

УДК 624.131.38

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЖИМАЕМОСТИ ГРУНТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ ДЕФОРМАЦИЙ В ОСНОВАНИЯХ ФУНДАМЕНТНЫХ ПЛИТ

Ткалич А.П.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры.
г.Одесса, Украина

АНОТАЦІЯ: Для визначення остаточних деформацій необхідні характеристики ущільнюваних ґрунтів. У статті приведена методика визначення характеристик ущільнення за наслідками спостережень за пошаровими переміщеннями ґрунтів в основі фундаментних плит багатоповерхових будівель

АННОТАЦИЯ: Для определения остаточных деформаций необходимы характеристики уплотняемых грунтов. В статье приведена методика определения характеристик уплотнения по результатам наблюдений за послойными перемещениями грунтов в основании фундаментных плит многоэтажных зданий.

Summary: In order to determine the permanent deformations it is necessary to have the characteristics of compacted soils. The method of characteristic determining of compacting according to the results of the observations of the layered earthmoving in the sub foundations of multistory building sis described in the article.

Key words: the permanent deformation, soil compacting, module, elastics oil settlement, dry unit weight.

Постановка проблеми. Определение остаточных деформаций производится с использованием следующих характеристик: структурной прочности p_{str} ; плотности скелета грунта ρ_d ; относительной деформации уплотнения ε_n , модуля уплотнения E_n и коэффициента поперечного расширения ν . Методика их определения основана на результатах измерений послойных перемещений грунтов в основаниях опытных

фундаментов. Приведена методика и результаты их определения по измерениям послойных перемещений в основаниях фундаментных плит.

Анализ исследований и публикаций. Исследования нарастания деформаций грунтов в основаниях возводимых зданий и сооружений начаты в 1933 г., Д.Е. Польшиным и Р.А. Токарем, при строительстве гостиницы Москва [1]. На основании результатов исследований К.Е.Егоров пришел к выводу о том, что «... дальнейшее изучение послойных деформаций основания должно подтвердить то, что осадки сооружений происходят главным образом за счет сжатия грунтов, лежащих непосредственно под фундаментами» [2].

Выделение ранее не решенных частей общей проблемы. Для определения глубины зоны деформации использованы результаты измерений послойных перемещений грунтовых марок. В статье приведена методика и результаты определения характеристик сжимаемости слоя лессовой супеси, залегающей в основании фундаментной плиты, по результатам измерений послойных перемещений магнитных грунтовых марок.

Цель работы – по результатам измерений послойных перемещений грунтов, в основании фундаментной плиты определить их характеристики сжимаемости.

Изложение основного материала. В ОГАСА впервые начата оценка деформативных свойств лессовых водонасыщенных грунтов по результатам измерений их послойных перемещений [3]. Приведены результаты определения характеристик сжимаемости слоя лессовой супеси (ИГЭ-3) залегающей ниже уровня подземных вод, в основании фундаментных плит 16 – ти этажного кирпичного дома. Характеристики определены по результатам измерений осадок фундаментной плиты и грунтовых марок, опубликованных в работе [4]. На рис.1 (а, б, в) приведены колонка геологического разреза, схема установки грунтовых марок, эпюры послойных перемещений при среднем давлении по подошве плиты 131 и 279 кПа. Давление 131 кПа принято после окончания перерыва в процессе строительства, а 279 кПа после сдачи дома в эксплуатацию.

Полученные результаты измерений позволяют получить дополнительные характеристики процессов уплотнения. К характеристикам, определяющим сжимаемость относятся: структурная прочность p_{str} , плотность скелета грунта $\rho_{d, com}$, относительное значение упругой деформации ε_γ , коэффициент поперечного расширения ν , относительная деформация уплотнения ε_n и модуль уплотнения грунта E_n

Структурная прочность является одной из важнейших характеристик для оценки деформативных свойств грунтов. Ее значением определяется величина нагрузки при которой в грунтах оснований фундаментов наблюдаются преимущественно упругие деформации. Нижняя граница зоны остаточных деформаций находится на глубине, где сумма напряжений от внешней нагрузки и собственного веса грунта равна структурной прочности [5].

