

# Problems of Architecture and Construction

---

Volume 2  
Issue 4 *Problems of Architecture and  
Construction 2019\_4*

Article 4

---

1-21-2020

## RESULTS OF MODEL TRAY EXPERIMENTS OF A SAND PRESSIOMETER AND METHODS FOR DETERMINING THE DEFORMATION CHARACTERISTICS OF SOILS

Khasanov Askar

*Samarkand State Architecture and Civil Engineering Institute, Uzbekistan*

Nabiyeva Nigora

*Samarkand State Architecture and Civil Engineering Institute, Uzbekistan*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/samgai>



Part of the [Engineering Commons](#)

---

### Recommended Citation

Askar, Khasanov and Nigora, Nabiyeva (2020) "RESULTS OF MODEL TRAY EXPERIMENTS OF A SAND PRESSIOMETER AND METHODS FOR DETERMINING THE DEFORMATION CHARACTERISTICS OF SOILS," *Problems of Architecture and Construction*: Vol. 2 : Iss. 4 , Article 4.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/samgai/vol2/iss4/4>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Problems of Architecture and Construction by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

---

# RESULTS OF MODEL TRAY EXPERIMENTS OF A SAND PRESSIOMETER AND METHODS FOR DETERMINING THE DEFORMATION CHARACTERISTICS OF SOILS

## Cover Page Footnote

The journal is published under the sponsorship of Samarkand State Architecture and Civil engineering Institute



# ME'MORCHILIK va QURILISH MUAMMOLARI

## ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА PROBLEMS OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

(Ilmiy-texnik jurnal)  
(Научно-технический журнал)  
(Scientific and technical Journal)

2019, No.4  
2000 yildan har 3 oyda  
bir marta chop etilmoqda

Журнал ОАК Хайъатининг қарорига биноан техника (қурилиш, механика ва машинасозлик соҳалари) фанлари ҳамда меъморчилик бўйича илмий мақолалар чоп этилиши лозим бўлган илмий журналлар рўйхатига киритилган (гувоҳнома № 00757.2000.31.01)

Журнал 2007 йил 18 январда Самарқанд вилоят матбуот ва ахборот бошқармасида қайта рўйхатга олиниб 09-34 рақамли гувоҳнома берилган

**Бош муҳаррир (editor-in-chief)**—т.ф.н.доц.С.И.Аҳмедов  
**Масъул котиб (executive secretary)**—т.ф.н.доц.Т.Қ.Қосимов

**Тахририя тхайъати (Editorialcouncil):** м.ф.д.,проф.М.Қ.Аҳмедов; т.ф.д.,проф. С.М.Бобоев; т.ф.д.,проф. академик А.Дасибеков (Қозоғистон); т.ф.д.,проф. А.М.Зулпиев (Қирғизистон); и.ф.д.,проф. А.Н.Жабриев; т.ф.н.,к.и.х. Э.Х.Исаков (бош муҳаррир рўйринбосари); т.ф.д. К.Исмоилов; т.ф.н.,доц. В.А.Кондратьев; т.ф.н.,доц. А.Т.Кулдашев (ЎзР Қурилиш вазирлиги); м.ф.д.проф. Р.С.Муқимов(Тожикистон); т.ф.д.проф. С.Р.Раззоқов; УзР.ФА академиги, т.ф.д.,проф. Т.Р.Рашидов; т.ф.д.,проф. Х.Ш.Тўраев; м.ф.д.,проф. А.С.Уралов; т.ф.н.доц. В.Ф.Усмонов; т.ф.д.,проф. Р.И.Холмуродов; т.ф.д.,проф. И.С.Шукуров (Россия, МГСУ); т.ф.д.,проф. А.А.Лепидус (Россия, МГСУ); т.ф.д., проф. В.И.Римшин (Россия); т.ф.д., проф. Ж.Н.Низомов (Тожикистон ФА мухбир аъзоси); т.ф.д., проф. И.Каландаров (Тожикистон ФА мухбир аъзоси).

