

Планирование мер безопасности должно быть системным и комплексным, включать подготовку экстренных служб, обучение населения действиям при сейсмических угрозах, разработку маршрутов эвакуации и усиление сейсмостойкости зданий.

Научная значимость работы заключается в формировании обоснованных рекомендаций по снижению последствий землетрясений, оптимизации процессов гражданской защиты и повышению устойчивости социально-экономических систем региона. Практическая ценность исследования проявляется в возможности использования предложенных мер и моделей для разработки региональных программ управления сейсмическими рисками, что способствует минимизации человеческих потерь и повышению уровня безопасности населения.

Список использованных источников

1. Комитет по чрезвычайным ситуациям Министерства внутренних дел Республики Казахстан. Официальный сайт. – Электрон. – Режим доступа: <https://www.gov.kz/memleket/entities/emer>;

2. Организация и ведение ГО и защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера: учебное пособие / под общ.ред. Г.Н. Кириллова. – 8-е изд., пересм. - М.: Институт риска и безопасности, 2013. – 536 с.;

3. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Анализ подверженности Республики Казахстан чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера. Монография. – Кокшетау: КТИ КЧС МВД РК, 2015. – 122 с.;

УДК 624.152

**А.М. Утемис, Я.Б. Кунанбаева,
К.С. Досалиев, Б.К. Дуйсенбеков**
Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова
Шымкент, Казахстан

АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЁТА ФУНДАМЕНТОВ, ВОЗВОДИМЫХ В ВЫТРАМБОВАННЫХ КОТЛОВАНАХ

Аннотация. В статье проведён анализ экспериментальных исследований фундаментов в вытрамбованных котлованах. Рассмотрены основные факторы,

влияющие на несущую способность: форма и размеры трамбовок, глубина втрамбовывания, объём и вид материала, характеристики грунта. Обсуждены методы расчёта фундаментов, включая схемы пирамидальных и набивных свай. Результаты исследования имеют практическое значение для проектирования надёжных фундаментов в различных грунтовых условиях.

A.M. Utemis, Ya.B. Kunanbayeva,

K.S. Dossaliev, B.K. Duissenbekov

M.Auezov South Kazakhstan University

Shymkent, Kazakhstan

ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF CALCULATION METHODS FOR FOUNDATIONS BUILT IN RAMMED PITS

***Abstract.** The article presents an analysis of experimental studies on foundations in rammed pits. The main factors affecting bearing capacity are examined, including the shape and dimensions of tamping, depth of compaction, volume and type of material, and soil characteristics. Calculation methods for foundations, including schemes for pyramidal and cast-in-place piles, are discussed. The results of the study have practical significance for the design of reliable foundations under various soil conditions.*

Введение

Впервые идея применения вытрамбованных котлованов как составной части фундаментов была изучена в 1960-х годах при испытании свай с уширенными оголовками. Статические испытания показали, что значительную часть нагрузки воспринимает уширенная верхняя часть свай, позднее получившая распространение как элемент фундаментов в вытрамбованных котлованах. До 1970-х годов данный метод применялся преимущественно при строительстве малоэтажных сельскохозяйственных зданий на просадочных грунтах [1].

Широкое внедрение технологии способствовали исследования таких авторов, как Авазов П.П., Багдасарова Ю.А., Власов Ю.В., Джумаев К.М., Крутов В.И., Рабинович И.Г., Рафальзук В.Л., Сальников Б.А., Стародворский В.В. и др.

Обзор экспериментальных исследований

На основании проведённых опытов были установлены закономерности изменения несущей способности фундаментов в зависимости от формы трамбовок, размеров уплотнённой зоны и грунтовых условий. В частности:

Рафальзук В.Л. показал, что глубина втрамбовывания котлована существенно влияет на несущую способность: увеличение глубины с 1,5 до 2,5 м приводило к росту несущей способности в 1,4 раза [2].

Стародворский В.В. установил, что при одинаковом объёме фундамента форма и площадь боковой поверхности котлована не влияют на несущую способность [3].

