

УДК 624.01

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.1.9>

ПРОЄКТУВАННЯ МОНОЛІТНОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ПЕРЕКРИТТЯ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ

Романенко С.М. – старший викладач кафедри будівництва
Херсонського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0002-0443-3896

Реконструкція житлових будинків і житлової забудови в цілому дозволяє вирішувати наступні завдання:

- підвищення комфортності проживання за рахунок зміни планування і модернізації інженерного обладнання будівлі;
- підвищення кількості проживаючих (збільшення щільності забудови) за допомогою надбудови поверхів, прибудови додаткових обсягів.

При проведенні реконструкції старих житлових і цивільних будівель зазвичай проводиться переобладнання внутрішніх приміщень. Часто потрібне збільшення корисної площі будинку за рахунок здійснення будівельно-монтажних робіт, які передбачають додавання прибудов або надбудов; також може бути зведений мансардний поверх. Нерідко виникає необхідність в зміцненні несучих конструкцій, відновлення цегляної кладки.

В останні роки в Україні все більше уваги приділяється використанню монолітного залізобетону. Це зумовлено рядом переваг: будівлі може бути надана виразна архітектурна форма, підвищена жорсткість, монолітне з'єднання елементів, підвищена стійкість до агресивних впливів навколишнього середовища, використання матеріалів та обладнання з урахуванням можливостей будівельної організації, зменшення вартості у порівнянні із збірними конструкціями, можливість улаштувати перекриття без вантажопідйомних механізмів, що важливо під час виконання робіт в малогабаритних місцях і стиснутих умовах будівництва (зокрема, в районах щільної забудови, під час реконструкції будівель), можливість використання у будівлях складної конфігурації в плані, зокрема під час реконструкції будівель старої забудови і зведенні сучасних будівель складних архітектурних форм, висока вогнестійкість.

У статті наведено результати візуального технічного обстеження будівлі на можливість реконструкції її шляхом прибудови споруди, конструкції якої опираються на існуючі стіни сходового маршу підвалу.

Виконано розрахунок монолітної залізобетонної плити перекриття із застосуванням класичних розрахунків будівельної механіки і методів комп'ютерного моделюючого експерименту в програмному комплексі «Ліра САПР 2013».

Проектнування ребристого монолітного перекриття здійснюють у такій послідовності:

1. Збір необхідних даних для розрахунку (навантаження, конструктивні розміри).
2. Виконання компоновки перекриття.
3. Розрахунок елементів перекриття: плита, головні балки.
4. Розробка робочих креслення розрахованої конструкції.

Результати проведених досліджень використані при розробці проектно-кошторисної документації.

Ключові слова: реконструкція, обстеження, навантаження, плита перекриття.

Romanenko S.M. Design of monolithic reinforced concrete floor during reconstruction

Reconstruction of residential buildings and housing in general allows to solve the following tasks:

- increasing the comfort of living by changing the planning and modernization of engineering equipment of the building;

- increasing the number of residents (increasing the density of buildings) by adding floors, adding additional volumes.

When carrying out reconstructions of old residential and civil buildings, re-equipment of internal premises is usually carried out. It is often necessary to increase the usable area of the house through the implementation of construction and installation work, which involves the addition of extensions or superstructures; the attic floor can also be erected. Often there is a need to strengthen the load-bearing structures, the restoration of brickwork.

In recent years, more and more attention in Ukraine is paid to the use of monolithic reinforced concrete. This is due to a number of advantages: the building can be given a distinct architectural form,

increased rigidity, monolithic connection of elements, increased resistance to aggressive environmental influences, use of materials and equipment taking into account the capabilities of the construction organization, reduced cost compared to prefabricated structures, flooring without lifting mechanisms, which is important when performing work in small spaces and cramped construction conditions (in particular, in densely built-up areas, during the reconstruction of buildings), the possibility of using complex configurations in the plan, in particular during the reconstruction of old buildings and construction modern buildings of complex architectural forms, high fire resistance.

The article presents the results of a visual technical inspection of the building for the possibility of its reconstruction by adding a structure, the structures of which rest on the existing walls of the stairwell of the basement.

The calculation of a monolithic reinforced concrete slab with the use of classical calculations of structural mechanics and methods of computer modeling experiment in the software package "Lira CAD 2013".

