

УДК 624.154.

## ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА НЕСУЩЮЮ СПОСОБНОСТЬ СВАИ-КОЛОННЫ

Барчукова Т.Н.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,  
г. Одесса*

На двух строительных площадках (Одессе и Краснодаре) проведены исследования работы трех свай-колонн совместно с грунтом основания. Сваи С-1, С-2 испытаны на первой площадке, С-3 – на второй.

Геолого-литологическое строение первой площадки представлено следующими напластованиями: насыпной слой – суглинок, супесь с бытовым и строительным мусором (0,5 м); песок мелкий, иногда серый глинистый с включением битой ракуши (6,0 м); супесь легкая серая с прослойками песка пылеватого и включениями ракуши (4,0 м). Вторая площадка – насыпные грунты, суглинки бурые темно-бурые со щебнем (0,1 м); суглинки, гумусированные, темно-бурые, макропористые (3,8 м); суглинки макропористые (6,3 м).

Физико-механические показатели свойств грунта приведены в таблице 1. Геометрические параметры испытанных свай даны в таблице 2.

Испытания выполнены на совместное действие вертикальных и горизонтальных нагрузок.

Под действием нагрузок в основании свай-колонны, в пределах ограниченного объема грунта развиваются деформации. Их следствием является уплотнение и боковое расширение грунта под площадью подошвы сваи при вертикальной, а также перед нагруженной лобовой и тыльной гранью при горизонтальной нагрузке.

Таблица 1

Физико-механические показатели свойств грунта

№ пл.	$p_s$ г/см <sup>3</sup>	$p$ г/см <sup>3</sup>	$w$	$w_p$	$w_L$	$\varphi$ , град.	$c$ , кПа	$E_s$ МПа
1	–	1,5	–	–	–	–	–	–
	2,68	1,97	0,27	–	–	28	1	20
	2,7	1,92	0,27	0,26	0,28	28	1	11
2	–	1,5	–	–	–	–	–	–

	2,72	1,69	0,18	0,25	0,40	23	10	18/7
	2,71	2,03	0,21	0,23	0,39	26	15	29

Таблица 2

Геометрические параметры испытанных свай-колонн

Марка сваи	Способ погружения	Сечение подошвы	Сечение в уровне дневной поверхности	Глубина погружения сваи в грунт	Конструкция сваи в уровне планировки	Нагрузки	
						N, кН	Q, кН
С-1	Монтаж свай в скважины	0,8	1,4x1,4	2,0	Горизонтальная плита	160	1,3-9,1
С-2		0,8	0,8	2,0	Зачеканка пространства бетоном	160	1,3-24
С-3		0,8	0,8	3,0		82	1,3-50

Центр зоны деформации под подошвой сваи совпадает с ее осью, лобовой и тыльной – находится соответственно на расстоянии  $1/3 L_0$  и  $2/3 L_0 + L_0$  от отметки планировки.  $L_0$  – глубина местоположения точки нулевых перемещений,  $L$  – расстояние между точкой нулевых перемещений и нижним концом сваи. С ростом нагрузок объем зоны деформации согласно результатам испытаний, нарастает последовательно как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. Плотность грунта в сухом состоянии в пределах зоны деформации изменяется от максимального ее значения на контакте с подошвой, с боковыми гранями сваи до природного значения на ее внешней границе. Повышение плотности грунтов увеличивает их сопротивление приложенным нагрузкам.

Результатом развития деформаций в процессе повышения нагрузок, является перемещение грунта, развитие осадок в вертикальном и горизонтальных перемещений в горизонтальном направлении, а также перемещение в этих направлениях ствола сваи-колонны. Давление и перемещения, сформировавшиеся соответственно по и около ствола сваи, распределены по ее длине неравномерно. На рис. 1 даны эпюры давлений, полученные в результате испытаний. Величина давления передаваемого на грунт определялась при помощи измерительного комплекса, состоящего из датчиков давления, соединенных с прибором ИД-624, точность отсчета которого колебалась в пределах от 0,04 до 0,08 кг/см<sup>2</sup> [1]. Датчики крепились на следующих участках ствола: лобовой и тыльной грани сваи, вдоль ее центральной оси с интервалом по глубине 0,3...0,5 м; по центру подошвы сваи и по подошве плиты.