Шилибеков С.К. показал, что среди различных планировочных форм котлованов (квадратная, шестигранная, круглая, квадратно-ступенчатая) оптимальной является квадратная форма.

Исследования также охватывали угол наклона боковых граней трамбовок (2–6°), форму и размеры уплотнённой зоны, а также влияние уширенной верхней части основания. Выяснилось, что несущая способность в основном определяется грунтовыми условиями и объемом втрамбованного материала

Влияние материала основания

Эксперименты показали, что увеличение объёма втрамбованного материала повышает несущую способность фундаментов в 1,5–3 раза. Различные виды и фракции жесткого материала (щебень, гравий) могут оказывать расклинивающее действие, увеличивая размеры уширений. Однако некоторые исследования показывают, что при равных объёмах втрамбованного материала крупность щебня практически не влияет на размеры уширений, что требует дополнительных экспериментов [4].

Влияние грунтовых условий

Работа фундаментов в вытрамбованных котлованах на просадочных, глинистых водонасыщенных и песчаных грунтах показала, что вертикальную нагрузку, в отличие от свайных фундаментов, не удаётся довести до разрушения. Начальную нагрузку воспринимает уплотнённая зона основания, затем вовлекается неуплотнённый грунт. Вследствие этого возникают пластические зоны деформации, и скорость осадки увеличивается с ростом нагрузки.

На площадках с озерно-ледниковыми суглинками и песчаными грунтами уплотнённая зона имела менее выраженную форму, что снижало несущую способность, однако общая устойчивость фундаментов оставалась высокой [5].

В настоящее время разработано множество методов расчёта фундаментов в уплотнённых грунтах. Разные исследователи при оценке несущей способности фундаментов используют различные исходные предпосылки, допущения и расчётные схемы. Поскольку фундаменты в вытрамбованных котлованах начали применяться относительно недавно, целесообразно рассмотреть в общих чертах некоторые методы расчёта пирамидальных и набивных свай в выштампованном основании, работа которых под нагрузкой, как показали отдельные исследования, сопоставима с поведением фундаментов в вытрамбованных котлованах.

Расчётная схема пирамидальной сваи была впервые предложена В.К. Дмоховским. Согласно его модели, сопротивление фундамента при воздействии вертикальной нагрузки складывается из трёх компонентов: сопротивления грунта основания по острию сваи, сопротивления грунта вдоль боковой поверхности и давления грунта, нормального к боковой поверхности. Включение последнего слагаемого, в отличие от забивных призматических свай, объясняется конической формой пирамидальных свай. В настоящее время на основе этой схемы выполняется целый ряд расчётов, включая расчёты фундаментов в вытрамбованных котлованах глубокого заложения. Схема расчёта пирамидальных свай рекомендуется к применению СНиП 2.02.03–85.

Лапшин Ф.К. и Исаев А.М. определяют несущую способность пирамидальной сваи, опираясь на зависимость Кулона, выражаемую следующей формулой:

$$N = F \cos \alpha [P_{\delta}(tg\alpha + tg\alpha\varphi) + C],$$

где F - площадь боковой поверхности сваи;

α - угол наклона боковых граней сваи;

P - давление обжатия грунта;

φ - угол внутреннего трения грунта;

C - сцепление грунта.

Фундаменты в вытрамбованных котлованах имеют аналогичную геометрическую форму с забивными пирамидальными и набивными сваями в выштампованном основании, однако условия их работы в грунтах различны, что обуславливает отличия в расчётных схемах и методиках определения несущей способности. В настоящее время разработано несколько методов расчёта таких фундаментов. Один из них представлен в данной работе. Несущая способность фундамента в условиях полного замачивания лессовых грунтов основания определяется как минимальное из двух значений: первое рассчитывается на основе прочностных характеристик уплотнённого грунта в водонасыщенном состоянии согласно СНиП II-Б.1-62, второе — исходя из давления на подстилающий грунт естественного сложения под уплотнённой зоной.

Заключение

В статье проведён комплексный анализ экспериментальных исследований работы фундаментов в вытрамбованных котлованах, выполненных различными авторами, начиная с 1960-х годов.

