

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](https://doi.org/10.15863/TAS) DOI: [10.15863/TAS](https://doi.org/10.15863/TAS)

International Scientific Journal
Theoretical & Applied Science

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

Year: 2022 Issue: 05 Volume: 109

Published: 30.05.2022 <http://T-Science.org>

Issue

Article




Meyrbek Inkarbekuly Azbergen
 M.H.Dulati Taraz Regional University
 Candidate of Technical Sciences, professor,
 Kazakhstan

TAKING INTO ACCOUNT THE WORKING CONDITIONS OF SOILS WHEN CALCULATING THE PRECIPITATION OF BASES

Abstract: The method of calculating the precipitation of the bases under different operating conditions of their soils is given. The general ambiguous relationship between stresses and deformations in the ground for these conditions is reflected by the nonlinearity parameter determined during standard triaxial tests along the "crushing" trajectory.

Key words: soil, standard triaxial tests, stress, deformation, nonlinearity parameter, soil deformation modulus.
Language: Russian

Citation: Azbergen, M. I. (2022). Taking into account the working conditions of soils when calculating the precipitation of bases. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 05 (109), 884-887.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-05-109-86> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2022.05.109.86>
Scopus ASCC: 2200.

УЧЕТ УСЛОВИЯ РАБОТЫ ГРУНТОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ОСАДКИ ОСНОВАНИЙ

Аннотация: Приведена методика расчета осадки оснований при различных условиях работы их грунтов. Общая неоднозначная связь между напряжениями и деформациями в грунте для этих условий отражается параметром нелинейности, определяемым при стандартных трехосных испытаниях по траектории «раздавливания».

Ключевые слова: грунт, стандартные трехосные испытания, напряжение, деформация, параметр нелинейности, модуль деформаций грунта.

Введение

UDC 624.13

В основаниях зданий и сооружений грунты, подвергаясь действию внешних нагрузок и сил собственного веса, находятся в сложном напряженном состоянии. В зависимости от вида сооружений грунты их оснований подвергаются воздействию различных нагрузок и могут работать в различных условиях (ограниченная возможность бокового расширения грунта, невозможность бокового расширения грунта, плоская деформация грунта). Возможность расчета осадки оснований в каждом конкретном случае определяется наличием экспериментальных данных о закономерностях деформирования их грунтов в этих условиях, позволяющим наиболее полно учитывать

получаемую в экспериментах нелинейную связь между напряжениями и деформациями грунта.

Исходные положения методики расчета осадки основания.

Расчеты осадки оснований согласно СНиП РК [1] производят по второй группе предельных состояний - по деформациям, с ограничением давления под подошвой фундамента расчетным сопротивлением грунта основания. Расчеты осуществляются от среднего давления под подошвой фундамента за вычетом природного давления от собственного веса грунта, т. е. от дополнительного давления. Полная осадка основания определяется как сумма осадок отдельных слоев грунта в пределах сжимаемой толщи:

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

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \sigma_{zp(i)} \cdot h_{(i)} / E_{(i)}, \quad (1)$$

где β - коэффициент, характеризующий боковое расширение грунта; $\sigma_{zp(i)}$ - значение дополнительного вертикального напряжения в i -ом слое грунта по оси фундамента; $h_{(i)}$ и $E_{(i)}$ - соответственно толщина и модуль деформаций i -го слоя грунта; n - число слоев, на которое разбита сжимаемая толща основания.

Определение осадки основания по формуле (1) базируется на использовании обобщенного закона Гука, в соответствии с которым деформации грунта по направлениям главных осей определяются соотношениями

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{E} [\sigma_1 - \nu(\sigma_2 + \sigma_3)]; \quad (2)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{E} [\sigma_2 - \nu(\sigma_3 + \sigma_1)]; \quad (3)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{1}{E} [\sigma_3 - \nu(\sigma_1 + \sigma_2)]; \quad (4)$$

где ν - коэффициент поперечной деформации грунта; $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ - главные нормальные напряжения.

Тогда для общего случая выражение для осадки основания (1) можно записать как

$$S = \sum_{i=1}^n \alpha_{(i)} \sigma_{zp(i)} h_{(i)} \quad (5)$$

где $\alpha_{(i)}$ - параметр нелинейности для грунта i -го слоя, определяемый экспериментальным путем.

