



Государственное образовательное учреждение
высшего образования
Новосибирский Государственный Архитектурно-Строительный
Университет (Сибстрин)

Методы определения модуля деформации грунта и его связь с коэффициентом постели

Новосибирск 2016

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ГРУНТА

Характеристикой деформируемости грунтов при сжатии является модуль деформации, который определяют в полевых и лабораторных условиях. Для предварительных расчетов, а также для окончательных расчетов оснований зданий и сооружений II и III класса допускается принимать модуль деформации по ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация и СП 22.13330-2011 Основания зданий и сооружений.

Определение модуля деформации в полевых условиях

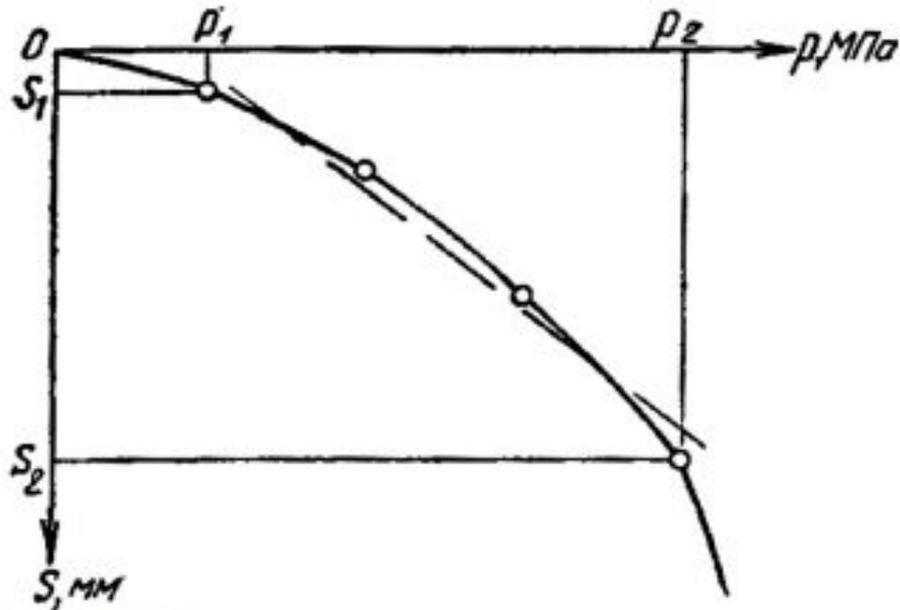


Рис.1. Зависимость осадки штампа s от давления p .

Модуль деформации определяют испытанием грунта статической нагрузкой на штамп. Испытания проводят в шурфах жестким круглым штампом площадью 5000 см², а ниже УГВ и на больших глубинах - скважинах штампом площадью 600 см². Для определения модуля деформации используют график зависимости осадки от давления, на котором выделяют линейный участок, проводят через него осредняющую прямую и вычисляют модуль деформации E в соответствии с теорией линейно-деформируемой среды по формуле Шлейхера (1):

$$E = (1 - \nu^2) \cdot W \cdot d \cdot \frac{\Delta p}{\Delta s}$$

где ν - коэффициент Пуассона

(коэффициент поперечной деформации), равный 0.27 для крупнообломочных грунтов, 0.30 для песков и супесей, 0.35 для суглинков и 0.42 для глин;

W — безразмерный коэффициент, равный 0,79;

d — диаметр штампа;

D_p — приращение давления на штамп;

D_s — приращение осадки штампа, соответствующее D_p .

При испытании грунтов необходимо, чтобы толщина слоя одного грунта под штампом

была не менее двух диаметров штампа.

Определение модуля деформации в лабораторных условиях

В лабораторных условиях применяют компрессионные приборы (одометры), в которых образец грунта сжимается без возможности бокового расширения. Модуль деформации вычисляют на выбранном интервале давлений p_2 p_1 графика испытаний (рис.2) по формуле (2):

$$E_{oed} = (1 + e_0) \cdot \beta / a$$

где e_0 – начальный коэффициент пористости грунта; β - коэффициент, учитывающий отсутствие поперечного расширения грунта в приборе и назначаемый в зависимости от коэффициента Пуассона μ ; a - коэффициент уплотнения. Давление p_1 соответствует природному, p_2 - давлению под подошвой фундамента.

