



ПОКЛОНСКИЙ СЕРГЕЙ ВИКТОРОВИЧ

Инженер лаборатории "Исследования строительных свойств грунтов и напряженно-деформированного состояния оснований и фундаментов" Государственное предприятие "Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций"

Автор нескольких научных работ

E-mail: poklonsky@ndibk.gov.ua

УДК 627.21.001.63

О НЕОБХОДИМОСТИ УТОЧНЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ

Ключевые слова: нормальное давление, изотропная дискретная среда, близкорасположенные стенки, стенки произвольной кривизны.

Одним из важнейших показателей для грунтов является модуль деформации. За последние годы в Украине при оценке сжимаемости грунтов чаще обращаются к испытаниям в одометрах. Однако эталонной величиной модуля деформации грунта считалось его определение по результатам испытания грунта статической нагрузкой с помощью штампов площадью не менее $0,5 \text{ м}^2$. Размер модуля деформации по результатам одометрических испытаний E_{oed} существенно ниже величины полученной при испытаниях штампов E_{PLT} .

Анализ показал, что на результаты может влиять более 20 факторов, но решающее влияние на определение E_{oed} имеют два типа факторов: смятия образца под штампами одометра, влияние истории загрузки и времени испытаниям.

Итак реальное значение E_{oed} может быть получено при прямом замере деформаций образцов грунта в зоне, где отсутствует влияние пластических деформаций смятия и при правильном подборе критериев стабилизации деформации, которые будут зависеть и от глубины отбора образцов грунта.

Одним з найважливіших показників для ґрунтів є модуль деформації. За останні роки в Україні при оцінці стискальності ґрунтів частіше звертаються до випробувань в одометрах. Однак еталонною величиною модуля деформації ґрунту вважалося його визначення за результатами випробування ґрунту статичним навантаженням за допомогою штампів площею не менше ніж $0,5 \text{ м}^2$. Розмір модуля деформації за результатами одометричних випробувань E_{oed} суттєво нижче величини отриманих при випробуваннях штампів EPLT.

Аналіз показав, що на результати може впливати більш ніж 20 факторів, але вирішальний вплив на визначення E_{oed} мають два типи факторів: зминання зразка під штампками одометра, вплив історії навантаження й часу випробування.

Отже реальне значення E_{oed} може бути отримане при прямому вимірі деформацій зразків ґрунту в зоні, де відсутній вплив пластичних деформацій зминання й при правильному підборі критеріїв стабілізації деформації, які будуть залежати й від глибини відбору.

One of the major indicators for priming coats is the deformation module. During the last years in Ukraine at an estimation of contractibility of priming coats address to trials in oedometer is more often. However its definition by results of trial of soil by a static load by means of stamps as the area not less than $0,5 \text{ m}^2$ was considered as reference size of the module of deformation of a ground. A deformation Modular dimension by results oedometers trials E_{oed} it is essential below size received at trials of stamps EPLT.

The analysis has shown that results can influence more than 20 factors, but two types of factors have solving influence on definition E_{oed} : смятия the sample under stamps oedometer crumpling of soil, influence of history of loading and time to trials.

So real value E_{oed} can be received at straight gauging of deformations of soil samples in a working area where there is no influence of plastic deformations crumpling of soil and at correct selection of criteria of stabilisation of deformation which will depend and on depth of sampling of a ground.

1. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы все большее значение при исследовании ответственных сооружений имеют расчеты деформаций оснований. В связи с этим получила развитие расчетная модель нелинейно-деформированного основания, переход к которой осуществляется от модели линейно деформированного основания путем введения переменных деформативных характеристик грунта: модуля деформации или коэффициента постели.

Основным методом определения модуля деформации на сегодняшний день в Украине остается одометрический метод испытания образца грунта, благодаря своей простоте и относительной дешевизне. Однако известно, что модули деформации полученные при штамповых испытаниях и при лабораторных испытаниях значительно отличаются (одометрический модуль меньше в 1,5...10 раз по данным испытаний штампом площадью $0,5 \text{ м}^2$). Причина возникновения такой разницы, например, в использовании в лабораторных условиях образца малого размера, возможны нарушения структуры образца. Так ученые системной оценкой

определили возможность влияния на результаты одометрических испытаний около 30 факторов. Среди которых есть как эпизодические, так и постоянные. Наибольшее влияние на точность определения модуля деформации имеют такие постоянные факторы как силы трения образца грунта о стенки кольца и смятие на контакте со штампами одометра.

2. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Как показали исследования Гольдштейна, Корниенко и Галкина силы трения могут уменьшать вертикальную нагрузку, передаваемую на образец до 10...20%, в зависимости от влажности, вида грунта и условий испытания.

Исследования показали, что силы трения в процессе испытания в одометре изменяются по криволинейной зависимости, близкой к прямолинейной и достигают 0,1...0,2 вертикального давления в суммарном исчислении. Их величина может определяться качеством подготовки внутренней поверхности колец к испытанию. В большей степени силы трения проявляются на начальных этапах загрузки 0,025...0,1 МПа. В дальнейшем с ростом давления на грунт по поверхности кольца преодолеваются и происходит «проскальзывание». Образец грунта находится в условиях трехосного напряженного состояния. Изменение горизонтальной составляющей напряжения изменяет внутреннее давление на стенки кольца, что в свою очередь влияет на силы трения. Как показала визуальная оценка образцов, глинистый грунт в твердом и полутвердом состоянии в образце формируется не только неоднородное поле напряжений, но и дополнительные плоскости скольжения, определяемые соотношением вертикальных и горизонтальных деформаций образца. Эти изменения обусловлены анизотропией величины структурной прочности грунта по вертикали и горизонтали.

Потери на трение при одометрическом сжатии составляют до 10...20% и зависят от разновидности грунта и его состояния. Однако следует отметить, что влияние сил трения позволяет только частично устранить компрессионные погрешности [2].

На характер деформаций также влияет время испытания образца грунта, которое по нормативным требованиям Украины фиксируется обычно по величине условной стабилизации деформации и можно ожидать что при проведении долгосрочных испытаний, по предварительным оценкам, такой прирост может составлять 15...25%.

Недостаточный учет отдельно пластических (очевидно, что компрессионные испытания не учитывают возможности развития пластических деформаций в реальном основании, а потому без учета несущей способности увеличение давления p может даже приводить к завышенным значениям E , по сравнению с натурой) и упругих деформаций образцов, не дает возможность повысить объективность оценки модуля деформации в диапазонах давления до и после величины структурной прочности грунта p_{sr} .

Однако как показали специальные исследования – наибольшее влияние на формирование деформаций в образце имеют зоны развития пластических деформаций в образце на контакте с верхним и нижним штампами в приборе. Эти деформации сопровождаются смятием структуры и образуются переходной (буферной) зоны, обеспечивающей плавную передачу давления на образец грунта. Эти зоны в верхней и нижней части образца имеют ограниченное распространение – до 2...3 мм.

Влияние смятия образцов грунта на оценку уровня их деформации ранее для лессов исследовал Корниенко Н.В. и др. [1, 2] с использованием лазерной установки. Эти опыты подтвердили, что основное влияние на «увеличен-

ные» деформации имеет смятие образца грунта на контакте со штампами одометра. Также при этом было подчеркнuto, что остается влияние на результаты испытаний сил трения образца грунта по стенкам компрессионного кольца.

Проведенные испытания показали, что зона смятия проявляется под нагрузкой крайне неравномерно. Максимальное влияние смятия на величину деформации для лесса происходит при нагрузках в 0,10 - 0,15 МПа.

При этом было установлено, что влияние смятия проявляется в большей мере для водонасыщенного грунта (относительные деформации увеличиваются на 0,01 – 0,03), чем для грунта естественной влажности, для которых они ниже на 0,01.

В то же время, деформации образца в средней части начинают проявляться только после достижения структурной прочности.

«Схема развития смятия грунта на разных ступенях давления, составленная по данным 18 голографических опытов, представлена на рис. 1.