Тахририят манзили:140147, Самарқанд шаҳри, Лолазор кўчаси, 70.  
Телефон: (366)237-18-47,237-14-77, факс (366)237-19-53.ilmiy-jurnal@mail.ru

Муассис (Thefounder): Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти

Обуна индекси 5549

©СамДАҚИ, 2019

## RESULTS OF MODEL TRAY EXPERIMENTS OF A SAND PRESSIOMETER AND METHODS FOR DETERMINING THE DEFORMATION CHARACTERISTICS OF SOILS

**Khasanov Askar Zabiyevich**, Professor,  
**Nabiyeva Nigora Akbarovna**, engineer,  
Samarkand State Architecture and Civil Engineering Institute, Uzbekistan

**Abstract:** In the paper discusses the results of experimental studies of the stress-strain state of the soil around the walls of the borehole under axisymmetric loading. Analytical expressions are given for determining the soil deformation modulus when tested with a sand pressiometer.

**Keywords:** stresses, deformation, displacements, load, lateral pressure, soil pressure on the borehole wall, modeling of soil test, correlation coefficient, axisymmetric problem, deformation modulus.

### Результаты модельных лотковых экспериментов песчаного pressiометра и методы определения деформационных характеристик грунтов

В статье рассматриваются результаты экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния грунта вокруг стенки скважины при осесимметричном нагружении. Приводятся аналитические выражения определения модуля деформации грунтов при испытании с помощью песчаного pressiометра.

**Ключевые слова:** напряжения, деформация, перемещения, нагрузка, боковое давление, давление грунтов на стенку скважины, модельное испытание грунтов, коэффициент корреляции, осесимметричная задача, модуль деформации.

### Qumli pressiometr yordamida maxsus lotkada o'tqazilgan tajriba natijalari va gruntlarning deformatsion ko'rsatgichlarini aniqlash usullari.

Maqolada uqsimetrik yuklanish ostida quduq devorlari atrofidagi gruntning kuchlanish va deformatsiya holatini eksperimental nazariy tadqiqotlar natijalari muhokama qilinadi. Qumli pressiometer bilan tajribadan o'tkazilganda grunt deformatsiya modulini aniqlash uchun analitik usul berilgan.

**Kalit so'zlar:** kuchlanish, deformatsiya, siljish, bosim, yon tomonga bosim koeffisienti, skvajina devoridagi grunt bosimi, tagriba natijasi, korrelyatsiya koeffitsienti, uq simetirir masalasi, deformatsiya moduli.

**Введение.** Для моделирования напряженного состояния осесимметрично сжатого цилиндра и грунта, расположенного вокруг него, нами были проведены лабораторные лотковые испытания. Основной целью проведения испытаний являются исследования вертикальных и горизонтальных перемещений грунта рабочего органа песчаного pressiометра в виде цилиндра. Ранее такие исследования с песками проводились на приборах трёхосного сжатия с помощью стабилометров. Результаты таких испытаний и приборов приведены в работах [1,2,3].

В данной работе объектом исследования является засыпанный в скважину слой грунта в виде цилиндра с размерами: диаметр 76 мм, и высота 150 мм. Этот грунт является рабочим органом песчаного pressiометра для определения деформационных характеристик слоёв грунта по глубине. В качестве грунта рабочего органа pressiометра приняты мелкозернистые пески. Ниже приводятся результаты экспериментов.

**Основные физические и механические характеристики песка.** Плотность  $1,6 \text{ г/см}^3$ , плотность сухого грунта  $1,54 \text{ г/см}^3$ , коэффициент пористости  $e = 0,7$  и влажность 4%.

### Результаты модельных лотковых

### экспериментов с песчаным pressiометром.

Способы решения поставленной задачи осуществляются при помощи объемного лотка, позволяющего моделировать взаимодействия конструкций и грунтового основания при различных внешних нагрузках. Объемный лоток размерами  $A \times B \times H = 45 \times 45 \times 30$  см выполнен в виде коробчатой конструкции и нагрузочной рамы. Лоток предназначен для проведения модельных штамповых и pressiометрических испытаний различной конфигурации. Общий вид лотка представлен на (рис-1,2). Рабочий орган песчаного pressiометра выполнен в коническом виде с углом при вершине  $60^\circ$  (рис-1).



1-рис. Испытательный лоток для модельных испытаний прессиометра.

