

Обрані праці 5-ї міжнародної науково-технічної конференції з будівельних матеріалів, конструкцій та споруд «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 23–24 квітня 2015 року

УДК 624.012: 624.154: 624.138.2

ИНДУСТРИАЛЬНАЯ БЕЗКАПИТЕЛЬНО-БЕЗБАЛКОВА КОНСТРУКТИВНАЯ СИСТЕМА И НОВЫЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ОСНОВ И ФУНДАМЕНТОВ НА ОСНОВЕ СУЧАСНЫХ БУДИВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗВЕДЕНИЯ ДОСТУПНОГО ЖИТЛА ТА ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ

Д-ри техн. наук А.М. Павліков, М.Л. Зоценко, А.М. Бамбура,
канд. техн. наук С.А. Тимошенко

ИНДУСТРИАЛЬНАЯ БЕЗКАПИТЕЛЬНО-БЕЗБАЛОЧНАЯ КОНСТРУКТИВНАЯ СИСТЕМА И НОВЫЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ОСНОВАН И ФУНДАМЕНТОВ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ДОСТУПНОГО ЖИЛЬЯ И ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Д-ра техн. наук А.Н. Павликов, Н.Л. Зоценко, А.Н. Бамбура,
канд. техн. наук С.А. Тимошенко

INDUSTRIAL PRECAST REINFORCED CONCRETE UNCAPITEL UNGIRDER FRAME STRUCTURE OF A BUILDING AND MODERN BASIS AND FOUNDATIONS TECHNOLOGICAL CONSTRUCTIVE SOLUTIONS BASED ON THE MODERN BUILDING MATERIALS FOR AFFORDABLE ACCOMMODATION AND INFRASTRUCTURE FACILITIES

DSc, Professor A.M. Pavlikov, DSc, Professor M.L. Zotsenko,
DSc, Professor A.M. Bambura, PhD S.A. Timoshenko

Викладені особливості конструкції безкапітельно-безбалкового каркасу будівлі: складові елементи, переваги та недоліки, досвід застосування. Наведені нові експериментально-теоретичні розробки авторів з питань бурозмішувального методу й обладнання для виготовлення ґрунтоцементних основ і фундаментів, набивних паль в пробитих свердловинах і вдосконалених буроін'єкційних паль.

Ключові слова: безкапітельно-безбалкова конструктивна система, доступне житло, порівняльні характеристики систем, ґрунтоцементні основи і фундаменти, набивні палі в пробитих свердловинах, буроін'єкційні палі.

Изложены особенности конструкции безкапительно-безбалочного каркаса здания: составляющие элементы, преимущества и недостатки, опыт использования. Приведены новые экспериментально-теоретические разработки авторов по вопросу буросмесительного метода и оборудования для изготовления ґрунтоцементных оснований и фундаментов, набивных свай в пробитых скважинах и буроинъекционных свай.

Ключевые слова: безкапительно-безбалочная конструктивная система, доступное жилье, сравнительные характеристики систем, ґрунтоцементные основания и фундаменти, набивные сваи в пробитых скважинах, буроинъекционные сваи

This paper discusses constructive elements, advantages and disadvantages, application experience of the precast reinforced concrete uncapitel ungirder frame structure of a building. New experimental and theoretical authors developments in the sphere of drilling-mixing method

Обрані праці 5-ї міжнародної науково-технічної конференції з будівельних матеріалів, конструкцій та споруд «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 23–24 квітня 2015 року

and equipment for soil-cement artificial foundations, cast-in-situ piles in punched holes and modern drilling injection piles are presented.

Science and technology elaborations that have been implemented to construction industry confirmed self high capacity of affordable dwelling provision.

Implementation of Uncapitel-Ungirder Frame Structure to high-rise dwelling provides reduce cost per square meter of the apartment by 40% compared to traditional wall structural systems buildings. At the same time the speed of construction increases in a half. The potential economic benefits from implementation of proposed elaborations given the current amount of precast reinforced concrete construction would be 1.39 billion UAH per year. Production of our elaborations promotes the restore of precast reinforced concrete enterprise and high job creation in construction industry.

Key words: *precast reinforced concrete uncapitel ungirder frame structure of a building, affordable accommodations, system comparative characteristics, soil-cement artificial foundations, cast-in-situ piles in punched holes, drilling injection piles.*

Вступ. Сучасна будівельна галузь України характеризується такими однаково актуальними проблемами: перша – забезпечення доступним житлом середніх за матеріальним рівнем верств населення, друга – створення конструкцій будівель з високою енергоефективністю [1].

