

УДК 624.131

**Сағыбекова Акмарал Оразбековна**

кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы  
e-mail: SAO-81@mail.ru

**Наурузбаев Кабылгазы Аренович**

доктор технических наук, ассоциированный профессор, Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы

**Жанакова Раиса Кулмахановна**

кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы

**Абиев Бакытжан А.**

кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ  
КРУПНООБЛОМОЧНЫХ ГРУНТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*Мақалада ірі сынықты топырақтарға арналған инженерлік-геологиялық есептерде келтірілген және сынақ нәтижесінде алынған физика-механикалық қасиеттердің параметрлерін зерттеу қарастырылады.*

*Түйін сөздер: құрылыс, зерттеу нәтижелері, топырақ, беріктігі*

*В статье рассматриваются изучение параметры физико-механических свойств, приведенные в инженерно-геологических отчетах для крупнообломочных грунтов и полученные в результате испытаний.*

*Ключевые слова: строительство, результаты испытаний, грунты, прочность*

*The article deals with the study of the parameters of physical and mechanical properties given in engineering-geological reports for coarse soils and obtained as a result of tests.*

*Key words: construction, test results, soils, strength*

Строительство на территории г.Алматы связано с размещением многоэтажных подземных сооружений в толщах крупнообломочных грунтов пролювиально-аллювиального происхождения и приводит к необходимости разработки глубоких котлованов. Для обеспечения устойчивого состояния откосов котлованов применяют различные виды их усиления и в том числе устройство подпорных стен.

Параметры физико-механических свойств, приведенные в инженерно-геологических отчетах для крупнообломочных грунтов, чаще всего характеризуют свойства заполнителя, а не свойства крупнообломочных включений или их смеси с заполнителем. Это приводит к использованию при проектировании параметров прочности, несоответствующих фактическим значениям.

Испытаниями в крупномасштабных сдвиговых приборах подтверждено существование пиковой и остаточной прочности для гравелистых грунтов различного гранулометрического состава в диапазоне от 0,1

до 2мм, что соответствует песчаному заполнителю по крупности от средней крупности до гравелистого.

По результатам проведенных экспериментов, рассмотренных в предыдущей главе, получены значения параметров прочности значительно выше традиционно используемых значений в практических расчетах устойчивости оснований на сегодняшний день.

Результаты экспериментов проведенных и результаты испытаний других авторов по определению влияния заполнителя на прочность крупнообломочных грунтов приведены в таблице 1. Данные таблицы использованы в примерах расчетов устойчивости оснований зданий и сооружений из крупнообломочных грунтов с учетом процентного содержания заполнителя для практического использования.

Из приведенных значений в таблице 1 видно, что при содержании крупных фракций менее 20% свойства грунта определяются свойствами заполнителя. Влияние крупных фракций на свойства грунта наблюдается при содержании их более 20% и дальнейшее увеличение

фракций приводит к повышению свойств интенсивно проявляется при содержании грунта. Увеличение прочности грунта крупных фракций в интервале от 45 до 75%.

Таблица 1 - Влияние заполнителя на прочностные характеристики грунта

| № п/п | Организация       | Наименование грунта и крупность фракций  | Крупность фракции заполнителя или консистенция | Характеристика грунта | Содержание крупнообломочного грунта, % |       |      |
|-------|-------------------|--|--|-----------------------|--|-------|------|
|       |                   |  |  |                       | 25                                     | 50    | 75   |
| 1     | 2                 | 3  | 4  | 5                     | 6                                      | 7     | 8    |
| 1     | КазАДИ            | Крупнообломочный грунт (фракции 10-20мм) | 0,25÷2мм                                       | с, кПа                | 0,97                                   | 44,76 | 0,97 |
|       |                   |  |  | φ, °                  | 48                                     | 52    | 63   |
| 2     |                   | Крупнообломочный грунт (фракции 5-10мм)  | 0,25÷2мм                                       | с, кПа                | 0,95                                   | 0,77  | 0,95 |
|       |                   |  |  | φ, °                  | 42                                     | 42    | 60   |
| 3     |                   | Крупнообломочный грунт (фракции 2-5мм)   | 0,25÷2мм                                       | с, кПа                | 2,31                                   | 20,84 | 33,6 |
|       |                   |  |  | φ, °                  | 40,7                                   | 44    | 52   |
| 4     | из отчетов об ИГИ | Супесь                                   | Пластичная<br>0<J <sub>L</sub> ≤0,75           | с, кПа                | 11                                     | 7     | 4,5  |
|       |                   |  |  | φ, °                  | 38                                     | 45    | 47,5 |
| 5     |                   | Суглинок                                 | Полутвердый<br>0<J <sub>L</sub> ≤0,25          | с, кПа                | 40,5                                   | 27    | 18,5 |
|       |                   |  |  | φ, °                  | 27                                     | 39    | 46   |
| 6     |                   | Глина                                    | Полутвердая<br>0<J <sub>L</sub> ≤0,25          | с, кПа                | 49,5                                   | 34    | 23   |
|       |                   |  |  | φ, °                  | 18                                     | 33    | 41   |

