

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

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: 2022 Issue: 04 Volume: 108

Published: 30.04.2022 <http://T-Science.org>

Issue

Article



Meyrbek Inkarbekuly Azbergen

M.H.Dulati Taraz Regional University

Candidate of Technical Sciences, sciences, professor,

Kazakhstan

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE CHARACTERISTICS OF SOILS UNDER FLAT DEFORMATION

Abstract: The article presents a method for calculating the transition from the known deformation characteristics of soils obtained during standard triaxial tests along the "crushing" trajectory to the deformability characteristics under flat deformation.

Key words: soil, stress, deformation, complex stress state, plane deformation, modulus of deformations.

Language: Russian

Citation: Azbergen, M. I. (2022). Methodology for determining the characteristics of soils under flat deformation. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 04 (108), 731-734.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-04-108-88> **Doi:** <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2022.04.108.88>

Scopus ASCC: 2200.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ПРИ ПЛОСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Аннотация: В статье представлена методика расчетного перехода от известных деформационных характеристик грунтов, получаемых при стандартных трехосных испытаниях по траектории «раздавливания», к характеристикам деформируемости при плоской деформации.

Ключевые слова: грунт, напряжение, деформация, сложное напряженное состояние, плоская деформация, модуль деформаций.

Введение

УДК 624.131

Возможность прогноза осадки зданий и сооружений в каждом конкретном случае обусловлена наличием экспериментальных данных о закономерностях деформирования грунтов их оснований в этих условиях. Важным при этом является и то, чтобы методика описания этих закономерностей позволяла бы наиболее полно учитывать получаемую в экспериментах нелинейную связь между напряжениями и деформациями грунта. Это относится и к случаю работы грунтов оснований при плоской деформации.

Теоретические основы методики

Плоская деформация представляет собой частный случай сложного напряженно-деформированного состояния, когда деформации

ε_2 в направлении промежуточного главного напряжения σ_2 равны нулю. Для этого случая, используя соотношения Генки [1,2]

$$\begin{cases} \varepsilon_1 = \frac{1}{2G}(\sigma_1 - \sigma) + \frac{1}{3K}\sigma; \\ \varepsilon_2 = \frac{1}{2G}(\sigma_2 - \sigma) + \frac{1}{3K}\sigma; \\ \varepsilon_3 = \frac{1}{2G}(\sigma_3 - \sigma) + \frac{1}{3K}\sigma. \end{cases} \quad (1)$$

где второе равенство приравнивается нулю, можно легко определить значение промежуточного напряжения σ_2 :

$$\sigma_2 = \frac{3K - 2G}{2(3K + G)}(\sigma_3 + \sigma). \quad (2)$$

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

После подстановки значения σ_2 в первое и третье равенства зависимостей (4) и выполнения несложных преобразований, для плоской деформации можно записать [3,4]:

$$\begin{cases} \varepsilon_{1nl} = \frac{3K+4G}{4G(3K+G)} \left[\sigma_1 - \frac{3K-2G}{3K+4G} \sigma_3 \right]; \\ \varepsilon_{2nl} = 0; \\ \varepsilon_{3nl} = \frac{3K+4G}{4G(3K+G)} \left[\sigma_3 - \frac{3K-2G}{3K+4G} \sigma_1 \right]. \end{cases} \quad (3)$$

откуда

$$E_{nl} = \frac{4G(3K+G)}{3K+4G}; \quad \nu_{nl} = \frac{3K-2G}{3K+4G}. \quad (4)$$

где K и G - соответственно модуль объемных деформаций и модуль деформаций сдвига.

При необходимости нетрудно убедиться, что для основных характеристик нелинейной деформируемости при плоской деформации остаются справедливыми соотношения [1,2,4-6]:

$$G_{nl} = \frac{E_{nl}}{2(1+\nu_{nl})}, \quad K_{nl} = \frac{E_{nl}}{3(1-2\nu_{nl})}, \quad (5)$$

где G_{nl} - модуль деформаций сдвига при плоской деформации; K_{nl} - модуль объемных деформаций при плоской деформации.

Соотношения (4), (5) имеют важное практическое значение, поскольку позволяют проводить расчеты для условий плоской деформации при известных по результатам стандартных (по траектории «раздавливания») трехосных испытаний характеристиках деформируемости.