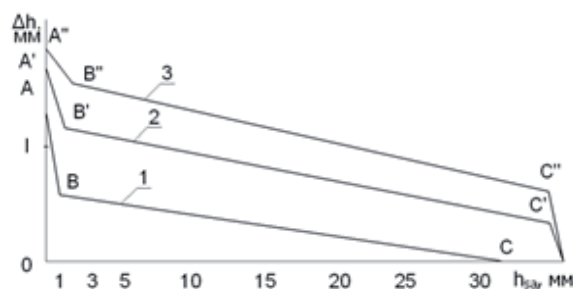


Рис. 1. Схема роста вертикальных деформаций образца грунта при нагрузках: 1 – 0,05 МПа; 2 – 0,15 МПа; 3 – 0,30 МПа

Исследования показали, что сжатие грунта главным образом зависит от влажности и давления. Эти же факторы играют решающую роль для развития смятия. Отрезки АВ, А'В'; А''В'', на рис. 1, характеризуют смятие и развитие его по высоте образца на начальных ступенях давлений. Видно, что сжатие, за счет смятия в данном случае, носит "провальный" характер, а перепад точек А и В тем больший, чем выше влажность испытываемого грунта и уровень давления, что можно объяснить влиянием следующих факторов:

- а) соприкасающиеся материалы имеют разные модули деформации, так модуль деформации металла штампа на несколько порядков выше модуля деформации грунта;
- б) нарушением структуры грунта при зачистке;
- в) концентрацией напряжений на неровностях поверхности испытываемого образца.

На последующих ступенях давлений сжатие грунта под штампом, отрезки ВС, В'С', В''С'', носят прямо пропорциональный характер. На границе с нижним штампом смятие начинает проявляться при давлении на образец как правило выше 0,10 - 0,15 МПа, в зависимости от влажности, а процесс его развития, в отличие от верхнего, носит плавный характер и увеличивается с ростом давления, достигая до 60...80 % от смятия в верхней части образца.

Анализ процесса сжатия грунтов различной влажности на ступенях давлений 0 – 0,3 МПа позволил выявить закономерности развития смятия и его величины в зависимости от σ и S_r . Видно, что относительная деформация смятия зависит от давления и влажности и изменяется по абсолютной величине.

Все это необходимо учитывать в практических расчетах

значений деформационных характеристик всех разновидностей грунтов.

Комплексные исследования влияния основных факторов "компрессионной погрешности" на характеристики деформации показали, что эффекты смятия и трения носят взаимоисключающий характер, но при этом влияние смятия в несколько раз больше. Напряженно-деформированное состояние грунта и взаимное влияние эффектов трения и смятия при компрессионном сжатии носят сложный характер. Их отдельный учет вести нецелесообразно. Поэтому "компрессионная погрешность" может быть учтена при расчете показателей деформации просадочности обобщающими корректирующими коэффициентами.

Таким образом, деформации образца, связанные со смятием грунта на границе со штампами занижают модель деформации, что в свою очередь приводит к завышению осадок рассчитываемых по теоретическим формулам.

Для подтверждения приведенных данных в лаборатории ГП НИИСК проведен ряд испытаний на стандартном компрессионном приборе английской фирмы Wykeham Farranсе использующий кольцо стандартного размера с видоизмененным штампом, позволяющим замерять деформации смятия непосредственно в образце грунта под верхним штампом прибора (рис.2). Испытуемый грунт – киевская глина образцы которой отобраны с глубины 17м с такими характеристиками: природная влажность $W = 29,6$, плотность $\rho = 1,90 \text{ г/см}^3$, плотность скелета $\rho_d = 1,47 \text{ г/см}^3$, плотность частиц $\rho_s = 2,70 \text{ г/см}^3$, коэффициент пористости $e = 0,837$, степень влажности $S_r = 0,96$, влажность на границе текучести $W_L = 45$, влажность на границе пластичности $W_p = 28$, число пластичности $I_p = 17$, показатель текучести $I_L = 0,09$.

На схеме образца грунта (рис.3) показаны деформации сжатия грунта в зонах: S – для полной высоты образца (стандартное испытание); $S_{c,1}$ и $S_{c,2}$ в зоне смятия у верхнего и нижнего штампов; S' – деформацию образца в его средней части, неподверженной смятию.

В серии испытаний образцов этой глины с использованием марок модули деформации получены в диапазоне давления $0,25 \dots 0,5 \text{ МПа}$ (давление от собственного веса грунта



Рис. 2. Кольцо одометра со специальным штампом, для использования дополнительных (винтовых) марок.