При анализе инженерно-геологических отчетов специализированных организаций по определению свойств грунта основания зданий и сооружений, было выявлено, что в них приводятся данные параметров прочности для заполнителя без учета влияния

крупнообломочных грунтов. Для подтверждения этого ниже приведена таблица данных прочностных характеристик из отчетов об инженерно-геологических изысканиях на участке строительства в г.Алматы и Алматинской области (таблица 2).

Таблица 2 - Данные из отчетов об инженерно-геологических изысканиях на участке строительства в г.Алматы и Алматинской области

| № п/п | Участок строительства                               | Грунты основания                                | Содержание заполнителя, % | Значения прочностных характеристик из отчетов об ИГИ |                   |
|-------|---|---|---------------------------|--|-------------------|
|       |   |   |                           | угла внутреннего трения $\varphi$ , град             | сцепления, С, кПа |
| 1     | 2   | 3   | 4                         | 5  | 6                 |
| 1     | г. Алматы, ул. Горная ниже Бугаковки                | щебенистый грунт с суглинистым заполнителем     | до 35%                    | 26°  | 28                |
| 2     | г. Алматы, Ауезовский район, микрорайон «Мамыр 5,6» | галечно-гравийный грунт с песчаным заполнителем | до 25%                    | 34°  | 2,4               |
| 3     | Алматинская область, Карасайский район, с Алатау    | галечниковый грунт с песчаным заполнителем      | до 15%                    | 29°  | 3,8               |

Пример применения значений прочностных характеристик таблицы 15 был показан при расчете конструкций подпорной стены и столбчатого фундамента, в основании галечно-гравийный грунт с песчаным заполнителем.

Расчет конструкций подпорной стены и фундамента произведен на программных продуктах и аналитическими расчетами.

Аналитический расчет подпорных стен произведен на основе методики, изложенной в «Проектирование подпорных стен и стен подвалов к СНиП 2.09.03-85 «Сооружения промышленных предприятий»».

Для автоматизированного расчета конструкций были применены программные

продукты «Мономах 4.0», «Подпорная стена 4.01», «Фундамент 10.1», «Лири 9.4», для сравнения вариантов результатов и выбора оптимального типа конструкции.

При расчете в качестве исходных параметров прочности приняты данные инженерно-геологических изысканий специализированных организаций, а также экспериментов (таблица 3). Дополнительно для подпорной стены принято, что высота конструкции подпорной стенки  $h=6\text{м}$ .

Материал для расчета конструкций подпорной стены и фундамента: бетон класса В20; арматуры АIII.

Таблица 3 – Данные прочностных характеристик по отчетам инженерно-геологических изысканий специализированных организаций и по экспериментам

| № п/п | Тип и структура грунта, место отбора образцов | Гранулометрический состав, $\varnothing$ в мм | Результаты прочностных характеристик |        |               |        |
|-------|---|---|--------------------------------------|--------|---------------|--------|
|       |   |   | по ИГИ                               |        | КазАДИ        |        |
|       |   |   | $\varphi$ , °                        | С, кПа | $\varphi$ , ° | С, кПа |
| 1     | 2   | 3   | 4                                    | 5      | 6             | 7      |

|   |  |   |    |     |    |      |
|---|--|---|----|-----|----|------|
| 1 | Крупнообломочный грунт нарушенной структуры с заполнителем (песок) | 5-20мм + 0,25 ÷ 2,5 (с содержанием фракций заполнителя 25%) | 34 | 2,4 | 42 | 0,95 |
|---|--|---|----|-----|----|------|

**Выводы:**

1. Параметры физико-механических свойств, приведенные в инженерно-геологических отчетах для крупнообломочных грунтов, чаще всего характеризуют свойства заполнителя, но не свойства крупнообломочного грунта в целом.

2. Приведена таблица, позволяющая уточнить значения угла внутреннего трения и сцепления в зависимости от вида заполнителя или включений. Приведенные в таблице значения параметров прочности рекомендуем использовать для проверочных расчетов устойчивости оснований зданий и сооружений.