Параметр нелинейности $\alpha_{(i)}$ отражает общую неоднозначную связь между нормальными напряжениями и относительными деформациями в грунте, и зависит от модуля деформаций грунта. Эту зависимость можно представить в виде

$$\alpha_i = \frac{1}{E_{(i)}}, \quad (6)$$

где $E_{(i)}$ - модуль деформаций грунта i -го слоя, соответствующий условиям его работы и определяемый экспериментальным путем.

Следовательно, для расчета осадки основания при различных условиях их работы необходимо определить *параметр нелинейности* $\alpha_{(i)}$, зависящий от модуля деформаций слагающих его грунтов. Модуль деформаций определяется в соответствующих экспериментах для выбранного условия работы грунта или по методике, которая позволила бы используя данные одного вида испытания переходить к определению модуля деформаций грунта при других условиях его работы.

Модули деформаций при различных условиях работы грунта.

В качестве испытаний, которая позволит осуществлять переход к определению модуля деформаций грунта для других условий его работы, могут быть использованы стандартные трехосные испытания по траектории «раздавливания». Методика экспериментального определения характеристик деформируемости грунтов при трехосном сжатии - в условиях ограниченной возможности бокового расширения, достаточно отработана и проведение таких испытаний не вызывает больших трудностей.

Модуль деформаций грунта при условии ограниченной возможности его бокового расширения (при трехосном сжатии). Стандартные трехосные испытания грунтов в условиях сложного (трехосного) напряженного состояния проводятся, как правило, в приборах трехосного сжатия. В качестве такого прибора может быть использован прибор трехосного сжатия С-62 конструкции Воронцова Э.И.-Азбергана М.И. [2,3].

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

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

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
 ПИНЦ (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

университете имени М.Х.Дулата – Dulary university (г.Тараз, Казахстан).

Первичная обработка результатов трехосных испытаний грунтов выполняется на персональном компьютере с использованием составленной для этих целей вычислительной программы, реализованной на различных языках программирования. По результатам расчета строится "Паспорт трехосных испытаний грунта" [2-7] - 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. Такой "Паспорт" и служит основой для определения деформационных и прочностных характеристик грунтов при трехосном сжатии.

Основные характеристики деформируемости грунта при трехосном сжатии – модуль объемных деформаций (K) и модуль деформаций сдвига (G), определяются как

$$K = a + v\sigma ; G = \frac{\sigma_i^* - B\sigma}{A} , \quad (7)$$

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

Нахождение модулей K и G по данным стандартных трехосных испытаний позволяет вычислить значения модуля деформаций (E) и коэффициента поперечных деформаций (ν) грунта при трехосном сжатии:

$$E = \frac{9KG}{3K + G} ; \nu = \frac{3K - 2G}{2(3K + G)} . \quad (8)$$

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

Модуль деформаций грунта при условии невозможности его бокового расширения (при трехосной компрессии). Если грунт основания работает в условиях невозможности бокового расширения, когда $\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = 0$, то для модуля деформаций грунта при компрессионном сжатии можно записать

$$E_{компр} = \frac{\beta}{E} = \frac{3K + G}{3} . \quad (9)$$

Модуль деформаций грунта при условии его плоской деформации. Плоская деформация представляет собой частный случай сложного напряженно-деформированного состояния, когда деформации $\varepsilon_2 = 0$. Соотношения для перехода от основных характеристик деформируемости грунта при трехосном сжатии к основным характеристикам деформируемости при плоской деформации могут быть найдены из рассмотрения уравнений обобщенного закона Гука для сложного напряженного состояния [4,5], где второе неравенство приравнивается нулю. После выполнения несложных преобразований, эти зависимости можно переписать для плоской деформации как [8-13]:

$$\begin{cases} \varepsilon_{1пл} = \frac{3K + 4G}{4G(3K + G)} \left(\sigma_1 - \frac{3K - 2G}{3K + 4G} \cdot \sigma_3 \right); \\ \varepsilon_{2пл} = 0; \\ \varepsilon_{3пл} = \frac{3K + 4G}{4G(3K + G)} \left(\sigma_3 - \frac{3K - 2G}{3K + 4G} \cdot \sigma_1 \right). \end{cases} \quad (10)$$