Значения модулей деформации по компрессионным испытаниям получают для всех грунтов (за исключением сильносжимаемых) заниженными, поэтому они могут использоваться для сравнительной оценки сжимаемости. При расчетах осадки эти данные следует корректировать на основе сопоставительных испытаний того же грунта в полевых условиях штампом. При проектировании определяющим размеры фундаментов, чаще всего, является расчет по деформациям. Основным показателем, характеризующим деформационные свойства грунта, является модуль деформации.

Были проведены эксперименты по исследованию возможности использования результатов статических испытаний свай для определения модуля деформации грунта. Шесть свай испытано статической вдавливающей нагрузкой.

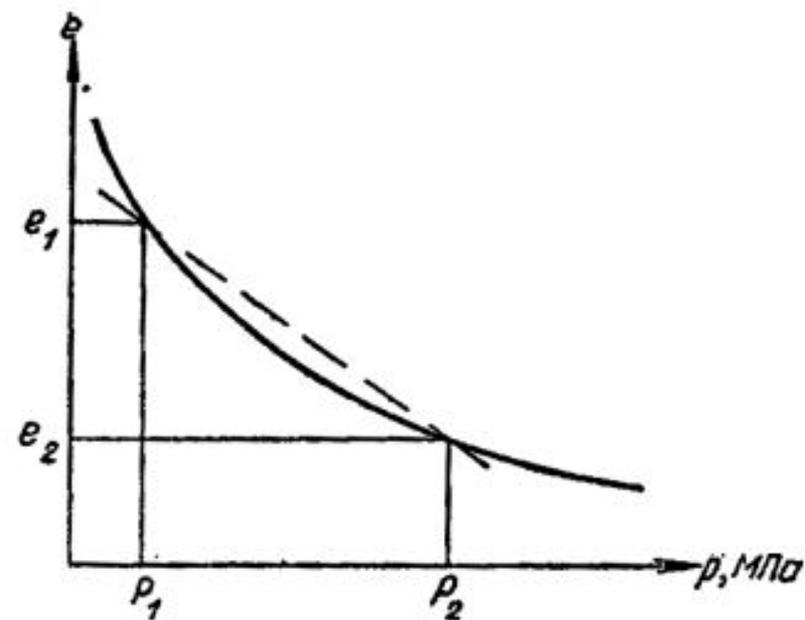


Рис.2. Кривая испытания грунта на сжатие в компрессионном приборе.

Передаваемая нагрузка от домкрата на сваю контролировалась с помощью динамометра.

Вертикальные перемещения измерялись в уровне приложения вертикальной нагрузки. Измерения проводились с помощью прогибомеров Аистова (ПАО ЛИСИ).

Значение модуля деформации E определяется по формуле:

$$E = (1 - \nu^2) \cdot \omega \cdot d \cdot \frac{\Delta p}{\Delta s}$$

Диаметр штампа d определялся согласно указаниям СП 24.13330-2011 «Свайные фундаменты».

Характер изменения модуля деформации грунта E в зависимости от нагрузки, передаваемой на сваю, представлен на рис.3.