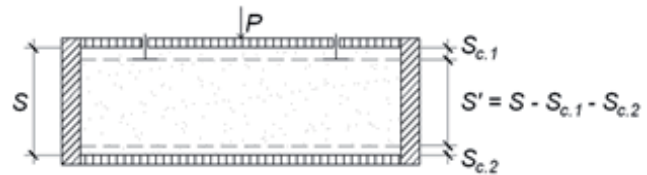


Рис. 3. Компрессионное кольцо с приведенными зонами смятия у штампов одометра.

на уровне отбора образцов $\sigma_{zg} = 0,25 \text{ МПа}$). Замеры были выполнены только под верхним штампом, а деформации в зоне смятия у нижнего штампа прогнозировались с учетом сил трения о стенки кольца одометра и принимались равными: $S_{c,2} = 0,8S_{c,1}$. По результатам испытаний были получены такие модули деформации: стандартный, для полной высоты образца $E_{oed} = 5 \dots 7 \text{ МПа}$, фактически замеренный, для средней части образца $E_p = 18,7 \dots 36,3 \text{ МПа}$, и модуль в зоне смятия $E_{col} = 0,6 \dots 0,7 \text{ МПа}$. В тоже время дополнительно определялись модули деформации: упругий (по характеристике ветви разгрузки) $E_{up} = 32,0 \dots 36,3 \text{ МПа}$, и модуль расчетный (применимо в Украине с корректирующим коэффициентом) $E_{cor} = 28,9 \text{ МПа}$.

Наиболее характерная кривая одометрических испытаний приведена на рис.4.

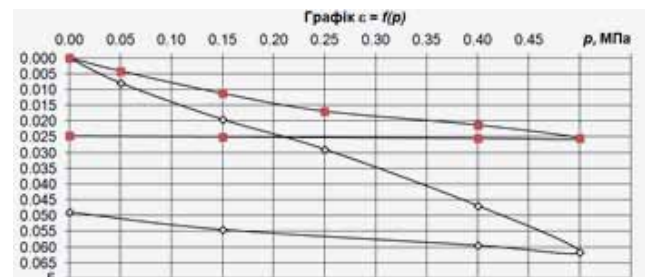


Рис. 4. Характерные компрессионные кривые марки (а) и штампа (б).

ВЫВОДЫ:

1. E_{cl} зависит от плотности и количества циклов загрузки и используется в расчетах на динамическое действие.
2. Деформация образца грунта является неравномерной по высоте образца.
3. Деформация смятия значительно влияет на величину модуля деформации.
4. Коэффициенты корреляции m_k установлены как общие гарантированные значения для глин, суглинков и супесей, не учитывают структурную прочность и зависят от вида, плотности и состояния грунта.
5. Приведенная методика позволяет замерить деформации зоны смятия с помощью стандартного одометра.
6. Зона смятия имеет место и при испытании грунтов нагрузкой плиты, она соразмерна с зоной смятия в одометре. При расчете осадки испытываемого 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 это приводит к удорожанию строительства.

7. В Еврокоде 7 [3] чтобы избежать неточности опреде-

ления модуля деформации принято дифференцированное его определение, а при одометрических испытаниях часто используют с некоторым приближением ветвь разгрузки компрессионной кривой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основания и фундаменты. Выпуск 13. – Киев: Будівельник. 1980.-112 с.
2. Основания и фундаменты. Выпуск 22. – Киев: Будівельник. 1989.-112 с.
3. 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.

ABSTRACT

Slyusarenko Y.I., Chervinskiy Y.Ya., Karpenko Y., Dvornik S., Malikov S.V., Rozenvasser G.R., Lavshuk I. Modern methods of geotechnical defense of buildings in the difficult engineer-geological conditions of Ukraine //The world of geotechnik.- 2014.- №1.- P.8-11.

Ukraine is characterised by the big variety of the geological conditions complicating building and an upkeep of buildings and constructions. Among them – structurally unstable просадочные priming coats (60 % of territory of the country occupying more), earned additionally territories and karsts, оползневые slopes, seismic countries. The most widespread types of difficult engineering-geological conditions are просадочные priming coats and territories earned additionally as a result of coal output. In building the new methods directed on protection and a normal upkeep of buildings constantly develop. In article examples of geotechnical protection for new and historical buildings in difficult engineering-geological conditions of various types are resulted.

Kirichek Y.A. Combined massive and plate foundations under machines with dynamic loadings //The world of geotechnik.- 2014.- №1.- P.12-16.

