

Ж.Р. Мангазина^{1*}, А. О. Сагыбекова¹

^{1*}МОК, КазГАСА, Алматы, Казахстан

¹КазАДИ им. Л. Гончарова, Алматы, Казахстан

Информация об авторе:

Мангазина Жанель Раульевна – магистр наук, ассистент профессора МОК, Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-9054-7979>, email: zhanelstar.83@mail.ru

Акмарал Оразбековна Сагыбекова – кандидат технических наук, КазАДИ им. Л. Гончарова, Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0001-5679-581>, email:sao-81@mail.ru

СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КРУПНООБЛОМОЧНОГО ГРУНТА

Аннотация. В статье приводятся результаты сравнения расчетных и экспериментальных значений определения прочностных характеристик крупнообломочного грунта. А также показаны расчеты некоторых строительных конструкций. В расчетах использованы экспериментальные результаты прочностных свойств грунтов оснований.

Ключевые слова: крупнообломочный грунт, эксперимент, строительные конструкции.

Введение

Исследование крупнообломочных пород – одно из наиболее актуальных и интересных направлений инженерной геологии. Решение задач о природе прочности грунтов связано с исследованиями и количественной оценкой их структурно-текстурных особенностей, а также определения их механических характеристик. Однако в направлении исследований состава и состояния горных пород наблюдается недостаток объема данных по этим породам. Одной из основных причин такого положения является слабая разработка теории поведения крупнообломочных грунтов под нагрузкой. Недостаточно изучено влияние заполнителя на характер изменения деформируемости и прочности.

Цель настоящей работы состоит в изложении наиболее общих принципов количественного описания структуры пород и определения их характеристик с позиций лабораторных исследований.

Для исследования грунтов оснований существуют различные методы и направления определения их прочностных свойств. Существуют теоретический, экспериментальный, расчетный и другие методы. Всеми этими методами мы пытаемся определить прочность оснований зданий и сооружений и применить их в практике строительства.

Прочность грунтов оснований характеризуется сопротивлением грунтов сдвигу. Сопротивление крупнообломочных грунтов сдвигу зависит от таких прочностных характеристик, как угол внутреннего трения и сцепления (зацеп-

ления) фракций грунта. Для крупнообломочного грунта характерно зацепление фракций между собой.

Сопротивление сдвигу крупнообломочных грунтов зависит не только от прочностных характеристик, а также зависит и от их гранулометрического состава и вида заполнителя.

В [1] автор предлагает применить формулы для определения угла внутреннего трения φ и сцепления C при содержании крупнообломочной фракции более 30%:

$$\varphi = \varphi_3 \frac{\varphi_r - \varphi_3}{70} (N - 30), \quad (1)$$

$$C = C_3 \frac{100 - N}{70}, \quad (2)$$

где φ_3 – угол внутреннего трения заполнителя;

φ_k – угол внутреннего трения крупнообломочной фракции;

C_3 – сцепление заполнителя.

N – процентное содержание заполнителя.

Проведены экспериментальные исследования на образцах смесей крупнообломочного грунта в процентном соотношении, гранулометрический состав приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Экспериментальные исследования на образцах смесей крупнообломочного грунта

| Грансостав образца | % -е содержание по массе | |
|--------------------|--------------------------|---------|
| 10 мм+0,25-2мм | 50%-50% | 75%-25% |
| 25 мм+0,25-2мм | 50%-50% | 75%-25% |

Испытания проводились на образцах, приведенных в таблице 1 [2], при вертикальных нагрузках $\sigma_1=100$ кПа; $\sigma_2=200$ кПа, $\sigma_3=300$ кПа, зазоре между обоймами 2мм и горизонтальном повторном сдвиге уплотненного «грунта» (3 повтора).

По результатам экспериментов строим диаграммы зависимости касательного напряжения τ и перемещения сдвигаемых обойм Δ – диаграммы сопротивления сдвигу и диаграммы зависимости нормального и касательного напряжения – диаграммы предельного состояния грунта.

