

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHC (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

## International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2017 Issue: 01 Volume: 45

Published: 30.01.2017 <http://T-Science.org>

**Meyrbek Inkarbekuly Azbergen**  
Cand.tech.Sciences, Professor,  
Taraz state University.M.H.Dulati

**Nuradil Meyrbekuly Inkarbek**  
engineer,  
National center for personnel management of civil service  
of Kazakhstan

### SECTION 8. Architecture and construction.

## THE EFFECT OF HUMIDITY ON THE DEFORMATION AND STRENGTH OF SANDY SOILS

**Abstract:** this article presents the results of experimental studies of the deformability and strength of sandy soils with different moisture based on the obtained data revealed the degree of influence of humidity on strength parameters of soil are studied and the possibility of describing patterns of deformation taking into account humidity.

**Key words:** soil strength, deformability, humidity, and triaxial compression.

**Language:** Russian

**Citation:** Azbergen MI, Inkarbek NM (2017) THE EFFECT OF HUMIDITY ON THE DEFORMATION AND STRENGTH OF SANDY SOILS. ISJ Theoretical & Applied Science, 01 (45): 194-199.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-01-45-36> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2017.01.45.36>

УДК 624.13

### ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ

**Аннотация:** Рассматриваются результаты экспериментальных исследований деформируемости и прочности песчаных грунтов различной влажности, на основе полученных данных выявлена степень влияния влажности на параметры прочности исследованных грунтов и возможность описания закономерностей их деформирования с учетом влажности.

**Ключевые слова:** грунт, прочность, деформируемость, влажность, трехосное сжатие.

#### Introduction

Поведение грунтов под нагрузкой во многом зависит от состояния грунта (плотность, влажность), гранулометрического и минералогического составов.

В работе изучены песчаные грунты двух типов: песок мелкий и песок средней крупности. Пески однородны, но их минералогические составы значительно различаются. Песок мелкий и средней крупности испытаны при начальных плотностях сухого грунта, равных соответственно 1,56 г/см<sup>3</sup> (коэффициент пористости 0,70) и 1,63 г/см<sup>3</sup> (коэффициент пористости 0,63), что соответствует средней плотности сложения.

#### Materials and Methods

Выполнено три серии экспериментов по исследованию деформируемости и прочности песчаных грунтов различной влажности при статическом нагружении. Испытания

проводились в приборах трехосного сжатия по стандартной траектории «раздавливания».

В первой серии испытаны грунты обеих типов в воздушно-сухом состоянии, во второй и третьей – для обеих типов грунтов влажности принимались равными 0,04 и 0,08. При испытаниях грунты на первом этапе подвергались изотропному обжатию с заданным давлением, на втором этапе проводилось девиаторное нагружение с возрастающим средним нормальным напряжением до разрушения образца грунта.

Первичная обработка результатов трехосных испытаний грунтов выполнялась на персональном компьютере с использованием составленной для этих целей вычислительной программы «PORT», которая реализована на языке «Delphi». По результатам расчета строится "Паспорт трехосных испытаний грунта" [1,2] - форма графического выражения механических свойств материала, где находят отражение три



## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

основные зависимости:  $\sigma_i^*(\sigma)$  - предельное условие прочности грунта;  $\varepsilon_i(\sigma_i, \sigma)$  - зависимость интенсивности сдвиговых деформаций от интенсивности касательных напряжений и среднего напряжения;  $\varepsilon_v(\sigma, \sigma_i)$  - зависимость объемной деформации от среднего напряжения и интенсивности касательных напряжений.

Более подробно с используемыми в экспериментах оборудованием, методиками испытания грунтов и обработки их результатов можно ознакомиться в работах [3,4,5,6].

Анализ результатов выполненных исследований позволяет оценить влияние влажности и типа песчаных грунтов на их деформируемость и прочность при статических испытаниях.

«Паспорта трехосных испытаний грунтов», представленные на рисунках 2 и 3 показывают, что для песков мелкого и средней крупности в воздушно-сухом состоянии характер сдвигового и объемного деформирования мало отличается. Различие проявляется лишь в том, что песок средней крупности имеет большую, чем песок мелкий, склонность к уплотнению как при гидростатическом обжатии, так и девиаторном нагружении.