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Розв'язання першої проблеми можливе за рахунок впровадження удосконалених технологій зведення будівель на основі вдосконалених їх конструктивних систем, серед котрих найпривабливішою є безкапітельно-безбалкова каркасна конструктивна система з мінімальною кількістю типорозмірів збірних конструкцій. Для складних інженерно-геологічних умов будівництва в Україні конструктивна система безкапітельно-безбалкового каркасу вдосконалена за рахунок розроблених і впроваджених у виробництво енергоефективних видів штучних основ і фундаментів: грунтоцементні штучні основи і фундаменти, набивні палі в пробитих свердловинах і вдосконалені буроін'єкційні палі. Для перелічених видів основ і фундаментів створено сучасне обладнання на базі машин і механізмів. Застосування даної системи також створює умови розв'язання другої проблеми за рахунок виконання огороджувальних конструкцій зі

спеціально розроблених дрібноштучних залізобетонних багатошарових блоків, що характеризуються високим опором теплопередачі. Енергоефективні фундаменти споруджуються без виймання ґрунту, тому при їх виготовленні немає необхідності використовувати заходи для забезпечення стійкості стінок порожнин, які при цьому утворюються. Про те, що ці проблеми важливі і вимагають першочергового розв'язання, говорить державна цільова соціально-економічна програма будівництва доступного житла на 2010 – 2017 роки, затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 11 листопада 2009 р. №1249 [1]. З метою розв'язання існуючих проблем у м. Полтаві з 2010 року почалось експериментальне будівництво із застосуванням удосконаленої безкапітельно-безбалкової конструктивної системи як в житлових, так і в громадських будівлях різного призначення.

Аналіз останніх досліджень і виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Для розв'язання даних проблем є пропозиції, у яких викладені ідеї [2 – 8] застосування нових конструктивних систем, але їх аналіз показує, що найдоцільніше вирішувати дані проблеми за рахунок упровадження в будівництві безкапітельно-безбалкового

Обрані праці 5-ї міжнародної науково-технічної конференції з будівельних матеріалів, конструкцій та споруд «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 23–24 квітня 2015 року

каркасу, що також підтверджується сучасними проектними розробками [6 – 12].

З метою апробації ефективності застосування безкапітельно-без-балкового каркасу у 2008 році за проектом державного проектного інституту містобудування «Міськбудпроект» вперше у м. Полтаві була використана дана система в будівлях під доступне житло, а також в будівлях іншого призначення.

У таких будівлях застосовуються енергоефективні фундаменти, які виконуються без виймання ґрунту, та відповідне обладнання, котре широко впроваджується в Україні з початку 90-х років минулого століття. Саме з того часу почали застосовуватись набивні палі у пробитих свердловинах [13 – 16]. За останні 10 років широкого розповсюдження набули ґрунтоцементні штучні основи і фундаменти [17 – 19].

Не зважаючи на широкий досвід застосування безкапітельно-безбалкової

конструктивної системи у зведенні будівель, великою проблемою залишається розв'язання задач її використання з метою здешевлення житла.

Формулювання мети та задачі досліджень. Метою статті є представлення вдосконаленої безкапітельно-безбалкової конструктивної системи з фундаментами, що споруджуються без виймання ґрунту, для зведення будівель доступного житла як найбільш економічної порівняно з іншими конструктивними системами на прикладі зведених будівель у м. Полтаві.

Виклад основного матеріалу. Сутністю даної конструктивної системи у загальному випадку є плоскі залізобетонні перекриття, які безпосередньо з'єднані з колонами за рахунок прогресивних вирішень їх стиків. У каркасах будівель, що зводяться за такими конструктивними системами, відсутні балки, консолі в колонах та капітелі (рис. 1).

