

СЕКЦИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 624.154

Барчукова Тетяна Миколаївна, Кравченко Сергій Анатолійович,
Семчук Павло Петрович
Одеська державна академія будівництва та архітектури
(Одеса, Україна)

ЕКОНОМІЧНІСТЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ФУНДАМЕНТІВ В БУДІВНИЦТВІ

Анотація. У статті дано опис вибору економічної конструкції фундаменту з урахуванням факторів, що впливають на цей вибір. Визначено несучу здатність конструкції по ґрунту, матеріалу, за технічними показниками. Проведено порівняння за вартістю обраних конструкцій, виконаний аналіз отриманих даних і обрана найкраща конструкція. Методика дослідження вибору оптимального варіанту, яка викладена в цій статті, дає можливість обрати найбільш підходящий для даних конкретних умов варіант.

Ключові слова: економічні дослідження, паля - колона, несуча здатність, прямі витрати.

Барчукова Татьяна Николаевна, Кравченко Сергей Анатольевич,
Семчук Павел Петрович
Одесская государственная академия строительства и архитектуры
(Одесса, Украина)

ЭКОНОМИЧНОСТЬ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ФУНДАМЕНТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. В статье дано описание выбора экономической конструкции фундамента с учетом факторов, влияющих на этот выбор. Определена несущая способность конструкции по ґрунту, материалу, по техническим показателям. Проведено сравнение стоимости выбранных конструкций, выполнен анализ полученных данных и выбрана лучшая конструкция. Методика исследования выбора оптимального варианта, изложенная в этой статье, дает возможность выбрать наиболее подходящий для данных конкретных условий вариант.

Ключевые слова: экономические исследования, свая - колонна, несущая способность, прямые расходы.

Barchukova Tatiana, Kravchenko Sergey, Semchuk Pavel
Odessa state academy of civil engineering and architecture
(Odessa, Ukraine)

ECONOMY FOR DESIGNING FOUNDATIONS IN BUILDINGS

Abstract. The article describes the choice of an economic justification for design taking into account the factors that influence this choice. Calculates and

compares the capacity for underground, material, technical and economic indicators, analyzes them and chooses the best design.

Key words: *economic research, foundation, bearing capacity, direct costs.*

Вступ. Вибір економічної конструкції фундаменту є складним комплексним завданням, що потребує врахування численних факторів. У процесі варіантного проектування фундаментів вибирають найбільш економічне, технологічне, надійне рішення, яке дає змогу максимально використовувати несучу здатність основ і фундаментів. Головні фактори, які враховують при проектуванні – інженерно-геологічні умови будівельного майданчика, фізичні властивості матеріалу, з якого виготовлена конструкція, техніко-економічні умови виконання робіт [1].

При проектуванні конструкцій розглядають кілька можливих для даних конкретних умов варіантів з них вибирають оптимальний. Для остаточного вибору проектного рішення основ і фундаментів необхідно розглянути всі розроблені варіанти з точки зору їх техніко-економічної доцільності.

На обраний варіант в першу чергу впливає вартість конструкції, вона повинна бути мінімальною, а також врахування виробничих міркувань і технічних переваг. Тут слід врахувати потребу в допоміжному обладнанні та оснащенні, пристосуваннях і пристроях, надійність того чи іншого рішення при експлуатації споруди. Якщо різниця у вартості незначна, перевага повинна бути надана найбільш прогресивному в технічному відношенні варіанту.

Дослідження проведені в цій статті актуальні так як вони дають можливість вибрати найбільш підходящий для даних конкретних умов варіант.

Аналіз останніх досліджень і публікацій Перш ніж почати проектування конструкцій роблять порівняння можливих варіантів в даних конкретних умовах для вибору найбільш економічного варіанту. Прикладом цього є стаття [1] де проаналізовано 3 типи пальових фундаментів для будівництва соціального житла. Критерієм вибору кращого з них було максимальне використання ресурсу несучої здатності матеріалу палі. Дослідження проведені в даній статті дають можливість вибрати найбільш оптимальний варіант - палю з ґрунтоцементу. Методика вибору варіанта така: визначення несучої здатності по ґрунту, матеріалу, за техніко-економічними показниками. Ця методика дозволяє вибрати економічний варіант фундаменту з урахуванням усіх діючих факторів.

Мета і завдання досліджень. Мета цієї статті вибір найбільш економічного пальового фундаменту, при порівнянні способів його влаштування – занурення в ґрунти, виходячи з максимального використання ресурсу несучої здатності фундаменту за властивостями ґрунту, матеріалу, за техніко-економічними показниками.

Результати досліджень. В якості фундаменту у роботі розглянута паля-колона, улаштування якої у ґрунти основи прийнято за різними способами заглиблення, а саме це – забивна та набивна залізобетонна паля. Палі-колони отримали досить широке поширення внаслідок зниженню трудомісткості в 2-5 разів і вартості на 20-40%, зменшення обсягу перевезень на 30% в порівнянні зі звичайною конструкцією колони на стовпчастих фундаментах, простаті роботи, що забезпечують точне розміщення паль.