В результате каждого испытания фиксировались диаграммы сопротивления сдвигу и диаграммы предельного состояния грунта.

На диаграмме предельного состояния фиксируются точки пиковой прочности и остаточной прочности КОГ. Пиковая прочность и остаточная прочность характеризуются двумя параметрами – угол внутреннего трения и сцепление [3].

По диаграмме предельного состояния определяем угол внутреннего трения и сцепление. Значения ϕ и C приведены в табл. 2 [4,5,6].

Таблица 2 – Значения ϕ и C

| № п/п | Гранулометрический состав образца | | $\phi, ^\circ$ | $C, \text{кПа}$ |
|-------|-----------------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|
| 1 | по пиковым значениям | 10 мм+0,25-2мм, 50%-50% | 41° | 82 |
| 2 | по пиковым значениям | 10 мм+0,25-2мм, 75%-25% | 73° | -32 |
| 3 | по остаточным значениям | 10 мм+0,25-2мм, 50%-50% | 42° | 83,5 |
| 4 | по остаточным значениям | 10 мм+0,25-2мм, 75%-25% | 74° | -49 |
| 5 | по пиковым значениям | 25 мм+0,25-2мм, 50%-50% | 60° | -47 |
| 6 | по пиковым значениям | 25 мм+0,25-2мм, 75%-25% | 51° | -29 |
| 7 | по остаточным значениям | 25 мм+0,25-2мм, 50%-50% | 60° | -47 |
| 8 | по остаточным значениям | 25 мм+0,25-2мм, 75%-25% | 52° | -31 |

Сравним полученные результаты экспериментальных исследований с расчетными.

Определим значения ϕ и C для крупнообломочных грунтов содержащих в процентном соотношении крупные фракции с заполнителем 75% на 25% и 50% на 50% по формулам (1) и (2). Результаты значений ϕ и C приведены в табл. 3.

Таблица 3

| № п/п | Гранулометрический состав образца | $\phi, ^\circ$ | $C, \text{кПа}$ |
|-------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 10 мм+0,25-2мм, 50%-50% | 34° | 9.6 |
| 2 | 10 мм+0,25-2мм, 75%-25% | 42° | 4.8 |
| 3 | 10 мм+0,25-2мм, 50%-50% | 27° | 9.6 |
| 4 | 10 мм+0,25-2мм, 75%-25% | 36° | 4.8 |

Применяем эти данные для расчета на программах «Фундамент», «Мономах», «Подпорная стена». По результатам расчетов, проведенных по данным прочностных характеристик, определяем усилия M , Q , N , возникающие в подпорной стене. Данные усилий приведены в сравнительной табл. 4.

Таблица 4

| Общий вид конструкции | Сечения | Результаты расчета по программе | | | | | | | | | | |
|---|---------|---------------------------------|------|------|----------|------|------|----------------------|------|------|---------------|------|
| | | Мономах 4.0 | | | Лира 9.4 | | | Подпорная стена 4.01 | | | Ручной расчет | |
| | | М | Q | N | М | Q | N | М | Q | N | М | Q |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|  | 1 – 1 | 5,2 | 2,8 | -4,5 | 0 | 0,42 | -2,3 | 0,14 | 0,4 | 1,0 | - | - |
| | 2 – 2 | 8,2 | 3,9 | -5,1 | 1,5 | 2,3 | -3,5 | 0,85 | 1,14 | 2,37 | - | - |
| | 3 – 3 | 12,5 | 5,4 | -5,8 | 5,2 | 4,9 | -4,7 | 2,4 | 2,19 | 4,12 | 5,9 | 4,8 |
| | 4 – 4 | 18,4 | 7,3 | -6,5 | 11,7 | 8,0 | -5,8 | 5,6 | 3,7 | 6,5 | 16,9 | 6,57 |
| | 5 – 5 | 26,2 | 9,6 | -7,4 | 19,2 | 9,92 | -7,5 | 9,95 | 5,41 | 9,07 | 24,0 | 10,6 |
| | 6 – 6 | 36,4 | 12,3 | -8,3 | 31,4 | 13,5 | -8,9 | 16,0 | 7,21 | 12,2 | 33,7 | 14,6 |