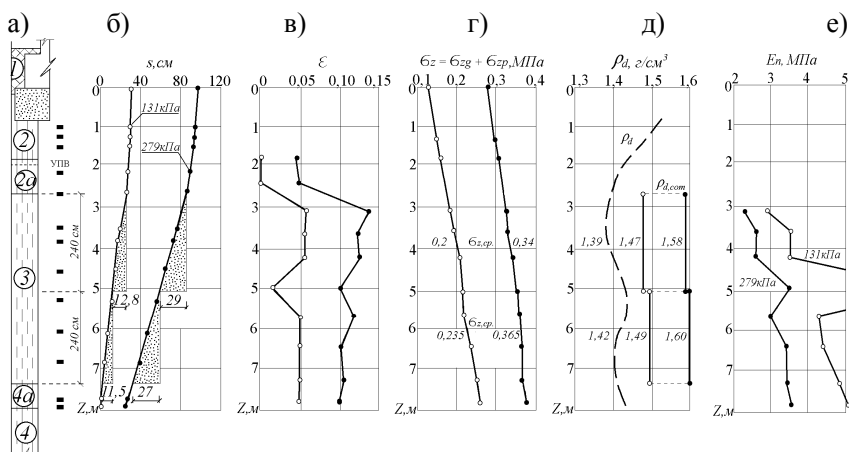


Рис.1. Развитие деформаций в грунтах основания фундаментной плиты с площадью подошвы 645м² в слое лессовой супеси (ИГЭ-3); а) геологическое строение участка строительства с положением ИГЭ-3; б) эпюры деформаций с осадкой верхней и нижней половины слоя при давлении 131 и 279 кПа; в) значения относительных деформаций грунтов в интервалах между марками; г) эпюры напряжений по глубине, в грунтах основания при давлении по подошве плиты 131 и 279 кПа; д) значения плотности скелета грунта в природном состоянии и уплотненного при двух ступенях нагрузки; е) изменение значений модуля уплотнения по глубине.

Плотность скелета грунта, является характеристикой определяющей максимально возможное уплотнение при данной нагрузке и состоянии грунтов. По графикам зависимости относительных деформаций от напряжений, построенным по результатам наблюдений за послойными деформациями в основаниях фундаментных плит определены зависимости значения плотности скелета грунта от напряжений, для слоя лессовой супеси (ИГЭ-3) в водонасыщенном состоянии.

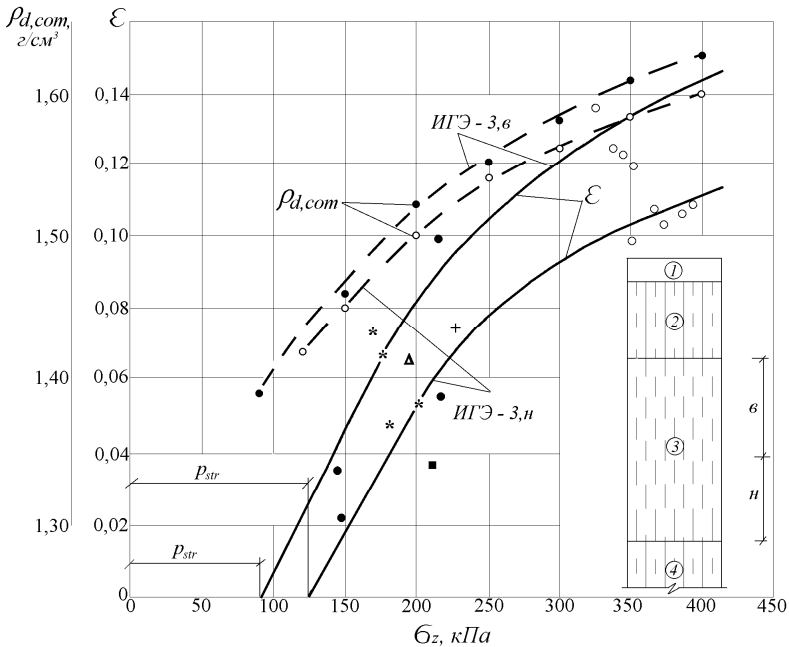


Рис. 2. Графики зависимости коэффициентов относительной деформации (ε) в верхней (в) и нижней (н) половине ИГЭ-3 (лессовой супеси) и плотности скелета уплотненного грунта ($\rho_{d,com}$) от напряжений σ_z в основании фундаментных плит, в пределах лессовой супеси.

Значения плотности скелета грунта определены по зависимости [3]:

$$\varepsilon_n = 1 - \rho_{d, cp.} / \rho_{d, com}, \quad (1)$$

Используя данные графиков $\varepsilon = f(\sigma_z)$ определены значения плотности скелета уплотненного грунта в водонасыщенном состоянии по зависимости:

$$\rho_{d, com.} = \rho_{d, cp.} / (1 - \varepsilon) \quad (2)$$

Результаты определений приведены на рис. 2. По графикам можно определить значение плотности скелета уплотненного грунта для каждого значения нагрузки. Так по результатам выполненных исследований при давлении по подошве плиты 16 этажного жилого дома по проспекту маршала Жукова в г. Одессе 279 кПа значение плотности скелета уплотненного грунта составляет около $1,6 \text{ г/см}^3$.

