



ПОКЛОНСЬКИЙ СЕРГЕЙ ВИКТОРОВИЧ

Аспирант, ГП «Научно-исследовательский институт строительных конструкций».

Основные направления научной деятельности: изучение влияния методики испытаний на характеристики сжимаемости грунтов/

Автор 7 научных работ.

E-mail: poklonsky@ukr.net

УДК 624.131

ОЦЕНКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ГРУНТА ПРИ ПОМОЩИ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Ключевые слова: модуль деформации, компрессия, штамповые испытания грунта.

На сьогоднішній день, відповідальність при отриманні вихідних даних, які характеризують міцність і деформативність ґрунтів основи збільшується. Модуль деформації E є одним з параметрів деформативності. Існують різні методи визначення E . Ці методи мають ряд недоліків. У одометричних випробуваннях ґрунтів використовується кільце невеликого розміру. Це викликає цілий ряд факторів, які впливають на результати випробувань. Число цих факторів досягає тридцяти відповідно з професором А.К. Ларіоновим. Найбільший вплив на формування деформацій в зразку мають зони пластичної деформації на контакті з верхнім і нижнім штампамі приладу. За нашими даними ці зони у верхній і нижній частині зразка мають обмежений розподіл - 2 ... 3 мм.

На сегодняшний день, ответственность при получении исходных данных, которые характеризуют их прочность и деформативность для грунтов оснований увеличивается. Модуль деформации E является одним из параметров деформативности. Существуют различные методы определения E . Эти методы имеют свои недостатки. В одометрических испытаниях грунтов используется кольцо небольшого размера. Это вызывает целый ряд факторов, влияющих на результаты испытаний. Число этих факторов достигает тридцати в соответствии с профессором А.К. Ларионов. Наибольшее влияние на формирование деформаций в образце имеют зоны пластической деформации на контакте с верхним и нижним штампами прибора. По нашим данным эти зоны в верхней и нижней части образца имеют ограниченное распределение - 2 ... 3 мм.

For today, the obtaining responsibility of baseline data for the soil base increases, which characterizes their strength and deformability. Deformation modulus E is one of the deformability parameters. There are various methods of determining E . This method has several disadvantages. In oedometer soil test a ring of small size is used. It causes a number of factors affecting the test results. The number of these factors reaches thirty according to Professor A.K. Larionov. The greatest influence on the formation of deformations in the sample have zones of plastic deformation at the contact with the upper and lower stamps of the device. According to our data these zones at the top and bottom of the sample have limited distribution - 2 ... 3 mm.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день, нагрузка от зданий и сооружений на основания значительно увеличивается. Это увеличивает ответственность получения исходных данных для грунтов основания, которые характеризуют их прочность и деформативность. Модуль деформации E является одним из параметров деформативности. Существуют различные методы определения E . В Украине модуль деформации грунта в большинстве случаев определяется на основе компрессионных испытаний грунтов в лаборатории из-за их относительной простоты и доступности [3].

Тем не менее, этот метод имеет ряд недостатков. В компрессионных испытаниях грунтов используется кольцо

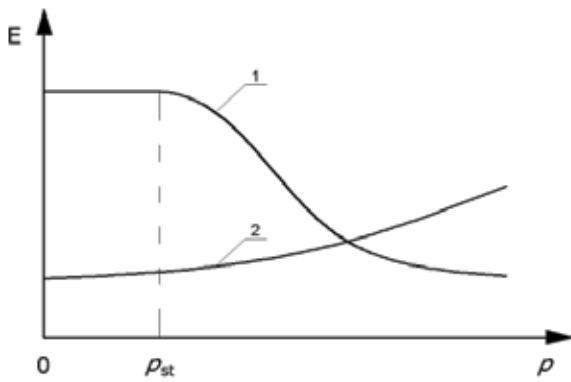


Рис 1. Обобщенная сравнительная оценка модуля деформации штамповых (1) и компрессионных (2) испытаний.

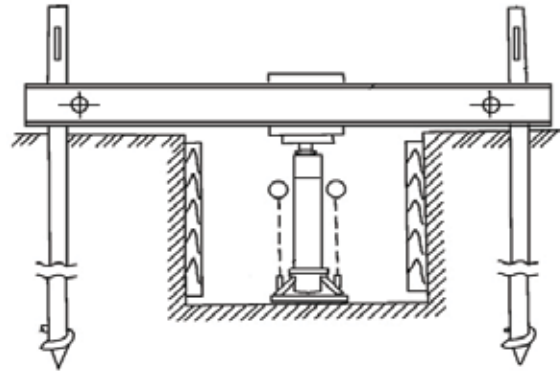


Рис 2. Схема испытания грунта нагружением штампа статической нагрузкой.

