

БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ

УДК 69.01

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).2.190-195](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).2.190-195)

І.О. Скриннік, доц., канд. техн. наук, **М.О. Федотова**, канд. техн. наук, **В.В. Дарієнко**, доц., канд. техн. наук, **С.О. Джирма**, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький Україна

Досвід та тенденції розвитку монолітного будівництва при зведенні будівель та споруд

В даній роботі розглянуто будівництво монолітних, панельних та цегляних будинків, проведений аналіз кожного з будинків, визначені їх переваги та недоліки при будівництві в Україні. Висвітлений аналіз літературних джерел, що в свою чергу показав, що зведення будівель та споруд при монолітному будівництві буде мати набагато економічний характер у витратах і відповідно буде відбуватись будівництво з прискоренням, а строки експлуатації самих споруд та будівель з монолиту в порівнянні з панельними та цегляними будуть відрізняються в десятки років. Монолітне будівництво використовується для створення повністю жорсткої рамки з різних видів форм. У нашій країні багато років вважали за краще збірні конструкції. Хоча можна відзначити, що за останні 30 років - час конструктивізму - набуває досвід монолітне будівництво. Після настав час «цегли», потім активно просували будівництво з панелей, і тільки за останні 10 років можна сказати, що монолітне будівництво зайняло своє законне місце.

монолітний будинок, панельний будинок, цегляний будинок, монолітне будівництво

Постановка проблеми. Будівництво – одна з найважливіших і потужних галузей народного господарства. Продукт функціонування будівельної галузі це цивільні, промислові, житлові та інші будівлі. Будівельна галузь в Україні пов'язана з величезними матеріальними витратами, де скорочення яких досягається використанням правильних будівельних матеріалів, використання полегшених конструкцій, та застосування новітніх технологій у будівництві.

Багато років підряд в Україні будинки житлові багатоповерхові будували з цегли, різні об'єкти в промисловості, будівлі адміністративного значення, а також 2-3 поверхові котеджі. В багатьох випадках технологія будівництва з використанням цегляної кладки тепер відійшла на другий план, поступаючи місцем більш монолітному будівництву, то в свою чергу в будівництві малоповерховому лідируючі позиції цегли поки непорушні [3, 9].

Використання в будівництві монолітних конструкцій, які в свою чергу легші від збірних, звідси буде зменшуватись кількість матеріалу, яка необхідна буде для будівництва фундаменту і, відповідно, знижується сукупна вартість об'єкта [12]. Строк будівництва відповідних конструкцій буде зменшуватись, які необхідні для монтажу та зведення будинків багатоповерхових з цегли. А окрім вище перерахованого, такі показники як теплонепроникності, та звуконепроникності, в зрівнянні з будівельними технологіями іншого плану можуть підвищуватись в кілька разів.

В Україні набуло особливої актуальності питання підвищення енергоефективності за останні роки [1, 10]. Одним з основних шляхів забезпечення національної безпеки, це підвищення енергоефективності національної економіки України, вирішення відповідних проблемних соціальних проблем та наповнення бюджетного фонду.

Будівлі та споруди по теплоізоляції мають на меті декілька практичних цілей: це по перше підвищення комфортного рівня з звуко та тепловими показниками та економію паливних ресурсів. Відповідно, енергоефективність використання традиційних джерел енергії в спорудах та будівлях буде виражатися певними факторами.

Основним питанням в сучасному будівництві не тільки для України, а і для всіх країн, є зменшення ваги власної тих конструкцій які використовуються. Даним питанням зацікавлені дослідники і інженери з приводу пошуку ефективних способів зменшення конструктивної ваги елементів каркасів будівель, а саме міжповерхових перекриттів, і особливо в монолітних безбалкових перекриттях, які показують себе як найбільш довговічних, і технологічних при масовому будівництві. Даними проблемами, постановкою ряду завдань та досліджень, які виникають та охоплюють спектр в монолітному будівництві займалися відповідні вчені [1, 8, 12, 13].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Експериментальним і теоретичним дослідженням монолітного будівництва та пов'язаних з ними питань міцності конструкцій присвятили роботи Ю.Г. Аметов, І.Д. Белов, В.Н. Кебенко, І.Г. Людковський, А.Ф. Маренін, А.І. Міщенко, М.В. Микула, В.Ф. Пенц, Г.П. Передерій, Е.Д. Чихладзе, І.С. Яровий та багато інших науковців [1, 3, 8, 9, 11, 12]. Розглянуті можливі способи зміцнення, завдяки яким можлива суттєва економія сталі при будівництві будівель, що дозволить підвищити техніко-економічні характеристики конструкції [1, 8]. В даному варіанті присвячені роботи С.В. Ковриги, Л.І. Стороженка, М.В. Микули, О.В. Демченко, А.Л. Кришана. Слід зазначити, що вивченню безбалкових перекриттів і їх елементів присвячені праці Бабича Є.М. [2], Карпюка В.М. [12], Колякової В.М. [13] та ін. Даною розробкою також займалися закордонні вчені такі як: Rozvany G. Aims, Shmukler V., Babaev V, Tae-Young Jang, Sang-Mo Kim, Sang-Dae Kim, Yegupov K., Murashko O., Dorofeev V [14-17].

