

Е.Иманғазы¹, И.Н.Дюсембаев^{1*}

¹Международная образовательная корпорация (кампус КазГАСА), Алматы, Казахстан

*Corresponding author: mars_52@mail.ru

Информация об авторах:

Иманғазы Е.– магистрант, гр. Мстр 19-1(2), МОК (кампус КазГАСА), Алматы, Казахстан

Дюсембаев Изим Насиевич – доктор технических наук, ассоциированный профессор, Международная образовательная корпорация (кампус КазГАСА), Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0001-5468-0257>, email: mars_52@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ И ТИПЫ ГРУНТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Аннотация.** В статье рассматривается классификация основных видов грунтов для строительства фундамента, их свойства, изменчивость физико-механических свойств, о выборе оптимального типа фундамента.*

***Ключевые слова:** грунты, виды грунтов, пластические, вязкие свойства, фундаменты.*

В настоящее время наблюдается тенденция к увеличению размеров зданий и сооружений, увеличению этажности, уплотнению городских и промышленных зданий и интенсивному использованию подземного пространства, что приводит к увеличению нагрузок из-за изменения свойств грунтов под и возле строительной площадки, изменению напряженно-деформированного состояния конструкции.

Грунты, лежащие в основе конструкции, обладают ярко выраженными пластическими и вязкими свойствами, проявляющимися в виде длительных смещений наносов, кренов конструкций, оползней их откосов и склонов. Исключительная сложность состава и структуры грунтов определяет их дисперсную пористость, многофазность, различие в характере и типах связей между частицами, неоднородность, изменчивость физико-механических свойств.

Под грунтами часто понимают просто землю (плодородный слой). Это совершенно неверно. Понятие «грунт» намного шире. Это многокомпонентный материал, который может содержать как мелкие частицы песка, так и крупные гранулы – крупные камни. Кроме того, грунт может быть естественного происхождения (например, чернозем) и искусственного (строительный грунт).

Поэтому, говоря о грунтах, мы имеем в виду:

- Почвогрунты – плодородный, чернозем;
- Скальный грунт;
- Вскрышной грунт, который вынимают из котлованов при строительстве;
- Строительный грунт, в котором могут попадаться бой бетона или

кирпича, б/у щебень;

- Глинистые грунты (глину, супесь, суглинок);
- Дресву (например, дресвяно-щебнистый и дресвяно-песчаный матери-

алы).

Каждый вид грунта имеет свой набор характеристик, разный компонентный состав, разные свойства и, соответственно, свою область применения. В этой статье мы кратко опишем каждую область использования и предоставим конкретные материалы, подходящие для конкретной работы.

Итак, в основном грунты берут для:

- сада и огорода;
- рекультивации и благоустройства территории;
- ландшафта;
- строительства;
- дорожных работ;
- инженерных работ и производства.

Этот список использования грунтов включает практически все виды работ. Подробнее об этом вы узнаете далее.

Для обеспечения надежности, прочности и долговечности инженерных сооружений и зданий, работающих с грунтами, при их проектировании нужно учитывать широчайший спектр свойств и характеристик грунтов. И это представляет наибольший интерес для теоретического и экспериментального изучения процессов, происходящих в грунтах. Наиважнейшую роль в таких исследованиях играет математическое моделирование свойств грунтов, позволяющее решать реальные и современные задачи взаимодействия грунта и конструкции в различных условиях с использованием численных методов. Создание грунтового массива основывается на представлении его как непрерывной среды с особыми физико-механическими свойствами. Структурно различаются три группы грунтов – пески, глины и горно-скальные породы, также важна степень водонасыщенности окружающей среды, которая играет одну из основных ролей в несущей способности грунтового основания. В том случае, если уровень грунтовых вод на вашем участке высок и их захватывает глубина промерзания, то необходимо провести работы, направленные на понижение этого уровня (осушение, прокладка глубоко расположенных дренажных канав и т.д). Особое внимание следует уделить и отводу поверхностных, атмосферных и производственных вод путем организации вертикальной планировки, ливнеотоков, водоотводных канав или лотков. В большинстве таких исследований грунт рассматривается как однофазная среда. Наиболее распространенной в инженерной практике является модель упругого деформирования грунта, в которой грунт рассматривается как непрерывное изотропное линейно деформируемое тело. Несмотря на свою простоту и возможность использования развитого математического аппарата сопротивления и теории упругости, упругая модель имеет широкий спектр использования для описания напряженно-деформированного состояния различных грунтов.

