

13. Шевчук С. Г. Несуча здатність та деформативність сталобетонних перекриттів із застосуванням зовнішнього армування із хвилястих настилів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кан. техн. наук / С. Г. Шевчук. – Львів, 2010. – 21 с.

**Бурченя С. Огляд сучасних досліджень сталобетонних та сталезалізобетонних конструкцій**

Подано класифікацію сталобетонних та сталезалізобетонних конструкцій, їх основне застосування, а також аналіз сучасних досліджень таких конструкцій, та описано загальну роботу під навантаженням.

**Ключові слова:** сталобетон, сталезалізобетон, зовнішнє армування, листова арматура, стрічкове армування.

**Burchenya S. Overview of current research of steel-concrete and composite steel and concrete constructions**

The article classification steel-concrete and composite steel and concrete constructions, their primary use and analysis of current research structures and describes the basic operation under load.

**Key words:** steel-concrete, composite steel and concrete, outer reiforseing, sheet armature, band reiforsing.

**Бурченя С. Обзор современных исследований сталобетонных и стале-железобетонных конструкций**

Представлена классификация сталобетонных и сталежелезобетонных конструкций, их основное применение, а также анализ современных исследований таких конструкций, и описана общая работа под нагрузкой.

**Ключевые слова:** сталобетон, сталежелезобетон, внешние армирование, листовая сталь, ленточное армирование.

*Стаття надійшла 24.05.2017.*

УДК 624.154.546.012.45

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ  
ЗДАТНОСТІ БУРОНАБИВНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МІКРОПАЛЬ**

*О. Гнатюк, к. т. н., М. Лапчук, старший викладач  
Львівський національний аграрний університет*

**Постановка проблеми.** Вартість фундаментів і підготовки основ залежно від виду будівництва і від умов проведення будівельних робіт коливається в широких межах: від 5 до 25% загальної вартості робіт. Величезні затрати на влаштування основ і фундаментів визначають високий економічний ефект від зусиль, спрямованих на вдосконалення методів проектування і способів виконання робіт у цій галузі будівництва.

Поряд із подальшим розвитком сучасних методів спорудження фундаментів, впровадженням новітніх способів виконання робіт і удосконаленням конструкцій фундаментів потрібно розвивати наукову базу фундаментобудування, зокрема методи визначення несучої здатності мікропаль, що дасть змогу максимально ефективно використати їх несучу здатність.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Згідно з чинними нормами ДБН В.2.1-10-2009 «Основи і фундаменти будівель і споруд» [1] несучу здатність палі за властивостями ґрунтової основи належить визначати розрахунковими методами та за даними польових випробувань. Розрахункові методи виконують із використанням формул та табличних значень розрахункового опору ґрунту згідно з [1] або із застосуванням математичного моделювання роботи палі сумісно з ґрунтовою основою. Визначення несучої здатності буронабивних палі за властивостями ґрунтової основи за даними польових випробувань виконують: випробуванням натурних палі статичними навантаженнями та встановленням значення граничного опору палі за даними статичного зондування ґрунтів.

Норми СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты» [2] рекомендують розрахунок осідання палі у білінійній постановці. Кафедра будівельних конструкцій ЛНАУ розробила математичну модель роботи палі під навантаженням у багатошаровій ґрунтовій основі [3].

Сьогодні для проектування пальових фундаментів розроблено багато вирахувальних комплексів, серед яких найчастіше використовують «Plaxis 2D Foundation», «Scad», «Base», «RSoil», «Мономах».

**Постановка завдання.** Завдання наукового дослідження – експериментально-теоретичне вивчення та порівняння роботи натурних зразків буронабивних залізобетонних мікропалі та оцінки їх несучої здатності за різними методиками.

**Виклад основного матеріалу.** Для дослідження та оцінки несучої здатності буронабивних залізобетонних мікропалі було вибрано чотири варіанти: з різними геометричними характеристиками зі змінною довжиною та наявністю поширення.

Усі буронабивні залізобетонні мікропалі були виготовлені за технологією «БКФ «Основа» [4]. Буронабивні мікропалі виготовляли у попередньо пробурених методом шнекового буріння свердловинах діаметром 175 мм з розширенням 350 мм. Бетонували палі литим бетоном класу С12/15 з використанням бетонолітної труби після встановлення в них окремих стрижнів  $\varnothing 12$  класу А400С на повну довжину палі за ДСТУ 3760:2006. Буронабивні мікропалі МП-1 та МП-2 виготовляли без розширення довжиною  $l = 3$  м; МП-3 – з розширенням довжиною  $l = 3$  м; МП-4 – з розширенням довжиною  $l = 4$  м; МП-5 – з розширенням довжиною  $l = 5$  м.

