

*М.В. Марченко, к.т.н., доцент
Ю.Ф. Тугаенко, д.т.н., профессор*

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

ВЛИЯНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ДЕФОРМАЦИИ ПОПЕРЕЧНОГО РАСШИРЕНИЯ

Приведена методика определения коэффициента бокового давления по результатам полевых испытаний лессовой супеси с ненарушенной структурой и после уплотнения при коэффициенте водонасыщения более 0,8, и показана взаимосвязь его значений с деформациями поперечного расширения.

Ключевые слова: боковое давление, структурная прочность, поперечные деформации.

*М.В. Марченко, к.т.н., доцент
Ю.Ф. Тугаенко, д.т.н., профессор*

Одеська державна академія будівництва та архітектури

ВПЛИВ ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИСКУ НА ДЕФОРМАЦІЇ ПОПЕРЕЧНОГО РОЗШИРЕННЯ

Наведено методика визначення коефіцієнта бічного тиску за результатами польових випробувань лесового супіску з непорушеною структурою і після ущільнення при коефіцієнті водонасичення, більшому ніж 0,8, та показано взаємозв'язок його значень з деформациями поперечного розширення.

Ключові слова: бічний тиск, структурна міцність, поперечні деформації.

*M.V. Marchenko, Reader, Dr-Ing.
J.Ph. Tugayenko, Doctor of Science, Professor
Odessa State Academy of Building and Architecture*

EFFECT OF HORIZONTAL VERTICAL COMPONENT OF PRESSURE ON THE STRAIN LATERAL EXPANSION

The technique of determining the coefficient of lateral pressure on the results of field tests of the loess loam with undisturbed and after compaction at a rate of more than 0.8 water saturation and the relationship of its values from the deformation of lateral expansion.

Keywords: lateral pressure, structural strength, transverse deformation.

Введение. Известно, что при нагружении слабых грунтов вследствие бокового давления возникают деформации поперечного расширения. Величина бокового давления определяется в лабораторных условиях, но при расчете оснований по деформациям не учитывается.

Обзор последних источников исследований и публикаций. Действие бокового давления в 1920 г. экспериментально определил К. Терцаги. Позднее рядом советских исследователей количественно установлены значения бокового давления для песчаных, глинистых и лессовых грунтов [1 – 3]. Эти показатели приведены в учебниках по механике грунтов (Паталеев А.В., Герсеванов Н.М., 1948 г.; Цытович Н.М., 1973 г.; 1983 г.; Иванов П.Л., 1991 г.).

В действующих стандартах методика определения указанного параметра не приводится, а в нормативных документах по расчету деформаций в основаниях фундаментов его значение не учитывается.

Фактически при давлениях, превышающих предел пропорциональности, поперечное расширение оказывает существенное влияние на величину осадки.

Выделение не решенных ранее задач общей проблемы. В качестве основного при расчете осадок фундаментов принято допущение о грунтовой среде в виде линейно-деформируемого полупространства, которое не предполагает наличия поперечных деформаций, вызванных изменением формы сжимаемого при нагрузке грунтового объема. Для расчета осадок такого рода необходимы характеристики, определяющие сопротивление грунтов уплотнению: модуль уплотнения, структурная прочность, коэффициенты бокового давления и поперечного расширения [4].

Целью данной работы является изложение и анализ результатов определения бокового давления в полевых условиях.

Основной материал и результаты. Полевые работы проведены в верхней толще слабых водонасыщенных грунтов Одесского региона. Испытания выполнены с интервалом 0,5 м по мере проходки шурфа штампом площадью 0,03 м² с измерением послойных перемещений. Увеличение нагрузки на штамп принято по циклически возрастающей методике. Ее применение позволило разделить полную величину осадки на упругую и остаточную составляющие для штампа и каждой глубинной марки. В статье приведены и анализируются результаты шести испытаний: трех – в верхней части водонасыщенной супеси и трех – на «пятне» штампа площадью 1 м² после его испытаний ступенями до давления по подошве 0,4 МПа на участке, уплотненном тяжелой трамбовкой (рис. 1) [6].

