

УДК: 624.13

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЗАГРУЖЕНИЯ ОПЫТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА РАЗВИТИЕ ДЕФОРМАЦИЙ В ИХ ОСНОВАНИЯХ

Ткалич А.П., к.т.н., доцент

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Исследования влияния условий (*темпов*) загрузки на уплотняемость глинистых паст проводил Н.Я. Денисов, загружая образцы различными ступенями нагрузки: через 0,05 МПа; 0,1 МПа и 0,2 МПа. «Чем меньше была ступень нагрузки и чем длительнее был опыт, тем менее уплотнялась паста»[1].

Цель комплексных исследований выполненных в полевых условиях – изучение закономерностей развития деформаций грунта в основании опытных фундаментов мелкого заложения, при различных условиях загрузки.

В котловане опытной площадки испытаны два штампа площадью $1,0 \text{ м}^2$, расположенных на лессовом суглинке (ИГЭ-2), мощность слоя ниже подошвы составляла 2,3 м. Подстилаемый слой (ИГЭ-3) – лессовая супесь, обводненная, мощность 6,2 м (рис.1.А.).

Для определения величин послойных перемещений грунта, до начала испытаний в основание штампов (в пробуренные шпурсы) заложены фиксаторы перемещений и установлены винтовые и магнитные марки, рис.1.А; Б. [2; 3].

Испытания проведены статической нагрузкой, до условной стабилизации грунта основания, при каждой ступени, не превышающей 0,1 мм в сутки.

Первая ступень нагрузки для штампа – 1 (Ш-1) составила 0,3 МПа, для Ш-2 – 0,05 МПа, рис. 1.Б.

После окончания испытаний раскопаны основания штампов в осевой плоскости и выполнены измерения перемещений фиксаторов. В этой же плоскости, как под фундаментами, так и за их пределами отобраны образцы грунта для определения их плотности. Отбор грунта проведен послойно, через 20 см [4].

Границы зоны остаточных деформаций грунта построены по перемещению фиксаторов и показаниям перемещений марок (рис.1.А).

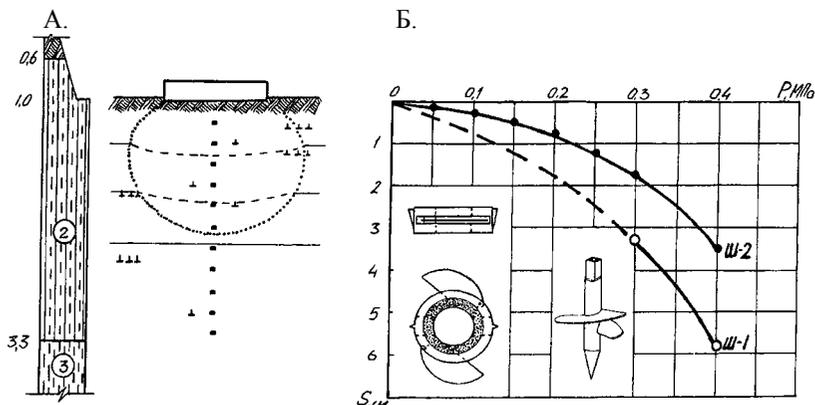


Рис.1. А. – Геологический разрез опытной площадки; зона деформированного грунта ниже подошвы штампа с высотным расположением магнитных (по центру), винтовых марок, и три «горизонтالي» фиксаторов перемещений. Б. – График зависимости $s = f(P)$; магнитная (слева) и винтовая марки.

Штамп - 1 (рис. 2). Приложена нагрузка 0,3 МПа, затем 0,4 МПа. Величина относительной деформации (ϵ), характеризующая послышные уплотнения грунта, носит неравномерный характер.

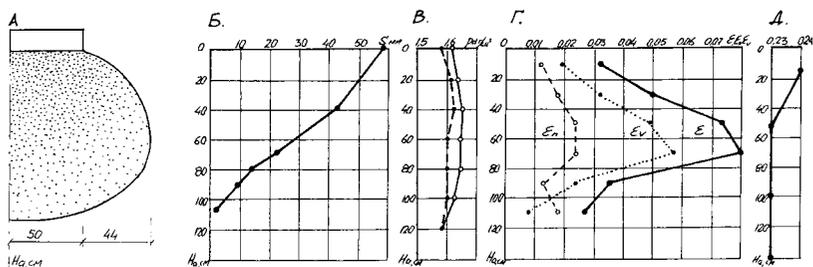


Рис.2. А. Зона деформированного грунта. Б. Эпюра деформации грунта по глубине, при $P = 0,4$ МПа. В. Величины плотности скелета грунта: пунктирной линией природная, сплошной - уплотненная. Г. Относительные деформации грунта (уплотнения - ϵ_n ; поперечного расширения - ϵ_v ; общей - ϵ). Д. Влажность грунта по глубине

Ее значения увеличиваются к глубине 50...70 см (0,5 стороны фундамента) от 0,031 до 0,08 (рис. 2.Г).

