

2. Кожен із способів закріплення має визначену область застосування, залежну від видів ґрунтів і їх фізико-механічних характеристик;
3. Техніко-економічна ефективність вибраного до застосування метода закріплення оцінюється по загальним і приведеним затратам.

Література

1. Безрук В.М. Укрепление ґрунтов в дорожном и аэродромном строительстве catalog v1.chtb-sa.ru/.../ukreplenie-gruntov-v-dorozhnom-i-a..... "Транспорт", М. : 1971г. 246с.
2. Ґрунтоцементные сваи по технологии "Джет граутинг" (Jet Grouting) ww.geostroy.ru > Технологии
3. Применение технологии Jet Grouting в различных областях ... dolomit-РК.ru/useful/premenenie_jet_grouting_v_stroitelstve/.
4. Ржаницын Б.А. Химическое закрепление ґрунтов в строительстве. – М: "Стройиздат", 1986г, 263с.

УДК 624.131.38

ВЕЛИЧИНА СТРУКТУРНОЙ ПРОЧНОСТИ ГРУНТА В ОСНОВАНИИ ФУНДАМЕНТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Шароварский Е.В., гр. ЗПГС-606М; Нестеренко М. С., гр. ПГС-608М.

*Научный руководитель – д.т.н., проф. Тугаенко Ю.Ф.,
консультанты – к.т.н., доц., Логинова Л.А., к.т.н., доц., Ткалич А.П.*

Во многих аналитических методах расчета деформаций основания глубина сжимаемой толщи определяется условно, по соотношению напряжений. Предложено определять границу сжимаемой толщи по величине структурной прочности природного ґрунта. Ее значение можно определить по результатам полевых испытаний ґрунтов сваями и наблюдениями за деформациями ґрунтов в основании фундаментной плиты.

Расчет деформаций основания фундаментов производится с использованием существующего нормативного метода с применением теории упругости. Полученные результаты не всегда совпадают с величинами осадок при полевых исследованиях. Для низкопористых ґрунтов эти расчеты приемлемы, а для высокопористых осадки в несколько раз ниже. Глубина зоны деформируемого ґрунта, наоборот, в несколько раз выше. Для повышения точности расчетов, глубину

сжимаемой толщии предложено определять на границе остаточных деформаций, где напряжения от внешней нагрузки совпадают с величиной структурной прочности природного грунта. Структурная прочность – величина, с превышением которой в грунте основания начинают развиваться остаточные деформации, т.е. начинается процесс его уплотнения.

Величина структурной прочности по результатам испытаний грунтов сваями. Структурная прочность природного грунта определяется по результатам испытаний грунтов сваями методом релаксации напряжений при достижении критической нагрузки [1]. Под критической понимается нагрузка, при постоянстве которой наблюдается незатухающее нарастание осадки сваи – «срыв».

Процесс релаксации напряжений наступает в результате прекращения подкачки масла, т.е. снижения давления в камере домкрата. Нагрузка после достижения равновесия между сниженным давлением и сопротивлением грунтов является предельной. Предельное сопротивление грунта создает напряжение, которое уравнивается структурной прочностью природного грунта ниже границы зоны уплотнения.

По результатам выполненных исследований глубина зоны уплотнения под нижним концом сваи в лессовых грунтах, равна двойному размеру стороны сечения сваи [2, 3]. Напряжение на нижней границе зоны уплотнения определяется с использованием коэффициента рассеивания напряжений с глубиной α по действующим нормам. На глубине $2d$ его величина равна $\alpha = 0,108$ [1, 2]. Напряжения на границе зоны уплотнения определяются по зависимости:

$$\sigma_{zp} = p_{str} = \alpha \cdot p_R \quad (1)$$

σ_{zp} – дополнительные напряжения от внешней нагрузки; p_R – давление под нижним концом сваи.

Приведены результаты определения структурной прочности на участке застройки комплекса жилых зданий по ул. Затонского, угол Крымского бульвара в г. Одессе. Грунтовые условия представлены чередующимися слоями лессовых суглинков и супесей. Уровень грунтовых вод залегал ниже дна котлована на 0,6 м.

Исследования проведены опытными сваями с поперечным сечением 0,35 x 0,35 м и длиной 12,0 м. По их результатам определены значения предельной нагрузки F_u и структурной прочности p_{str} несущего слоя. Результаты определения характеристик несущего слоя грунта

приведены на рис.1, а их сравнение с аналогичными исследованиями в таблице № 1.