The design of the ribbed monolithic floor is carried out in the following sequence:

- 1. Collection of necessary data for calculation (load, design dimensions).*
- 2. Execution of the layout of the floor.*
- 3. Calculation of floor elements: slab, main beams.*
- 4. Development of working drawings of the calculated design.*

The results of the research were used in the development of design and estimate documentation.

Key words: *reconstruction, inspection, loading, floor slab.*

Постановка проблеми. Сучасна практика архітектурного проектування і будівництва цивільних будівель більшою мірою пов'язана з реконструкцією існуючого фонду і модернізацією різних громадських будівель. Реконструкція стала останнім часом магістральним напрямом в області капітального будівництва в історично сформованих містах. Її обсяги настільки зросли, що випереджають темпи розвитку новозбудованих будинків.

Щоб правильно виконати проект реконструкції необхідно дуже ретельне обстеження технічного стану всіх деталей і вузлів конструктивного рішення основ і фундаментів, стін, перекриття, покриттів покрівель споруди, а також роботу всіх інженерних систем. Виявлення дефектів дозволяє визначити індивідуальні підходи у вирішенні проблем їх посилення і розробки нових конструктивних рішень.

В даний час існує безліч найрізноманітніших за своїм спрямуванням і за своїми можливостями обчислювальних комплексів, що реалізують метод кінцевих елементів. З числа комплексів, які використовуються при виконанні розрахунків, які супроводжують будівельне проектування, можна відзначити ANSYS, COSMOS-M, Ліра, SCAD, STAAD Pro, FEM models, PLAXIS, Robot Millennium, SOFISTIK.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На теперішній час широко розповсюджені в будівництві безбалкові, безкапітельні та безригельні конструкції перекриття які забезпечують можливість спорудження будівель довільної конфігурації в плані з різними об'ємно-планувальними рішеннями.

Плити розраховують на міцність за нормальними і похилими перерізами згідно прийнятих в Україні нормативних документів. На даний час розрахунок залізобетонних конструкцій здійснюється за деформаційною схемою згідно ДБН і ДСТУ [1, 2, 3], при цьому значний вклад в розробці цієї теорії внесли вітчизняні вчені Т.Н. Азізов, Є.М. Бабич, А.М. Бамбура, А.Я. Барашиков, В.С. Дорофеев [4], А.М. Павліков, С.І. Роговий, О.Ф. Яременко. Розробці сучасних методів розрахунку залізобетонних конструкцій передавали глибокі теоретичні й експериментальні дослідження таких учених як А.А. Гвоздев, Ю.В. Зайцев, А.С. Залесов, Н.И. Карпенко, та багато інших вітчизняних та зарубіжних вчених. Залізобетонні конструкції перекриттів активно досліджуються й будуються за кордоном, про що свідчать праці [5, 6, 7, 8].

Постановка завдання. Метою дослідження є обстеження будівлі для визначення несучої здатності несучих конструкцій з урахуванням можливості

будівництва прибудови, пропозиції щодо підсилення конструкцій та розрахунок монолітної залізобетонної плити перекриття. Дослідження виконано із застосуванням класичних розрахунків будівельної механіки та методів комп'ютерного моделюючого експерименту в програмному комплексі «Ліра САПР 2013», який алгоритмічно базується на методі кінцевих елементів.

Задачі дослідження:

- виконати аналіз конструкцій існуючої будівлі та розробити рекомендації з відновлення несучої здатності конструкцій;
- проаналізувати результати, отримані після перевірочних розрахунків;
- виконати розрахунок монолітної залізобетонної плити перекриття першого поверху;
- розробка ефективного проектно – конструкторського рішення залізобетонної плити перекриття за рахунок раціонального її армування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Візуальне обстеження технічного стану будівельних конструкцій будинку по вул. Преображенська, 22А в м. Херсон виконано для визначення експлуатаційної надійності будівлі в цілому, а також для розробки проектної документації для будівництва прибудови зі сторони внутрішнього дворику [9, 10]. Такий вид будівництва відноситься до реконструкції згідно ДБН А.2.2-3: 2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво».[11]

Будинок, що обстежуються, розташований в центральній частині міста Херсона по вул. Преображенська, будинок 22-А і розміщений в зоні історичного ареалу, в комплексній охоронній зоні. Відстані від об'єкта реконструкції до червоних ліній, ліній регулювання забудови, існуючих будинків та споруд на змінюється.