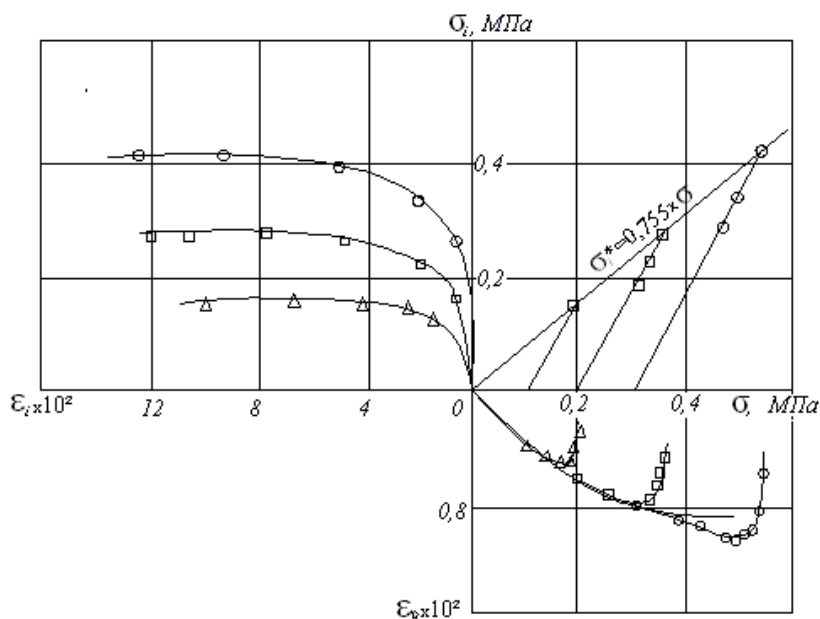


Рисунок 1 - Паспорт трехосных испытаний грунта. Песок мелкий, воздушно-сухой.

При их увлажнении отмеченное выше различие в объемной деформируемости песков различных типов в воздушно-сухом состоянии проявляется более существенно, что сказывается не только на величинах их деформаций, но и значительно изменяет характер деформирования. Так для песка мелкого различной влажности величины объемных деформаций как при

гидростатическом (изотропном) обжатии, так и девиаторном нагружении, практически не отличаются. Влажность грунта в исследованном диапазоне также практически не оказывает влияния на характер объемного деформирования и сдвиговую деформируемость песка при девиаторном нагружении (рис.3,а).

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

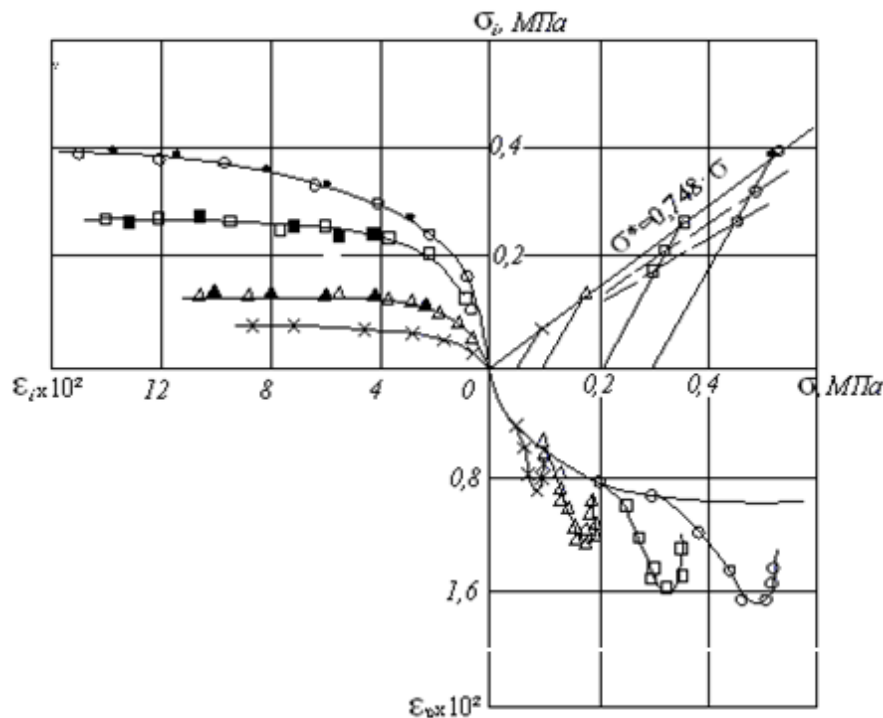


Рисунок 2 - Паспорт трехосных испытаний грунта. Песок средней крупности, воздушно-сухой.