Экспериментальные основы методики

Приборы для испытания грунтов при плоской деформации, несмотря на их привлекательность, достаточно сложны и их использование сопряжено с определенными трудностями технического и методического характера. В связи с этим такие приборы не находят широкого применения. Как правило, характеристики грунтов определяются в

стандартных испытаниях на приборах трехосного сжатия. Для адекватного отражения в расчетах реальной работы сооружения, полученные в этих условиях характеристики грунтов должны корректироваться к условиям плоской деформации.

Следовательно, необходимо разработать такую методику, которая позволила бы, используя данные стандартных трехосных испытаний, переходить расчетным путем к определению характеристик грунтов при плоской деформации.

Стандартные трехосные испытания грунтов в условиях сложного напряженного состояния проводятся, как правило, в приборах трехосного сжатия по траектории «раздавливания». В качестве такого прибора может быть использован прибор трехосного сжатия С-62 конструкции Воронцова Э.И.-Азбергана М.И. [8,9], в которых впервые в экспериментальной практике исследования грунтов применена система "противодавление", что позволило устранить недостатки существующих приборов - утечку рабочей жидкости и трение по контакту «шток-штулка». Общий вид прибора трехосного сжатия С-62 представлен на рисунке 1, а схема его приведена на рисунке 2.

Как известно, в условиях сложного напряженного состояния каждый элементарный объем грунта подвергается действию тензора напряжений, который может быть охарактеризован тремя его инвариантами. В экспериментальной практике, как правило, в качестве инвариантов тензора напряжений принимают три их главных напряжения. Поэтому испытание образца, принимаемого за элементарный объем грунта, осуществляется в условиях задания по его граням трех главных напряжений.

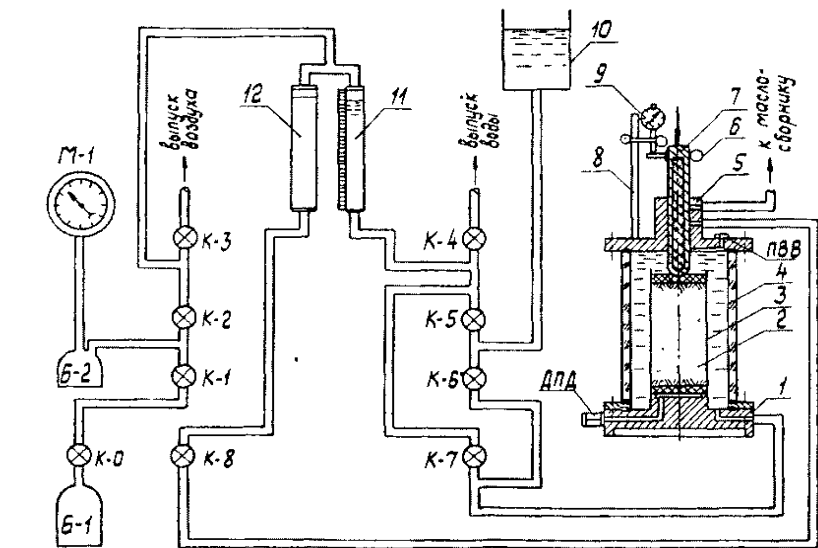
Методика трехосных испытаний грунтов, обработки и аналитического описания их результатов основана на многолетнем опыте работы Лаборатории исследования строительных свойств грунтовых материалов Научно-исследовательского сектора института «Гидропроект» имени С.Я.Жука (г.Москва, Россия) и лаборатории «Геотехника» Регионального научного центра «Геомеханика» Национальной инженерной академии Республики Казахстан (г.Тараз, Казахстан).

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	ПИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.771	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350



Рисунок 1.
Экспериментальная установка для испытания грунтов в условиях трехосного сжатия конструкции Воронцова Э.И.-Азбергана М.И.



1 - основание прибора; 2 - образец грунта; 3 - оболочка резиновая; 4 - корпус прибора; 5 - крышка корпуса; 6 - консоль индикатора; 7 - штوك прибора; 8 - индикатор перемещений; 9 - стойка индикатора; 10 - бачок напорный; 11 - волюмометр; 12 - емкость с маслом; Б - баллон для воздуха; К - кран; М - манометр; ПБВ - пробка выпуска воздуха; ДПД - датчик парового давления.

Рисунок 2. Схема прибора трехосного сжатия С-62 конструкции Воронцова Э.И.-Азбергана М.И.

Первичная обработка результатов трехосных испытаний грунтов выполняется на персональном компьютере с использованием составленной для этих целей вычислительной программы "PORTT", которая реализована на языках «Delphi» и «Basic». По результатам расчета строится "Паспорт трехосных испытаний грунта"[2,5-7] (рисунок 3) - форма графического выражения механических свойств материала, где находят

отражение три 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 объемных деформаций от среднего напряжения и интенсивности касательных напряжений.