Існуюча будівля це двоповерховий будинок багатокутної форми в плані з підвалом в частині будівлі та виходом по сходах во внутрішній двір (рис. 1).

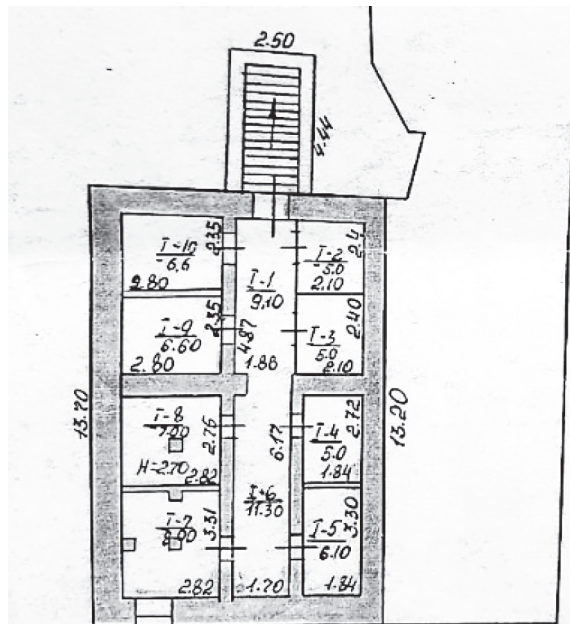


Рис. 1. План підвалу на відм.-3.300

Функціональне призначення приміщень будівлі: підвал – складські; перший поверх – офісні приміщення; другий поверх – житлові приміщення.

Конструктивна схема будівлі – стінова з поперечними та повздовжніми зовнішніми та внутрішніми несучими стінами з жорсткою конструктивною схемою.

Будівля відноситься III ступеня вогнестійкості згідно ДБН В.1.1-7-2016 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Висота приміщень житлової будівлі від підлоги до стелі становить 3,7 м, а висота підвального поверху становить 3,3 м.

Зовнішні стіни існуючої житлової будівлі виконані з використанням бутової кладки з вапняку та каменю черепашник. Товщина несучих зовнішніх стін другого поверху зі сторони головного фасаду складає 700 мм, а зі сторони внутрішнього дворику 650 мм. Товщина внутрішньої несучої стіни 450 мм.

Фундаменти під кам'яні стіни виконані стрічкові із бутової кладки з вапняку. Глибина закладення фундаменту (відстань від рівня чистої підлоги першого поверху до підлоги підвалу складає 3,9 м.

Вимощення зі сторони головного фасаду та зі сторони дворового фасаду будинку виконано з тротуарної плитки, а з інших сторін – асфальтобетонне покриття.

Цоколь виконаний із бутової кладки з вапняку та оздоблений керамічною морозостійкою плиткою.

Горищне перекриття виконане по дерев'яним, металевим балкам. Горищне перекриття другого поверху утеплено базальтовими мінераловатними плитами.

Внутрішні сходи виконані по металевим косоурам. По косоурам укладанні залізобетонні офактурені ступені.

Дах житлового будинку двосхилий з організованим водостоком. Покрівля виконана з по об'ємне кроквяній системі. Матеріал покриття – азбестоцементні хвилясті листи.

Віконні блоки – металопластикові.

Дверні блоки – внутрішні квартирні фільончасті по ДСТУ Б В. 2.6-23:2009, а вхідні дверні блоки до будівлі – металопластикові і металеві дверні блоки вхідні до квартир.

Після обстеження прийняте рішення про можливість використання існуючих конструкцій у подальшому після виконаних перевірочних розрахунків [12, 13, 14] та виконання реконструкції будівлі. Розрахунки виконують на підставі і з урахуванням уточнених обстеженням:

- геометричних параметрів будівлі і його конструктивних елементів – прольотів, висот, розмірів розрахункових перетинів несучих конструкцій;
- фактичних обпирань і сполучень несучих конструкцій, їх реальної розрахункової схеми;
- розрахункових опорів матеріалів, з яких виконані конструкції;
- дефектів і пошкоджень, що впливають на несучу здатність конструкцій;
- фактичних навантажень, впливів і умов експлуатації будівлі або споруди.