Диаметр штампов 76 мм, расстояние по высоте рабочего органа цилиндра 150 мм. В центре объемного лотка сначала при помощи направляющей трубы, фиксировался нижний штамп прессиометра (2). Далее, в лоток послойно засыпался крупнозернистый песок (5). Центр рабочего органа засыпался тарированным мелкозернистым песком (4). Песок после укладки слоя высотой 4-5 см послойно уплотнялся специальным железным штампом. Общая толщина слоя грунта составила  $h=300$  мм. На высоте 150 мм устанавливался верхний штамп прессиометра (3). Измерения вертикальных (по оси вертикального цилиндра) и горизонтальных перемещений по боковой поверхности цилиндра осуществлялись при помощи мессуры (6), с точностью деления до 0,01 мм. Для этого, на расстоянии от уровня верхнего штампа вниз на расстоянии ( $h_I=10$  мм,  $h_{II}=37$  мм,  $h_{III}=69$  мм,  $h_{IV}=102$  мм,  $h_V=132$  мм) по внешней поверхности цилиндра устанавливаются горизонтально направленные маячки. Они выполнены в виде велосипедных спиц с приваренными в конце пятачками из листовой стали размером 10 на 10 мм ( $h_{I-V}$ ). Схема установки маячков показана на схеме (рис. 2).

Нагрузка на штамп передавалась при помощи рычажного устройства. Нагрузка на рычажные устройства передавалась, таким образом, чтобы создавать вертикальные давления  $P$ . На каждой ступени давления замерялись все перемещения датчиков. Результаты экспериментов в виде графиков представлены на (рис. 3).

**Основная цель проводимых экспериментов.** Целью проводимых

экспериментов является установление взаимосвязи между деформациями и напряжениями рабочего органа прессиометра в виде песчаного цилиндра. В процессе экспериментов песчаный цилиндр диаметром 76 и высотой 150 мм нагружается конусными наконечниками по вертикальной оси с его торцов.

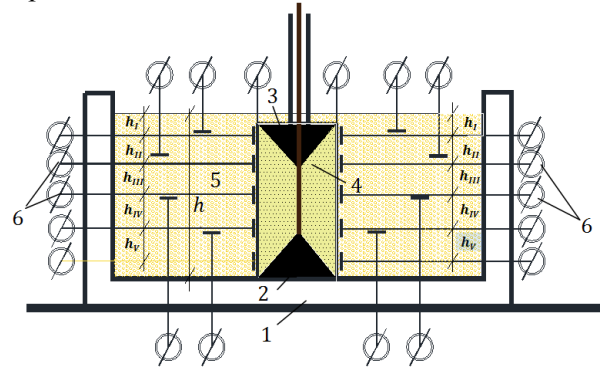


Рис. 2. Схема установки маячков для измерения перемещений, общий вид установки измерительной аппаратуры: 1-объемный лоток размерами  $A \times B \times H=45 \times 45 \times 30$  см; 2-нижний штамп прессиометра; 3- верхний штамп прессиометра; 4-тарированный мелко зернистый песок; 5-крупнозернистый песок; 6-мессуры;  $h_{I-V}$ -горизонтально направленные маячки.

На (рис. 3.) представлены графики относительных вертикальных  $\epsilon_1$  и горизонтальных  $\epsilon_{2=3}$  деформаций, соответствующие вертикальному давлению  $\sigma_1$ .

Учитывая нелинейности функции зависимости  $\epsilon_{1-3}=f(\sigma_1)$ , принято решение: коэффициент поперечного расширения определять для средней величине деформации, измеренной по высоте цилиндра. Графики горизонтальных деформаций точек ( $h_I=10$ мм,  $h_{II}=37$ мм,  $h_{III}=69$ мм,  $h_{IV}=102$ мм,  $h_V=132$ мм)и зависимости между напряжениями и деформациями представлены на (рис-3). Как видно из (рис. 3), горизонтальные перемещения

по наружной поверхности цилиндра неравномерны. В процессе осевого нагружения центральная часть цилиндра расширяется более динамично, чем его краевые части. То же самое наблюдается при проведении трехосных стабилметрических испытаний график зависимости между относительными боковыми деформациями и осевым давлением  $\varepsilon_{1-3}=f(\sigma_1)$  для различных точек представлен на (рис.4.).

$$\sigma_1 = \frac{N}{A}; \varepsilon_1 = \frac{S_z}{h}; \varepsilon_{2=3} = \frac{S_x}{D} \quad (1)$$

