

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель та споруд.- Київ. 1997.-145 с.
2. Онуфриев Н.М. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений. – М., Л.: Стройиздат, 1965. – 342 с.
3. Шагин А.Л. Реконструкция зданий и сооружений. –М.: Высшая школа, 1991. -352 с.
4. Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель та споруд. –К.: ЦНЛ, 2004. -304с.
5. Ржаницын А.Р. Статистическое обоснование расчётных коэффициентов. – Сб. кн: Материалы к теории расчёта конструкций по предельному состоянию., Вып. II. – М.: Стройиздат, 1949. – С. 18-52.
6. Савицкий Н.В., Худoley Е.Ю., Савицкий А.Н., Никифорова Т.Д. Методология диагностики и оценки технического состояния железобетонных конструкций // Новини науки Придніпров'я №4, – 2004 р. – С. 46-52.
7. Пичугин С.Ф. Вероятностный расчёт стальных элементов на совместное действие нагрузок // Изв. вузов. стр-во. – 1995. – № 5,6. – С. 23-29.
8. Гордеев В.Н, Микитаренко М.А., Перельмутер А.В. О проекте ДБН «Общие принципы обеспечения надёжности и безопасности зданий, сооружений, строительных конструкций и оснований» // Строительное производство. – межведомств. науч.-техн. сб., вып. 44. К.: 2003. – С. 50-58.
9. Семко О.В. Імовірнісні аспекти розрахунку сталезалізобетонних конструкцій. – Київ: Сталь. 2004 р. – 320 с.
10. Страхування / За ред. С.С.Осадець. –К.: КНЕУ, 2002. -599 с.
11. Арсеньев Ю.Д. Инженерно-экономические расчёты в обобщённых переменных. – М. «Высшая школа». 1979. – 215 с.
12. Семко О.В. Застосування теорії ризиків для визначення коефіцієнту надійності за призначенням // Современные строительные конструкции из металла и древесины. Сб. научн. трудов.- Одеса: ОГАСА. – 2005. –С.178-185.

УДК 624.154.04:624.156.04]:624.131.213

**ИНЖЕНЕРНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ОСАДОК СВАЙНЫХ
ФУНДАМЕНТОВ С НЕСУЩИМИ РОСТВЕРКАМИ**

В.А. Сернов, магистр техн. наук,

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

В настоящее время наметилась тенденция увеличения этажности зданий. В связи с этим, возрастают и нагрузки, передаваемые на основание. Эти факторы приводят к более широкому применению свай, даже при благоприятных грунтовых условиях, когда с поверхности залегают

сравнительно плотные грунты. В этих случаях, как показали исследования, при наличии контакта ростверка с грунтом часть внешней нагрузки передается на основание через его подошву. Разработка методики расчета свайных фундаментов с учетом сопротивления грунта под подошвой ростверка – один из путей более полной реализации несущей способности основания, позволяющий уменьшить количество свай в фундаменте, сократить сроки его возведения, снизить стоимость нулевого цикла.

Попытки оценить долю нагрузки, приходящейся на ростверк, осуществлялись многими авторами. Как показывают исследования, полученные результаты не всегда достоверны. Не учитываются многие факторы, влияющие на работу ростверка. Осадка свай и свайного фундамента определяется, согласно нормативным документам [1, 2], как для условного на естественном основании не зависимо от типа ростверка. При такой расчетной схеме не учитывается сопротивление грунта под ростверком в межсвайном пространстве. Это положение противоречит многочисленным экспериментальным данным. Исследования В. Н. Голубкова [3, 4] показали, что при нагружении свайного фундамента зоны деформации грунта образуются как вдоль боковых поверхностей и под нижними концами свай, так и под ростверком. Увеличением включенного в работу объема грунта, объясняется повышение несущей способности и снижение деформативности фундамента. Экспериментальными исследованиями Л. Д. Козачка [5] и В. А. Кондрашова [6], установлено, что напряжения и деформации грунта межсвайного пространства под ростверком снижаются с глубиной так же как под фундаментом на естественном основании и активная глубина сжатия не превышает $3,5b$. При осадке группы свай с высоким ростверком деформации грунта происходят лишь непосредственно у боковых поверхностей свай.

Многочисленные исследования натуральных свайных фундаментов и моделей разных масштабов, выполненные сотрудниками кафедры «Геотехника и экология в строительстве» [7, 8], позволили установить, что при постоянной площади ростверка ($A_p = const$) его осадка в значительной степени зависит от количества свай в группе (шага свай). С увеличением количества свай осадка фундамента уменьшается. Таким образом, предположение о том, что группа свай оседает как единый массив, площадью равной с условным фундаментом, не зависимо от количества свай, не соответствует действительности.

На основании анализа приведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Осадка свайного фундамента формируется за счет напряжений в основании под нижними концами свай и от сил трения по их боковым поверхностям, напряжения под сваями в десятки раз выше, чем в межсвайном пространстве на том же уровне (рис.1).
2. При включении ростверка в работу происходит перераспределение напряжений в основании. Напряжения в межсвайном пространстве увеличиваются, а под нижними концами свай уменьшаются, и, в связи с этим, снижается осадка фундамента
3. Напряжения под подошвой ростверка рассеиваются с глубиной, зона

влияния составляет $\approx 2 \div 3,5b$ (b — ширина ростверка).