Виклад основного матеріалу дослідження. Реконструкція будівлі передбачає будівництво двоповерхової прибудови, конструкції якої опираються на існуючі стіни сходового маршу підвалу, з ребристим монолітним залізобетонним перекриттям першого поверху.

На рисунках 2, 3, 4 представлено план першого поверху на відм. +3.400, повздовжній розріз 1-1, план перекриття та переріз по монолітному залізобетонному перекриттю.

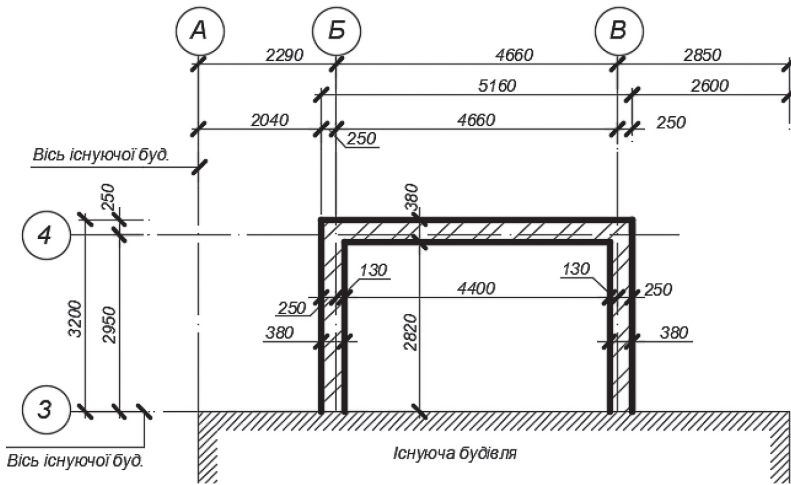


Рис. 2. План першого поверху на відм +3.400

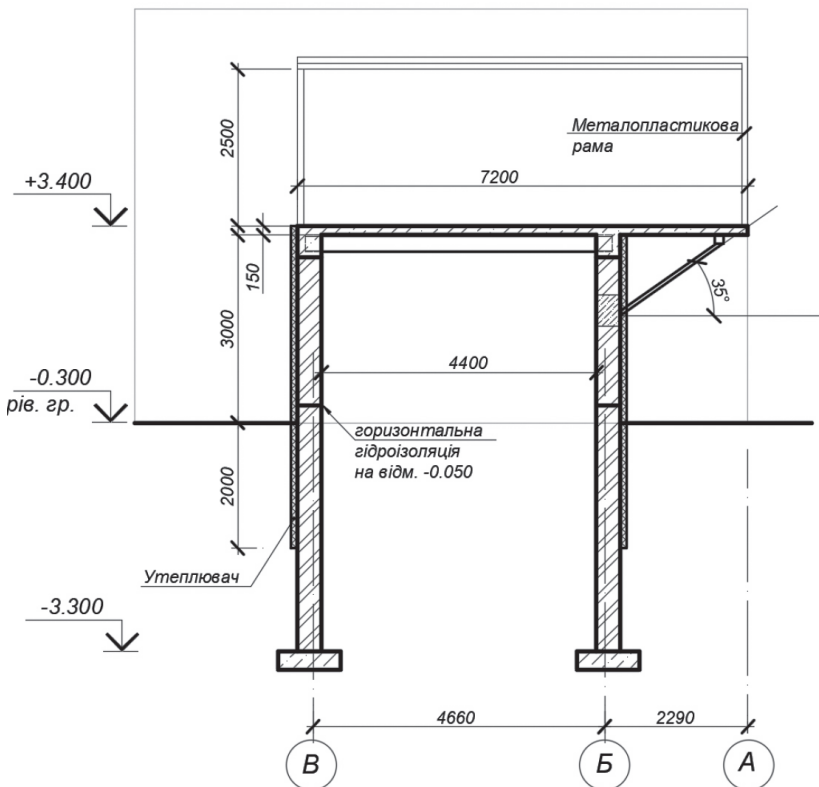


Рис. 3. Розріз прибудови I-I

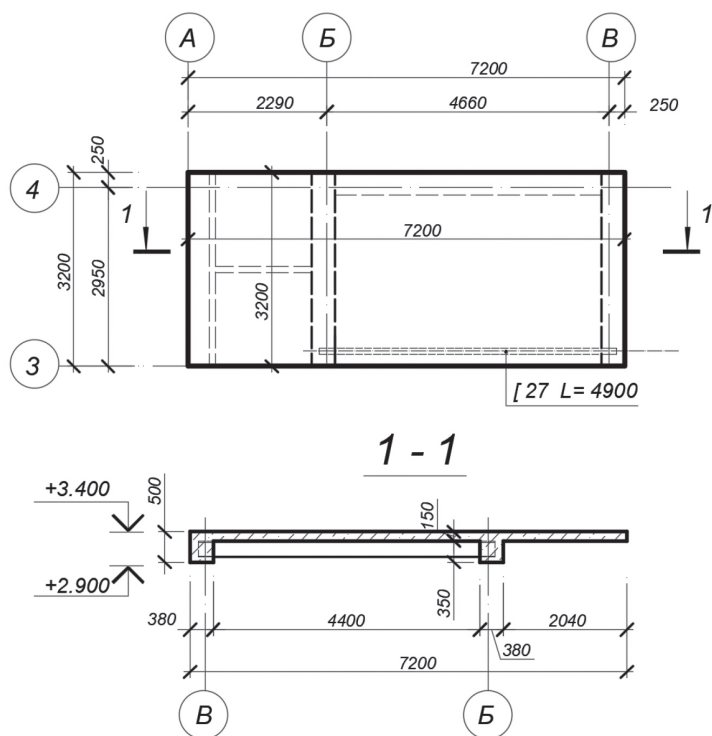


Рис. 4. План перекриття на відм. +3.400 та переріз 1-1 плити перекриття

Монолітна ребриста плита перекриття має головні балки, які розташовані в поперечному напрямку прибудови і опираються на цегляні стіни сходового маршу, що завдяки розташуванню підвищують загальну жорсткість прибудови.

Розрахункова схема плити – є нерозрізна балка з консоллю (рис. 4), яка завантажена рівномірно розподіленим навантаженням. Навантаження складає власна вага плити, конструкція підлоги та тимчасове корисне навантаження. При визначенні розрахункових навантажень враховувалось коефіцієнти надійності за навантаженням згідно з [15]. Всі характеристики бетону і арматури визначають за [1, 2, 3]. Всі розрахункові формули відповідають [1, 2, 3], які також наведені в навчальній [16, 17] та довідковій літературі. В навчальних цілях монолітну плиту в цивільних будинках армують окремими стержнями, а в промислових – зварними сітками.

Розрахунок монолітної плити перекриття виконувався в такій послідовності:

- визначення навантаження на плиту;
- складання розрахункової схеми;
- обчислення зусиль, які виникають в плиті від дії зовнішнього навантаження;
- визначення арматури в прольотах і на опорах (розрахунок міцності Розрахунок залізобетонної плити перекриття виконано у програмному комплексі «Ліра САПР 2013» [18], яка призначена для чисельного дослідження міцності і стійкості конструкцій, а також для автоматизованого виконання ряду процесів конструювання. На рис. 5, 6, 7 представлені результати розрахунку максимальних значень напруження у вигляді ізополей. За допомогою програмного комплексу також було визначено діаметр елементів армування плити перекриття.

