

УДК 624.154/155:624.138.2

Р.В. Петраш, канд. техн. наук, доцент
*Полтавский национальный технический университет
имени Юрия Кондратюка*

БУРОСМЕСИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ПОД СОЦИАЛЬНОЕ ЖИЛЬЕ

АННОТАЦИЯ: В статье проанализированы 3 типа свайных фундаментов для строительства социального жилья. Критерием выбора лучшего из них было максимальное использование ресурса несущей способности материала сваи. Также в статье представлены результаты определения прочностных и деформационных характеристик грунтоцемента и показана диаграмма его деформирования.

Ключевые слова: СВАЯ, ГРУНТОЦЕМЕНТ, АРМИРОВАНИЕ, БУРОСМЕСИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными практическими задачами. Современный украинский опыт возведения зданий свидетельствует, что в строительной отрасли одинаково остро стоят проблемы обеспечения доступным жильем категорий населения среднего достатка и создания конструкций зданий с фундаментами высокой энергоэффективности. Как свидетельствуют сами производители, на сегодня стоимость жилья составляет почти 8 тыс. грн. за один квадратный метр в зданиях с обычными показателями архитектурно-планировочных решений.

Анализ последних исследований и публикаций. В работе [1] решена проблема повышения несущей способности грунтоцементных свай по материалу посредством армирования нормального сечения сваи стальной арматурой. В работе [3] приведена методика, использованная для определения несущей способности армированной грунтоцементной сваи по материалу. Работа [4] посвящена буросмесительной технологии устройства свай.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящается статья. Технологии изготовления свай должны широко использовать средства механизации ручного труда и быть менее трудоемкими. Способ производства работ по изготовлению свай должен обладать мобильностью и быть максимально независимым от поставок заводов-производителей строительных материалов и конструкций. Указанным требованиям соответствует буросмесительный способ устройства грунтоцементных свай, который все больше и больше внедряется, но требует дополнительных исследований.

Цель работы. Выбор наиболее подходящего типа свай, исходя из максимального использования ресурса несущей способности сваи по материалу является целью этой статьи.

Изложение основного материала. Буросмесительная технология изготовления свай широко известна в нашей стране и за ее пределами. Она обладает рядом очевидных преимуществ: экономия достигается за счет использования местных грунтов в качестве заполнителя грунтоцемента; технологичность заключается в используемых машинах и механизмах, позволяющих возводить грунтоцементные сваи надлежащего качества в слабых грунтах без дополнительного крепления стенок скважин; высокая производительность работ.

В качестве примера рассмотрим строительство жилого здания в г. Полтаве. Инженерно-геологические изыскания проводились Полтавским филиалом ДП «УкрНДИИИТВ». На рис. 1 представлена расчетная схема сваи в основании проектируемого здания, а также физико-механические характеристики грунтов.

В качестве фундамента в этой работе рассмотрены 3 типа свай:

- забивная призматическая свая С70.40-5 у весом 2,85 т из бетона класса В25, армированная арматурным каркасом КП 70.40-5.1 (4Ø12 А-II);
- буронабивная свая из того же бетона В25 диаметром 500 мм, длиной 7000 мм, без арматурного каркаса (как будет показано далее, нормальное сечение такой сваи обладает более чем достаточной прочностью);
- грунтоцементная свая на лессовом суглинке диаметром 500 мм, длиной 7000 мм из содержанием портландцемента М400 в количестве 20% от веса скелета грунта и водоцементным отношением В/Ц=2,7.