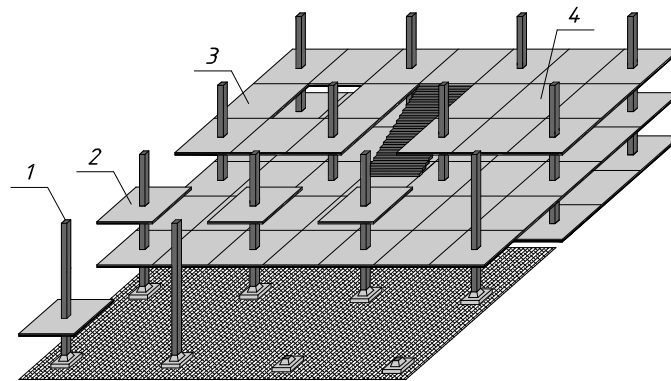


Рис. 1. Схема безкапітельно-безбалкової конструктивної системи житлової будівлі: 1 – колона; 2 – надколонна плита; 3 – міжколонна плита; 4 – середня плита

Міжповерхові перекриття у цих будівлях складаються зі збірних залізобетонних плит трьох типів: надколонних, міжколонних та середніх. Товщина усіх плит – 160 мм. Їх розміри в плані, з метою уніфікації опалубки, прийняті однаковими – 3000×3000 мм.

Надколонні плити кріпляться до поздовжньої арматури колон за допомогою зварювання закладених в них обійм, а

передбачені монтажні проміжки в 20 мм між колоною та обоймою, а також між окремими плитами заповнюються високоміцним дрібнозернистим бетоном.

З метою збільшення поверховості будівель у вдосконаленому варіанті конструктивної системи діафрагми жорсткості виконують роль несучих елементів на дію вертикальних навантажень. Діафрагми жорсткості запроєктовані так, що

Обрані праці 5-ї міжнародної науково-технічної конференції з будівельних матеріалів, конструкцій та споруд «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 23–24 квітня 2015 року

вони опираються на фундаменти, розвантажуючи таким чином колони нижніх поверхів. Це дало змогу в будівлях з такими каркасами кількість поверхів збільшити з 9 до 16. Також в плитах перекриття розташування арматури, з метою її економії, здійснювалось з обривами на ділянках неефективного її використання. Ділянки місць теоретичних обривів арматури розраховувались за спеціально розробленою методикою на основі кінематичного способу методу граничної рівноваги.



Рис. 2. Загальний вигляд житлових 16-ти поверхових будівель в м. Полтаві по вул. Богдана Хмельницького, 21 (справа) та по вул. Октябрській, 60-д (зліва) у процесі будівництва

Запроектвані до використання в каркасі будівлі елементи були випробувані у ПолтНТУ в лабораторії кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій та опору матеріалів. При цьому для кожного з елементів, тобто колон, плит та сходових маршів були розроблені окремі можливі розрахункові схеми та виготовлене випробувальне устаткування. Наприклад, для надколонної плити реалізовувалась розрахункова схема плити не тільки у вигляді обпертої по контуру (рис. 3), але й як балки – частини ригеля між його нульовими точками на обвідній епюрі згинальних

З метою апробації ефективності вдосконаленого безкапітельно-безбалкового каркасу у 2008 році за проектом державного проектного інституту містобудування «Міськбудпроект» разом з ПолтНТУ вперше у м. Полтаві були зведені будівлі доступного житла (рис. 2), а також будівлі іншого призначення. Практика підтвердила суттєві переваги даного каркасу в архітектурно-планувальних та конструктивних рішеннях порівняно з будівлями, котрі будуються на основі інших прототипів каркасної та стінової конструктивних систем.

моментів (для плоскої рами каркасу). Випробовування здійснено на дію розрахункових значень навантажень. Завантаження здійснювалось гідравлічними домкратами потужністю 500кН за допомогою насосної станції.

За даними багатьох проектів та інформаційних джерел [8-12] основні показники економічності різних конструктивних систем наведені у таблиці. Вони достатньо повно характеризують переваги розглянутої у даній статті безкапітельно-безбалкової конструктивної системи (ББКС) у порівнянні з найбільш

Обрані праці 5-ї міжнародної науково-технічної конференції з будівельних матеріалів, конструкцій та споруд «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 23–24 квітня 2015 року

відомими іншими системами, такими як АРКОС, Казань-ХХІв, Моноліт, Ж/Д КПД.

Для найбільш поширених в Україні лесових товщ ґрунту потужністю 6 – 12 м у природному чи замклому (з модулем деформації $E = 3 - 5$ МПа) стані, які підстиляють непросадкові ґрунти, найбільш ефективно зарекомендували себе, розроблені й запатентовані авторами, набивні палі у пробитих свердловинах (НППС). За технологічними і економічними

показниками вони перевершують будь-які відомі на сьогодні пальові фундаменти й штучні основи, адже мають високий ступінь використання несучої здатності основи, при їх зведенні майже відсутні земляні й опалубні роботи, зменшуються витрати бетону в 1,2 – 2 рази, металу – в 1,5 – 4, а вартість і трудомісткість – у 1,5 – 2, прискорюється нульовий цикл в 1,5 – 2 рази порівняно зі зведенням фундаментів за традиційними технологіями.