Результаты исследований представлены на рисунках и в таблицах. Графики полных и остаточных значений осадки и глубины зоны деформаций от давления при близких величинах структурной прочности и разной плотности скелета грунта даны на рис. 2,а и 2,в. Пересечение их остаточных значений с осью давлений определяет величину структурной прочности, значение которой принимается средним.

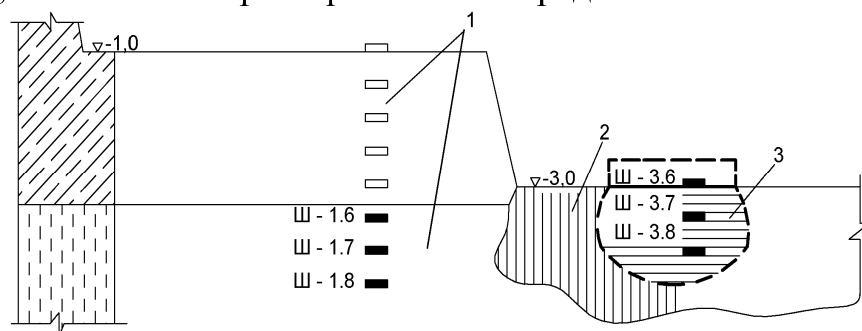


Рис. 1. Схема выполнения полевых испытаний опытных штампов:
1 – природный грунт; 2 – грунт, уплотненный тяжелой трамбовкой;
3 – то же, после статической нагрузки

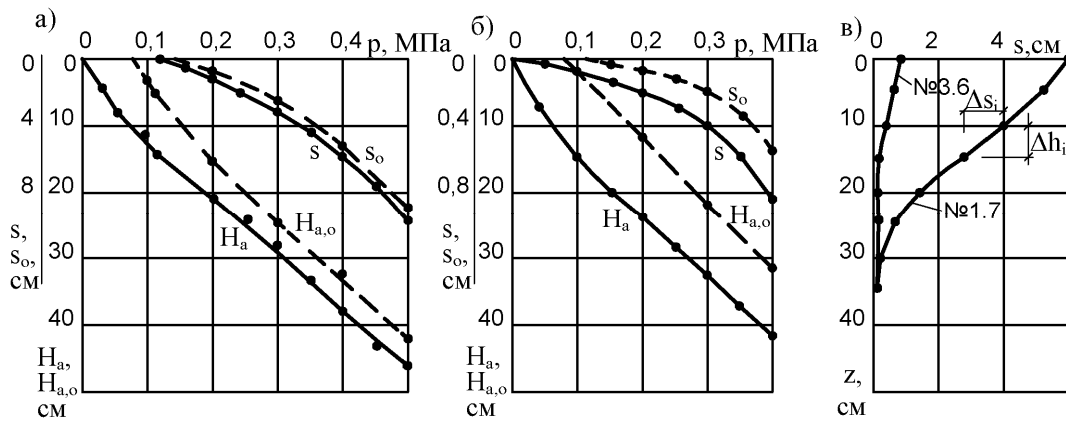


Рис. 2. Результаты испытаний грунтов:

а – зависимость осадки и глубины зоны полных и остаточных деформаций от давления в опыте 1.7; б – то же, в опыте 3.6; в – эпюры осадок при давлении 0,4 МПа по подошве штампа в опытах 1.7 и 3.6