Варіант «А» – паля-колона перетином 0,3x 0,3 м завдовжки 5 м забита в ґрунти основи на глибину 3 м. Варіант «В» паля-колона варіанту «А»

змонтована у свердловині діаметром 0,8 м, простір між стінкою свердловини і палею заповнюється бетоном.

Ділянка будівництва характеризується наступними інженерно-геологічними елементами: насипні ґрунти, суглинки бурі темно-бурі зі щебенем (0,1 м); суглинки, темно-бурі, макропористі (3,8 м); суглинки макропористі (4,0 м). Фізико-механічні характеристики властивостей ґрунтів наведені в таблиці 1. Ґрунтові води виявлені на глибині - 6,3 м.

Способи установки паль-колон наступні: забивання палі у ґрунти проведено за допомогою копрового агрегату С-878 А на базі трактора трубоукладача Т-100 МБГП, молотом С-330, з масою ударної частини 25 кН.

Буріння свердловин для монтажу палі, виконано буровими машинами Д-453 або Д-578.

Несуча здатність F_d палі за ґрунтом визначається за формулою 1 (формула Н.3.1[3]).

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \sum \gamma_{cf} f_i \cdot h_i), \quad (1)$$

де: R – розрахунковий опір ґрунту під подошвою палі, кПа. Для пилувато-глинястих ґрунтів визначається за таблицею (Таблиці Н.2.1 [3]; Н.3.3 [3]);

γ_c – коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті, в разі впирання її на глинисті ґрунти зі ступенем вологості $S_r < 0,9$ і на лесові ґрунти $\gamma_c = 0,8$, в інших випадках $\gamma_c = 1$;

γ_{cR} – коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі $\gamma_{cR} = 1$ у всіх випадках, крім паль з камуфлетним розширенням, де $\gamma_{cR} = 1,3$; і паль з розширенням, які бетонують підводним способом, для яких $\gamma_{cR} = 0,9$;

γ_{cf} – коефіцієнт умов роботи ґрунту на бічній поверхні палі, приймається згідно таблиці Н.3.1 [3]);

Таблица 1

Фізико-механічні показники властивостей ґрунту на майданчику будівництва

№ п/п	Найменування показника	Розміри	Номер шару	
			11	111
1	Щільність частинок ґрунту	г/см ³	2.72	2.71
2	Щільність ґрунту	г/см ³	1.69	2.03
3	Щільність у сухому стані	г/см ³	1.43	1.68
4	Природна вологість	д. о.	0.18	0.21
5	Вологість на границі розкочування		0.25	0.23
6	Вологість на границі текучості		0.40	0.39
7	Число пластичності		0.15	0.16
8	Коефіцієнт пористості		0.90	0.61
9	Показник текучості		< 0	< 0
10	Кут внутрішнього тертя	град.	23	26
11	Питоме зчеплення	кПа	10	15
12	Модуль деформації	МПа	18/7	29
13	Відносне просідання при σ кПа $\sigma_1=100$ $\sigma_2=200$ $\sigma_3=300$		0.008 0.030 0.044	- - -
14	Початковий тиск просідання	кН/м ²	120	

f_i – розрахунковий опір і-го шару ґрунту на бічній поверхні стовбура палі, кПа. Визначається за таблицею Н.2.2 [3]);

A – площа впирання палі, м². Приймається рівною для буронабивних з розширенням – площі поперечного перерізу розширення в місці максимального діаметру;

u – периметр поперечного перерізу стовбура палі, м;

h_i – товщина і-го шару ґрунту, дотичного з бічною поверхнею палі, м.

Розрахунок забивної і набивної палі виконуємо в табличній формі (табл. 2; 3), де показані значення всіх величин у формулі (1; 2). Розрахункова схема палі-колони показана на рис. 1.

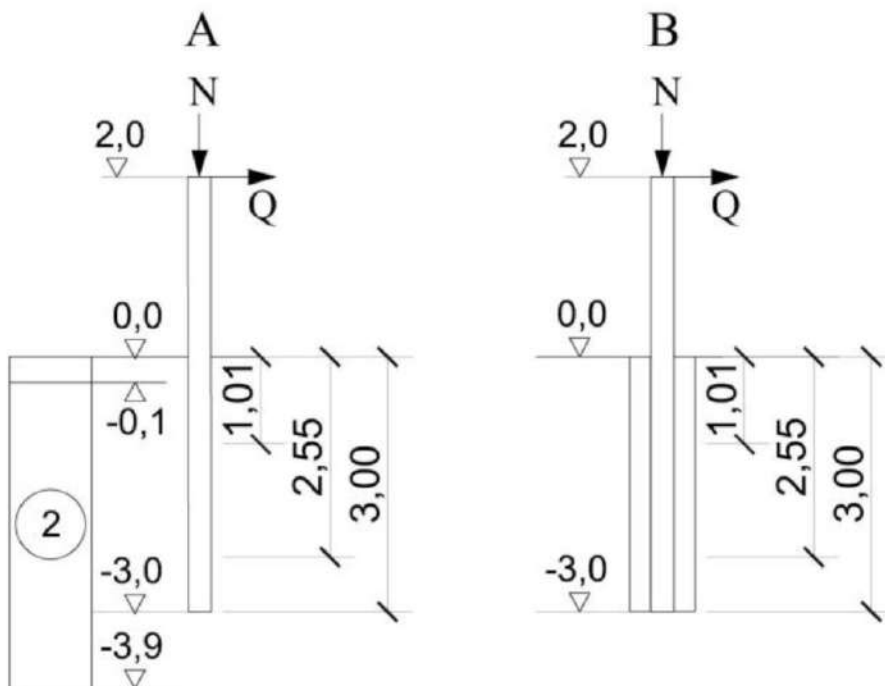


Рисунок 1 – Розрахункова схема палі – колони: А– забивної, В – набивної.