Выбрать оптимальный тип фундамента невозможно, не имея данных о грунтах, расположенных на участке, и их свойствах. Безграмотно сделанный фундамент в конечном итоге может привести к разрушению всего строения. Связь здесь прямая: чем прочнее основание, тем долговечнее сооружение.

В зависимости от места расположения земельного участка основанием для вашего дома будет служить один из верхних слоев земли: скальная порода или грунт. Говоря о фундаменте и типе грунта, скальные породы, используемые в качестве основания, также можно считать грунтом. Есть три базовые фазы напряженного состояния грунтов под фундаментами – фаза уплотнения, фаза сдвигов (пластического течения) и фаза угасания. Важнейшими коэффициентами, влияющими на изменение прочностных характеристик грунта, являются скорость и продолжительность приложения нагрузки. Оценка длительной прочности разнообразных грунтов при одноосном и трехосном уплотнении (сжатии) проводилась многими исследователями в нашей стране (23) и за рубежом на протяжении многих лет, которые показали, что даже каменистые и полускальные грунты обладают способностью к ломке в результате своей ползучести. А в глинистых грунтах воздействие этого коэффициента намного возрастает. Например, исследования длительной прочности глинистых грунтов при одноосном и трехосном сжатии, показали наступление разрушения образцов при напряжениях 75% от предельных их значений, определенных испытанием образцов в течение 10 мин.

Изменяемость прочности грунтов при различных режимах нагружения методом трехосного сжатия в 1958 г. исследована Бьеррумом Л. Опыты с образцами на трехосное и одноосное сжатие во время бурения показали увеличение изначальной кратковременной прочности грунта на 20-30%, а испытания на кольцевые сдвиги показывают, что длительность сдвига существенно не влияет на сдвиг сопротивления. Повышение прочности глинистых грунтов при увеличении нормального давления связаны с усилением плотности и сцепления между частицами. Тщательные исследования длительной прочности подтвердили применимость классической схемы снижения прочности за счет ползучести к грунтам. С другой стороны, сопротивление грунта напрямую связана с изменением его коэффициента сцепления C и угла внутреннего трения φ . Первый характеризует прочность грунта на срез при отсутствии сжимающих напряжений, а второй показывает увеличение прочности на сдвиг при сжатии по всему периметру. Эти значения устанавливаются экспериментально для каждого грунта во время геологических изысканий и почти во всех расчетах считаются постоянными для данного грунта. Расширение грунта приводит к тому, что из-за сдвига твердых частиц изменяется объем пор между ними, в результате чего изменяется и плотность грунта. Так как уплотнение и разуплотнение грунта взаимосвязаны с изменением его пористости, результаты испытания зависимости коэффициента пористости грунта от сжимающих напряжений обычно представляют в виде кривой сжатия. Предложен подробный анализ зависимости сжатия и ее последствий, упрощенное уравнение кривой сжатия. По всему миру проводятся многочисленные теоретические и экспериментальные исследования взаимодействия между фундаментом и грунтом. Аналитически решено крайне ограниченное количество этих задач. Среди разнообразных численных методов механики сплошных сред наиболее продвинутым и широко используемым является метод конечных элементов (МКЭ). Причина такой большой востребо-

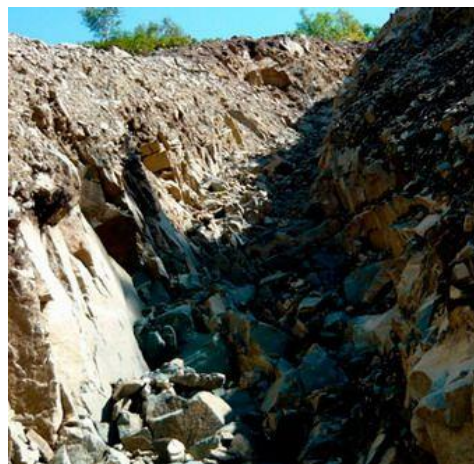
ванности МКЭ кроется в его алгоритмической природе и хорошей совместимости с системами автоматического проектирования. Появление высокопроизводительных компьютеров привело к значительному увеличению исследований, посвященных физически нелинейным задачам пластического течения, предельного состояния и т.д. Быстрое совершенствование методов решения нелинейных задач, которые обычно сводятся к множественным решениям линейных задач, проложило путь к чрезвычайно продуктивному внедрению МКЭ в механику грунтов. Также существуют различные программы, ориентированные на решение специальных или узконаправленных задач. Они позволяют выполнять расчеты сложных конструкций на действие различных нагрузок, в том числе решать задачи определения напряженно-деформированного состояния систем с учетом взаимодействия грунта и конструкции. Вместе с тем есть у них и недостатки. В частности, в компьютерных системах при учете взаимодействия грунта и конструкции используются только изначально установленные модели (пластичность, текучесть, расширение и другие характеристики грунтов), а изменение прочности и пористости грунта при деформации не принимается во внимание. Кроме того, в существующих компьютерных системах невозможно учесть все физические параметры, которые синхронно определяют систему конструкция-грунт. Грунт рассматривается как безупречная упругопластическая среда с поверхностью текучести, в октаэдрических напряжениях.