Експериментальні дослідження виконували за схемою статичного вдавлювання. Випробовували палю монотонним способом ступінчасто-зростальним навантаженням відповідно до вимог [5]. Згідно з критерієм (п.8.2.4 [5]) несуча здатність дослідних натурних зразків мікропалі становила 95 і 105 кН (середня – 100 кН) для МП-1 і МП-2; 158,33 кН для МП-3; 170,83 кН для МП-4 та 195,83 кН для МП-5.

Для теоретичних розрахунків було прийнято: методику розрахунку несучої здатності буронабивних залізобетонних мікропаль згідно з [1] та з використанням програмного комплексу «Base», розрахунок осідання палі в білінійній постановці за [2], математичну модель для визначення осідання палі залежно від навантаження та зміни її геометричних параметрів [3]. Для останніх двох методик несучу здатність приймали аналогічно як для польових випробувань за досягнення граничного осідання  $s_{\text{г}} = 40$  мм. Результати порівняння дослідних та теоретичних значень несучої здатності подані у таблиці.

Таблиця  
Порівняння теоретичних і експериментальних значень несучої здатності мікропаль

Дослідні зразки	Показник	Теоретичні значення $N_d$				Експериментальні значення $N_e$
		За ДБН В.2.1-10-2009	Програма «Base»	За СП 24.13330.2 011	Розрахунки за моделлю	
МП-1,2 ( $\ell = 3$ м) (без поширення)	Несуча здатність $F_d, (F_d/F_e)$ кН(%)	31,86 (32%)	35,76 (36%)	30,51 (31%)	112 (112%)	100 (100%)
	Допустиме н-ня $N_d (N_d/N_e)$ , кН(%)	22,75 (27%)	25,54 (31%)	21,79 (26%)	80 (96%)	83,33 (100%)
МП-3 ( $\ell = 3$ м) (з поширенням)	Несуча здатність $F_d, (F_d/F_e)$ кН(%)	55,2 (29%)	71,84 (38%)	65,35 (34%)	197 (104%)	190 (100%)
	Допустиме н-ня $N_d (N_d/N_e)$ , кН(%)	39,43 (25%)	51,31 (32%)	46,68 (29%)	140,7 (89%)	158,33 (100%)
МП-4 ( $\ell = 4$ м) (з поширенням)	Несуча здатність $F_d, (F_d/F_e)$ кН(%)	71,65 (35%)	89,43 (44%)	76,25 (37%)	228 (111%)	205 (100%)
	Допустиме н-ня $N_d (N_d/N_e)$ , кН(%)	51,18 (30%)	63,9 (37%)	54,46 (32%)	162,85 (95%)	170,83 (100%)
МП-5 ( $\ell = 5$ м) (з поширенням)	Несуча здатність $F_d, (F_d/F_e)$ кН(%)	89,78 (38%)	112,32 (48%)	99,55 (42%)	265 (113%)	235 (100%)
	Допустиме н-ня $N_d (N_d/N_e)$ , кН(%)	64,13 (33%)	80,23 (41%)	71,11 (36%)	189,28 (97%)	195,83 (100%)

У результаті інженерно-геологічних досліджень на випробувальному полігоні кафедри будівельних конструкцій ЛНАУ було виявлено такі нашарування ґрунтів основи:

- насипний ґрунт з об'ємною вагою  $\gamma_{\text{II}} = 16$  кН/м<sup>3</sup> товщиною 0,3 м;
- ущільнений ґрунт, характеристики якого відповідають суглинку тугопластичному з такими характеристиками:  $\gamma_{\text{II}} = 16,6$  кН/м<sup>3</sup>, коефіцієнт пористості  $e = 0,93$ , кут внутрішнього тертя  $\varphi = 17^\circ$ , питоме зчеплення  $c = 15$  кПа, модуль пружності  $E = 8,5$  МПа – від глибини 0,3 до 1,2 м;
- супісок пластичний:  $\gamma_{\text{II}} = 18,0$  кН/м<sup>3</sup>,  $e = 0,7$ ,  $\varphi = 25,5^\circ$ ,  $c = 14$  кПа,  $E = 21$  МПа – нижче.

Грунтових вод у межах розвіданої товщини нашарувань основи не виявлено.

#### **Висновки**

1. Проведені експериментальні та теоретичні дослідження роботи буронабивних залізобетонних мікропалів на дію вертикальних навантажень та виконано порівняльний аналіз їх результатів.