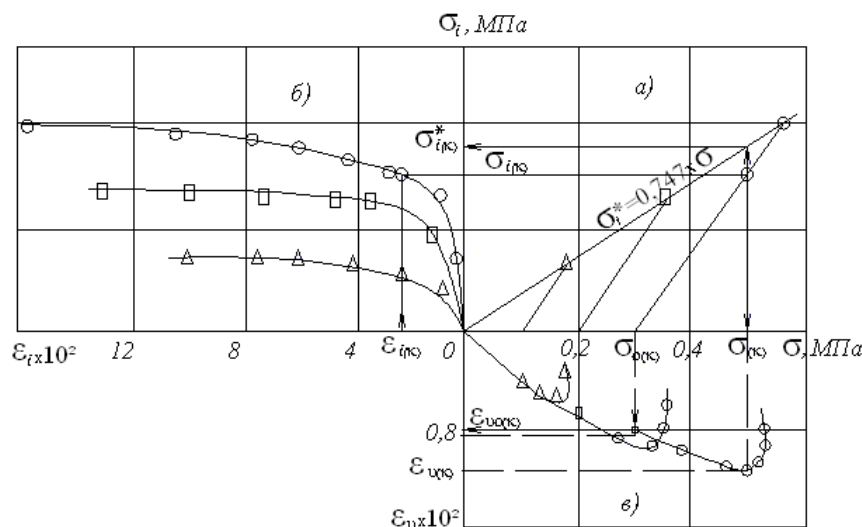


Рисунок 3. Паспорт трехосных испытаний грунта

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Модуль объемных деформаций (K) и модуль деформаций сдвига (G) в выражениях (4)-(7) определяются как [1,2,7]:

$$K = a + v\sigma ; G = \frac{\sigma_i^* - B\sigma}{A}, \quad (8)$$

где a , v , A , B – параметры, определяемые экспериментальным путем по результатам стандартных трехосных испытаний.

Более подробное описание экспериментального оборудования, методики испытаний и определения характеристик грунта при трехосном сжатии можно найти в работах [1,2,7].

Выводы

В результате исследований разработана методика определения деформационных характеристик грунтов при плоской деформации по данным стандартных трехосных испытаний. Предлагаемая методика позволяет расчетным путем переходить от известных деформационных характеристик грунтов, определенных при стандартных трехосных испытаниях (по траектории «раздавливания») к характеристикам деформируемости при плоской деформации, что значительно упрощает расчеты сооружений, работающие в этих условиях.

References:

1. Zareckij, Jy.K., & Lombardo, V.N. (1983). *Statika i dinamika gruntovyh plotin*. (p.256). Moscow: Jenergoatomizdat.
2. Zareckij, Jy.K. (1989). *Lekcii po sovremennoj mehanike gruntov*. (p.608). Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Rostovskogo universiteta.
3. Azbergen, M.I. (2000). *Opisanie nelinejnogo deformirovaniya gruntov pri razlichnyh uslovijah ih raboty i vozdejstvijah* /Trudy 1-go Central'no-aziatskogo geotekhnicheskogo simpoziuma, Astana.
4. Azbergen, M.I., Maselbekov, D.M., & Ukibaew, E. (2002). *Determination of feature of soils under flat deformation*. Proceedings of the international conference on coastal geotechnical engineering in plasticity. Atyrau: Kazakhstan.
5. Azbergen, M.I. (2008). *Sovremennye voprosy geotekhniki*. (p.97). Taraz: RIC ZhGTU.
6. Azbergen, M.I. (2018). *Izbrannye voprosy geotekhniki* (2-e izdanie). (p.116). Almaty: Jevero.
7. Azbergen, M.I. (1997). *Nelinejnaja deformiruemost' gruntov i uchet povtornosti nagruzenija*. (p.96). Almaty: Gylym.
8. Voroncov, Je.I., & Azbergenov, M.I. (1987). *Ocenka vlijanija ciklicheskogo nagruzenija peschanyh gruntov na ih deformaciju*. *Sb. nauchnyh trudov Gidroproekta*, vyp. 124, Moskva, pp.141-147.
9. Zareckij, Jy.K. (1988). *Vjazkoplastichnost' gruntov i raschety sooruzhenij*. (p.352). Moscow: Strojizdat.
10. Azbergenov, M.I. (1996). *Nelinejnaja deformiruemost' gruntovoj sredy*, Almaty: Zhurnal «Poisk», №3.