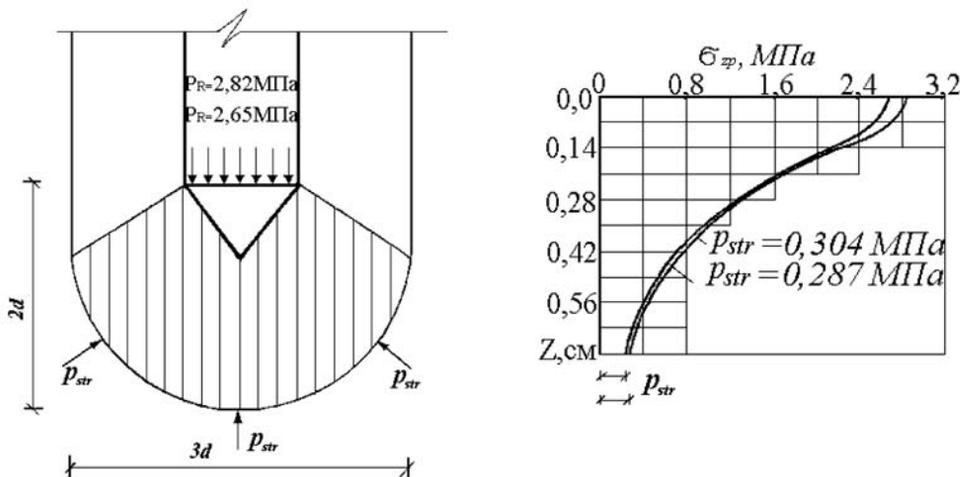


Рис. 1. Эпюры развития деформаций грунта в основании сваи

Таблица № 1. Структурная прочность природного грунта под уплотненным ядром сваи

Литературный источник	№ опытной сваи	Несущий слой грунта	Глубина от поверхности, м	Давление под подошвой сваи, p_R , МПа	Структурная прочность, p_{str} , МПа	
[1]	231	Суглино к красно- бурый	16,4	3,02	0,33	0,28
	77		18,5	2,45	0,26	
[3]	124		13,6	2,37	0,26	
	129		13,9	2,20	0,24	
[4]	C-1		15,07	2,82	0,30	
	C-2		15,73	2,65	0,29	

Определение величины структурной прочности по результатам наблюдений за деформациями грунтов в основании фундаментной плиты. В г. Одессе были проведены наблюдения за деформациями 16-ти этажного жилого здания на сплошной монолитной железобетонной плите толщиной 0,8 м и площадью подошвы 645 м² [3; 4; 5].

Здание в плане сложной конфигурации, с подвальным и чердачным этажами. Фундаментная плита выполнена по песчаной подушке толщиной 0,8 м. Ее применение потребовало обеспечить строительный подъем на величину ожидаемой осадки. Грунтовые условия представлены чередующимися слоями лессовых суглинков и супесей. Уровень грунтовых вод залегал ниже дна котлована на 2,0 м.

В проведенных наблюдениях применены кольцевые магнитные марки, которые установлены через монтажное отверстие в фундаментной плите с интервалом около 1,0 м до глубины 8,0 м (рис.2,а). Над монтажным отверстием оборудован опорный столик, соединенный жестко с фундаментной плитой, для крепления измерительного устройства. Одновременно с измерениями перемещений магнитных марок, производилось измерение высотного расположения столика с помощью высокоточного геометрического нивелирования. Его положение определялось устройством с герконовым датчиком, с точностью отсчета 0,1 мм.

Осадка здания измерялась высокоточным геометрическим нивелированием с привязкой к городскому стационарному реперу. По результатам замеров осадок фундамента построены эпюры послынных перемещений грунта в зависимости от давления по подошве плиты в период строительства и в процессе эксплуатации и эпюры их деформаций (рис. 2,б). По эпюрам деформаций определены значения относительных деформаций ε для всех условных слоев, находящихся между смежными магнитными марками, при нескольких значениях давлений по подошве фундамента (рис.2,в).

Основное нарастание относительных деформаций уплотнения наблюдается в период строительства и незначительно в период эксплуатации (рис.2,д).

Нарастание остаточных деформаций являющихся следствием уплотнения, начинается при напряжениях равных структурной прочности и продолжается с ростом нагрузки. На рис. 2, г построен график изменения структурной прочности в грунтах основания от начального положения подошвы фундамента и до глубины 8,0 м. По полученным данным построены графики зависимости $\varepsilon = f(\sigma_z)$ для горизонтов на глубине 3,1; 5,0 и 5,75 м ниже подошвы фундаментной плиты, см. рис.2, е. Пересечение графиков с осью напряжений определяет значение структурной прочности.

Аналогичные значения структурной прочности грунтов получены по результатам опубликованных исследований на объектах в г. Одессе [3, 4].

