

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ В ИЗВЕСТНЯКЕ-РАКУШЕЧНИКЕ НА ОСЕВЫЕ НАГРУЗКИ

Новский В.А., к.т.н., ст. препод.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры.
Украина*

В связи с развитием высотного строительства и необходимостью устройства многоуровневых подземных объемов, возникает необходимость глубокого изучения строительных свойств известняка-ракушечника, а также особенностей совместной работы буронабивных свай с этой породой. В нормативных документах отсутствуют данные о сопротивлении сдвигу вдоль боковой поверхности буронабивных свай и расчетному сопротивлению под их пятой, если основанием является известняк. Имеющиеся отдельные данные о поведении известняка-ракушечника под нагрузкой свидетельствуют о том, что он не является скальным основанием. Поэтому, использовать методы расчета свай в этой породе как сваи-стойки не отвечает реальным процессам деформирования среды. В связи с этим, изучение вопросов, связанных с исследованием параметров, определяющих несущую способность буронабивных свай в известняке-ракушечнике при действии сжимающих и выдергивающих нагрузок, является актуальной проблемой.

На основании исследований, выполненных в ОГАСА [1, 2], установлены особенности совместной работы буронабивных свай с известняком-ракушечником, а также значения структурной прочности r_{str} и сопротивление сдвигу вдоль боковой поверхности f , в зависимости от предела прочности на одноосное сжатие. Обобщенные данные по известнякам одесского региона приведены на графиках рис. 1.

Установлено, что в процессе изготовления сваи цементный раствор проникает в поры и пустоты известняка-ракушечника за пределы поверхности стенок скважины, образуя вокруг ствола цементно-известковую прослойку. Сопротивление по боковой поверхности определяется прочностью породы ненарушенной структуры на сдвиг по внешней поверхности образовавшейся прослойки. «Срыв» на элементарном участке длины сваи является следствием разрушения в его пределах известняка-ракушечника по цилиндрической поверхности, диаметр которой превышает диаметр скважины. Зона «срыва» распро-

страняется к подошве сваи по мере перемещения ее ствола, в том числе и в результате упругого сжатия. При повторном нагружении сваи после «срыва» сопротивление определяется силами трения вдоль поверхности разрушения, что установлено испытаниями известняка-ракушечника в лабораторных условиях модельными сваями, которые по длине можно считать элементарным участком натурной сваи.

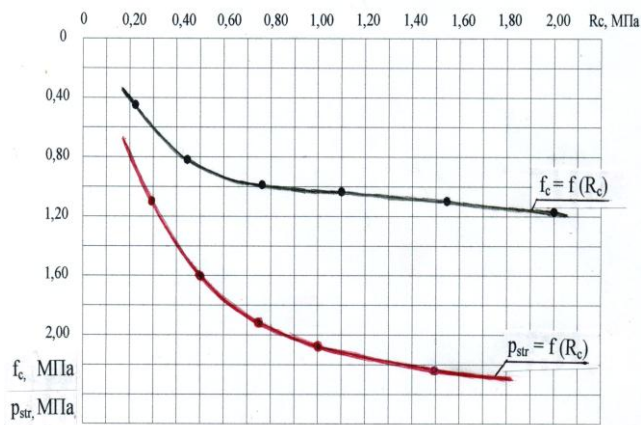


Рис. 1. Совмещенный график зависимости структурной прочности и сопротивления сдвигу вдоль боковой поверхности свай от предела прочности на одноосное сжатие

Экспериментально установлено, что при перемещениях порядка 0,3 мм сопротивление трению f снижается до 40 % по сравнению со значением предельного сопротивления сдвигу f_c . Поэтому, при определении несущей способности буронабивной сваи, частично или полностью заглубленной в слой «пыльного» известняка-ракушечника, необходимо учитывать трансформацию сопротивления по боковой поверхности, принимая его с учетом коэффициента снижения в результате перемещения ствола сваи. Выполненные исследования позволили дать рекомендации по определению несущей способности буронабивных свай в известняке-ракушечнике при действии вертикальной вдавливающей и выдергивающей нагрузок и осуществить внедрение результатов в практику строительства.

В сваях, воспринимающих вертикальную вдавливающую нагрузку, усилия, передаваемые боковой поверхностью, направлены поперек слоистости. Ствол буронабивной сваи может быть частично или полно-

стью заглублен в слой «пильного» известняка-ракушечника. В основу расчета на вертикальную вдавливающую нагрузку положена формула Н.3.1 ДБН В.2.1-10-2009, Зміна №1 [3]. В эту формулу введены коэффициенты, определяющие особенности работы буронабивных свай в известняке-ракушечнике.