Для песка средней крупности величины объемных деформаций как при гидростатическом обжатии, так и девиаторном нагружении значительно зависят от влажности грунта (рис.3,б). Увлажнение грунта в различной мере сказывается на характере его деформирования при девиаторном нагружении. Песок в воздушно-сухом состоянии вначале уплотняется, а затем, по мере приближения напряженного состояния к предельному, разрыхляется. В отличие от него песчаные образцы с влажностями 0,04 и 0,08 при девиаторном нагружении практически во всем диапазоне нагрузок уплотняются, разрыхление же происходит только при максимальном приближении напряженного состояния образца с влажностью 0,04 к предельному, или в момент его наступления - для образцов с влажностью 0,08. Несмотря на отмеченное влияние влажности на объемную деформируемость песка, изменение ее в исследованном диапазоне практически не оказывает влияния на сдвиговую деформируемость.

Выявленные в экспериментах закономерности объемного и сдвигового деформирования могут быть охарактеризованы модулями деформаций объемного сжатия ( $K$ ) и модулей сдвига ( $G$ ) [1-3,4-8].

Для количественной оценки модуля объемного сжатия  $K$  используется функция

$$K = a + b \cdot \sigma, \quad (1)$$

где  $\sigma$  - среднее нормальное напряжение;  $a(\varepsilon_i)$  и  $b(\varepsilon_i)$  - экспериментальные параметры, значения которых, в общем случае, зависят от интенсивности деформаций сдвига, типа и влажности грунта.

Построенные по результатам испытаний песчаных грунтов зависимости для описания модулей объемных деформаций представлены на рисунке 4, а определенные в результате обработки данных испытаний экспериментальные параметры  $a(\varepsilon_i)$  и  $b(\varepsilon_i)$  - в таблице 1.

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

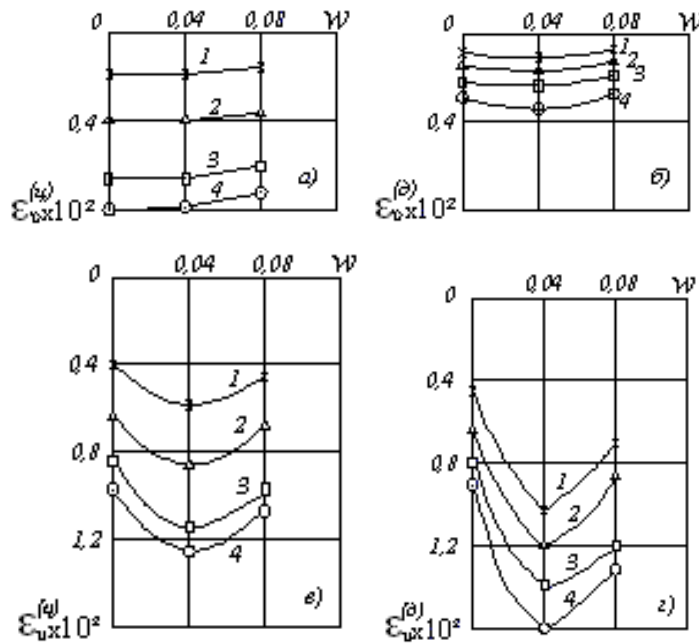


Рисунок 3 - Зависимости объемных деформаций при изотропном и девиаторном нагружениях для песка мелкого (а,б) и песка средней крупности (в,г): 1,2,3,4 – при напряжениях гидростатического обжатия 0,05; 0,10; 0,20 и 0,3 МПа.

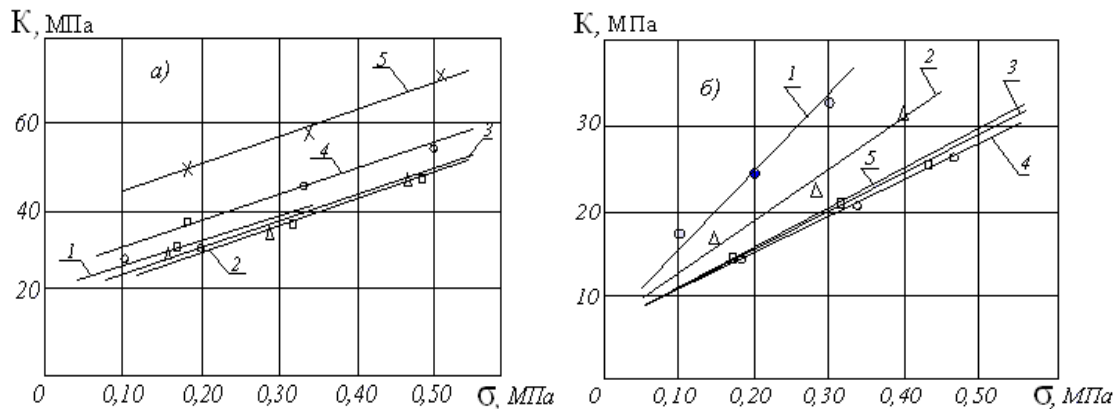


Рисунок 4 - Зависимости модулей объемных деформаций от среднего напряжения при различных значениях интенсивности деформаций сдвига: а – для песка мелкого; б – для песка средней крупности; 1,2,3,4,5 – при  $\gamma_i$ , равном 0,001; 0,02; 0,04; 0,06 и 0,08.