Классификация основных видов грунтов для строительства фундамента

Основные виды грунтов – это скальные, крупнообломочные, песчаные, глинистые и торфяники. Скальные грунты являются наиболее надежным основанием для строения. Они представляют собой изверженные, метаморфические и осадочные породы с жесткими связями между зернами (спаянные и сцементированные), залегающие в виде сплошного или трещиноватого массива. Поэтому такие типы и виды прочны, не проседают, не размываются и не вспучиваются. Дом на таком грунте можно возводить непосредственно на поверхности, без какого-либо вскрытия или заглубления.

Крупнообломочные грунты не имеют цельной структуры и содержат прожилки гравия, обломки кристаллических и осадочных пород. В состав этих грунтов входит (по весу) более 50 % частиц с размерами более 2 мм. Основные свойства таких видов грунтов заключаются в слабом сжатии и низкой разламываемости.

В зависимости от крупности частиц крупнообломочные типы грунтов подразделяются на: валунные или глыбовые (вес частиц крупнее 200 мм – более 50%), галечниковые или щебенистые (вес частиц крупнее 10 мм – более 50 %) и гравейные (вес частиц крупнее 2 мм – более 50%).



По степени влажности крупнообломочные виды грунтов для фундамента подразделяются на: насыщенные водой (коэффициент влажности – более 0,8), влажные (от 0,5 до 0,8) и маловажные (не более 0,5). Опорой для дома, построенного на таком грунте, может служить фундамент с заглублением не более полуметра.

Один из основных типов грунтов – песчаный – содержит (по весу) менее 50% частиц крупнее 2 мм. Особенность этого типа грунта – сыпучесть и отсутствие пластичности. Увлажняясь, они могут сильно уплотняться под нагрузкой – проседать. Эти грунты не задерживают воду и незначительно промерзают. По степени влажности песчаные грунты подразделяются на три группы: насыщенные водой (коэффициент влажности – более 0,8), влажные (от 0,5 до 0,8) и маловажные (не более 0,5). В зависимости от крупности частиц песчаные виды грунта для строительства подразделяются на: песок гравелистый (вес частиц крупнее 2 мм – более 25%), песок крупный (вес частиц крупнее 0,5 мм – более 50%), песок средней крупности (вес частиц крупнее 0,25 мм – более 50%), песок мелкий (вес частиц крупнее 0,1 мм – более 75%) и песок пылеватый (вес частиц крупнее 0,1 мм – менее 75%).

Наличие в грунте пылеватых частиц ухудшает его строительные качества и снижает его несущую способность. Чем крупнее и чище песок, тем большую нагрузку он может воспринять. Кроме того, пески гравелистые, крупные и средней крупности имеют значительную водонепроницаемость и поэтому при замерзании не вспучиваются. В таких грунтах допускается закладка фундамента на глубине до 1 м.

Результаты модельных экспериментов

Факт снижения прочности в результате ползучести наблюдается у широкого круга материалов – у металлов, дерева, бетона, пластмасс. В начальный период исследований грунта этот факт ставился под сомнение и практически во всех расчетах S и φ считались константами для данного грунта. Однако позже было показано, что снижение прочности является закономерным физическим процессом, свойственным всем материалам. В результате анализа данных испытаний по определению физикомеханических свойств глинистого грунта (суглинка) в условиях пространственного напряженного состояния, было выявлено, что при длительном нагружении происходит некоторое снижение прочностных характеристик. Эти испытания показали, что в результате ползучести образцы разрушались при нагрузках, составляющих от 25% до 75% от кратко-



временной прочности. Недавние экспериментальные исследования прочности и деформативности глинистых грунтов в условиях длительного трехосного сжатия показали их существенное изменение (в пределах до 0,040 (МПа) для C и 30,0% для φ). На рис. 2.3 показаны полученные ими графики кругов предельных напряжений в начальный момент времени и через длительный (каждый эксперимент около 12 часов) промежуток времени. Для эксперимента №1 трехосного сжатия было взято три образца суглинистого вида с механическими характеристиками $E=0,931$ МПа, $E=1,293$ МПа и $E=1,590$ МПа.