**Список использованной литературы**

- 1.Л. А. Авакян. О методах лабораторных и полевых исследований крупнообломочных грунтов при использовании их в качестве материала тела плотин. - В кн.: Труды совещания по инженерно-геологическим свойствам горных пород и методом их изучения. Т. I. М., Изд. АН СССР, 1956. с. 303.
- 2.Л.А. Авакян (ТНИСГЭИ). Вопросы методики исследований физико-технических свойств крупнообломочных грунтов на основе опыта ТНИСГЭИ.
- 3.Э. М. Добров, Л. Б. Каменецкая. К вопросу о сдвигоустойчивости крупнообломочных грунтов. – Автомобильные дороги, 1972, №4, с. 7-8.
- 4.А.Л. Крыжановский, Т. Мендоса, Е. Укибаев. Сопротивление сдвигу смеси сыпучих грунтов. М.,1985.
- 5.Швец В.Б., Гайдук Ю.А. Изменение свойств крупнообломочных грунтов при выветривании. – Основания, фундаменты и механика грунтов, 1976, №1, с. 25-28.
- 6.Проектирование подпорных стен и стен подвалов к СНиП 2.09.03-85 «Сооружения промышленных предприятий». Устойчивость земляных откосов /Пер. с англ. В.С. Забавина; Под ред. В.Г. Мельника.- М.: Стройиздат, 1988. – с.240.: ил.- Перевод изд.: Stability analysis

**Сагыбекова Акмарал Оразбековна**

**Лауазымы:** техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институті (Қазади), «Көлік құрылысы және құрылыс материалдарының өндірісі» кафедрасының доценті  
**Пошталық мекен-жайы:** 050000, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., райымбек даңғылы 415 В  
**Ұялы. тел:** +7 7477148124

**Наурузбаев Кабылғазы Аренович**

**Лауазымы:** техника ғылымдарының докторы, профессор, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институті (Қазади), «Көлік құрылысы және құрылыс материалдарының өндірісі» кафедрасы  
**Пошталық мекен-жайы:** 050000, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., райымбек даңғылы 415 В

**Жанақова Раиса Құлмахановна**

**Лауазымы:** техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институті (Қазади), «Көлік құрылысы және құрылыс материалдарының өндірісі» кафедрасының доценті  
**Пошталық мекен-жайы:** 050000, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Райымбек даңғылы 415 В

**Абиев Бакытжан А.**

**Лауазымы:** техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институті (Қазади), «Көлік құрылысы және құрылыс материалдарының өндірісі» кафедрасының доценті  
**Пошталық мекен-жайы:** 050000, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Райымбек даңғылы 415 В  
**Құрылыстағы ірі сынықты топырақтың зерттеу барысында табылған нәтижесінің практикалық қолдануы**

**Сагыбекова Акмарал Оразбековна**

**Должность:** кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, доцент кафедры «Транспортное строительство и производство строительных материалов»  
**Почтовый адрес:** 050000, Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Райымбека 415В  
**сот. тел:** +7 7477148124

**Жанақова Раиса Құлмахановна**

**Должность:** кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, доцент кафедры «Транспортное строительство и производство строительных материалов»  
**Почтовый адрес:** 050000, Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Райымбека 415В

**Наурузбаев Кабылғазы Аренович**

**Должность:** Доктор технических наук, профессор, Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова), кафедра «Транспортное строительство и производство строительных материалов»

**Почтовый адрес:** 050000, Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Райымбека 415В

**Абиев Бакытжан А.**

**Должность:** кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, доцент кафедры «Транспортное строительство и производство строительных материалов»

**Почтовый адрес:** 050000, Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Райымбека 415В

**Практическое использование полученных результатов испытания крупнообломочных грунтов в строительстве**

**Sagybekova Akmaral Orazbekovna**

**Position:** Candidate of technical Sciences, Associate professor of the department of “Transport construction and production of building materials”, Kazakh automobile and road Institute. L. B. Goncharova

**Postal address:** 415b Raiymbek Avenue, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan

**Mob.phone:** +7 7477148124

**Nauruzbaev Kabylgazy Arenovich**

**Position: Doctor** of technical Sciences, professor of the department of “Transport construction and production of building materials”, Kazakh automobile and road Institute. L. B. Goncharova

**Postal address:** 415b Raiymbek Avenue, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan

**Zhanakova Raisa Kulmahanovna**

**Position:** Candidate of technical Sciences, Associate professor of the department of “Transport construction and production of building materials”, Kazakh automobile and road Institute. L. B. Goncharova

**Postal address:** 415V Raiymbek Avenue, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan

**Abiev Bakytjan**

**Position:** Candidate of technical Sciences, Associate professor of the department of “Transport construction and production of building materials”, Kazakh automobile and road Institute. L. B. Goncharova

**Postal address:** 415b Raiymbek Avenue, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan

**Practical application of the results found in research of coarse soils in building**