Упругие деформации определены по результатам испытаний опытных фундаментов площадью $1 \dots 10 \text{ м}^2$, приведенных в работе [3]. Абсолютная величина упругой деформации увеличивается с увеличением давления по подошве фундамента, а относительная величина остается близкой к постоянному значению для данных грунтов. Относительное значение упругой деформации для лессовой супеси получено равным $0,0028$ [3]. Таким образом, для слоя лессовой супеси $4,8 \text{ м}$ величина упругой части осадки $s_y = H_a \times \epsilon_y = 480 \times 0,0028 = 1,34 \text{ см}$, что составляет $2,4\%$ от измеренного значения общей осадки этого слоя равной 56 см (рис.1,б).

Поперечное расширение грунта. В основании штампов и фундаментов малой площади величина осадки от остаточных деформаций состоит из двух составляющих: уплотнения и поперечного расширения. Часть осадки в результате уплотнения мало изменяется при увеличении площади подошвы фундамента. На рис. 3 приведены зависимости относительной деформации уплотнения от напряжения приведенные в работе [3]. Графики построены по результатам исследований деформаций в основаниях фундаментов площадью $0,5 \dots 1,0 \text{ м}^2$ и фундаментных плит для верхней половины слоя лессовой супеси (ИГЭ-3).

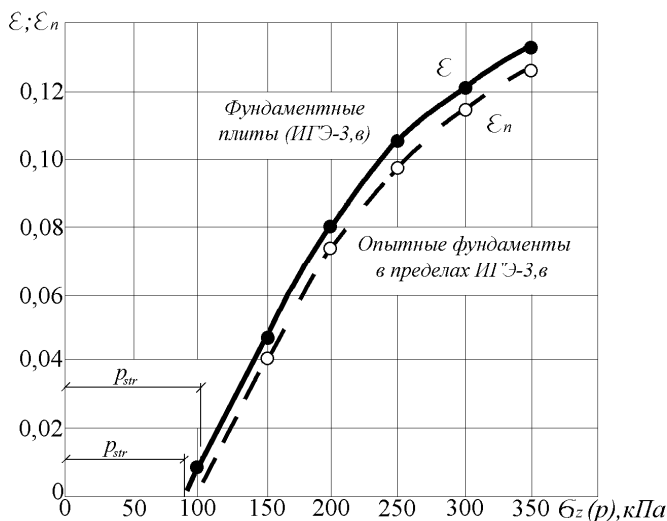


Рис. 3. Зависимости значений относительных деформаций уплотнения в грунтах основания под штампами площадью $0,5$ и 1 м^2 (○) и относительных деформаций под фундаментными плитами в верхней половине лессовой супеси (●) (ИГЭ-3,в) в пределах которой проведено большое количество испытаний опытными фундаментами.

Близкое совпадение зависимостей свидетельствует о практическом отсутствии поперечного расширения в основаниях фундаментов большой площади. Вторым аргументом являются результаты измерений послойных перемещений в основании фундаментной плиты 8-ми этажного дома быта. Грунтовыми марками, установленными вблизи грани фундаментной плиты не зафиксированы деформации поперечного расширения [6]. Поэтому относительные деформации, зафиксированные в основании фундаментных плит определяют величину осадок являющихся суммой упругих и остаточных деформаций. В выполненных исследованиях осадка от поперечного расширения грунта отсутствует.

Относительная деформация уплотнения и модуль уплотнения. Значение относительной деформации по результатам измерений послойных перемещений грунтовых марок определяются в интервалах глубины между ними. На рис. 1, в приведены результаты определения относительных деформаций для каждого условного слоя, при давлениях по подошве 131 и 279 кПа. В среднем, для верхней половины слоя значение относительных деформаций больше, чем для нижней. Величина модуля уплотнения определяется отношением напряжения на коэффициент относительного уплотнения по зависимости [7]:

$$E_n = \sigma_z / \varepsilon_n \quad (3)$$

На рис. 4 приведены графики зависимости средних значений модуля уплотнения для верхней и нижней половины ИГЭ-3.

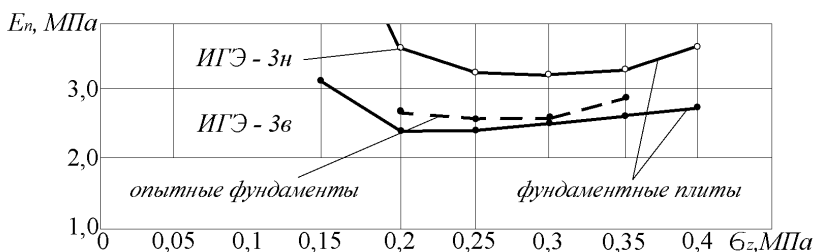


Рис. 4. Графики зависимости модуля уплотнения от напряжений по результатам исследования деформаций в основаниях фундаментных плит и опытных фундаментов.