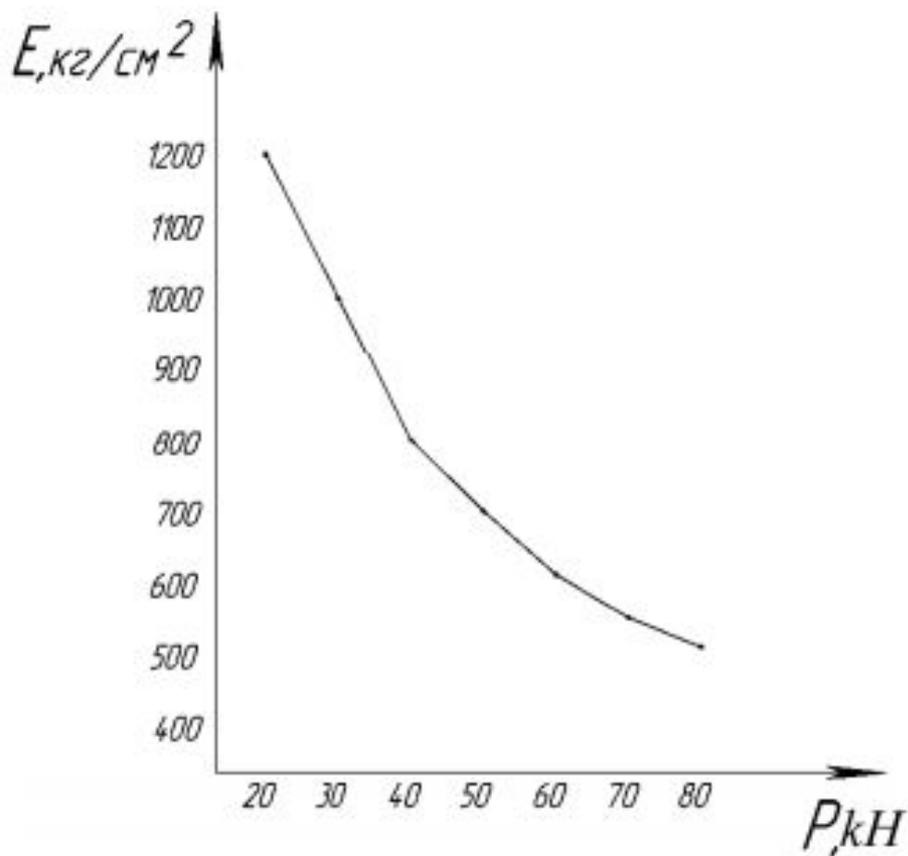


Рис.3. Изменение модуля деформации грунта E в зависимости от нагрузки, передаваемой на сваю.

Результаты определения модуля деформации крупнообломочных грунтов по результатам статических испытаний свай с использованием метода СП 24.13330-2011 «Свайные фундаменты» и «Методика обоснования прочностных и деформационных характеристик крупнообломочных грунтов по данным определения их физических свойств» представлены на рис.4.