4. При длине свай меньше $3,5b$, в расчет осадки необходимо вводить дополнительные вертикальные напряжения от ростверка.

5. При увеличении количества свай в ростверке уменьшается давление под их концами и, в связи с этим, снижается осадка фундамента.

Схема перераспределения давлений на основание при изменении шага свай и включении ростверка в работу представлена на рис. 1.

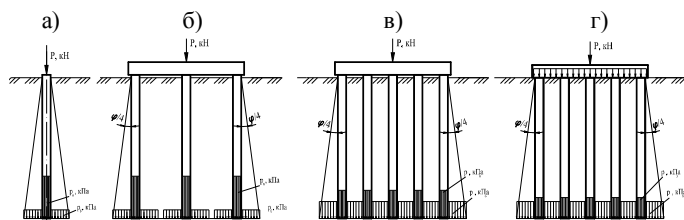


Рисунок 1. Расчетная схема для определения осадки одиночной сваи (а), группы свай с высоким (б, в) и низким (г) ростверком.

Расчет свайного фундамента с низким ростверком производится в следующей последовательности:

1. Определяем осадку свайного фундамента без учета влияния ростверка s_c методом послойного суммирования.

2. Исходя из условия, что осадка свай равна осадке ростверка $s_c = s_p$, решая обратную задачу, определяем напряжения под плитой ростверка p_p при осадке $\approx 0,9s_c$.

3. Определяем нагрузку, воспринимаемую ростверком по формуле:

$$P_p = p_p A_p \quad (1)$$

где p_p — давление под подошвой ростверка;

A_p — площадь ростверка.

4. Нагрузка на основание в уровне концов свай снижается на величину P_p и рассчитываем осадку фундамента с учетом влияния ростверка s_p .

5. Методом последовательных приближений добиваемся соблюдения условия $s_c = s_p$.

Приведенный способ расчета удобен при использовании ЭВМ. Для расчетов вручную разработан метод, позволяющий определить осадку свайного фундамента на основе известной осадки одиночной сваи, полученной по результатам статических испытаний, либо по расчету. Осадку группы свай определяется с учетом коэффициента группового эффекта (K_g), полученного на основе численного решения, учитывающего увеличение осадки свай в группе в результате их взаимного влияния:

$$s_{гп} = K_g s_c \quad (2)$$

где K_g — коэффициент группового эффекта, определяется по табл.1 в

зависимости от шага свай a/d , их количества в группе n и гибкости l/d (l — длина свай, d — диаметр свай);
 s_c — осадка одиночной свай, определяемая расчетом в соответствии с действующими нормативными документами, либо по данным статического испытания от любых значений вдавливающих усилий N , κH (в пределах опытной зависимости $s=f(N)$).

Таблица 1

Коэффициенты группового эффекта K_g

Число свай, n	Значения коэффициента K_g								
	$l/d=10$			$l/d=25$			$l/d=50$		
	a/d			a/d			a/d		
	3	5	7	3	5	7	3	5	7
4	1,40	1,30	1,20	2,45	2,00	1,84	2,75	2,26	2,02
6	1,83	1,63	1,56	3,19	2,65	2,37	3,58	2,92	2,61
9	2,24	2,00	1,91	3,91	3,24	2,91	4,39	3,58	3,20
16	2,83	2,53	2,41	4,94	4,09	3,67	5,54	4,52	4,03
25	3,29	2,94	2,8	5,74	4,76	4,27	6,44	5,25	4,69
36	3,66	3,27	3,11	6,38	5,29	4,75	7,16	5,84	5,21
49	3,97	3,55	3,38	6,93	5,75	5,15	7,77	6,34	5,66
64	4,24	3,79	3,61	7,4	6,14	5,51	8,31	6,77	6,05

1. При промежуточных значениях n , l/d , a/d значение K_g определяется интерполяцией.

При расчете осадки свайного фундамента с низким ростверком учитывается сопротивление грунта под его подошвой и, соответственно, уменьшение напряжений в основании свай. В этом случае осадка свай s_c определяется по формуле (2) для нагрузки, равной N_s :

$$N_s = \frac{N}{K_p} \quad (3)$$

где N — нагрузка на сваю при высоком ростверке;

K_p — коэффициент влияния ростверка, зависит от отношения площади ростверка к суммарной площади поперечных сечений свай A_p/A_c , длины свай L , их количества n , отношения модулей деформации грунта под нижним концом свай и ростверком E_c/E_p , принимается по таблице 2.

Таблица 2

Коэффициент влияния ростверка K_p .