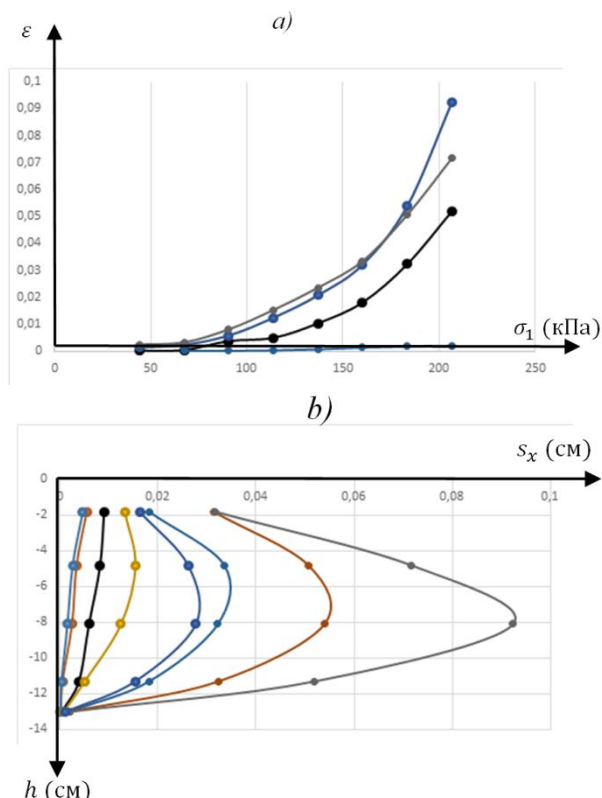


Рис. 3. а) графики боковых относительных деформаций и осевых напряжений  $\sigma_1$ ; б) графики боковых перемещений точек по высоте цилиндра.

Здесь также наблюдается нелинейность деформаций. Из представленных графиков можно определить, что для мелких песков рабочего органа прессиометра коэффициент бокового расширения равен

$$\frac{\varepsilon_{2=3}}{\varepsilon_1} = \mu = 0.2 \quad \text{откуда} \quad \varepsilon_{2=3} = \mu \varepsilon_1 = 0,2 \varepsilon_1$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E} - \frac{2\mu}{E} \sigma_3; \quad (1)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\sigma_3}{E} - \frac{\mu}{E} \sigma_1 (\sigma_1 + \sigma_3) = \quad (2)$$

$$= \frac{\sigma_3}{E} - \frac{\mu}{E} \sigma_1 - \frac{\mu}{E} \sigma_3 = \frac{\sigma_3}{E} (1 - \mu) - \mu \frac{\sigma_1}{E};$$

$$\varepsilon_{2=3} = \mu \varepsilon_1; \quad (3)$$

$$\frac{\sigma_3}{E} (1 - \mu) - \mu \frac{\sigma_1}{E} = \mu \frac{\sigma_1}{E} - \frac{2\mu^2}{E} \sigma_3;$$

$$2\mu \frac{\sigma_1}{E} = \frac{\sigma_3}{E} (1 - \mu) + \frac{2\mu^2}{E} \sigma_3;$$

$$\mu \sigma_1 = \sigma_3 \left[ \frac{(1 - \mu)}{2} + \mu^2 \right];$$

$$\sigma_3 = \frac{\mu}{\left[ \frac{(1 - \mu)}{2} + \mu^2 \right]} \sigma_1;$$

$$\xi = \frac{\sigma_3}{\sigma_1} = \frac{\mu}{\left[ \frac{(1 - \mu)}{2} + \mu^2 \right]}; \quad (4)$$

Для данного примера при  $\mu=0,2$ ;

$$\xi = \frac{\mu}{\left[ \frac{(1 - \mu)}{2} + \mu^2 \right]} = 0,2 \frac{\mu}{\left[ \frac{(1 - 0,2)}{2} + 0,2^2 \right]} = 0,45$$

Как показывают многочисленные эксперименты, измеренная величина коэффициента бокового давления тесно связана с величиной угла внутреннего трения и определяется для условия покоя по выражению [3]  $\xi = k * f/3$ . Если принять для крупнозернистых песков

$$f = tg \varphi = tg 36^\circ = 0,73 \quad \text{или}$$

$$\xi = k * f/3 = 1 * 0,73/3 = 0,24$$

Зная величину осевых деформаций  $\varepsilon_1$  и давление  $\sigma_1$  на грунт, по выражению (1) определим величину модуля деформации грунтов.