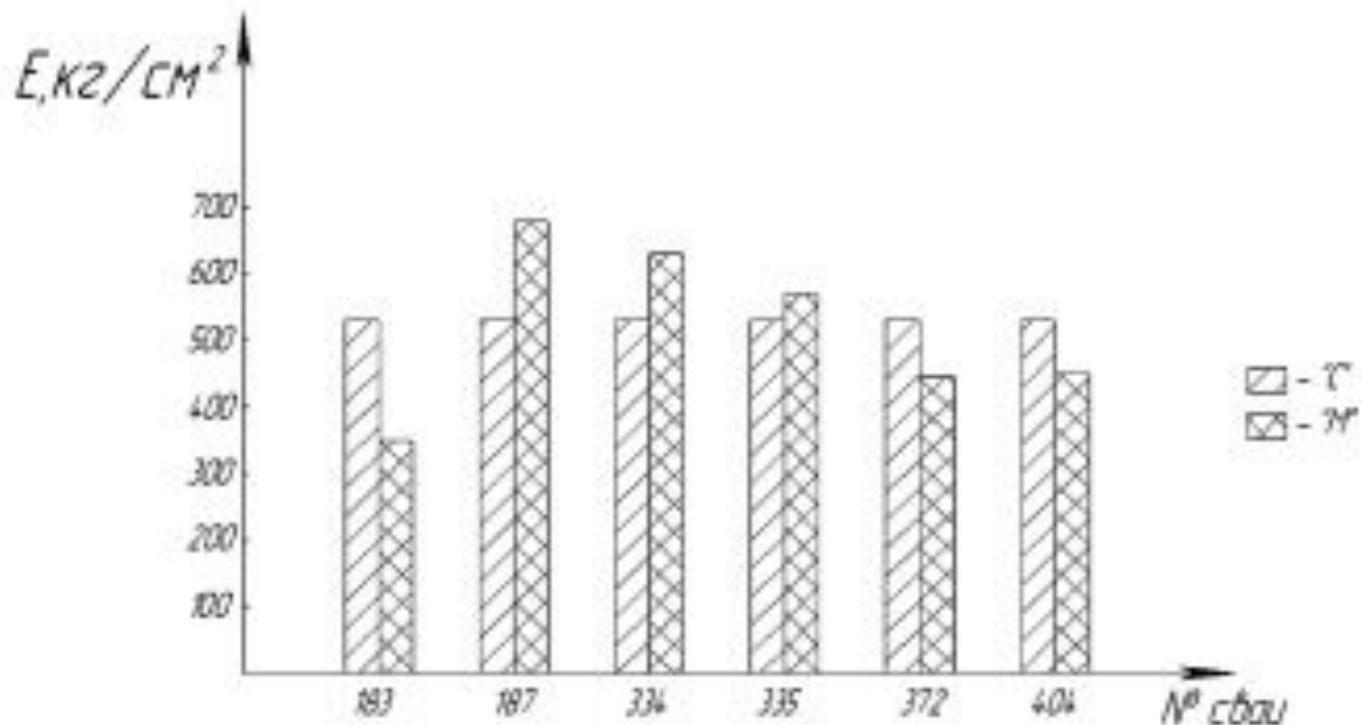


Рис.4. Результаты определения модуля деформации крупнообломочных грунтов по результатам статических испытаний свай с использованием метода СНиП 2.02.03-85 «С» и Методики «М».

Связь между расчетными значениями модуля деформации и коэффициента постели.

Между расчетными значениями модуля деформации E_0 и коэффициентом постели, исходя из приравнивания осадок, вычисленных по той и другой гипотезе, устанавливается связь (формула 6.126):

$$k_s = \frac{E_0}{(1 - \nu_0^2) k_0 \sqrt{A}}$$

Значение k_0 определяется по рис. 6.33 в зависимости от отношения сторон прямоугольного фундамента a , его опорной площади A и коэффициента Пуассона грунта ν .