$L, м$	Значение коэффициента K_p при количестве свай n равно:								
	$n < 9$, при $\frac{A_p}{A_c}$			$n = 10 \div 25$, при $\frac{A_p}{A_c}$			$n = 26 \div 64$, при $\frac{A_p}{A_c}$		
	8	16	32	8	16	32	8	16	32
$E_c/E_p=0,5$									
3	1,37	1,54	1,81	1,07	1,17	1,47	—	—	1,20
5	1,67	2,06	2,46	1,48	1,70	1,97	1,14	1,29	1,54
8	1,52	1,82	2,08	1,42	1,61	1,71	1,19	1,23	1,34
12	1,37	1,63	1,27	1,40	1,60	1,75	1,27	1,49	1,41
$E_c/E_p=1$									
3	1,27	1,40	1,63	1,08	1,16	1,43	—	—	1,20
5	1,48	1,69	1,98	1,35	1,51	1,74	1,13	1,25	1,47
8	1,34	1,48	1,67	1,29	1,38	1,38	1,15	1,20	1,30
12	1,25	1,34	1,68	1,24	1,34	1,47	1,20	1,33	1,34
$E_c/E_p=3$									
3	1,13	1,21	1,35	1,07	1,13	1,30	—	1,04	1,20
5	1,21	1,29	1,44	1,17	1,26	1,40	1,09	1,17	1,32
8	1,13	1,17	1,25	1,12	1,17	1,25	1,10	1,14	1,22
12	1,09	1,13	1,25	1,09	1,13	1,18	1,08	1,16	1,17

Примечания: 1. При промежуточных значениях n , A_p/A_c , E_c/E_p , L значение K_p определяется интерполяцией.

2. "—" — не рекомендуется применять свайный фундамент. Промежуточные значения, между "—" и соседним числом не интерполируются.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. П4-2000 к СНБ 5.01.01-99. Проектирование забивных свай. Мн.: Минстройархитектуры, 2001.
2. Пособие 2-95 к СНиП 2.02.02-85 Проектирование и устройство фундаментов из свай набивных с уплотненным основанием. Мн.: Минстройархитектуры, 1996.
3. Голубков В. Н., Тугаенко Ю. Ф., Хуторянский Б. О. Исследование процесса формирования зоны деформации в основаниях одиночных свай. Сб. «Основания и фундаменты» Вып. 4. Киев, «Будівельник», 1971.
4. Голубков В. Н., Тугаенко Ю. Ф., Марченко В. С., Суходоев Ю. Ф. Экспериментальные исследования формирования объема зоны деформации в основании фундаментов из пирамидальных свай. Сб. «Основания и фундаменты» Вып. 9. Киев, «Будівельник», 1976.
5. Козачок Л. Д. Исследование распределения вертикальных напряжений в основании кустов висячих свай с низким ростверком. Автореферат

- диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Ленинград, 1979.
6. Кондрашов В. А. Исследование деформаций грунта основания моделей свайных фундаментов методом фотофиксации траектории движения грунтовых частиц. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Труды пятой конференции молодых научных сотрудников. Москва, 1970.
 7. Исследование моделей свайных фундаментов с низкими и высокими ростверками. Сернов В. А., Лаврешук Е. В. И др. Будаўніцтва. Строительство. Construction. №3-4. Минск. 2003.
 8. Interaction between piled-raft foundation and base. M Nikitenko, V. Sernov, D Scherbitzky, N Balash. 2. konferencia s medzinárodnou účasťou. Pozemné komunikácie a dráhy. Konštrukcia podvalového podložia. Herlany, 9.-10. 9. 2004.

УДК 624.159.4

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ НАБИВНЫХ СВАЙ УСИЛЕНИЯ В ЛЕССОВИДНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И ЛЕНТОЧНЫХ ГЛИНАХ

*В.Е.Сеськов, канд. техн. наук, ст. научн. сотр., В.Н.Лях
УП «Институт БелНИИС», г. Минск*

В настоящее время в Республике Беларусь одним из основных видов строительной деятельности, в том числе по объемам строительства, является реконструкция существующих зданий и сооружений.

В этой связи имеет место и значительный объем усиления оснований и фундаментов реконструируемых объектов в условиях различных грунтов эти основания слагающих.

Одним из основных методов усиления существующих фундаментов является устройство дополнительных набивных свай, в результате чего часть нагрузки от надфундаментных конструкций воспринимается этими сваями, а существующие фундаменты разгружаются.

Расчет и проектирование набивных свай усиления регламентируется в Беларуси соответствующими нормативными документами [1, 2 и др.]. Однако эти нормативы обладают некоторыми недостатками. В частности, совершенно не отражены вопросы расчета оснований набивных свай усиления в условиях лессовидных отложений и ленточных глин.

Указанные грунты имеют достаточно широкое распространение на территории Беларуси, особенно в ее центральных (Минская область), северных и восточных (Витебская и Могилевская области) районах.

В составе лессовидных отложений присутствуют кварц и полевые шпаты (80-90%), гидрослюда (10-15%), каолинит (2-3%), монтмориллонит (1-2%), карбонаты (1,3-12%).

Ленточные глины имеют пластовое залегание (ленточную структуру) и относятся к озерно-ледниковым отложениям. Эти грунты имеют довольно сложный минералогический и химический состав. Основная масса, глинистые фракции, состоит из гидрослуд с примесями монтмориллонита и каолинита. Часто присутствуют тонкодисперсные органоминеральные отложения,