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_{c,i} h_i) \quad (1)$$

где: γ_c – коэффициент условий работы свай; в случае опирания свай на пылевато-глинистые грунты со степенью влажности $S_r < 0,9$ и на лессовые грунты $\gamma_c = 0,8$, в остальных случаях $\gamma_c = 1,0$;

γ_{cR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом свай; $\gamma_{cR} = 1$;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом свай, при опирании на известняк-ракушечник равное его структурной прочности p_{str} и принимаемое по графику рис. 1, в остальных случаях - по таблице Н.2.1 [3], кПа;

A – площадь опирания свай, m^2 ;

u – периметр поперечного сечения ствола свай, м;

γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта вдоль боковой поверхности свай в пределах известняка-ракушечника, принимаемый $\gamma_{cf} = 0,65$, в остальных случаях - по табл. Н.3.1 [3];

$f_{c,i}$ – предельное сопротивление сдвигу i -го слоя грунта вдоль боковой поверхности ствола свай в пределах известняка-ракушечника принимается по графику рис. 1, в остальных случаях $f_{c,i} = f_i$ - расчетному сопротивлению i -го слоя грунта на боковой поверхности свай, кПа, принимаемому по табл. Н.2.2 [3];

h_i – толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью свай, м.

Заклучение

На основании экспериментальных данных, полученных в ОГАСА [1, 2], установлены значения сопротивление сдвигу вдоль боковой поверхности буронабивных свай f , как поперек, так и вдоль слоистости. Средненные значения этого показателя по пяти сериям из 20 опытов приведены в табл. 1.

Из приведенных данных следует, что сопротивление сдвигу поперек слоистости больше, чем вдоль слоистости, коэффициент анизотропии равен 0,86.

Таблица 1

Соотношения показателей сопротивления сдвигу известняка-ракушечника по боковой поверхности буронабивных свай вдоль и поперек слоистости

Серия	№№ опытов	Значение показателей, МПа				$k_{a,f}$
		Поперек слоистости, f_c		Вдоль слоистости, $f_{c,a}$		
		Ед.	Ср.	Ед.	Ср.	
1	1.1	0,76	0,93	0,76	0,81	0,87
	1.2	0,76		0,65		
	1.3	1,08		0,87		
	1.4	1,11		0,97		
2	2.1	0,75	0,86	0,78	0,71	0,82
	2.2	0,97		0,65		
	2.3	0,86		0,76		
	2.4	0,86		0,65		
3	3.1	1,30	1,46	1,08	1,11	0,76
	3.2	1,73		1,08		
	3.3	1,30		1,30		
	3.4	1,51		0,97		
4	4.1	0,86	0,97	1,08	1,11	1,14
	4.2	0,86		1,30		
	4.3	1,08		1,08		
	4.4	1,08		0,97		
5	5.1	1,08	1,24	0,66	0,90	0,73
	5.2	1,08		0,87		
	5.3	1,51		0,97		
	5.4	1,30		1,08		
Среднее по 5 сериям			1,09		0,93	0,86

В основу расчета на выдергивающую нагрузку положена формула ДБН В.2.1-10-09. Основи і фундаменти будівель та споруд. Зміна №1 [3] для определения несущей способности буронабивных свай в песча-

ных и глинистых грунтах, в которую введены коэффициенты, учитывающие особенности работы буронабивных свай в известняк-ракушечнике и его анизотропные свойства.

$$F_{du} = \gamma_c k_{a,f} u \sum \gamma_{cf} f_{c,i} h_i \quad (2)$$

где: γ_c – коэффициент условий работы свай, принимаемый в соответствии с требованиями табл. Н.4.1 [3];

$k_{a,f}$ – коэффициент анизотропии, используемый в пределах известняка-ракушечника и принимаемый $k_{a,f} = 1$ при нормальном расположении свай к слоистости и $k_{a,f} = 0,86$ при касательном; при промежуточном угле наклона $k_{a,f}$ определяется по интерполяции;

u – периметр поперечного сечения ствола свай, м;

γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта вдоль боковой поверхности свай в пределах известняка-ракушечника $\gamma_{cf} = 0,6$, в остальных случаях γ_{cf} принимается по табл. Н.2.3 [3];

$f_{c,i}$ – предельное сопротивление сдвигу i -го слоя грунта вдоль боковой поверхности ствола свай в пределах известняка-ракушечника принимается по таблице 2, в остальных случаях $f_{c,i} = f_i$ – расчетному сопротивлению i -го слоя грунта на боковой поверхности ствола свай, кПа, принимаемому по табл. Н.2.2 [3]

Литература

1. Новский В.А. Исследование прочностных и деформативных свойств известняка-ракушечника а лабораторных условиях / В.А. Новский // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Випуск №29 частина 2. Одеса, 2008. с. 289-295.

2. Тугаенко Ю.Ф. Исследование свай анкеров при реконструкции подпорной стенки на Приморском бульваре в г.Одессе. Будівельні конструкції. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Механіка ґрунтів та фундаментобудування / Ю.Ф Тугаенко, В.А. Новский // Збірник наукових праць Випуск 71. книга 1. – К. : НДІБК, 2008. – С. 334 – 339.

3. ДБН В.2.1-10-09. Основи і фундаменти будівель та споруд. Зміна №1. К., 2011, с. 51.

4. ДСТУ Б.В.2.1-27:2010 (ГОСТ 5686-94). Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань К., Мінрегіонбуд України, 2011, с.11.