Таблиця 2

Розрахунок несучої здатності палі забивної, набивної за властивостями ґрунтової основи.

Види палі	γ_c	γ_{cR^*}	γ_{cR}	R , кПа	A , м ²	F_d , кН
Забивна	1	1	1	7500	0,09	824,14
Набивна	0,8	1	0,7	850	0,502	559,89

Несуча здатність N_u палі за матеріалом визначається за формулою 2 [4]:

$$N_u = f_{yd} A_s + f_{cd} A_c \quad (2)$$

де: f_{yd} – розрахункова міцність арматури на границі текучості, МПа;

f_{cd} – розрахункове значення міцності бетону на стиск, МПа;

A_s – площа поперечного перерізу арматури, см²;

A_c – площа перерізу бетону, м.

Таблица 3

Розрахунок несучої здатності палі забивної, набивної за матеріалом

Види палі	Переріз, м	f_{yd} , МПа	A_s , см ²	f_{cd} , МПа	A_c , м ²	N_{u1} , кН
Забивна	0,3x0,3	365	6,15	8,5	0,09	989,4
Набивна	Ø 0,8	365	6,15	8,5	0,502	6515

Зіставимо значення несучої здатності палі за ґрунтом, матеріалом з прямими витратами згідно ДБН [5] на виготовлення палі (табл. 4).

Таблица 4

Зіставлення несучої здатності палі з їх ціною

Види палі	Несуча здатність палі, кН		Запас несучої здатності матеріалу палі, %	Прямі витрати, грн.
	за ґрунтом	за матеріалом		
Забивна	824,14	989,4	16,7	157,37
Набивна	559,89	6515	91,4	1509,31

Кошторисна вартість є базовою для розрахунку планової собівартості будівельно-монтажних робіт та дозволяє, будівельній організації прогнозувати попередньо рівень своїх майбутніх витрат.

Відповідно до табл. 4 у розглянутих інженерно-геологічних умовах ефективною слід вважати палю варіанта А. Вона має найменшу кошторисну вартість і витрати енергоресурсів. Але її влаштування супроводжується динамічними впливами на існуючі будівлі і та їх мешканців. Тобто, їх використання доцільне на нових територіях забудови, також застосування в будівництві забивних залізобетонних палі-колон вимагає від виробника підвищеної точності розбивки осей, так як палі є елементом не тільки фундаменту, але і каркаса будівлі. Залізобетонні палі-колони занурюються в ґрунти за допомогою забивання з перевіркою їх положення по вертикалі. головною перешкодою масового впровадження палі-колон в будівництво є труднощі забезпечення проектного положення і збереження палі при їх зануренні. Зміщення палі в плані, відхилення їх стовбурів від вертикалі, руйнування голів при забиванні роблять монтаж прогонів і балок скрутним. Крім цього, технологія влаштування палі утруднена необхідністю її занурення в котлован і наявністю мокрих процесів. Ці недоліки: необхідність підвищення точності і збільшення вартості досліджень зі збільшенням числа свердловин, із застосуванням зондування, з більш ретельними дослідженнями ґрунтів; збільшення точності розрахунків несучої здатності палі; забезпечення високої точності забивання палі змушують вибрати в якості фундаменту набивну палю - колону.

При найбільших навантаженнях раціонально використовувати фундамент з буронабивних палі в якого несуча здатність за матеріалом майже ніж у 6 разів перевищує фундамент з забивних палі.

Висновки:

1. Виходячи з порівняння витрат на виготовлення палі різного виду заглиблення, можна стверджувати, що використання забивної палі-колони в якості фундаментів більш доцільне.

2. В окремих випадках при будівництві в районах з густою забудовою застосовують буронабивні палі хоча їх вартість в 9,5 рази вище ніж у забивних паль.

3. Конструктивні особливості монтажу забивної палі-колони більш трудомісткі, ніж у набивної палі тому її частіше застосовують в якості пального фундаменту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. А. В. Петраш, Р. В. Петраш, С. С. Петраш. Буросмесительная технология для изготовления фундаментов под социальное жилье. Вісник, Донбаської національної академії будівництва і архітектури, Донецьк, вип. 4, 2014, С. 67 – 70.
2. ДБН В.2.1-10-2009. Зміна №1. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 57 с.
3. ДБН В. 2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні і залізобетонні конструкції. Основні положення / Мінрегіонбуд України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
4. ДБН Д.1.1-1-2000. Правила определения стоимости строительства. - Київ: Держбуд України, 2000. – 12 с.