Модуль деформации сдвига  $G$  определяется функцией

$$G = \sigma_i^* / (A + B \cdot \varepsilon_i) \quad (2)$$

где  $\sigma_i^*(\sigma)$  - предельная интенсивность касательных напряжений (прочность грунта по октаэдрической площадке);  $A$  и  $B$  - экспериментальные параметры.

По данным обработки результатов испытаний параметры  $A$  и  $B$  соотношения (2) для

изученных песчаных грунтов не зависят от их влажности и типа (рис.5), и в практических расчетах могут быть приняты соответственно равными 0,005 и 0,953.

### Conclusion

Как показывают результаты выполненных исследований параметры прочности изученных песков в различной степени зависят от типа и состояния (влажности) грунта.

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

Таблица 1

### Значения экспериментальных параметров а и б.

Наименование грунта	Влажность грунта	Экспериментальные параметры	
		a( $\square_i$ ), МПа.	b( $\square_i$ )
Песок мелкий	0,002	17+262,5- $\square_i$ ;	54,0
	0,04	31+167,5- $\square_i$ ;	25,4
	0,08	23+117,5- $\square_i$ ;	32,0
Песок средней крупности	0,001	6,0	$b_1=41,90+1625,0(0,022-\square_i)$ $b_2=41,90+75,0(\square_i-0,022)$
	0,04	3,0	$b_1=44,841+600,0(0,035-\square_i)$ $b_2=44,841-193,75(\square_i-0,035)$
	0,08	5,0	$b_1=44,487+900,0(0,0245-\square_i)$ $b_2=44,487-225,0(\square_i-0,0245)$

Так для песков мелкого и средней крупности в воздушно-сухом состоянии прочность грунтов практически не отличается. Изменение влажности грунта в диапазоне от 0 до 0,08 практически не сказывается на прочности песка мелкого, в то время как на параметры прочности

песка средней крупности оказывает существенное влияние (рис.6). Отличие параметров прочности исследованных грунтов обусловлено, в общем случае, различием характера их деформирования при увлажнении

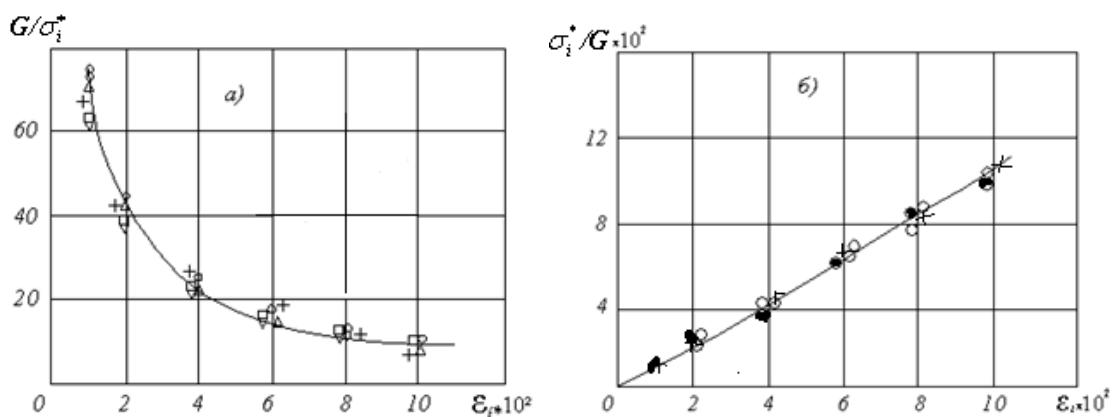
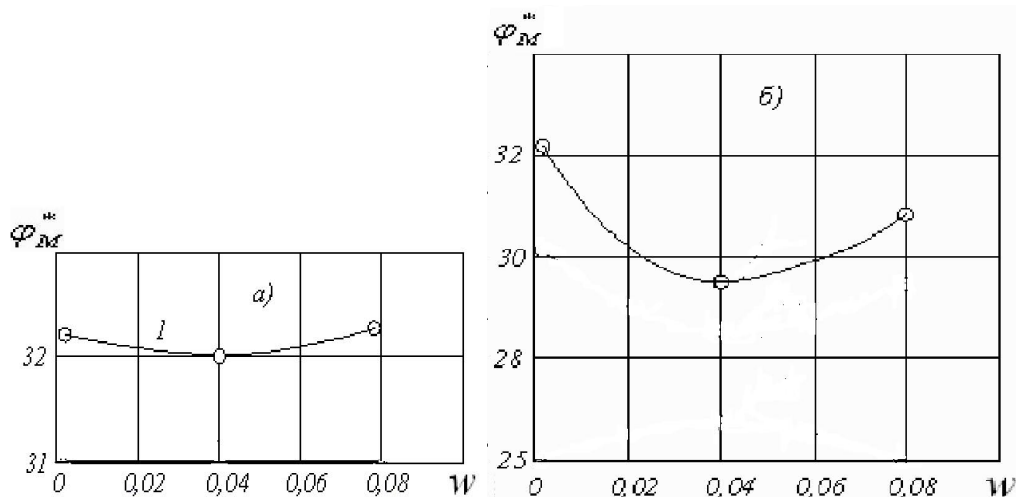