A new type of foundation under machines with dynamic loading is presented. The combined massive and plate foundation consist of deepened rigid solid mass and attached thin horizontal plates. Finite element analysis of the combined massive and plate foundation under machines with periodic loading is conducted. The analytical method of dynamic analysis of combined massive plate foundations under impact, rotating and reciprocal machines under dynamic loadings is applied. Experimental investigation of the combined massive and plate foundation interaction with a soil base was performed on large-scale models in the open ground. It was shown that the combined massive and plate foundations are much more efficient compared to conventional block-type foundations under dynamic machines, such as turbo-pumps, compressors, fans, centrifuges, etc.

Boyko I.P., Sakharov O.S., Sakharov V.O. Interaction between high-rise constructions under seismic loads while taking into account the viscoplasticity of the soil base // The world of geotechnik.- 2014.- №1.- P.17-21.

This article presents an analysis of the dynamic behavior of the 3D “soil base – foundation – above-ground construction” system that was conducted via the automotive system of scientific research (ASSR) “VESNA”. In particular, the presented results show the effect of the use of elastic, visco-elastic and elastic-viscoplastic models on the behavior of the building under seismic loads while taking into account a seismic isolation system. Taking into consideration the non-linearity of the soil’s physical properties allowed the model to estimate the actual spatial position of the engineering structures after seismic action. The model demonstrated that the greatest forces within the piles appeared below the pile heads.

Luchkovskiy I.Ya., Plashchev S.A., Taranov V.G., Aleksandrovych V.A., Kornienko N.V., Areshkovich O.A. Structure-soil massif system behavior features via static & dynamic stress //The world of geotechnik.- 2014.- №1.- P.22-24.

Influence of critical time of a weighting on designs which is established

contact to a ground proceeding depending on rheological properties of concrete and a ground. Depth of immersion of the bases is considered at dynamic loadings. It is offered to use the hereditary theory of creep for forecasting of depth of immersion at dynamic loadings. Close convergence of the experimental and theoretical data received by means of the hereditary theory of creep is defined.

Zotsenko M.L., Doubrovsky M.P., Syedin V.L, Poizner M.B. etc. Innovative solutions in coastal and geotechnical engineering for complex soil conditions of Ukraine //The world of geotechnik.- 2014.- №1.- P.25-29.

This paper contains the research findings of reinforced soil cement properties manufactured by drilling mixing method. Application of soil cement for solution of specific geotechnical problems is considered herein in terms of specific examples In the field of coastal geotechnical engineering the hybrid coastal hydraulic engineering structures and sheet pilings using reinforced concrete semi-shells have been developed. Full-scale physical simulation of pressing-in and removal of steel piles is carried out using a modular coordination pile-pressing system.

Aniskin A.A. Pressure of loose isotropic environments on near walls of any skewness. Flat spherical the problem //The world of geotechnik.- 2014.- №1.- P.30-32.

In this paper normal pressure on nearby positioned walls of arbitrary curvature for symmetric plane problem are determined. Further, the effect of the wall form influence, its convexity or concavity, on the normal pressure on wall is assessed. In the case of the wall of an arbitrary curvature, there is a problem of determining of the coefficient of lateral pressure at each point of side wall, thus a function of the coefficient of lateral pressure for isotropic granular medium is adapted for this purpose..

Poklonskiy S.V. About necessity of specification of definition of deformation characteristics of priming coats //The world of geotechnik.- 2014.- №1.- P.33-35.

One of the major indicators for priming coats is the deformation module. During the last years in Ukraine at an estimation of contractibility of priming coats address to trials in oedometer is more often. However its definition by results of trial of soil by a static load by means of stamps as the area not less than 0.5 m² was considered as reference size of the module of deformation of a ground. A deformation Modular dimension by results oedometers trials E_{oed} it is essential below size received at trials of stamps EPLT.

The analysis has shown that results can influence more than 20 factors, but two types of factors have solving influence on definition E_{oed} : смятия the sample under stamps oedometer crumpling of soil, influence of history of loading and time to trials.

So real value E_{oed} can be received at straight gauging of deformations of soil samples in a working area where there is no influence of plastic deformations crumpling of soil and at correct selection of criteria of stabilisation of deformation which will depend and on depth of sampling of a ground.