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E} [1 - 2\xi\mu] \quad \text{или} \quad E = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1} [1 - 2\xi\mu] \quad (5)$$

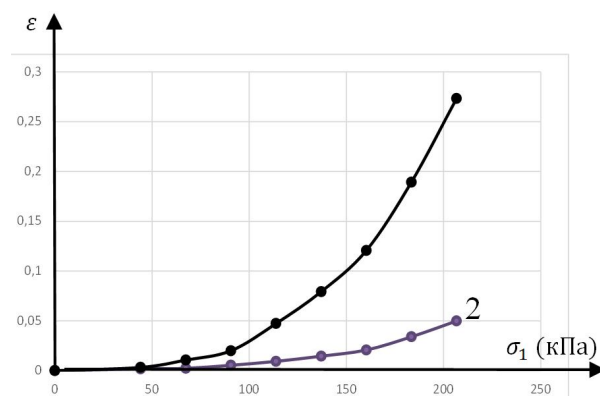


Рис. 4. 1-вертикальная деформация, 2-горизонтальная деформация



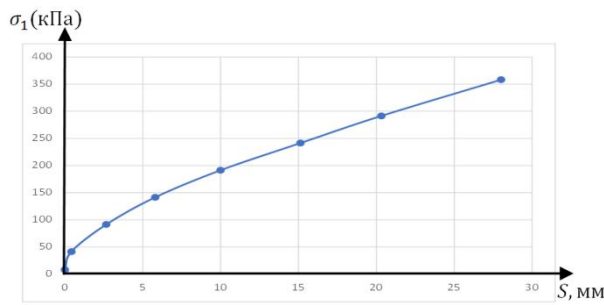


Рис. 5. Зависимость между осадками и средними давлениями под штампом

Применительно к проведенным испытаниям с песчаным прессиометром при давлении  $\sigma_1=160$  кПа,  $\varepsilon_1=1,6/13=0,12$ ,  $\xi=0,24$

$$E = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1} [1 - 2\xi\mu] = \frac{160 - [1 - 2 * 0,24 * 0,2]}{0,12} = 1216 \text{ кПа} = 1,206 \text{ МПа}.$$

Для сопоставления полученных результатов прессиометрических испытаний проведем традиционные штамповые испытания грунтов.

$$E = \frac{\Delta\sigma_1}{\Delta S_1} \omega d [1 - \mu^2] \tag{6}$$

Результаты штамповых испытаний представлены в табл. (№1) и (рис.5). Таким образом, при сопоставлении величин модулей деформации, полученной по выражению (5) и (6) имеем возможность определить коэффициент корреляции

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{1,55}{1,206} = 1,3 \tag{7}$$

Выражение (5) с учетом корректирующего корреляционного коэффициента (7) запишется так

$$E = k \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1} [1 - 2\xi\mu] \tag{8}$$

Таблица №1.

Диаметр и площадь штампа		Давление, Р кПа	Осадка, мм	E МПа
D, см	A, см <sup>2</sup>			
15,14	180	8,0	0,1	3,84
15,14	180	41,4	0,42	2,27
15,14	180	91,4	2,655	1,6
15,14	180	141,4	5,8	1,3
15,14	180	191,4	10	1,2
15,14	180	241,4	15,12	1,1
15,14	180	291,4	20,32	1,8
15,14	180	358,1	28	1,6
Среднее значение				1,84

**Выводы.**

1. Экспериментально получены графики зависимости между осевыми и боковыми деформациями песчаного грунта внутри скважины при его осесимметричном нагружении.

2. На основании проведенных экспериментов получено аналитическое выражение коэффициента бокового давления при отсутствии ограничений перемещений стенки скважины.

3. Доказано, что при помощи песчаного прессиометра конструкции ООО «ГЕОФУНДАМЕНТПРОЕКТ» можно, с достаточной для практических целей точностью, в полевых условиях определять величину модуля деформации грунтов.

**Reference:**

1. Ukhov S.B. Mechanics of soil, basis and foundations. Moscow, "Visshaya shkola", 2004.
2. Khasanov A.Z., Khasanov Z.A. Basis and foundations on forest landfills. Tashkent. "Ozbekiston", 2006. p.154.
3. Khasanov A.Z., Khasanov Z.A. Experimental and theoretical researches of durability and strength of soils. "Zarafshon" publishing house. Samarkand, 2015. P.126.