2. Порівняльний аналіз результатів визначення несучої здатності дослідних зразків мікропалів за різними методиками показав, що:

- розрахунок за нормами ДБН В.2.1-10-2009 забезпечує в середньому 30% несучої здатності та 30% допустимого навантаження відносно даних, отриманих за результатами експериментальних випробувань;

- розрахунок за допомогою програми «Base» – 42 та 36 %;

- розрахунок за нормами СП 24.13330.2011 – 36,5 та 31 %;

- розрахунок із застосуванням математичної моделі – 107,5 та 93 %.

Отже, найдостовірніші дані у визначенні несучої здатності та допустимого навантаження забезпечує математична модель, причому в усіх випадках значення несучої здатності завищені, інші методи розрахунку забезпечують занижені значення, причому зі збільшенням довжини палів достовірність результатів зростає.

#### **Бібліографічний список**

1. ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування» зі зміною 1,2. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 96 с.

2. СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты» (Актуализированная редакция. СНиП 2.02.03-85.). – М., 2011. – 90 с.

3. Стрембіцький Б. Я. Дослідження несучої здатності буронабивних мікропалів з розширеною п'ятою у ґрунтах різного типу [Текст]: дипломна робота на здобуття ступеня магістра будівництва. – Львів : Львівський НАУ, 2016. – 100 с.

4. ПП БКФ Основа [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL : <http://pposnova.lviv.ua/buronabuvni.html>.

5. ДСТУ Б В.2.1-27:2010 Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань / Державний комітет України у справах містобудування і архітектури. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 14 с.

#### **Гнатюк О., Лапчук М. Порівняльний аналіз методик визначення несучої здатності буронабивних залізобетонних мікропалів**

Проведено експериментально-теоретичні дослідження несучої здатності буронабивних залізобетонних мікропалів за різними методиками та здійснено порівняльний аналіз отриманих результатів.

**Ключові слова:** буронабивні залізобетонні мікропалі з поширеною п'ятою, несуча здатність, порівняння, аналіз, різні методики, інженерно-геологічні умови.

#### **Hnatiuk O., Lapchuk M. Comparative analysis of methods determining bearing capacity of drill-impact micropiles**

Experimental and theoretical research of the bearing capacity of drill-impact micropiles different methods and comparative analysis of the results were conducted.

**Key words:** drill-impact micropiles with enlarged toe, carrying capacity, comparison, analysis, different methods, geotechnical conditions.

**Гнатюк А., Лапчук М. Сравнительный анализ методик определения несущей способности буронабивных железобетонных микросвай**

Проведены экспериментально-теоретические исследования несущей способности буронабивных железобетонных микросвай с помощью разных методик и сравнительный анализ полученных результатов.

**Ключевые слова:** буронабивные железобетонные микросваи с уширенной пятой, несущая способность, сравнение, анализ, разные методики, инженерно-геологические условия.

*Стаття надійшла 04.09.2017.*

УДК 539.3

### **РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ ІЗОТРОПНОЇ ПЛИТИ, ЗМІЦНЕНОЇ ПРОСТОРОВОЮ ФЕРМОЮ**

*М. Делявський, д. т. н.*

*Технологічно-природничий університет в Бидгощі, Польща,*

*Д. Буханец, інженер*

*Вища господарська школа в Бидгощі, Польща*

**Постановка проблеми.** Розглянуто певний тип мостової конструкції, складеної з ізотропної прямокутної плити (помосту), вільно спертої на поперечних краях, і просторової ферми, яка утворена з двох плоских ферм, жорстко з'єднаних по верху за допомогою окремих стрижнів (рис. 1).

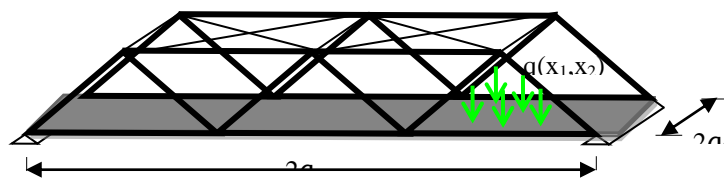


Рис. 1. Схема мостової конструкції

Ферми, на рівні нижнього поясу, жорстко з'єднані в окремих вузлах з поздовжніми краями плити. Таке з'єднання не дає змоги тим вузлам вільно обертатися навколо поздовжньої осі поясу. Не з'єднані частини краю плити можуть обертатися вільно [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останнім часом загальноприйнятим і найпоширенішим методом вирішення інженерних проблем є метод скінчених елементів, який має практично необмежені можливості розрахунку конструкції. Суттєвим недоліком методу є недостатньо висока точність розрахунку. Тому актуальними залишаються питання створення нових аналітичних