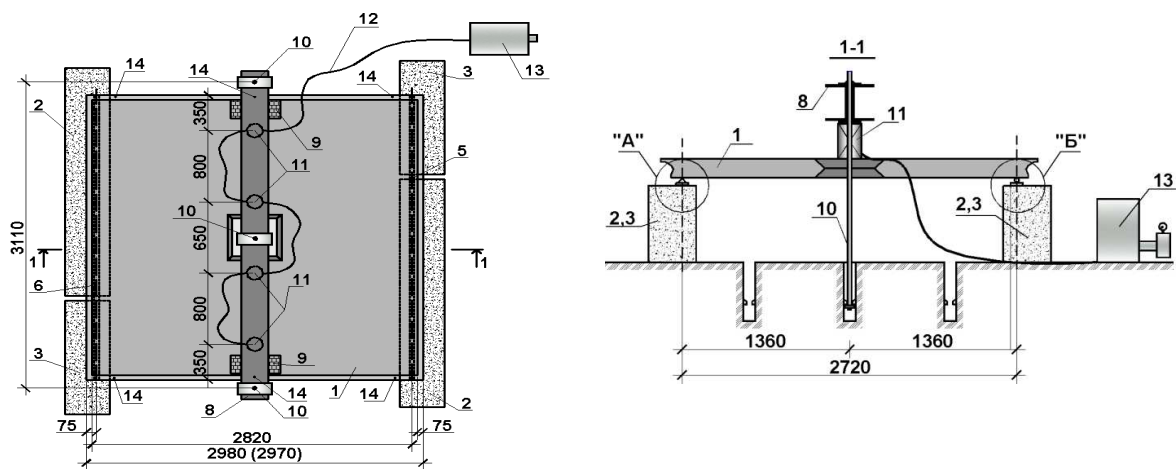


Рис. 3. Стенд для випробування надколонної плити: 1 – плита ПН 30.30.1,6–2–1; 2 – блок ФС; 3 – блок ФС; 5 – рухома опора; 6 – нерухома опора (L50x5;100x8); 8 – траверса із швелерів №30; 9 – тимчасові опори; 10 – тяжі з арматури; 11 – гідравлічні домкрати; 12 – напірні трубопроводи; 13 – насосна станція; 14 – індикатори

Таблиця

Техніко-економічні показники різних конструктивних систем

Показник	Конструктивні системи				
	АРКОС [9]	Казань-ХХІв [10]	Моноліт [11]	ББКС	Ж/Д КПД [10]
Усього сталі на м ² перекриття	11,6 кг/ м ²	14,8 кг/ м ²	27 кг/ м ²	18 кг/ м ²	14,6 кг/ м ²
Усього бетону на м ² перекриття	0,17 м ³ / м ²	0,2 м ³ / м ²	0,20 м ³ / м ²	0,16 м ³ / м ²	0,142 м ³ / м ²
Товщина перекриття	200 мм	142 мм	200 мм	160 мм	142 мм
Сітка колон	8,4×8,4 м	9×9 м	6,3×6,3 м	6×6 м	6×6 м
Арх.-планувальне рішення	вільне	вільне	вільне	вільне	вільне
Строк монтажу 12-ти поверхів	3 місяці	—	6 місяців	3 місяці	12 місяців

Обрані праці 5-ї міжнародної науково-технічної конференції з будівельних матеріалів, конструкцій та споруд «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 23–24 квітня 2015 року

На рис. 4 представлена одна із схем зведення НППС при базовій машині екскаватор-драглайн з фрикційною лебідкою вантажопідйомністю 16 т і трамбівці масою

5 т, що скидається з висоти 6 м. Цей агрегат має продуктивність до 20 НППС за зміну. Його рекомендується застосовувати переважно на великих об'єктах.