Постановка завдання. Метою даної роботи є порівняльний аналіз монолітного, панельного та цегляного будівництва будинків, опис їх переваг та недоліків при будівництві в Україні. В свою чергу викладений аналіз літературних джерел, який показав, що будівництво з моноліту в житлових будинках є більш економічний та вдалий, і може носити масове будівництво для житлових мікрорайонів і строк служби таких будівель набагато більша ніж цегляних та панельних будинків.

Виклад основного матеріалу. Панельні та цегляні будинки (рис.1, а) мають багато об'єктивних переваг. Цегляні будинки, мають досить довгий і надійний термін експлуатації, вони можуть експлуатуватися століттями, при цьому вони не потребують складного догляду. Стіни в таких будинках дихають. Такі будинки досить швидко нагріваються та досить довго утримують тепло. Стіни цегляних будинків без проблем обробляються зсередини, а зовні будинки оздоблюються різними будівельними матеріалами. Кладка стін в цегляних будинках і так гарна по собі, що можна стіни будинку зовні нічим не обшивати.



а) цегляний



б) панельний



в) монолітний

Рисунок 1 – Види житлових будинків

Джерело розроблене авторами

Але не слід вважати досить ідеальними цегляні та панельні будинки, вони мають ряд недоліків. Якщо бути об'єктивним насправді, монолітні будинки, будинки з бетонних блоків, та будинки каркасні і використання сучасних технологій за певними показниками мають певну перевагу, перед цегляними будинками, а саме, для нормальної теплоізоляції стін будівлі, стіни повинні бути дуже товсті з цегли. Відповідно застосовують утеплення стін. Будинки побудовані з цегли - насамперед, найдорожчі з усіх видів будматеріалу. Досить значна буде витрата розчину та цегли. Кладка стін повинна бути виконана якісною, що в свою чергу теж має певну вартість, будівництво має досить довгий термін, малий розмір цеглин, ретельність з якою відбуваються роботи, для отримання відповідної якості кладки. Ще одним мінусом є те що, проводити мурування цегли не можна при температурах мінусових, що обмежує будівництво теплою порою року.

Будівництво монолітне (рис 2, б) одна з найбільших перспективних технологій зведення споруд та будівель. Перевагами такого будівництва, є висока його швидкість будівництва, доволі гнучкість в архітектурних та планувальних рішеннях та досить висока стійкість до факторів навколишнього середовища. Збільшення ширини монолітних будинків дозволяє не тільки заощадити матеріали, а і на 20-30% знизити витрати тепла на обігрів будинку. Будинки монолітний майже не має швів, що покращує показники тепло- і звукопроникності [12].

В будівництві така технологія дозволяє монтувати та зводити будинки і споруди в короткі строки, що є безперечною перевагою. Головна технологія при такому будівництві, це – монтаж арматури, опалубки, та вкладання бетону. Така конструкція досить сейсмічно стійка, та міцно тримає форму будинку, стіни при моноліті рівні, стеля та підлога, відлиті з бетону, все це при будівництві позбавлені швів та раковин, що забезпечує добру звукоізоляцію.

Огляд літературних джерел показав [2, 8, 13], що будівництво монолітне має певні переваги в порівнянні з панельними та цегляним житловим будівництвом. Витрати, як енергетичні на виготовлення та зведення монолітних конструкцій будуть зменшуватись на 25-35% в порівнянні з цегляними та збірними: а самі трудовитрати будуть знижуватись в середньому на 25-30%, строки будівництва будуть скорочуватись на 10-15% в порівнянні з панельними та цегляним будівлями. Загальна вартісна оцінка будівель з архітектурно-планувальним рішенням та діючих норм на матеріали і конструкції в середньому на 10% будуть нижче, ніж панельного чи цегляного будинку.