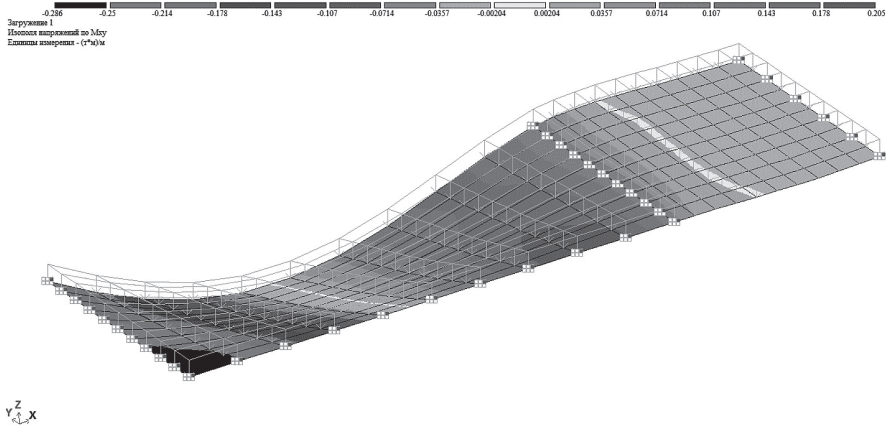


Рис. 5. Ізополю напружень по M_{xy}

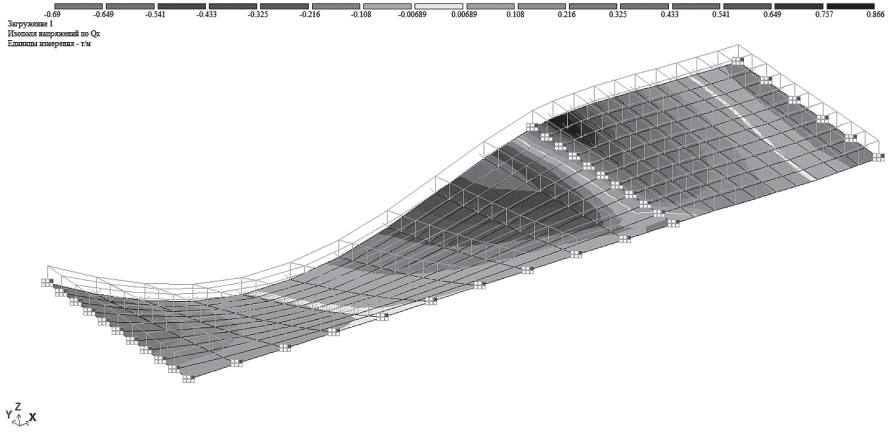


Рис. 6. Ізополю напружень по Q_x

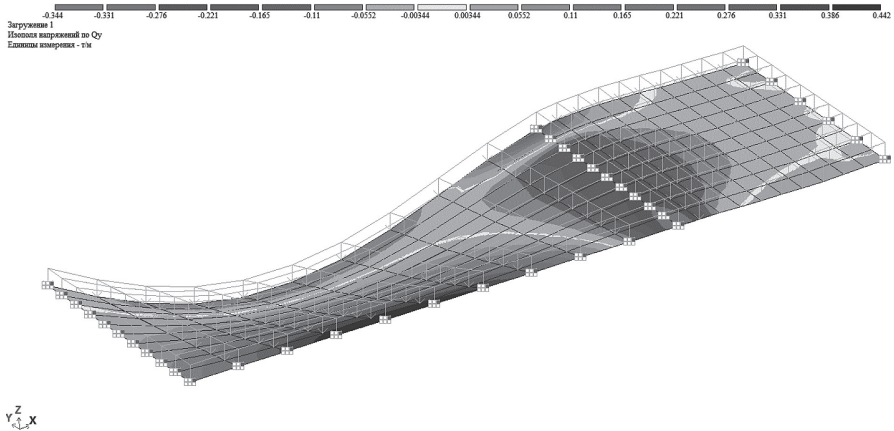


Рис. 7. Ізополю напружень по Q_y

Висновки і пропозиції. В результаті розрахунку було отримано наступний результат: для армування залізобетонного ребристого перекриття необхідна робоча арматура $\varnothing 10$ мм по осі Х у нижній і верхній грані; арматура $\varnothing 8$ мм по осі Y в верхній та нижній грані. З чого можна зробити висновок, що розрахунок в ПК «Ліра САПР 2013» є не тільки більш точним, ніж аналітичний метод розрахунку, але також дозволяє використовувати арматури меншого діаметра, що відразу ж зменшує вартість виготовлення даного типу перекриття.