Установлено, что ключевыми факторами, определяющими несущую способность фундаментов, являются: форма и размеры трамбовок, глубина втрамбовывания котлована, объём и вид втрамбованного материала, а также механические и физические характеристики грунта основания.

Экспериментальные данные показали, что увеличение объёма втрамбованного материала и оптимизация формы котлована существенно повышают несущую способность фундаментов, обеспечивая их эффективное восприятие вертикальных нагрузок. Анализ работы фундаментов на различных типах грунтов (просадочные, глинистые водонасыщенные, песчаные) выявил различия в механизмах передачи нагрузки и формировании пластических зон деформации. В частности, на плотных и среднеплотных суглинках уплотнённая зона и уширенная верхняя часть основания играют решающую роль в восприятии нагрузки, тогда как на песчаных грунтах несущая способность определяется взаимодействием всей массы грунта с основанием.

Рассмотрены существующие методы расчёта фундаментов в вытрамбованных котлованах, включая расчётные схемы пирамидальных и набивных свай в выштампованном основании. Несмотря на накопленный опыт, остаются вопросы, требующие дальнейшего исследования: влияние формы и размеров уплотнённой зоны, глубины втрамбовывания, а также видов и фракций втрамбованного материала на несущую способность и долговечность фундаментов.

Дальнейшие экспериментальные и теоретические исследования позволят уточнить расчётные схемы и методики, что обеспечит более надёжное проектирование фундаментов в сложных грунтовых условиях, повысит безопасность и эффективность строительства. Результаты работы могут быть применены при проектировании фундаментов для зданий и сооружений различного назначения, включая объекты в сейсмически опасных зонах и на просадочных грунтах.

Список использованных источников

1. Чарушников И.Г., Сальников Б.А. О применении свайных фундаментов на просадочных грунтах в Новосибирске // Развитие крупнопанельного домостроения в Западной Сибири / СибЗНИИЭП. –Новосибирск, 1965. - с. 161.
2. Рафальзук В.Л. Устройство фундаментов в вытрамбованных котлованах с уширенным основанием: Дис. канд. техн. наук. - М.,

1981.- 190 с.

3. Стародворский В.В. Разработка методов устройства и расчёта фундаментов в вытрамбованных котлованах при сейсмических нагрузках: Автореф. ... канд. техн. наук. - М., 1984. - 24 с.

4. Шилибеков С.К. Особенности работы фундаментов в вытрамбованных котлованах различной формы при воздействии статических и сейсмических нагрузок: Дис. канд. техн. наук. - Пермь, 1990. - 186 с.

5. Джумаев К.М. Исследование и разработка метода возведения ленточных прерывистых фундаментов в вытрамбованных котлованах: Дис. канд. техн. наук. - М., 1977. - 175 с.

УДК 624.152

**А.М. Утемис, Я.Б. Кунанбаева,
К.С. Досалиев, Б.К. Дуйсенбеков**
Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова
г. Шымкент, Казахстан

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ НА УПЛОТНЁННЫХ ГРУНТАХ КОТЛОВАНОВ

***Аннотация** В статье представлены результаты исследований фундаментов в вытрамбованных котлованах. Определены закономерности формирования уплотнённой зоны и влияние параметров трамбовки. Установлено, что уплотнение грунта повышает несущую способность и снижает просадочность. Выявлена необходимость уточнения существующих методов расчёта.*

**A.M. Utemis, Ya.B. Kunanbayeva,
K.S. Dossaliev, B.K. Duissenbekov**
M.Auezov South Kazakhstan University
Shymkent, Kazakhstan

FEATURES OF FOUNDATION PERFORMANCE ON COMPACTED EXCAVATION SOILS

***Abstract.** The article presents the results of studies of foundations in rammed pits. The patterns of formation of the compacted zone and the influence of the ramming parameters are determined. It has been found that soil compaction increases the bearing capacity and reduces subsidence. The necessity of clarifying the existing calculation methods is revealed.*