По данным результатов расчетов различными методами строим диаграмму сравнения усилий M и Q относительно от ручного расчета вычисленных по результатам испытаний в КазГАСА:

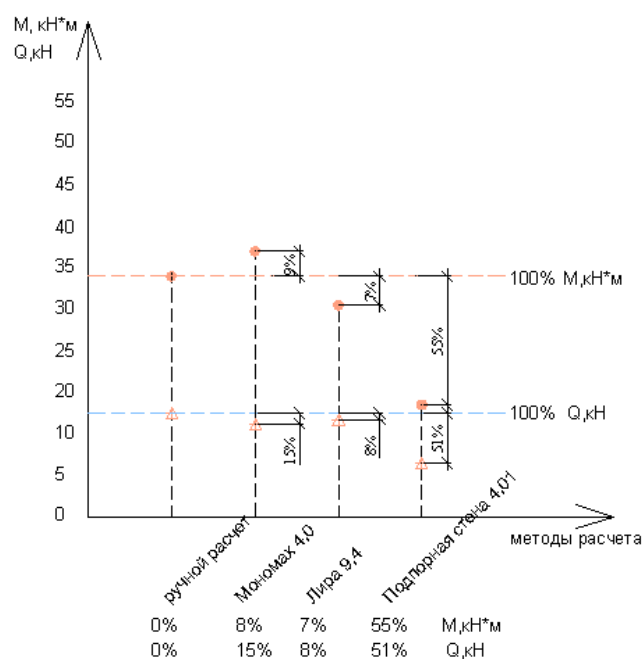


Рисунок 1

По полученным результатам расчетов и диаграмм выявлено, что повышение прочностных свойств грунта приводит к наиболее эффективному конструктивному решению и возникновению меньших усилий в конструкциях.

Заклучение

1. Крупнообломочные грунты с процентным содержанием заполнителя являются достаточно прочным основанием. Угол внутреннего трения φ больше

40°. Сопротивление сдвигу данных грунтов зависит от размера фракций, содержания заполнителя и начального уплотнения.

2. Заполнитель в составе крупнообломочного грунта существенно влияет на сопротивление сдвигу, формируя более плавное изменение касательного напряжения в процессе сдвига. Параметры прочности увеличиваются в общем случае на 18-26%.

3. Приведенными выше ручными и автоматизированными расчетами показано, что некоторые из программных продуктов не являются достаточно точными и не дают экономичные решения. Так из представленных выше результатов программных продуктов близкое соответствие с ручным расчетом получено по программам «Мономах 4.0», «Лира 9,4». Значения расчетных усилий отличаются на 12-16%.

Литература:

1. М.П. Лысенко. Состав и физико-механические свойства грунтов. М., 1980, 272.
2. Отчет по данным результатов проведенных опытов в лаборатории КазГАСА. Алматы, 2022.
3. Применение экспериментальных результатов испытаний грунтов в расчетах некоторых строительных конструкции Научно-методический журнал «Вестник науки и образования», Москва. 2019, 20 (74) часть 1, 31-35.
4. Экономичность строительных конструкции при предлагаемом способе определения механических характеристик крупнообломочных грунтов. Научный журнал «Вестник КазГАСА», Алматы. 2019, №3 (73), 244-249.
5. Обоснование применения и определения качественных свойств крупнообломочных грунтов Вестник КазГЮУ, Алматы. 2019, №3 (43), 126-130.
6. Практическое использование полученных результатов испытания крупнообломочных грунтов в строительстве Вестник КазГЮУ, Алматы. 2019, №3 (43), 130-135.