Данные об образце		Данные об образце	
Высота образца, мм	76,00р.	Высота образца, мм	76,00р.
Диаметр образца, мм	38,00	Диаметр образца, мм	38,00
Площадь сечения, мм ²	1134,12	Площадь сечения, мм ²	1134,12
Объем образца, мм ³	86192,74	Объем образца, мм ³	86192,74
Вес образца, кг	164,58	Вес образца, кг	169,57
Прибор	Устройство силового наг	Прибор	Устройство силового наг
Образец №	Образец №01	Образец №	Образец №002

Данные об образце	
Высота образца, мм	76,00р.
Диаметр образца, мм	38,00
Площадь сечения, мм ²	1134,12
Объем образца, мм ³	86192,74
Вес образца, кг	171,55
Прибор	Устройство силового наг
Образец №	Образец №03

Рисунок 1 – Данные трех образцов

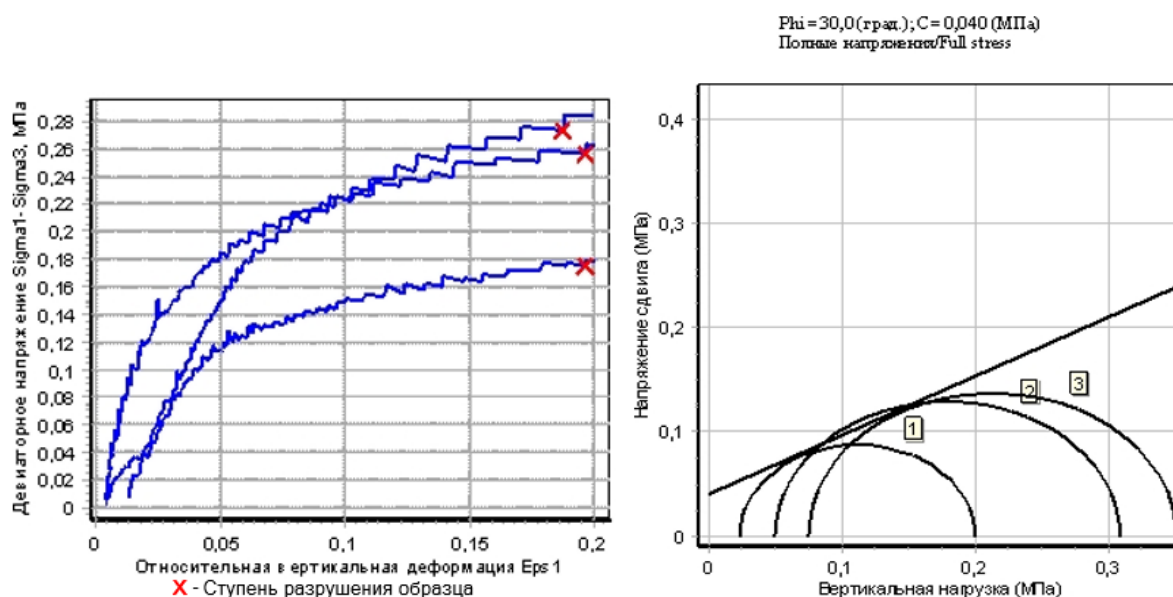


Рисунок 2 – Круги предельных напряжений

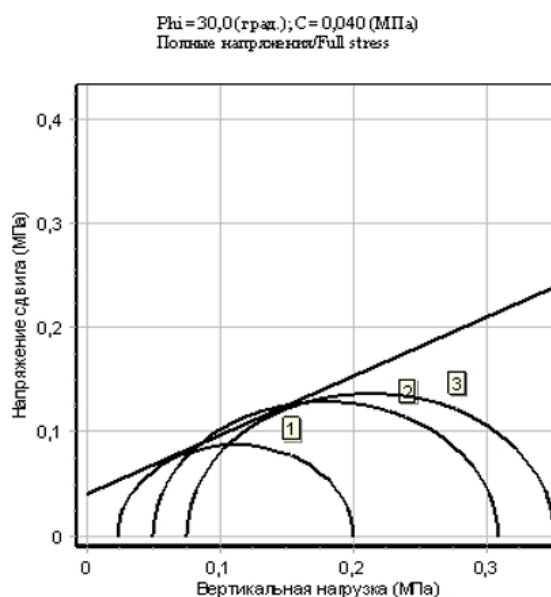


Рисунок 3 – Девиаторное напряжение

Общеизвестно, что для обеспечения прочности, надежности и долговечности инженерных сооружений, работающих совместно с грунтами, при их проектировании необходимо учитывать множество факторов. В первую очередь это относится к грунтам, сложность состава которых обуславливает их дисперсность, пористость, неоднородность и др. особенности. С другой стороны, свойства грунтов могут существенно различаться в зависимости от их напряженно-деформированного состояния и времени эксплуатации, условий взаимодействия с несущими конструкциями, строительных работ и так далее. Поэтому важно анализировать достоинства и недостатки существующих методов расчета грунтов и на их основе разрабатывать различные методы исследования несущей способности конструктивно-грунтовой системы. К настоящему времени разными авторами проведена большая работа по расчету несущей способности и просадки грунта.