Таблица 1

Экспериментальные и расчетные деформативные характеристики
грунта в основании Ш-1

| № слоев | Δs , см | Δh , см | $\Delta s_n = \Delta \varepsilon_n \cdot \Delta h$, см | $\Delta s_v = \Delta s - \Delta s_n$, см | $\Delta v = \Delta s_v / 2 \Delta s$ | $\Delta \sigma_z = \Delta \sigma_{zp} + \Delta \sigma_{zg}$, МПа | $\Delta E = \Delta \sigma_z / \Delta \varepsilon$, МПа | $\Delta E_n = \Delta \sigma_z / \Delta \varepsilon_n$, МПа | P_{str} , МПа |
|----------|--------------------|--------------------|--|--|--------------------------------------|--|---|---|--------------------|
| 0 | | 0 | | | | 0,400 | | | |
| 1 | 0,62 | 20 | 0,24 | 0,38 | 0,31 | 0,388 | | | 0,145 |
| 2 | 1,0 | 20 | 0,36 | 0,64 | 0,32 | 0,330 | | | |
| 3 | 1,45 | 20 | 0,48 | 0,97 | 0,33 | 0,260 | | | |
| 4 | 1,60 | 20 | 0,48 | 1,12 | 0,35 | 0,203 | | | |
| 5 | 0,70 | 20 | 0,25 | 0,45 | 0,32 | 0,164 | | | |
| 6 | 0,38 | 14 | 0,26 | 0,12 | 0,16 | 0,145 | | | |
| Ср. | | | | | 0,30 | 0,248 | 5,1 | 13,8 | 0,145 |
| Σ | 5,75 | 114 | 2,07 | 3,68 | | | | | |

Относительная деформация (ε_n) и осадка (s_n) грунта в результате уплотнения, на этой же глубине, показали максимальные величины соответственно: 0,024 и 0,48 см.

Относительная деформация (ε_v) и осадка (s_v) от поперечного расширения грунта соответственно составили: 0,056 и 1,12 см. Среднее значение коэффициента поперечного расширения грунта равно 0,30.

Результаты опытных и расчетных характеристик грунта определенных через 20 см по глубине, при давлении 0,4 МПа сведены в таблицу 1.

Штамп - 2 (рис.3). Нагрузка прикладывалась ступенями, через 0,05 МПа до 0,3 МПа, затем 0,4 МПа.

Величина относительной деформации (ε) грунта до глубины 70 см имела постоянное значение равное 0,034 ниже которой снизилась, у границы зоны деформации до 0,017.

Относительная деформация (ε_n) и осадка (s_n) в результате уплотнения грунта соответственно равны: 0,024 и 0,48 см (рис.3.Г).

Относительная деформация (ε_v) и осадка (s_v) от поперечного расширения грунта соответственно составили: 0,01 и 0,19 см. Среднее значение коэффициента поперечного расширения грунта равно 0,19.

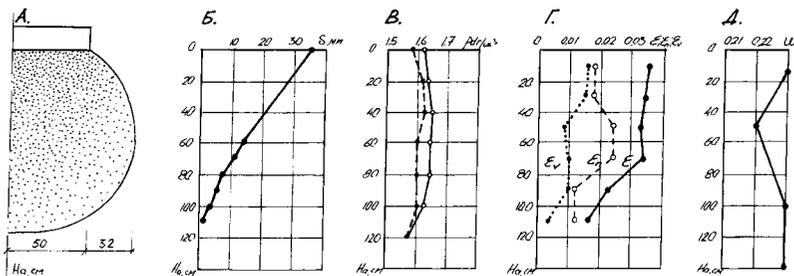


Рис.3. А. Зона деформированного грунта. Б. Эпюра деформации грунта по глубине, при $P = 0,4$ МПа. В. Величины плотности скелета грунта: пунктирной линией природная, сплошной - уплотненная. Г. Относительные деформации грунта (уплотнения - ε_n ; поперечного расширения - ε_v ; общей - ε). Д. Влажность грунта по глубине.