Для сравнения приведен график зависимости модуля уплотнения построенного по результатам исследований деформаций в основании опытных фундаментов проведенных в верхней половине слоя.

ВЫВОДЫ

1. По результатам осадок фундаментной плиты и грунтовых марок, в процессе увеличения давлений определены характеристики остаточных деформаций.
 - 1.1. Зависимость плотности скелета грунта от напряжений.
 - 1.2. Относительная деформация уплотнения и модуль уплотнения.
2. Используя результаты определения относительной упругой деформации в полевых испытаниях грунтов опытными штампами, определено значение упругой осадки.

Литература

1. Польшин Д. Е. Глубинные испытания грунтов и использование их результатов /Д.Е. Польшин, Р.А. Токарь// Строительная промышленность, 1935. – №11. – С. 53 – 56.
2. Егоров К.Е. К расчету деформаций оснований (сборник статей) / К.Е. Егоров – ФГУП «ВНИИТПИ. – М, 2002. – 400 с.
3. Тугаенко Ю.Ф. Развитие деформаций в основаниях фундаментов, способы их ограничения и методы оценки. Монография /Ю.Ф. Тугаенко // . – Одесса – Астропринт, 2003. – 224с.
4. Тугаенко Ю.Ф. Развитие деформаций в основании фундаментной плиты 16 этажного жилого дома /Ю.Ф.Тугаенко, М.В.Марченко, А.П. Ткалич, О.Л. Гайдас //Будівельні конструкції: міжвідомч. наук.– техн. зб. наук. праць (будівництво). – Вип. 53. В 2-х кн.: – Книга 1. – Київ: НДІБК, 2000. – С.558 – 562.
5. Ткалич А.П. Структурная прочность и ее влияние на процессы деформирования /А.П.Ткалич// Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. Полтава, випуск 3(45), 2015. – С. 152 – 160.
6. Тугаенко Ю.Ф. Результаты измерений деформаций в грунте основания фундаментной плиты / Ю.Ф.Тугаенко; А.П. Ткалич, Ю.В.Матус; М.В.Марченко // Вісник ОДАБА. – Вип. 45. – Одеса: ТОВ «Зовнішрекламсервіс», 2012. – С. 259–267.
7. Тугаенко Ю.Ф. Методы оценки деформативных свойств по результатам исследований грунтов Одесского региона/ Ю.Ф.Тугаенко, А.П. Ткалич// Будівельні конструкції: міжвідомч. наук.– техн. зб. наук. праць (будівництво). – Вип. 75. В 2-х кн.: – Книга 1.– Київ: НДІБК – 2011. – С. 58 – 64.

References

1. Polshin D. The subsurface soil test and using of these results / D. Polshin, R. Tockar // Construction industry, 1935. – №11. – P. 53 – 56.

2. Yegorov K. The deformation analysis of the base (collection of scientific articles) / K. Yegorov; – FGPU “VNIINTPI”. – M, 2002. – 400 p.
3. Tugayenko Y. The development of base deformations, the techniques for their limitation and the methods of their evaluation. Monograph / Y. Tugayenko // . – Odessa – Astroprint, 2003. – 224 p.
4. Tugayenko Y. The development of the foundation base of 16-storey residential building / Y. Tugayenko, M. Marchenko, A. Tkalic, O. Haidas // Building constructions : Collection of scientific articles (Construction). – Number 53. 2 books: – Book 1. – Kiev: NDIBK, 2000. – P. 558 – 562.
5. Tkalic A. The structural strength and its influence to the deformation processes / A. Tkalic // Collection of scientific articles. Part: Industrial engineering, Construction. Poltava, Number 3(45), 2015. – P. 152 – 160.
6. Tugayenko Y. The results of deformation measurements in the foundation soil / Y. Tugayenko, A. Tkalic, Y. Matus, M. Marchenko // Visnik OSACA. – Num. 45. – Odessa: TOV “Zovnishreklamservis”, 2012. – P. 259 – 267.
7. Tugayenko Y. The evaluation methods of the deformation characteristics according to the soil survey in Odessa region / Y. Tugayenko, A. Tkalic // Building constructions : Collection of scientific articles (Construction). – Number 75. 2 books: – Book 1. – Kiev: NDIBK – 2011. – P. 58 – 64.