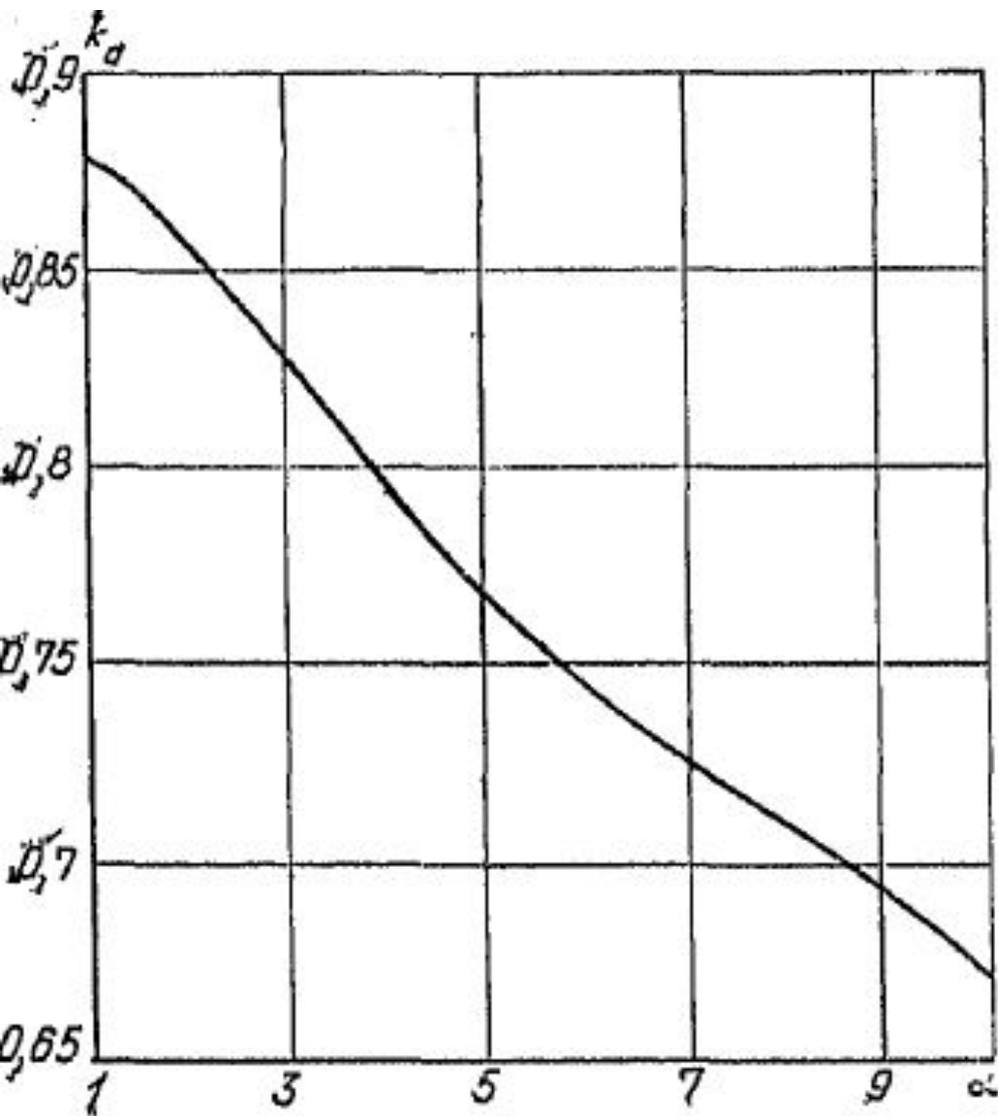


Рис. 6.33. Зависимость k_0 от α

Осадки жесткого прямоугольного фундамента на однородном основании определяются по формуле :

$$s = \frac{1 - \nu_0^2}{E_0} k_0 \frac{P}{\sqrt{A}},$$

Осадки жесткой плиты лишь немного меньше (на 7%) средних осадок гибкой плиты при равномерной нагрузке.

Расчеты по обеим гипотезам, даже при использовании формулы дают, как правило, различные результаты в отношении изгибающих моментов в конструкции и ее изгиба.

Только для узких балок при $a > 10$ можно подобрать отличие от определяемого формулой значение коэффициента постели, при котором результаты расчета будут близки. Однако при равномерной нагрузке или при нагрузке, приближающейся к ней, получить близкие результаты расчета при любом соотношении между E_0 и k невозможно. Формула соотношения между E_0 и k_s для узких балок шириной B имеет вид:

$$k_2 = \frac{\pi}{2} \frac{E_0}{(1 - \nu_0^2) B \ln(4\alpha)}$$

Гибкие фундаменты в настоящее время рассчитываются преимущественно по гипотезе упругого полупространства. Этот расчет при фундаментах большой опорной площади, в десятки или сотни квадратных метров, дает, однако, преувеличенное значение осадки, изгиба и изгибающих моментов, т.к. гипотеза игнорирует уплотнение грунта с глубиной, вызванное действием его собственного веса.

Кроме того, при больших опорных площадях грунт под фундаментом сжимается в основном без возможности бокового расширения, что не учитывается при опытном определении модуля деформации штампом.

Чтобы приблизить расчетные условия к действительным, при больших опорных площадях используют схему, согласно которой основание представляет собой сжимаемый слой, подстилаемый несжимаемым основанием. Удобно также использовать схему однородного полупространства с повышенным модулем деформации так, чтобы расчет по этой схеме давал значение, равное ожидаемой осадке.

ВЫВОД.

Анализ полученных результатов показывает, что для крупнообломочного грунта модуль деформации не является постоянной величиной, а зависит от напряжений и допускаемых перемещений. При этом с увеличением глубины значения E повышаются. Значение модуля деформации, полученное по результатам статических испытаний свай является более достоверным, чем при использовании методики обоснования прочностных и деформационных характеристик крупнообломочных грунтов Крыма, что подтверждают полученные при проведении статических испытаний графики зависимости осадки сваи от нагрузки, а также отказы свай при проведении сваебойных работ.