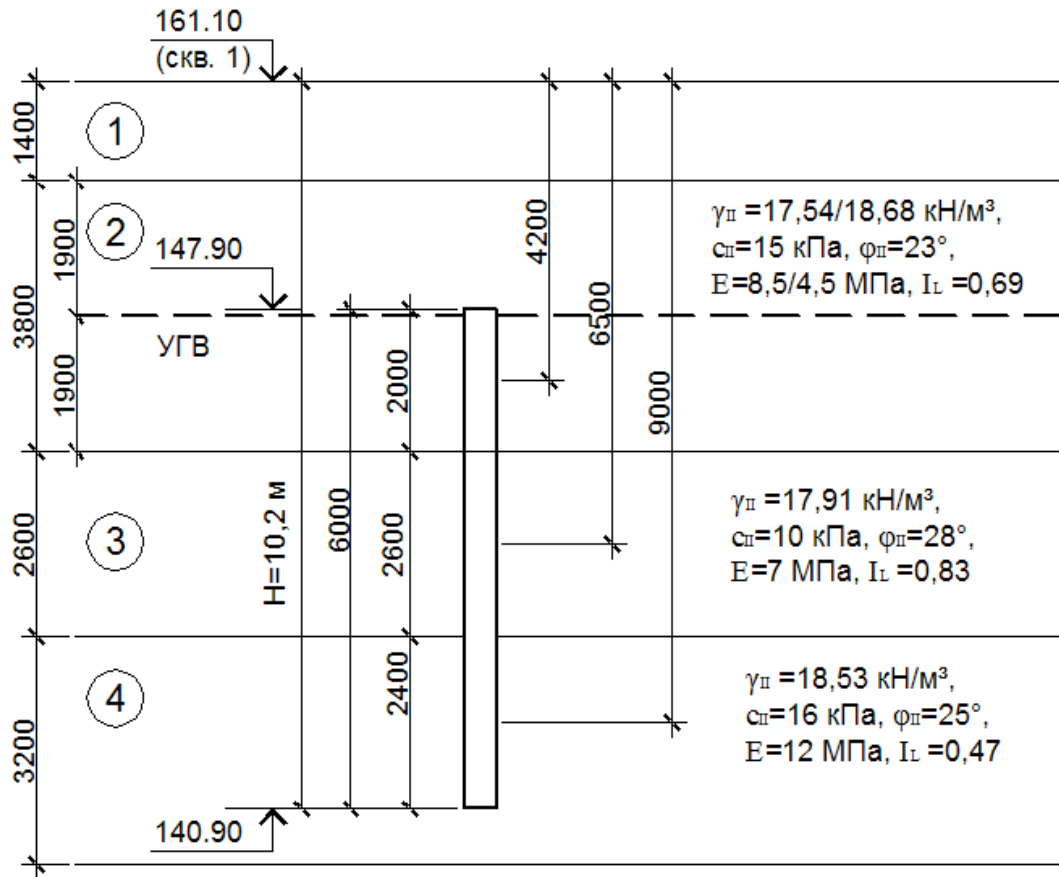


Рис. 1. Расчетная схема свай

Несущую способность всех 3 видов свай по грунту определим по формуле (1):

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i) \quad (1)$$

Расчет произведем в табличной форме (табл.1), где показаны значения всех величин в формуле (1). Значение h_i показано на рис.1, а величина f_i определялась по табл. Н.2.2 [2].

Таблица 1

Расчет несущей способности свай по свойствам грунтового основания

Вид свай	γ_c	γ_{cR}	γ_{cf}	R , кПа	A , м ²	F_d , кН
Забивная	1	1	1	1770	0,16	457
Буронабивная	1	1	0,6	742	0,20	248
Грунтоцементная	1	1	0,6	742	0,20	248

Для обоснования целесообразности применения того или иного типа свай предлагается проанализировать насколько используется ресурс несущей способности свай по материалу в комплексе с расходами на их устройство.

Несущую способность, описанных типов свай, по материалу определим по формуле (2), которая приведена в [3], где также указан физический смысл всех величин в этой формуле.

$$N_u = A_b \left(AR_b \eta_u + \frac{R_b \eta_u (K - \eta_u)}{1 + (K - 2) \eta_u} \right) \quad (2)$$

Расчет выполним в табличной форме (табл.2), где указаны все величины в формуле (2).

Таблица 2

Расчет несущей способности свай по материалу

Вид свай	A	K	η_u	R_b , МПа	A_b , м ²	N_u , кН
Забивная	0,07	3,22	1,08	13	0,16	2230
Буронабивная	0	3,22	1,35	13	0,20	2600
Грунтоцементная	0	2	1	1,3	0,20	256

Отметим, что величина K представляет собой отношение начального модуля упругости к модулю полной деформации рассматриваемого материала. Для грунтоцемента эти величины определяются из диаграммы его физического состояния (рис. 2).

Этот рисунок самым наглядным образом иллюстрирует взаимосвязь между прочностными характеристиками и деформационными свойствами этого материала. Как видим из таб. 2, несущая способность нормального сечения свай из бетона почти в 10 раз превышает эту же величину для грунтоцементной свай, при длине свай 6 м. В табл. 3 сопоставим значения несущей способности всех 3-х свай по грунту, по материалу с прямыми затратами на изготовление 1 свай каждого типа.

Как видим из таблицы, бетонные свай обладают значительным запасом несущей способности нормального сечения, который не используется. Как следствие, изготовление этих свай требует

значительных расходов материальных ресурсов. С другой стороны грунтоцементная свая обладает минимальным запасом несущей способности по материалу и стоимость изготовления этой сваи тоже минимальная.