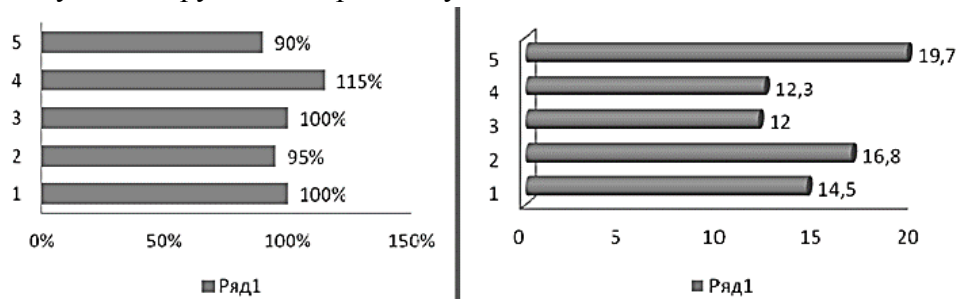
Таблиця 1 – Переваги і недоліки панельного, цегляного і монолітного будинків

Цегляний та панельний будинок		Монолітний будинок	
Переваги	Недоліки	Переваги	Недоліки
- Будівля має міцність; - будівля довговічна; - в будівлі стіни дихають; - гарна шумоізоляція при використанні залізобетонних плит перекриття; - стіни мають декоративну конфігурацію цегли; Стіни піддаються подальшій обробці.	- вартість будівництва висока; - маса будівлі велика - будівельні роботи виконуються в сезон	- при будівництві стелі і стіни одразу готові до обробки. - технологічний будівельний процес прискорюється до 10 разів. - Великий строк експлуатації - Будівництво проходить цілий рік без перерви.	- При будівництві стіни зводяться безпосередньо на будівельному майданчику, що проконтролювати якість робіт практично неможливо; - будинок має високу матеріалоемність.

Джерело розроблене авторами

Строк експлуатації монолітного будинку складає від 150 до 300 років, а його конструктивні особливості в свою чергу дають можливість витримати будівлю при землетрусі силою до 8 балів. В свою чергу будинки з цегли мають строк служби від 100 до 150 років, а панельного і ще менше до 50 років.

Нижче на діаграмах наведені декілька варіантів типів будинків у порівнянні витрат металу в конструкції та вартості будівництва.



Діаграма вартості, %

Діаграма на витрати металу в конструкції, кг/м²

1-«КПД» серії 90, 2- каркасна монолітна система «КУБ –1», 3- цегляний будинок, 4- каркасна система побудованих в умовах «ИМС», 5- монолітний безригельний каркас

Рисунок 2 – Діаграми порівняльні при будівництві будинків

Джерело розроблене авторами

Висновки:

1. Безумовно, будинки панельні та цегляні у всі часи вважалися для проживання найкращими, так як для їх будівництва використовувалась керамічна цегла будівельна. Такі будівлі здатні «дихати» і та регулювати мікроклімат усередині приміщення. Такі будівлі гарно тримають тепло, і дозволяють економити на опаленні.

2. В будівництві в теперішній час панельні та цегляні будинки зводять дуже рідко, а зводять більше монолітні будівлі, що в свою чергу дозволяє збільшити поверховість будівлі та строк служби, і придати будівлі різноманітний архітектурний вигляд.

3. В цілому не можна однозначно сказати, який будинок ліпший з точки зору будівельної конструкції – монолітний, панельний, чи цегляний, так як вони не відрізняються за своїми експлуатаційними характеристиками.