Результати проведених досліджень використані при розробці проектно-кошторисної документації на реконструкції будівлі у м. Херсон по вул. Преображенська, 22-А.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. [Введено в дію з 1 липня 2011 р. зі скасуванням в Україні СНиП 2.03.01-84*] Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 70 с.
2. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. [Чинний з 1 червня 2011 р.] Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 115 с.
3. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. [Чинний з 1 січня 2007 р.]. Вид. офіц. Київ : Мінбуд України, 2006. 14 с.
4. Дорофеев В. С. Результаты численных исследований фрагментов монолитных безбалочных безкапитальных перекрытий. В.С. Дорофеев, Д.О. Бондаренко. *Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наук. праць, НБІБК*, Вип. 74. Київ, НДІБК, 2011. С. 563–570.
5. Bhatt, P. Reinforced Concrete Design to Eurocodes: Design Theory and Examples / Prab Bhatt, T. J. MacGinley, Ban Seng Choo. Spon Press, 2006. 720 p.
6. El-Reedy, M. A. Advanced Materials and Techniques for Reinforced Concrete Structures / Mohamed A. El-Reedy. CRC Press, 2009. 327 p.
7. McCormac, J. C. Design of Reinforced Concrete / McCormac J. C., Brown R.H. Wiley, 2008. 720 p. 238. Mehta, P. Concrete : Microstructure, Properties, and Materials / P. Mehta, Paulo J. M. Monteiro. [3 edition]. McGraw-Hill Professional, 2005. 659 p
8. Mindess, S. Concrete / Mindess S., Young J. F., Darwin D. [2 edition] Prentice Hall, 2002. 644 p. 243. Reichel, A. Building with Steel: Details, Principles, Examples (Detail Practice) / Alexander Reichel, Peter Ackermann, Alexander Hentschel, Anette Hochberg. [1 edition]—Birkhäuser Architecture, 2007. 112 p. 256. Wight, J. K. Reinforced Concrete: Mechanics and Design / James K. Wight, James G. MacGregor. [6th edition]—Prentice Hall, 2011. 1176 p
9. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. [Чинний з 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 32 с.
10. Гладишев Д.Г., Гладишев Г.М. Дослідження технічного стану будівель, споруд та їхніх елементів: монографія. Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2012. 303 с. ISBN: 978-617-607-201-0
11. Савйовський В.В. Реконструкція будівель і споруд: навч. посіб. Київ : Видавництво Ліра-К, 2019. 320 с. ISBN 978-617-7507-70-2
12. ДСТУ БВ. 3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель та споруд. [чинний з 2017-04-01] Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 67 с.
13. ДБН В. 1.2-14-2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. [Чинний з 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 29 с.
14. ДБН В.1.2-9-2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації. [Чинний з 2008-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. 21с.

15. ДБН В.1.2.-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний з 1 січня 2007 р.]. Вид. офіц. Київ : Мінбуд України, 2006. 78 с.

16. Кирпа І.І., Тищенко О.А. Монолітне залізобетонне перекриття [Текст]: навч. посіб., Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна., Дніпропетровськ, 2015. 88 с.

17. Городецкий Д.А., Барабаш М.С., Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Артамонова А.Е. Учебное пособие программный комплекс Лира-Сапр 2013: учебное пособие. Москва : Электронное издание, 2013. 376 с.

REFERENCES

1. DBN V.2.6-98:2009 Konstrukciyi budy'nkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstrukciyi. Osnovni polozhennya. [Vvedeno v diyu z 1 ly'pnya 2011 r. zi skasuvannyam v Ukrayini SNU'P 2.03.01-84*] Vy'd. oficz. Ky'yiv : Minregionbud Ukrayiny', 2011. 70 s.

2. DSTU B V.2.6-156:2010 Konstrukciyi budy'nkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstrukciyi z vazhkogo betonu. Pravy'la proektuvannya. [Chy'nny'j z 1 chervnya 2011 r.] Vy'd. oficz. Ky'yiv : Minregionbud Ukrayiny', 2011. 115 s.

3. DSTU B V.1.2-3:2006 Sy'stema zabezpechennya nadijnosti ta bezpeky' budivel'ny'x ob'yektiv. Progy'ny' i peremishhennya. Vy'mogy' proektuvannya. [Chy'nny'j z 1 sichnya 2007 r.]. Vy'd. oficz. Ky'yiv : Minbud Ukrayiny', 2006. 14 s.

4. Dorofeev V. S. Rezul'taty chy'slennyyh y'ssledovany'j fragmentov monoly'tnyh bezbalochnyh bezkapy'tel'nyh perkrity'j V.S.Dorofeev, D.O.Bondarenko // Budivel'ni konstrukciyi: Mizhvidomchy'j naukovo-texnichny'j zbirny'k nauk. pracz', NBIBK, Vy'p. 74 – Ky'yiv, NDIBK, 2011. S. 563-570.