небольшого размера. Это вызывает ряд факторов, влияющих на результаты теста. Число этих факторов достигает тридцати по утверждению профессора А.К. Ларионова [1]. Как показывают специальные исследования наибольшее влияние на формирование деформаций в образце оказывают зоны пластических деформаций на контакте с верхним и нижним штампами устройства. Эти деформации сопровождаются образованием смятой структуры и переходной (буферной) зоны, а также обеспечивают более плавную передачу давления на образец грунта. По нашим данным эти зоны в верхней и нижней части образца имеют ограниченное распространение - 2 ... 3 мм.

Можно утверждать, что различие в значениях E , наблюдаемых в ходе сравнения одометрического и других методов, вызваны этими факторами. Как показывают многочисленные испытания наибольшая разница наблюдается в результатах штамповых и одометрических испытаний. Эта разница в зависимости от типа и состояния грунта может составлять 2 ... 10 раз.

Это подтверждается испытаниями аллювиальных песков на экспериментальной площадке. Полученная разница в деформационных модулях песков при компрессионных и штамповых испытаниях составила 1,7...2,3 раза.

Сравнение зависимости величин E_{PLT} и $E_{од}$ от давления для большинства видов грунтов показывает (рис 1), что при компрессионных испытаниях наибольшую неопределенность составляет определение диапазона нагрузок, хотя теоретически его обоснование сложное. Очень часто на практике, как характеристические значения рассматривались величины модулей деформации, определенных по компрессионной кривой в диапазоне давления 0,1 ... 0,2 МПа, при этом имелось в виду, что с изменением глубин залегания грунтов и давления по подошве фундаментов диапазон нагрузок для определения E должен уточняться.

Очевидно, что компрессионные испытания не учитывают возможности развития пластических деформаций в реальной основе, а потому без учета несущей способности увеличения давления p могут даже приводить к завышенным значениям E по сравнению с натурой.

С другой стороны, как известно, история загрузки основы может вызвать соответствующие изменения в деформациях, которые не могут определяться однозначно без учета характера нарастания давления по подошве фундаментов. Поэтому важное значение имеет учет необходимости изменения стандартной методики испытаний

образцов грунта в одометре. Эта методика должна согласовываться с характером загрузки основания в реальных условиях.

1. ШТАМПОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ.

Испытания статической нагрузкой на круглый штамп I типа площадью 5000 см выполнены согласно норм Украины по центральной оси котлованов с шагом 10 м поверхности дна котлованов в 24 точках на двух участках, для получения модуля деформации насыпных грунтов. Вычисление модуля деформации грунта по результатам штамповых испытаний ступенями нагрузки от 50 до 300-350 кПа.

По данным штамповых испытаний построены графики зависимости осадки штампа от давления $S=f(p)$, на графике по усредняющей прямой вычислены значения Δp и ΔS .

Модуль деформации грунта E , МПа, вычислены для линейного участка графика по формуле: $E=(1-\nu^2)*Kp*KI*D*\Delta p/\Delta S$. Схема испытания грунта нагружением штампа статической нагрузкой показана на рис 2.

Типичные графики зависимости деформации от нагрузки приведены на рис 3.

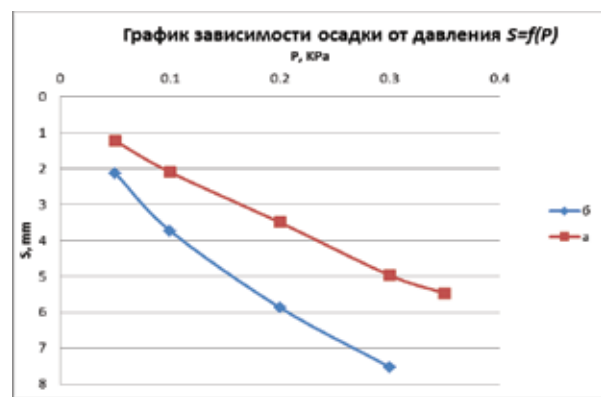


Рис 3. Характерные кривые штамповых испытаний грунта.

2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ.

Для выполнения лабораторных работ был выполнен отбор валовых проб грунта в точках штамповых испытаний.

Компрессионные испытания (определение компрессионного модуля деформации) выполнены на образцах нарушенной структуры с заданной (определенной в поле-

вых условиях) плотностью и влажностью в одометрах при нагрузках до 0,4 МПа при естественной влажности (6 определений). Определение сдвиговых характеристик прочности (угол внутреннего трения и сцепления) также выполнялись. Результаты одометрических испытаний и испытаний грунта на сдвиг представлены в таблице 1. Характерные кривые сжатия показаны на рис. 4

Таблица 1. Результаты компрессионных и сдвиговых испытаний грунтов.