Несущая способность сваи-колонны состоит из: расчетного сопротивления трению грунта по боковой поверхности и расчетного сопротивления грунта под ее подошвой. Под действием вертикальной нагрузки возникают силы трения на контакте боковой поверхности сваи и окружающего грунта, вначале их значения пропорциональны величине перемещений, затем часть приложенной нагрузки, превышающей значения сил бокового трения, передается подошвой сваи на грунт основания. Следствием его деформирования является перемещение ствола сваи. Под плитой формируется зона деформации, в пределах которой нейтрализуются силы трения по боковой поверхности сваи, снижая ее несущую способность. При перемещении ствола сваи в вертикальном направлении происходит перераспределение усилий воспринимаемых грунтами: снижение сил трения по боковой поверхности и повышение давления по подошве сваи [2]. Одновременно с этим под действием горизонтальной нагрузки возникают силы трения по подошве сваи и по подошве плиты. С увеличением нагрузки часть ее, превышающая значения сил трения, передается боковой поверхностью сваи на грунт основания, при этом под боковой гранью сваи-колонны формируются горизонтальные перемещения грунта, вызывающие перемещение ствола сваи в горизонтальном направлении.

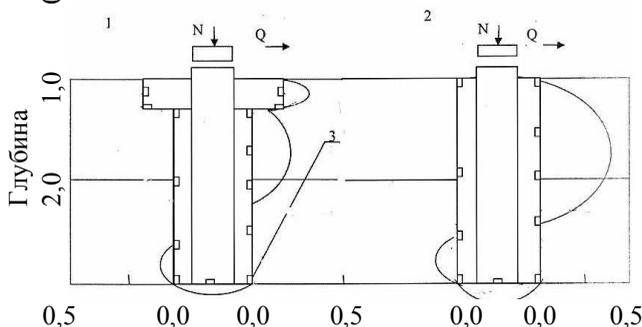


Рис. 1. Эпюры давлений грунта полученные по результатам выполненных измерений при нагрузке: вертикальной  $N=160$  кН; горизонтальной  $Q = 1,3$  кН.  
1 – свая-колонна С-1, выполненная с уширением; 2 – свая-колонна С-2;  
3 – датчики давления.

Максимальные перемещения формируются в грунте, примыкающем к подошве и боковым граням сваи. С глубиной их величина снижается.

Перемещения грунта измерялись магнитными марками и специальным прибором.

Магнитные марки монтировались в горизонтальные скважины, пробуренные из шурфа двумя рядами по оси сваи-колонны с шагом по

вертикали 200...250 мм, на глубину до 2 м, по горизонтали 180...300мм, и по оси, находящейся на расстоянии 290 мм от центра сваи.

Сваи-колонны С-1; С-2; С-3 отличаются друг от друга геометрическими параметрами. Свая С-1 выполнена с уширением (горизонтальная плита). Уширение – увеличение поперечного сечения подземной части сваи-колонны в уровне дневной поверхности. Глубина погружения сваи С-3 в грунт основания –3 м, С-2, С-3 – 2 м.

По результатам испытаний, получено следующее:

– наличие плиты увеличивает площадь передачи давления, снижая его величину;

– увеличение в 1,75 раза размеров поперечного сечения сваи-колонны С-1 на отметке планировки снизило ее горизонтальные перемещения в уровне дневной поверхности в 1,9 раза, а осадку в 1,6 раза по сравнению со свай С-2 при равных значениях нагрузки ( $N = 160\text{кН}$ ,  $Q = 1,3\text{ кН}$ ) и глубины заложения подошвы;

– уширение подземной части ствола сваи существенно влияет на местоположение точки нулевых перемещений. Положение ее для сваи-колонны с уширением (С-1) в 1,1 раза выше, чем для сваи-колонны без уширения (С-2) при прочих равных условиях;

– объем зоны деформации, формирующийся перед нагруженной гранью подземной части сваи-колонны с уширением в 2,2 раза меньше, чем сваи-колонны без уширения (С-2) при равной величине нагрузки и глубине заложения подошвы;

– подошвой плиты передается часть нагрузки ( $N = 160\text{ кН}$ ;  $Q = 1,3\text{кН}$ ), приложенной к свае С-1, которая составляет 37,5 % от величины осадки, формирующейся под ее подошвой.

**Вывод.** Увеличение геометрических параметров – поперечного сечения подземной части сваи-колонны в уровне дневной поверхности и глубины погружения сваи в грунт основания существенно увеличивает несущую способность свай.

## SUMMARY

**Undertaken studies of three piles allowed to set influence of geometrical parameters on their bearing strength. On the increase of bearing strength substantially the change of section of underground part of pile and depth of her immersion influence in soil of founding.**

1. Барчукова Т.Н., Лещинская М.А. Распределение давлений по подземной части ствола сваи-колонны при действии нагрузок // Вісник ОДАБА, – Випуск 33, – Одеса, – 2009, – С. 310-313. 2. Тугаенко Ю.Ф. Процессы деформирования

грунтов в основаниях фундаментов, свай и свайных фундаментов. // Монография, – Одесса: Астропринт, – 2008, – С. 14-32.