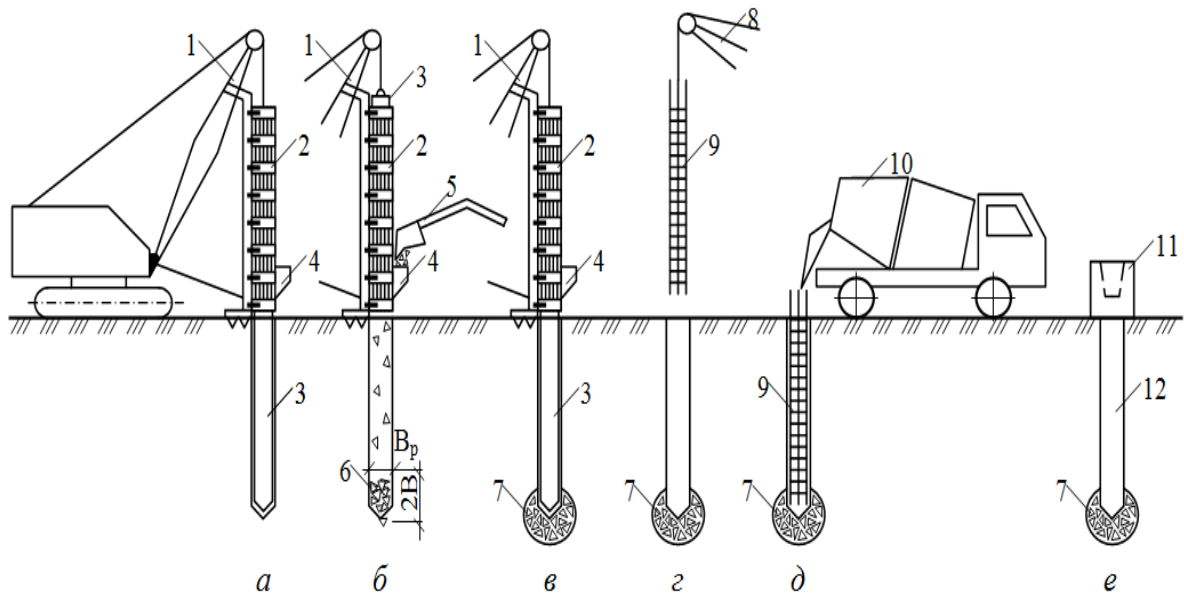


Рис. 4. Схема улаштування НППС: а – пробивання свердловини; б – подавання щебеню; в – улаштування розширення; г – установка каркасу; д – укладання бетону; е – готова НППС; 1 – базова машина; 2 – напрямна; 3 – трамбівка; 4 – дозувальний бункер; 5 – екскаватор; 6 – щебінь; 7 – розширення; 8 – кран; 9 – каркас; 10 – автобетонозмішувач; 11 – ростверк; 12 – стовбур

Розроблені авторами методи розрахунку НППС включені до державних будівельних норм, створено комплекс автоматизації таких розрахунків, котрі впроваджені на більше ніж 100 будівельних об'єктах різного призначення. Зокрема, розроблений у ПолтНТУ метод містить експериментально-теоретичну основу визначення параметрів розширень і ущільнених зон залежно від параметрів трамбівки, матеріалу розширення, фізичних властивостей ґрунту, відстані між осями НППС.

Моделювання напружено-деформованого стану (НДС) основ при їх ущільненні та в подальшій роботі при утворенні палі (фундаменту) здійснюється створеним програмним комплексом «Priz-pile», який реалізовує рішення вісесиметричної задачі методом скінчених елементів (МСЕ) кроково-ітераційними методами у фізично й геометрично нелінійній постановці. На окремих

етапах роботи програмного комплексу передбачено врахування подальшого ущільнення ґрунту, перехід його в пластичний стан, можливість проковзування палі уздовж бічної поверхні по ґрунту.

Одним із ефективних напрямлень зниження вартості фундаментобудування є використання ґрунтів, які залягають в основі об'єктів будівництва, у якості матеріалу для зведення фундаментів. Цього можливо досягти шляхом суттєвого зміцнення ґрунтів основи просочуванням цементним розчином. Зараз успішно впроваджується у будівництво бурозмішувальний метод виготовлення ґрунтоцементу. За допомогою спеціального обладнання ґрунт розпушується у певному об'ємі загального масиву основи і насичується цементним розчином. Після тужавіння суміші в основі утворюється міцний ґрунтоцементний елемент циліндричної форми заданих проектних

Обрані праці 5-ї міжнародної науково-технічної конференції з будівельних матеріалів, конструкцій та споруд «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 23–24 квітня 2015 року

розмірів. Такі елементи можливо влаштувати у водонасиченому ґрунті і нижче рівня ґрунтових вод. Для цього авторами розроблено спеціальне обладнання на базі вітчизняних машин і механізмів (рис. 6).