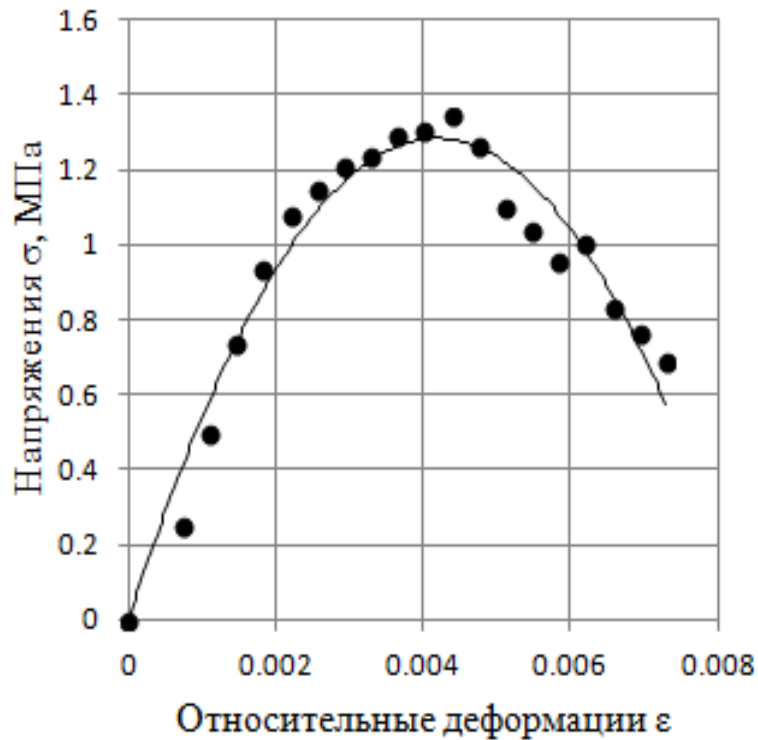


Рис. 2. Диаграмма физического состояния грунтоцемента

Таблица 3

Сопоставление несущей способности свай с их ценой

Вид сваи	Несущая способность		Запас несущей способности материала сваи, %	Прямые затраты, грн.
	по грунту F_d , кН	по материалу N_u , кН		
Забивная	457	2230	79,5	2838
Буронабивная	248	2600	90,5	4618
Грунтоцементная	248	256	3,1	868

Обратим внимание на то, что несущая способность по грунту сборной сваи почти в 2 раза превышает несущую способность буровых свай (той же длины и периметра нормального сечения u). Учитывая это, было бы целесообразно в табл. 3 увеличить в 2 раза затраты на изготовление обеих буровых свай. Но даже в этом случае грунтоцементная свая остается наиболее приемлемым вариантом фундамента.

Выводы. Грунтоцементная набивная свая имеет минимальный запас несущей способности по материалу по сравнению с бетонными. Соответственно, бетонные сваи имеют значительный ресурс несущей способности по материалу, который не используется, что отражается на стоимости их изготовления. Исходя из сравнения затрат на изготовление свай 3-х типов, можно утверждать, что использование грунтоцементных свай в качестве фундаментов для социального жилья экономически целесообразно.

Список литературы

1. Зоценко М.Л. Вплив повздовжнього армування на несучу здатність палів з грунтоцементу / М.Л. Зоценко, А.М. Павліков, О.В. Петраш // *Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. трудов.* Вып. 65. – Д.: ПГАСА, 2012. – С. 240 – 244.
2. ДБН В2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Зміна №1.– К.: Мінрегіонбуд України, 2011.
3. Павліков А.М. Нелінійна модель напружено-деформованого стану косо завантажених залізобетонних елементів у закритичній стадії: Монографія. – Полтава: ПолтНТУ ім. Юрія Кондратюка, 2007. – 259 с..
4. Yoshizu T. Development of excavating agitator in deep mixing soil method / *AIJ Journal of Technology and Design*, 2014, 20 (44), pp. 25-28.

Петраш Р.В., канд. техн. наук, доцент

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

БУРОЗМІШУВАЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ВЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ ПІД СОЦІАЛЬНЕ ЖИТЛО

АНОТАЦІЯ: У статті проаналізовано 3 типи палювих фундаментів для будівництва соціального житла. Критерієм вибору кращого з них було максимальне використання ресурсу несучої здатності палі за матеріалом.

Також у статті представлено результати визначення міцнісних та деформаційних характеристик ґрунтоцементу та представлено діаграму його деформування.

Ключові слова: ПАЛЯ, ГРУНТОЦЕМЕНТ, АРМУВАННЯ, БУРОЗМІШУВАЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ.

Petrash R.V., PhD, assistant professor

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

DEEP SOIL MIXING TECHNOLOGY FOR THE PLACEMENT OF FOUNDATIONS FOR SOCIAL HOUSING

ABSTRACT: Three pile foundations types for social housing are analyzed. Maximum use of its carrying capacity resources was the criterion of selection of the superior type of pile. Results of determination of strength and deformation characteristics of soilcement are also presented as well as deformation diagram of soilcement.

Keywords: PILE, SOIL-CEMENT, REINFORCING, DEEP SOIL MIXING TECHNOLOGY.