Рисунок 5 - Зависимости  $G/\sigma_i^*$  (а) и  $\sigma_i^*/G$  (б) от интенсивности деформаций сдвига для песков различной влажности:  $\square^\circ$  - в воздушно-сухом состоянии;  $\nabla\Delta$  - при влажности 0,04;  $+\bullet$  - при влажности 0,08.

Для песка мелкого характерна малая доуплотняемость грунта при девиаторном нагружении. В результате деформирования начальная плотность сухого грунта независимо от

влажности практически не изменяется, чем и объясняется постоянство параметров прочности грунта (рис.б,а).



Сурет 6 - Зависимости угла внутреннего трения по Мору от влажности грунтов:  
 а – для песка мелкого; б – для песка средней крупности.

Для песка средней крупности существенное влияние влажности на параметры прочности (рис.6,б). объясняется, в основном, различным характером деформирования грунта при различной влажности. Последнее, в свою очередь, в той или иной мере приводит к изменению начальной плотности грунта, что и обуславливает изменение его прочности. Так, при девиаторном нагружении песок средней крупности значительно доуплотняется, в

результате чего начальная плотность сухого грунта незначительно увеличивается. Это приводит к снижению значения угла внутреннего трения на  $2,5^\circ$  и  $1^\circ$  соответственно при влажностях 0,04 и 0,08, причем при влажности 0,04 проявляется «сцепление» в 0,008 МПа, что обусловлено капиллярными явлениями. Аналогичные результаты получены в работах быть [9,10,11].

#### References:

- Zaretskiy Yu.K. Statika i dinamika gruntovykh plotin. - M.: Stroyizdat, 1988. -352s.
- Zaretskiy Yu.K. Leksii po sovremennoy mekhanike gruntov.- Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Rostovskogo universiteta, 1989. - 608s.
- Zaretskiy Yu.K. Vyazkoplastichnost' gruntov i raschety sooruzheniy. - M.: Stroyizdat, 1988. - 352s.
- Azbergen M. I. Nelineynaya deformiruemost' grunta i uchet povtornosti nagruzheniya - Almaty: Gylym, 1997. -96s.
- Azbergen M.I. Izbrannye voprosy geotekhniki. - Almaty: Evero, 2012. -116s.
- Əzbergen M.I. Yshbiliktik kysu kezindegi topyraqtardyn deformatsiyalary. - Taraz: «Format-print», 2015. -115bet. Azbergen M.I. Deformatsii gruntov pri trekhosnom szhatii (na kazakhskom yazyke).- Taraz: Format-print, 2015. -115s.
- Azbergen M.I. Opisanie nelineynogo deformirovaniya gruntov pri razlichnykh usloviyakh ikh raboty i vozdeystviyakh / Trudy 1-go Tsentral'no-aziatskogo geotekhnicheskogo simpoziuma. - Astana: 2000.
- Azbergen M.I. O svyazyakh mezhdru kharakteristikami deformiruemosti v nelineynoy mekhanike gruntov /Sbornik nauchnykh trudov TarGU im.M.Kh.Dulati, vypusk 1. - Taraz: Izd-vo TarGU, 1998, s.370-373.
- Tertsagi K. Teoriya mekhaniki gruntov. - M.: Stroyizdat, 1961, 507s.
- Florin V.A. Osnovy mekhaniki gruntov, tom 1,.. -M,-L,: Gosstroyizdat, 1959, 262s; 1964, 544s.
- Tsyrovich N.A. Mekhanika gruntov.- M.: Gosstroyizdat, 1963, 63s.