References:

1. M.P Lysenko (1980) *Sostav i fiziko-mekhanicheskiye svoistva gruntov. [Composition and physical and mechanical properties of soils] (Moskva), 272. (in Russ.)*
2. *Otchet po dannym rezultatov provedennykh opytov v laboratorii KazGASA. Almaty, 2022 [Report on the data of the results of experiments carried out in the laboratory of KazGASA], Almaty, 2022. (in Russ.)*
3. *Primeneniye eksperimentalnykh rezultatov ispytaniy gruntov v raschetakh nekotorykh stroitelnykh konstrukciy [Application of experimental results of soil testing in the calculations of some building structures] Nauchno-metodicheskiy zhurnal = «Vesnik nauki i obrazovaniya». 2019, 20(74) chast 1., 31-35 (in Russ.)*
4. *Ekonomichnost stroitelnykh konstrukciy pri predlagaemom sposobe opredeleniya mekhanicheskikh charakteristik krupnooblomochnykh gruntov. [Cost-effectiveness of building structures with the proposed method for determining the mechanical characteristics of coarse clastic rock] Nauchnyi zhurnal = «Vestnik KazGASA». 2019, 3(73), 244-249. (in Russ.)*
5. *Obosnovaniye primeneniya I opredeleniya kachestvennykh svoistv krupnooblomochnykh gruntov 130 [Feasibility of the application and determination of the qualitative properties of coarse clastic soils] Nauchnyi zhurnal = Vestnik KazGYU. 2019, 3(43), 126-130 (in Russ.)*
6. *Prakticheskoe ispolzovaniye poluchennykh rezultatov ispytaniya krupnooblomochnykh gruntov v stroitelstve [Practical use of the results of testing coarse clastic rock in construction] Nauchnyi zhurnal = Vestnik KazGYU. 2019, 3 (43),130-135 (in Russ.)*

Zh.R. Mangazina*, A. O. Sagybekova¹

*IEC, KazGASA, Almaty, Kazakhstan

¹KazADI named after L. Goncharov, Almaty, Kazakhstan

Information about author:

Mangazina Zhanel Rauliyevna – Master of Science, Assistant Professor of the IEC, Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0002-9054-7979>, email: zhanelstar.83@mail.ru

Akmaral Orazbekovna Sagybekova – Candidate of Technical Sciences, KazADI named after L. Goncharov, Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0001-5679-581> email: sao-81@mail.ru

COMPARISON OF THE CALCULATED AND EXPERIMENTAL VALUES OF THE COARSE CLASTIC ROCK SOIL STRENGTH CHARACTERISTICS

Abstract. *The results of a comparison of calculated and experimental values for determining the strength characteristics of coarse-grained soil and their application in the calculations of some building structures are presented in the article. The calculations used the experimental results of the strength properties of foundation soils.*

Keywords: *coarse-clastic rock, soil, experiment, building structures.*

Ж.Р. Мангазина*, А. О. Сағыбекова¹

*ХБК, ҚазБСҚА, Алматы, Қазақстан,

¹Л. Гончаров атындағы ҚазАЖИ, Алматы, Қазақстан

Автор туралы ақпарат:

Мангазина Жанель Раульевна – ғылым магистрі, ХБК профессор ассистенті, Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0002-9054-7979>, email: zhanelstar.83@mail.ru

Ақмарал Оразбекқызы Сағыбекова – техника ғылымдарының кандидаты, Л. Гончаров атындағы ҚазАЖИ, Алматы, Қазақстан <https://orcid.org/0000-0001-5679-581>, email:sao-81@mail.ru

ІРІ ТҮЙІРШІКТІ ТОПЫРАҚТЫҢ БЕРІКТІК СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ ЕСЕПТЕЛГЕН ЖӘНЕ ЭКСПЕРИМЕНТТІК МӘНДЕРІН САЛЫСТЫРУ

Аңдатпа. *Мақалада ірі түйіршікті топырақтың беріктік сипаттамаларын анықтаудың есептік және эксперименттік мәндерін салыстырудың нәтижелері және оларды кейбір құрылыс конструкцияларының есептеулерінде қолдану келтірілген. Іргетас топырақтарының беріктік тәжірибелік қасиеттерінің нәтижелері есептеулер кезінде пайдаланылды.*

Түйін сөздер: *ірі кесек топырақ, эксперимент, құрылыс конструкциялары.*