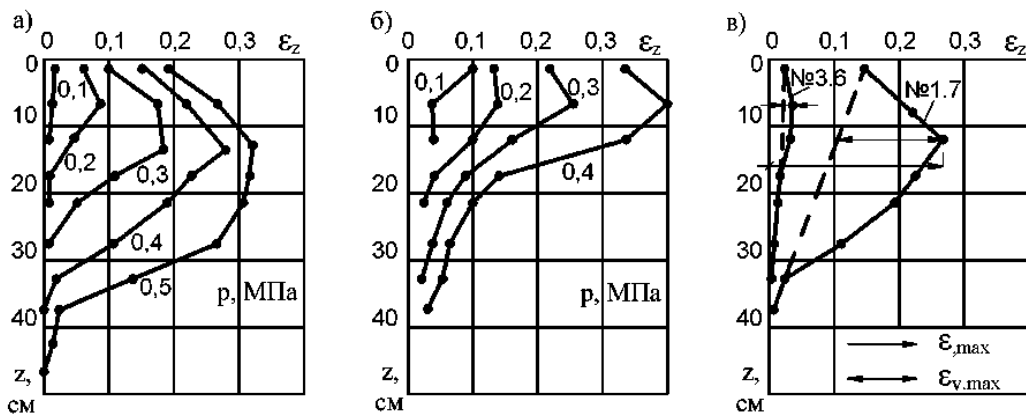


Рис. 3. Изменение эпюр относительных послойных деформаций по глубине с увеличением давления в опытах 1.7 (а) и 3.6 (б); в – то же, при давлении 0,4 МПа по подошве штампа в опытах 1.7 и 3.6

На рис. 2, в приведены эпюры полных осадок, для них определены величины относительных послойных деформаций для каждого интервала глубин из отношений $\epsilon_i = \Delta S_i / \Delta h_i$, графики изменения которых даны на рис. 3,а и 3,б. На рис. 3,в видно влияние плотности скелета грунта на величины и распределение по глубине относительных послойных деформаций.

Приняв допущение о линейности эпюры относительных послойных деформаций при уплотнении грунта по глубине, можно выделить ее часть, формирующую поперечное расширение (рис. 3,в – $\epsilon_{v,max}$) [6].

На рис. 4 приведены графики зависимости максимальных значений от давления по подошве штампа. Пересечение этих графиков с осью давлений определяет величину нагрузки p_q , при которой отсутствуют остаточные поперечные деформации, вызываемые боковым давлением q , вследствие сопротивления окружающего массива прочностью структурных связей. Следует отметить, что здесь нами условно принято равенство величины структурной прочности в вертикальном и горизонтальном направлениях.

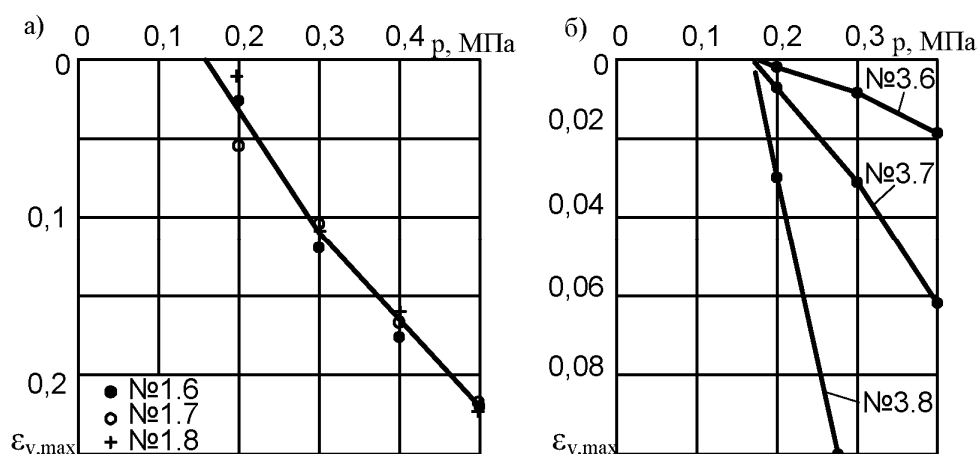
Для трех опытов на грунте природного сложения при близких значениях структурной прочности и плотности скелета полученные зависимости практически совпадают. Среднее значение p_q для них равно 0,165 МПа. Эти результаты приведены на рис. 4,а и в табл. 1.