Номер штампа	Глубина отбора проб грунта, м	Наименование грунта	Характеристики одноплоскостного сдвига						Механические характеристики		
			Нормальное давление.			Сопротивление сдвигу, МПа			φ ₀	с, МПа	E, МПа
			Номер			Номер					
1	2	3	1	2	3						
53	0,2 -0,3	песок пылеватый	0,1	0,3	0,5	0,055	0,158	0,246	26	0,010	20,9
54	0,2 -0,3	песок мелкий	0,1	0,3	0,5	0,052	0,176	0,271	29	0,002	11,95
57	0,2 -0,3	песок пылеватый	0,1	0,3	0,5	0,056	0,152	0,248	26	0,008	21,6
58	0,2 -0,3	песок мелкий	0,1	0,3	0,5	0,053	0,167	0,262	28	0,004	22,25
61	0,2 -0,3	песок мелкий	0,1	0,3	0,5	0,052	0,171	0,265	28	0,003	18,1
64	0,2 -0,3	песок пылеватый	0,1	0,3	0,5	0,060	0,152	0,249	25	0,012	17,0
Средние значения						0,055	0,163	0,257	27	0,007	18,6

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ.

Средние значения плотности скелета насыпных грунтов составляют: $p_d = 1,79 \text{ г/см}^3$ (уч. I), $p_d = 1,78 \text{ г/см}^3$ (уч. II).

Средние значения модуля деформации насыпных грунтов, определенные при штамповых испытаниях составляют: $E=31,0 \text{ МПа}$ (уч. I), $E=28,0 \text{ МПа}$ (уч. II), компрессионного модуля деформации насыпных грунтов уч. I - 18,6 МПа. Коэффициент корреляции $m_k = 1,6$.

ВЫВОДЫ

1. Средние значения модуля деформации насыпных грунтов, определенные при штамповых испыта-

ниях составляют $E_{PLT} = 29,5 \text{ МПа}$, компрессионных $E_{oed} = 18,6 \text{ МПа}$.

2. Деформация образца грунта является неравномерной по высоте образца;
3. Деформация смятия значительно влияет на величину модуля деформации;
4. Коэффициенты корреляции m_k
5. установлены в Украине как общие средние значения для глин, суглинков и супесей, не учитывают структурную прочность и зависят от вида, плотности и состояния грунта;
6. Зона смятия имеет место и при испытании грунтов нагрузкой плиты, она соразмерна с зоной смятия в одометре. При расчете осадки испытуемого фундамента смятием грунта у его подошвы можно пренебречь, но в случае компрессионных испытаний из-за малых размеров образца, деформации зоны смятия существенно занижают величину модуля деформации, завышают осадку здания и как следствие удорожают строительство.
7. В Еврокоде 7 [2] чтобы избежать неточности определения модуля деформации принято дифференцированное его определение, а при одометрических испытаниях часто используют с некоторым приближением ветвь разгрузки компрессионной кривой.

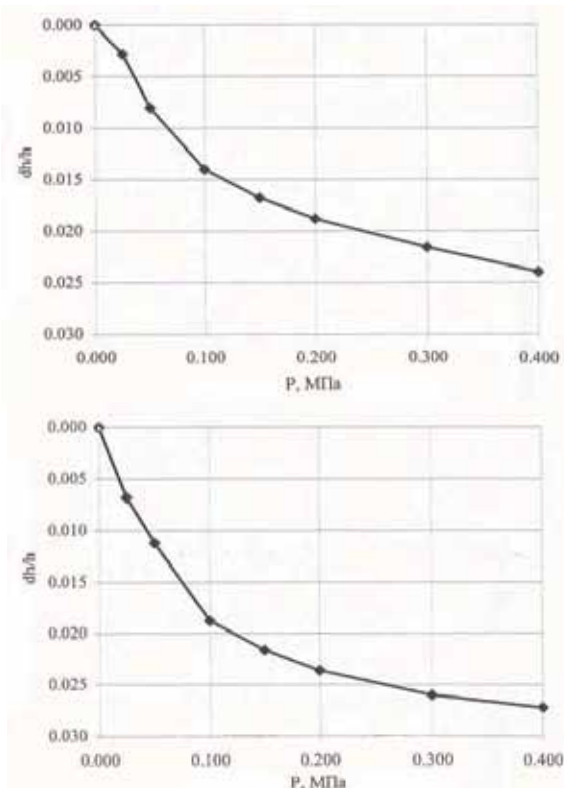


Рис 4. Характерные компрессионные кривые на уч. I – а, уч. II – б.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ларионов А.К., Кислова Л.В. К вопросу об изучении ошибок при компрессионных испытаниях грунтов на сжатие. Строительство сооружений на лессовых породах. Воронеж: ВИСИ. 1963.
2. Eurocode 7 EN 1997-2:2007: (E) : - Geotechnical design - Part 2: Ground investigation and testing - (together with United Kingdom National Application Document), 1997.-196 s.
3. Foundation analysis and design / Joseph E. Bowles. - 1996.-624 s. buildings on expansive soils.