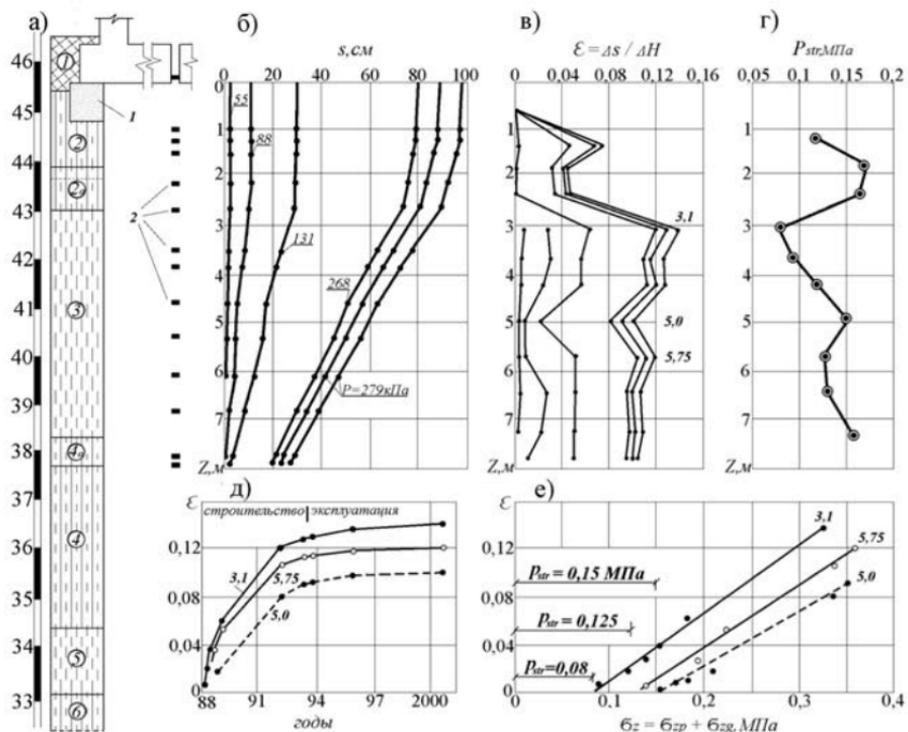


Рис. 2. Развитие деформаций в грунтах основания фундаментной плиты: а) геологическое строение участка строительства с высотным положением фундаментной плиты: 1 – песчаная подушка; 2 – грунтовые марки; б) эпюра перемещений грунтовых марок с ростом давления; в) эпюра относительных деформаций грунтов в интервалах между марками; г) график изменения структурной прочности грунта по глубине; д) нарастание относительной деформации во времени на трех отметках ниже подошвы фундамента; е) значения структурной прочности

Выводы

1. Структурная прочность является характеристикой, определяющей условия деформирования грунтов. При давлениях меньше величины структурной прочности в основаниях фундаментов наблюдаются преимущественно упругие деформации, при больших – нарастают остаточные деформации уплотнения и поперечного расширения.

2. По значению структурной прочности определяется нижняя граница, зоны остаточных деформаций. Ее значение находится на

глубине, где сумма напряжений от дополнительной нагрузки и веса грунта равны величине структурной прочности.

3. Значения структурной прочности для лессовых грунтов Одесского региона, залегающих ниже уровня подземных вод, находится в пределах: для лессовых супесей 70...120 кПа, а для лессовых суглинков – 120...330 кПа.

4. Полученные расчетные величины структурной прочности несущего слоя природного грунта, согласуются с результатами полевых и лабораторных исследований грунтов основания другими исследователями.

Литература

1. Ткалич А.П. Определение структурной прочности под подошвой забивной сваи. Будівельні конструкції. – Вип.71: Механіка ґрунтів та фундаментобудування. – К.: НДІБК, 2008 – С.203–208.

2. Логинова Л.А. Лабораторные исследования совместной работы моделей свай с грунтом основания с учетом различных факторов, влияющих на их несущую способность / Л.А. Логинова // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: ОДАБА, 2015. – Вип. 58. – С. 239 – 249.

3. Тугаенко Ю.Ф. Развитие деформаций в основаниях фундаментов, способы их ограничения и методы оценки / Ю.Ф. Тугаенко // Монографія. – Астропринт, – Одесса . 2003 г. – 223с.

4. Тугаенко Ю.Ф. Процессы деформирования грунтов в основаниях фундаментов, свай и свайных фундаментов / Ю.Ф. Тугаенко // Монографія. – Астропринт. – Одесса, 2008 г. – 216 с.

5. Ткалич А.П. Определение характеристик сжимаемости грунтов в основании фундаментных плит /А.П.Ткалич // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник «Механіка ґрунтів, геотехніка та фундаментобудування» – Вип. 83. – Київ, 2016. – Книга 1. – С. 326 – 333.