Рис. 5 Загальний вигляд комплекту обладнання для виготовлення ґрунтоцементних елементів за бурозмішувальною технологією: 1 – буровий верстат; 2 – схованка для розчиномішалки, розчинонаосу, склад цементу; 3 – ємність для води; 4 – напірний шланг

При виконанні даної роботи було вдосконалено метод розрахунку буроін'єкційних паль шляхом урахування додаткового обтиснення бетонної суміші в процесі їх влаштування на основі експериментальних (лоткових і польових) та теоретичних досліджень напружено-деформованого стану системи «буроін'єкційна паля – основа».

Результати досліджень показують, що значення несучої здатності буроін'єкційних паль, які визначені розрахунком за ДБН, значно нижчі за ті, що визначені за даними статичних випробовувань. На підставі цих міркувань можливо зробити висновок про наявність додаткового ущільнення ґрунту в процесі ін'єктування, яке суттєво підвищує механічні характеристики ґрунтів навкруги буроін'єкційної палі. Цей висновок дозволяє використати комп'ютерну програму «Priz-pile» для оцінки НДС системи

«буроін'єкційна паля – основа». В її основу покладено феноменологічну деформаційну пружно-пластичну модель пористого тіла, що враховує процес ущільнення ґрунту при виготовленні паль через його фізичну нелінійність при значних незворотних деформаціях і швидкостях передачі тиску на основу. Внаслідок ущільнення ґрунту обчислюються його нові (наведені) характеристики, які у подальшому розрахунку враховуються при оцінці НДС системи «буроін'єкційна паля – основа».

Висновки. Запровадження безкапітельно-безбалкової каркасної конструктивної системи у зведенні будівель під доступне житло дозволяє зменшити його вартість 1м^2 майже на 40%, а термін зведення скоротити у два рази у порівнянні з будівлями за іншими конструктивними системами. Впровадження ґрунтоцементу для армування ґрунту та виготовлення паль

Обрані праці 5-ї міжнародної науково-технічної конференції з будівельних матеріалів, конструкцій та споруд «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 23–24 квітня 2015 року

є доцільним з точки зору заощадження будівництві будівель доступного житла. матеріалів та енергетичних ресурсів у

Список використаних джерел

1. Програма будівництва доступного житла: — Режим доступу: Google:<http://kolo.poltava.ua/tag/dostupne-zhitlo-u-poltavi/>
2. Научно-проектное-объединение «КУБ» ООО ("НПО КУБ"): — Режим доступу: Google:http://new.kub-25.ru/about_1_0.html
3. Blekey F. A. Towards an Australian structural form – the flat plate / F. A. Blekey // *Architecture in Australia*. – 1965. – Pp. 115 – 127.
4. Stasio J. Di. Flat plate rigid frame design of low coshosing project in Newark and Atlantik Citi / F. A. Blekey // *N. J. Proc. American Concrete Institute*. – 1941. – Vol. 37. – Pp. 309 – 324.
5. Коуэн Г. Дж. Строительная наука XIX–XX вв. : Проектирование сооружений и систем инженерного оборудования / Генри Дж. Коуэн; пер. с англ. В. .А. Коссаковского; под ред. Л.Ш. Килимника. – М. : Стройиздат, 1982. – 359 с., ил. – Перевод. изд.: *Science and Building.: Structural and environmental design in the nineteenth and twentieth centuries*. – A Wiley-Interscience Publikation John Wiley & Sons, New York London Sydney Toronto.
6. Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса. Основные положения по расчету, монтажу и компоновке зданий: рабочий проект : у 9-ти выпусках. / Фирма „КУБ“ СП „ИНЭКС“, Научно-проектно-строительное объединение монолитного домостроения. – М. : НСПО „МОНОЛИТ“, 1990 – .– (Серия КУБ-2,5).
7. Что такое «КУБ-2,5» : электронные ресурсы – Режим доступу : Google: zavod-zhbi.com.ua/tehnologiya-kub-2-5/.
8. Описание системы по информации НПО "КУБ": электронные ресурсы – Режим доступу : Google: kub-invest.ru/sist.html.
9. Универсальная открытая архитектурно – строительная система многоэтажных зданий: — Режим доступу: Google: <http://www.rospan.com/arkos.html>
10. Сравнение системы "КАЗАНЬ XXI ВЕК" с другими системами: — Режим доступа: Google:<http://beton-karkas.ru/index.php/-xxi-/60-php/67--q-xxiq->
11. Сборно-монолитный каркас: — Режим доступу: Google:<http://cardo-ufa.ru/sbornomonolitnyj-karkas.html>
12. Описание системы "КУБ-2.5": — Режим доступу: Google:<http://www.pi2.ru/index.php?id=147>
13. Зоценко М.Л., Нові пропозиції по визначенню несучої здатності фундаментів у пробитих свердловинах за результатами польових випробувань//М.Л. Зоценко, Ю.Л. Винников, О.М. Гергель. Будівництво України. – 1998. – № 6. – С. 45-46.
14. Зоценко Н.Л. Устойчивость зданий на фундаментах в пробитых скважинах / Н.Л. Зоценко, Ю.Л. Винников // *Промышленное строительство и инженерные сооружения*. – 1989. – №3. – С. 12 – 13.
15. Zotsenko N.L, Vynnykov Y.L., Schevel K.V. Mathematical Simulation of Stress-strain State of Foundation Bed with Depth Soil Compaction// *Proc. Second Central Asian Geotechnical Symposium*. – Samarkand, 2002. – P.48-50.
16. Full-scale Tests and Numerical Simulation of Interaction between Foundations with Tamped Rigid Process Wastes Widenings and Soil Environment/ N.L. Zotsenko, S.F. Klovanych, A.V. Sckola, Y.L. Vynnykov// *Proc. XIIIth European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*. Vol. 1. – Prague, 2003. – P. 963-966.