Таблица 2
 Экспериментальные и расчетные деформативные характеристики
 грунта в основании III-2

| № слоев | Δs , см | Δh , см | $\Delta s_n = \Delta \varepsilon_n \cdot \Delta h$, см | $\Delta s_v = \Delta s - \Delta s_n$ см | $\Delta v = \Delta s_v / 2 \Delta s$ | $\Delta \sigma_z = \Delta \sigma_{zp} + \Delta \sigma_{zг}$, МПа | $\Delta E = \Delta \sigma_z / \Delta \varepsilon$, МПа | $\Delta E_n = \Delta \sigma_z / \Delta \varepsilon_n$, МПа | P_{str} , МПа |
|----------|--------------------|--------------------|---|---|--------------------------------------|--|---|---|--------------------|
| 0 | | 0 | | | | 0,400 | | | |
| 1 | 0,70 | 20 | 0,36 | 0,34 | 0,24 | 0,388 | | | 0,142 |
| 2 | 0,67 | 20 | 0,36 | 0,31 | 0,23 | 0,330 | | | |
| 3 | 0,66 | 20 | 0,48 | 0,18 | 0,14 | 0,260 | | | |
| 4 | 0,67 | 20 | 0,48 | 0,19 | 0,14 | 0,203 | | | |
| 5 | 0,43 | 20 | 0,24 | 0,19 | 0,22 | 0,164 | | | |
| 6 | 0,27 | 16 | 0,19 | 0,08 | 0,15 | 0,142 | | | |
| Ср. | | | | | 0,19 | 0,248 | 8,6 | 13,8 | |
| Σ | 3,40 | 116 | 2,11 | 1,29 | | | | | |

Опытные и расчетные значения характеристик грунта, определенные через 20 см по глубине при давлении 0,4 МПа, сведены в таблицу 2.

Результаты исследований показали, что условия загрузки опытных фундаментов влияют на процессы деформации грунта в их основаниях.

Так осадки штампов для Ш-1 и Ш-2 соответственно составляют: от уплотнения грунта $s_n = 2,07$ см и $s_n = 2,11$ см; в результате его поперечного расширения $s_v = 3,68$ см и $s_v = 1,29$ см.

Ширина зоны деформированного грунта больше для Ш-1 при близких величинах их глубин (табл.3).

Разница в осадках штампов, получена в результате поперечного расширения грунта основания, вызванная разными условиями загрузки фундаментов.

Напряжения (σ_z) под подошвой штампов 0,40 МПа, а на границе зоны деформации численно равно величине структурной прочности грунта [5].

Таблица 3

Результаты полевых исследований двух штампов

| № штампа | Условия приложения нагрузки | Давление, МПа | Осадка, см | Зона деформации грунта, см | | Модуль уплотнения, МПа | Модуль деформации, МПа | Коэфф. поперечного расширения | Структурная прочность, кПа |
|----------|-----------------------------|---------------|------------|----------------------------|--------|------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| | | | | Глубина | Ширина | | | | |
| 1 | полная | 0,4 | 5,75 | 114 | 188 | 13,8 | 5,1 | 0,30 | 145 |
| 2 | ступенчатая | 0,4 | 3,40 | 116 | 164 | 13,8 | 8,6 | 0,19 | 142 |

Выводы

1. Условия загрузки фундаментов оказывают влияние на процессы деформирования грунта основания.

2. На значение плотности скелета уплотненного грунта, при прочих равных условиях, режим загрузки не оказывает влияния. Их значения имеют близкую сходимость.

3. Коэффициент поперечного расширения в грунтах основания, при одновременном нагружении давлением 0,3 МПа и с увеличением до 0,4 МПа в 1,58 раз больше чем при последовательном приложении нагрузки, с интервалом 0,05 МПа.

4. Глубина зоны деформации грунта не зависит от режима загрузки и имеет близкую сходимость.

Summary

The results of comprehensive field study of the deformation of soils in the foundations of two stamps area of 1,0 m² by various loading conditions.

Литература

1. Денисов Н.Я. Строительные свойства глинистых пород и их использование в гидротехническом строительстве / Н.Я. Денисов; // Государственное энергетическое издательство. Л.; М.; – 1956. – 288с.

2. Тугаенко Ю.Ф. Развитие деформаций в основаниях фундаментов, способы их ограничения и методы оценки /Ю.Ф.Тугаенко; // Одесса: Астропринт, 2003. – 224 с.

3. Глубинная марка: А.с. № 1065531 СССР, МКИ Е 02 D 1/00. /Тугаенко Ю.Ф., Стоянова Т.И., Марченко М.В., Ткалич А.П.// (СССР). – №3420907/29 – 33; Заявлено 07.01.84, бюл. №1. – 2с. ил.

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. Цытович Н.А. Вопросы теории и практики строительства на слабых глинистых грунтах /Н.А. Цытович; // Материалы всесоюзного совещания по строительству на слабых водонасыщенных грунтах. – Таллинн: 1965. – С. 5– 17.