5. Bhatt, P. Reinforced Concrete Design to Eurocodes: Design Theory and Examples / Prab Bhatt, T. J. MacGinley, Ban Seng Choo. Spon Press, 2006. 720 p.

6. El-Reedy, M. A. Advanced Materials and Techniques for Reinforced Concrete Structures / Mohamed A. El-Reedy. CRC Press, 2009. 327 p.

7. McCormac, J. C. Design of Reinforced Concrete / McCormac J. C., Brown R.H. Wiley, 2008. 720 p. 238. Mehta, P. Concrete: Microstructure, Properties, and Materials / P. Mehta, Paulo J. M. Monteiro. [3 edition]. McGraw-Hill Professional, 2005. 659 p

8. Mindess, S. Concrete / Mindess S., Young J. F., Darwin D. [2 edition] – Prentice Hall, 2002. 644 p. 243. Reichel, A. Building with Steel: Details, Principles, Examples (Detail Practice) / Alexander Reichel, Peter Ackermann, Alexander Hentschel, Anette Hochberg. [1 edition] – Birkhäuser Architecture, 2007. 112 p. 256. Wight, J. K. Reinforced Concrete: Mechanics and Design / James K. Wight, James G. MacGregor. [6th edition] – Prentice Hall, 2011. 1176 p

9. DSTU-N B V.1.2-18:2016. Nastanova shhodo obstezhennya budivel' i sporud dlya vy'znachennya ta ocinky' yix texnichnogo stanu. [Chy'nny'j z 2017-04-01]. Vy'd. oficz. Ky'yiv : DP "UkrNDNCz", 2017. 32 s.

10. Glady'shev D.G., Glady'shev G.M. Doslidzhennya texnichnogo stanu budivel', sporud ta yixnix elementiv: monografiya. Nacz. un-t „L'viv. Politexnika”. Leningrad : Vy'd-vo L'viv. politexniki', 2012. 303 s. ISBN: 978-617-607-201-0

11. Savjovs'ky'j V.V. Rekonstrukciya budivel' i sporud: navch. posib. Ky'yiv : Vy'davny'cztvo Lira-K, 2019. 320 s. ISBN 978-617-7507-70-2.

12. DSTU B V.3.1-2:2016 Remont i pidsy'lennya nesuchy'x i ogorodzhuval'ny'x budivel'ny'x konstrukcij ta osnov budivel' ta sporud. [chy'nny'j z 2017-04-01] Vy'd. oficz. Ky'yiv : DP „UkrNDNCz”, 2017. 67 s.

13. DBN V. 1.2-14-2018. Zagal'ni pry'ncy'py' zabezpechennya nadijnosti ta konstruktyvnoyi bezpeky' budivel' ta sporud. [Chy'nny'j z 2019-01-01]. Vy'd. oficz. Ky'yiv : Minregionbud Ukrayiny', 2018. 29 s.

14. DBN V.1.2-9-2008. Sy'stema zabezpechennya nadijnosti ta bezpeky' budivel'ny'x ob'yektiv. Osnovni vy'mogy' do budivel' i sporud. Bezpeka ekspluataciyi. [Chy'nny'j z 2008-10-01]. Vy'd. oficz. Ky'yiv: Minregionbud Ukrayiny', 2008. 21 s.
 15. DBN V.1.2.-2:2006 Navantazhennya i vply'vy'. Normy' proektuvannya. [Chy'nny'j z 1 sichnya 2007 r.]. Vy'd. oficz. Ky'yiv : Minbud Ukrayiny', 2006. 78 s.
 16. Ky'rpa I. I., Ty'shhenko O. A. Monolitne zalizobetonne perekry'ttya [Tekst]: navch. posib., Dnipropetr. nacz. un-t zalizn. transp. im. akad. V. Lazaryana., Dnipropetrovs'k, 2015. 88 s.
 17. Gorodeczky'j D.A., Barabash M.S., Vodop'yanov R.Yu., Ty'tok V.P., Artamonova A.E. Uchebnoe posoby'e programnyj kompleks Ly'ra-Sapr 2013: uchebnoe posoby'e. Moskva : Elektronnoe y'zdany'e, 2013. 376 s.
-