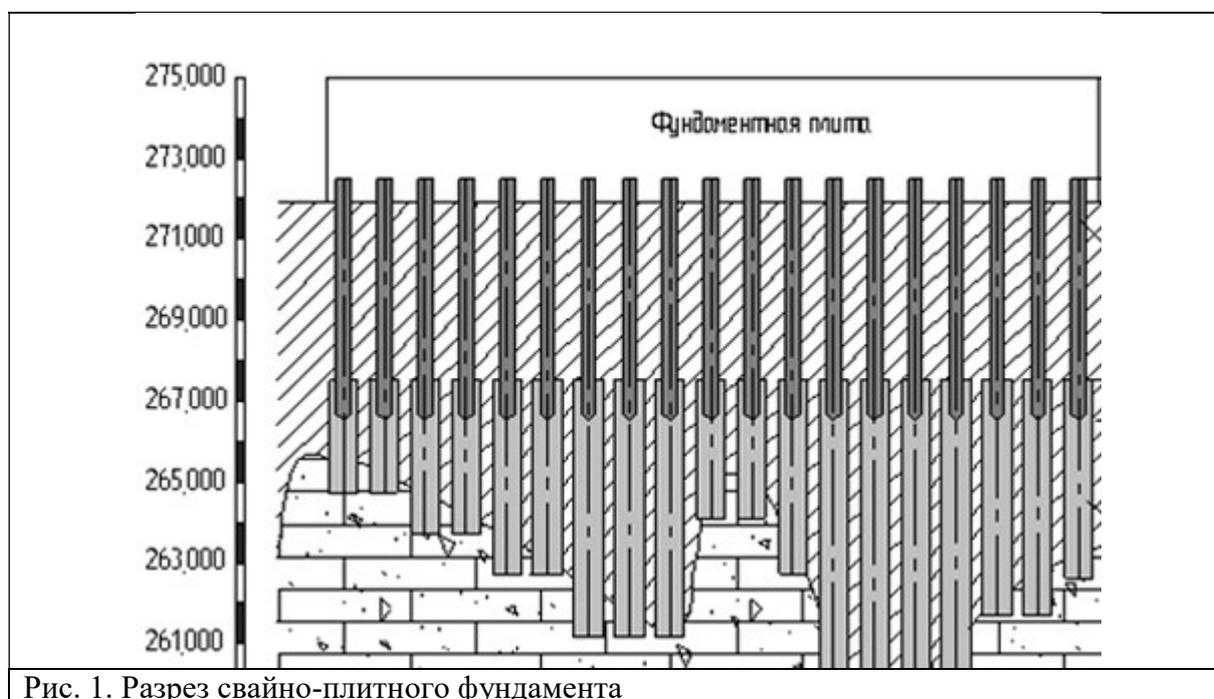


Рис. 1. Разрез свайно-плитного фундамента

Свайно-плитный фундамент из забивных свай может быть использован при строительстве на территориях, где есть риск карстовых провалов. При этом исключено использование висячих свай [3]. Карстовые провалы образуются в результате растворения карбонатных пород, таких

как известняк и доломит, что может привести к опасным ситуациям для зданий и инфраструктуры. При использовании свайно-плитного фундамента из забивных свай, сваи устанавливаются в землю до устойчивого слоя, который не подвержен карстовым провалам. Затем на вершину свай устанавливается железобетонная плита, которая распределяет нагрузку от здания на все сваи и защищает их от деформации. Такой фундамент является более устойчивым и надежным, чем обычный ленточный фундамент, особенно на карстовых территориях. Он также позволяет экономить на земляных работах, так как не требует большого количества выемки грунта. В целом, свайно-плитные фундаменты из забивных свай являются оптимальным решением при строительстве на карстовых территориях, где необходимо обеспечить высокую устойчивость и надежность здания.

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

Список литературы

1. Готман Н. З. Расчет карстозащитных фундаментов зданий и сооружений // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2015. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-karstozaschitnyh-fundamentov-zdaniy-i-sooruzheniy> (дата обращения: 30.03.2023).
2. Лодыгина Н. Д., Шарапов Р. В. Особенности расчета оснований сооружений на закарстованных территориях // Вестник российских университетов. Математика. 2014. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-rascheta-osnovaniy-sooruzheniy-na-zakarstovannyh-territoriyah> (дата обращения: 31.03.2023).
3. СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений»

Application of the three-component «pile-soil-slab» system in karst areas

Ivanov A. U.

*Moscow Polytechnic Institute (branch) Moscow Polytechnic University,
Ryazan, Kolkhoznaya str., 2a*

Pile and slab foundations made of driven piles are one of the most common types of foundations used in the construction of buildings and structures on various types of soils. However, when constructing in karst areas, it is important to consider the possibility of soil collapse in places where underground cavities are located. In order to ensure the safety and security of buildings and structures in karst areas, it is necessary to apply special technical solutions that allow to take into account the peculiarities of soils and the possibility of collapse. One of these solutions is the use of pile and slab foundations that take karst failures into account. In this case, driven piles can be installed at a certain depth in the ground and then concrete slabs are installed on them, which serve as the foundation for the building or structure.

Keywords: karst failure, geotechnical survey, pile and slab foundation, karst areas.