Литература:

1. Бринкгрив Р.Б. *Научное пособие для Plaxis 2D.* – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012.
2. Бишоп А.У. *Параметры прочности при сдвиге ненарушенных и перемятых образцов грунта. Механика. Новое в зарубежной науке. Определяющие законы механики грунтов.* – М.: «Мир», 1975.
3. *Основания, фундаменты и подземные сооружения /М.И. Горбунов-Посадов, В.А. Ильичев, В.И.Крутов и др.; Под общ.ред. Е.А. Сорочана, Ю.Г. Трофименкова.* – М.: «Стройиздат», 1985. – 480 с.
4. *Хомяков В.А., Бесимбаев Е.Т. Сейсмическая безопасность зданий и сооружений. Материалы Международной научно-технической конференции «Прочность конструкций, сейсмодинамика зданий и сооружений». –12-14 сентября 2016г. – Ташкент, 2016.*
5. *Имангазы Е., Дюсембаев И.Н. Изучение и классификация грунтов, применяемых в строительстве // Сб. мат. XXI ежегодн. республ. студ. научн. конф. «Студент и наука: взгляд в будущее». – Часть 2. – Алматы: КазГАСА, 2021. – 250 с.*

References:

1. *Brinkgreave RB Study guide for Plaxis 2D. SPb. Publishing house of Polytechnic. University, 2012.*
2. *Bishop A.U. Shear strength parameters of undisturbed and crumpled soil samples. Mechanics. New in foreign science. The governing laws of soil mechanics. M., Mir, 1975.*
3. *Foundations, foundations and underground structures / M.I. Gorbunov-Posadov, V.A. Ilyichev, V.I. Krutov and others; Under the general ed. E.A. Sorochana, Yu.G. Trofimenkov. M. : Stroyizdat. 1985. -480p.*
4. *Khomyakov V.A., Besimbaev E.T. Seismic safety of buildings and structures. Materials of the International Scientific and Technical Conference "Strength of Structures, Seismodynamics of Buildings and Structures", Tashkent, September 12-14, 2016.*
5. *Imangazy E., Dyusembaev I.N. Study and classification of soils used in construction // STUDENT AND SCIENCE: LOOKING INTO THE FUTURE Collection of materials of the XXI annual republican student scientific conference. PART 2. – KazGASA, 2021. – 250p.*

Е.Иманғазы¹, И.Н.Дюсембаев^{1*}

¹Халықаралық білім беру корпорациясы (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан
*Corresponding author: mars_52@mail.ru

Авторлар жайлы ақпарат:

Иманғазы Е. – магистрант, гр. МСтр-19-1(2), ХБК (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан
Дюсембаев Изим Насиевич – т.ғ.д., қауымдастырылған профессор, ХБК (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан
<https://orcid.org/0000-0001-5468-0257>, email: mars_52@mail.ru

ҚҰРЫЛЫСТАҒЫ ТОПЫРАҚТЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ МЕН ТҮРЛЕРІ

Аңдатпа. Мақалада іргетас салуға арналған топырақтың негізгі типтерінің жіктелуі, олардың қасиеттері, физикалық-механикалық қасиеттерінің өзгергіштігі, іргетастың оңтайлы түрін таңдау туралы айтылады.

Түйін сөздер: топырақ, топырақ типтері, пластмасса, тұтқырлық қасиеттері, негіздер.

E.Imankazy¹, I.N.Dyusembaev^{1*}

¹International Educational Corporation (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan
*Corresponding author: mars_52@mail.ru

Авторлар жайлы ақпарат:

Imankazy E. – master's student, gr. MStr 19-1 (2), IEC (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan
Dyusembaev Izim – PhD, Associate Professor, IEC (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan
<https://orcid.org/0000-0001-5468-0257>, email: mars_52@mail.ru

FEATURES AND TYPES OF SOILS IN CONSTRUCTION

Abstract. The article discusses the classification of the main types of soils for the construction of the foundation, their properties, variability of physical and mechanical properties, the choice of the optimal type of foundation.

Keywords: Soils, types of soils, plastic, viscous properties, foundations.