Обрані праці 5-ї міжнародної науково-технічної конференції з будівельних матеріалів, конструкцій та споруд «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 23–24 квітня 2015 року

17. Innovative solutions in the field of geotechnical construction and coastal geotechnical engineering under difficult engineering-geological conditions of Ukraine / M. Zotsenko, Yu. Vynnykov, M. Doubrovsky, V. Oganesyanyan, V. Shokarev, V. Syedin, A. Shapoval, M. Poizner, V. Krysan, G. Meshcheryakov // Proc. of the 18th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Paris. – 2013. – Vol. 3. – P. 2645 – 2648.

18. Zotsenko, M. Soil-cements piles, manufactured by boring and mixing technology / M. Zotsenko, A. Petrash, V. Zotsenko // Conference reports materials «Problems of Energy Saving and Nature Use 2013». – Budapest, 2014. – P. 141 – 146.

19. Nikolai Zotsenko, Yuriy Vynnykov, Vasiliy Zotsenko, Soil-cement piles by boring-mixing technology, Energy, energy saving and rational nature use, Oradea University Press, 2015, pp. 192-253.

Павліков Андрій Миколайович, доктор технічних наук, професор, зав. кафедри Полтавського національного технічного університету ім. Ю.Кондратюка; Тел. (066) 301 53 06, (067) 702 93 31; E-mail: pavlikov_am@mail.ru

Зоценко Микола Леонідович, доктор технічних наук, професор, зав. кафедри ПолтНТУ ім. Ю.Кондратюка; Тел. (05322) 7 38 57

Бамбура Андрій Миколайович, доктор технічних наук, ст. наук. співр., зав. відділом ДП «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ; Тел. (044) 249 72 34, E-mail: niisk-office@ndibk.gov.ua

Тимошенко Сергій Анатолійович, канд. техн. наук, голова правління ПАТ «Домобудівний комбінат №4», м. Київ; Тел. (044) 426 50 26, E-mail: dbk.sales@yandex.ru

Pavlikov Andrii M., DSc, Professor, Poltava National Technical University named Yuri Kondratiuk; Phone.: +38 066 301 53 06, +38 067 702 93 31; E-mail: pavlikov_am@mail.ru

Zotsenko Mykola L., DSc, Professor, PoltNTU named Y. Kondratiuk; Tel. (05322) 7 38 57

Bambura Andrii M., DSc, State Research Institute of Building Construction, Kiiv; Tel. +38 044 249 72 34, E-mail: niisk-office@ndibk.gov.ua

Timoshenko Sergii A., PhD, House-building factory No4, Kiiv; Tel.+38 044 426 50 26, E-mail: dbk.sales@yandex.ru

Стаття прийнята 25.05.2015 р