Принимая во-внимание выражения (8) уравнения (10) можно представить в виде

$$\begin{cases} \varepsilon_{1пл} = \frac{1}{E_{пл}} (\sigma_1 - \nu_{пл} \cdot \sigma_3); \\ \varepsilon_{2пл} = 0; \\ \varepsilon_{3пл} = \frac{1}{E_{пл}} (\sigma_3 - \nu_{пл} \cdot \sigma_1). \end{cases} \quad (11)$$

Тогда из приведенных соотношений устанавливаются очевидные связи между характеристиками деформируемости при плоской деформации и трехосном сжатии:

$$E_{пл} = \frac{4G(3K + G)}{3K + 4G} , \nu_{пл} = \frac{3K - 2G}{3K + 4G} . \quad (12)$$

Соотношения (9) и (12) имеют важное практическое значение, поскольку позволяют проводить расчеты осадки грунтов оснований для условия невозможности их бокового расширения и для условия их плоской деформации при известных по результатам стандартных трехосных испытаний характеристиках деформируемости.

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

Заклучение.

В результате выполненных исследований предложена разработана методика расчета осадки оснований зданий и сооружений, работающих в условиях сложного напряженно-деформированного состояния (ограниченная возможность бокового расширения грунта, невозможность бокового расширения грунта, плоская деформация грунта). Отличительной особенностью методики расчета является то, что деформируемость грунтов основания при различных условиях их работы характеризуется

параметром нелинейности, являющимся функцией модуля деформаций грунтов. Вместе с тем, модуль деформаций грунтов для рассмотренных трех условий определяется из одного вида испытаний – стандартных трехосных испытаний (по траектории «раздавливания»). Предлагаемая методика позволяет расчетным путем переходить от получаемых при стандартных трехосных испытаниях деформационных характеристик грунтов к характеристикам деформируемости при трехосной компрессии и плоской деформации.

References:

1. (2002). *SNiP RK 5.01-01-2002. Osnovaniya zdaniy i sooruzhenij*, Astana.
2. Voroncov, Je.I., & Azbergenov, M.I. (1987). Ocenka vlijaniya ciklicheskogo nagruzheniya peschanyh gruntov na ih deformaciju. *Sb. nauchnyh trudov Gidroproekta*, vyp. 124, Moskva, pp.141-147.
3. Zareckij, Jy.K. (1988). *Vjazkoplachnost` gruntov i raschety sooruzhenij*. (p.352). Moscow: Strojizdat.
4. Zareckij, Jy.K., & Lombardo, V.N. (1983). *Statika i dinamika gruntovyh plotin*. Moscow: Jenergoatomizdat.
5. Zareckij, Jy.K. (1989). *Lekcii po sovremennoj mehanike gruntov*. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Rostovskogo universiteta.
6. Azbergen, M.I. (1997). *Nelinejnaja deformiruemost` gruntov i uchet povtornosti nagruzheniya*. Almaty: Gylym.
7. Azbergen, M.I. (2018). *Izbrannye voprosy geotekhniki* (2-e izdanie). (p.116). Almaty: Jevero.
8. Azbergen, I.I., & Ukibaev, E. (1999). *O svjazjah mezhdur harakteristikami deformiruemosti v nelinejnoj mehanike gruntov*. Taraz: Sb. nauchnyh trudov TarGU.
9. Azbergen, M.I., & Ukibaev, E. (2000). *Opisanie nelinejnogo deformirovaniya gruntov pri razlichnyh uslovijah ih raboty i vozdeystvijah*. Trudy 1-go central'no-aziatskogo geotekhnicheskogo simpoziuma, Astana.
10. Azbergen, M.I., Maselbekov, D.M., & Ukibaev, E. (2002). *Determination of feature of soils under flat deformation*. Proceedings of the international conference on coastal geotechnical engineering in plasticity. Atyrau, Kazakhstan.
11. (2014). *Ploskaja deformacija i ee jeksperimental'no-teoreticheskie osnovy*. *Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Nauka i Mir»*, №4. Volgograd (Rossija).
12. Azbergen, M. I. (2020). The method of calculation of precipitation of the base for flat deformation. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 05 (85), 740-742.
13. Azbergen, M. I. (2022). Methodology for determining the characteristics of soils under flat deformation. *International Scientific Journal ISJ Theoretical & Applied Science*, Philadelphia, USA, 04 (108), pp.731-734.