Таблица 1. Результаты исследований параметров НДС грунта природной структуры

№№ опытов	ρ_d , г/см ³	$\rho_{d,com}$, г/см ³	p_{str} , МПа	$\varepsilon_{v,max}$ при p , МПа				p_q , МПа, при ε_{max}		ξ при ε_{max}	
				0,2	0,3	0,4	0,5	ε_v	$\varepsilon_{v,o}$	ε_v	$\varepsilon_{v,o}$
1.6	1,4	1,71	0,1	0,03	0,12	0,18	0,22	0,18	0,17	0,56	0,59
1.7	1,41	1,70	0,09	0,06	0,11	0,177	0,22	0,15	0,14	0,47	0,50
1.8	1,39	1,70	0,08	0,01	0,115	0,16	0,225	0,18	0,17	0,50	0,53

Таблица 2. Результаты исследований параметров НДС в грунтах, уплотненных тяжелой трамбовкой под «пятном» опытного фундамента

№№ опытов	ρ_d , г/см ³	$\rho_{d,com}$, г/см ³	p_{str} , МПа	$\varepsilon_{v,max}$ при p , МПа			p_q , МПа, при ε_{max}		ξ при ε_{max}	
				0,2	0,3	0,4	ε_v	$\varepsilon_{v,o}$	ε_v	$\varepsilon_{v,o}$
3.6	1,65	1,67	0,093	0,003	0,009	0,018	0,16	0,15	0,58	0,61
3.7	1,52	1,58	0,077	0,008	0,03	0,064	0,16	0,15	0,48	0,51
3.8	1,45	1,50	0,073	0,03	0,12	–	0,165	0,15	0,44	0,46



*Рис. 4. Зависимости максимальных значений относительных деформаций от давления:
а – по результатам серии опытов на грунтах природной структуры (1.6 – 1.8);
б – на искусственно уплотненном грунте (3.6 – 3.8)*

Исследования, выполненные на грунте после динамического и статического воздействия, приведены на рис. 4,б и в табл. 2. Данные свидетельствуют, что с повышением плотности значения относительных деформаций снижаются. Пересечения полученных зависимостей с осью давлений определяют значение вертикального давления, при котором его горизонтальная составляющая уравнивается структурной прочностью окружающего массива грунта.

Коэффициентом бокового давления является отношение бокового давления q и соответствующего давления по подошве штампа p_q , тогда с учетом отсутствия деформаций поперечного расширения при $q=p_{str}$ коэффициент поперечного расширения может быть принят по соотношению

$$\xi = p_{str} / p_q, \quad (1)$$

где p_{str} определяется по графикам зависимости остаточных значений осадки и глубины зоны деформации от давления (рис. 2,а и 2,б); p_q определяется по графикам зависимости послойных относительных деформаций по глубине от давления.

Выводы:

1. Коэффициент бокового давления в полевых условиях следует определять при НДС грунтов, при котором отсутствуют деформации поперечного расширения.

2. Плотность скелета в лессовых грунтах не оказывает влияния на величину коэффициента бокового давления, окружающего сжимаемый объем.

3. Допущение изотропности структурной прочности грунтового массива для данных грунтов требует экспериментального обоснования.

Литература

1. Герсеванов Н.М., Польшин Д.Е. Теоретические основы механики грунтов и их практические применения. – М.: Стройиздат, 1948. – 248 с.

2. Григорян А.А. О боковом давлении в лессовых грунтах / А.А. Григорян // Основания фундаменты и механика грунтов. – 1960. – № 4. – С. 20 – 21.

3. Паталеев А.В., Боженков С.Я. Механика грунтов, основания и фундаменты. Ч 1. /А.В. Паталеев, С.Я. Боженков. – М.: Трансжелдориздат, 1943. – 470 с.

4. Тугаенко Ю.Ф. Трансформация напряженно-деформируемого состояния грунтов основания и ее учет при проектировании фундаментов / Ю.Ф. Тугаенко. – Одесса: Астропринт, 2011. – 120 с.

5. Тугаенко Ю.Ф. Методика определения параметров деформаций глинистых грунтов / Ю.Ф. Тугаенко, М.В. Марченко // Инженерная геология. – АН СССР. – 1984. – № 1. – С. 86 – 94.

6. Тугаенко Ю.Ф. Некоторые особенности развития деформаций в основаниях опытных фундаментов / Ю.Ф. Тугаенко, М.В. Марченко // Инженерная геология. – АН СССР. – 1988. – № 3. – С. 46 – 54.

Надійшла до редакції 20.09.2013
© М.В. Марченко, Ю.Ф. Тугаенко