Список літератури

1. Бабаєв В.М. Чисельні та експериментальні методи раціонального проектування та зведення конструктивних систем . Київ: Сталь, 2017. 404с.
2. Бабич Є.М. Безкапітельнобезбалкові конструктивні системи для будівель доступного житла: конструктивні особливості, умовності розрахунків, пропозиції з удосконалення. *Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди* . 2014. Вип. 29. С. 451–460.
3. Бамбура А.М. Індустріальна безкапітельно-безбалкова конструктивна система і нові конструктивно-технологічні рішення основ і фундаментів на основі сучасних будівельних матеріалів для зведення доступного житла та об'єктів інфраструктури. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2015. Вип. 155. С. 53–61.
4. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ . [Чинний від 2009-12-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 48 с. (Державні будівельні норми України).
5. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 51 с. (Державні будівельні норми України).
6. ДБН В.1.1.7-2016 . Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. 39 с. (Державні будівельні норми України).
7. ДБН В.2.3-20-2008. Споруди транспорту. Мости та труби. Виконання та приймання робіт. [Чинний від 2008-08-01]. URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-155> (дата звернення: 04.05.2023).
8. Демчина Б.Г. Особливості розрахунку багатошарових плит перекриття на ПК «ЛІРА». *Сучасне промислове та цивільне будівництво* . 2009. №4. С. 179–185.

9. Дорофеев В. С. Міцність та тріщиностійкість залізобетонних балкових конструкцій за дії малоциклових знакопостійних і знакозмінних навантажень високих рівнів. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2016. Вип. 10. С. 13–26. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mttdp_2016_10_4 (дата звернення: 15.05.2023).
10. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. [Чинний від 2011-06-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с. (Національний стандарт України).
11. Карпюк В.М. Розрахунок міцності просторових перерізів прогінних залізобетонних конструкцій при їх згині з крученням за удосконаленою інженерною методологією. *Наука та будівництво* . 2018. №4. С. 18–27.
12. Колякова В.М. Розрахунково-теоретичні дослідження розподілу температури в перерізі залізобетонної конструкції східчастих складок. *Будівельні конструкції. Теорія і практика: наук.-техн. збірник*. Київ : КНУБА, 2017. Вип. 1. С.149–157.
13. Rozvany G. Aims, scope, methods, history and unified terminology of computer-aided topology optimization in structural mechanics. *Struct Multidisc Optim* . 2001. 21. Pp. 90–108.
14. Shmukler V. New constructive solutions for building of transport construction facilities. *MATEC Web of conferences*. 2017. Vol.116. 02004. 19p.
15. Tae-Young Jang, Sang-Mo Kim, Sang-Dae Kim. New Eco-friendly Two-way Void Slab. P. 671-676. URL: <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB17410.pdf> (last accessed: 15.05.2023).
16. The European guidelines for self-compacting concrete: specification, production and use. UK, 2005. 21 p.
17. Yegupov K. Problem of nonconformity of computational model and results of vibration tests of multistory buildings with girderless construction. Ovidius University . *Annals Series: Civil Engineering*. 2015. Issue 17. Pp. 55–60.

References

1. Babaiev, V.M., Buhaievskiy, S., Evel, S.M., Yevzerov, I.D., Shevetovskiy, V.V., Shymanovskiy, O.V. & Shmukler, V.S. (2017). *Chyselni ta eksperymentalni metody ratsionalnoho proektuvannia ta zvedennia konstruktyvnykh system* [Numerical and experimental methods of rational design and construction of structural systems]. Kyiv, "Stal" [in Ukrainian].
2. Babych, Ye.M., Pavlikov, A.M. & Mykytenko, S.M. (2014). Bezkapitelno-bezbalkovi konstruktyvni systemy dlia budivel dostupnoho zhytla: konstruktyvni osoblyvosti, umovnosti rozrakhunkiv, propozyzii z udoskonalennia [Capital-free and beam-free structural systems for affordable housing buildings: design features, calculation conventions, suggestions for improvement]. *Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy – Resource-saving materials, constructions, buildings and structures. Issue 29*, 451–460 [in Ukrainian].
3. Bambura, A.M., Pavlikov, A.M., Zotsenko, M.L. & Tymoshenko, S.A. (2015). Industrialna bezkapitelno-bezbalkova konstruktyvna systema i novi konstruktyvno-tekhnolohichni rishennia osnov i fundamentiv na osnovi suchasnykh budivelnnykh materialiv dlia zvedennia dostupnoho zhytla ta ob'ektiv infrastruktury [Industrial capital-free and beam-free structural system and new structural and technological solutions of bases and foundations based on modern building materials for the construction of affordable housing and infrastructure facilities]. *Zbirnyk naukovykh prats Ukrainskoho derzhavnoho universytetu zaliznychnoho transportu – Collection of scientific works of the Ukrainian State University of Railway Transport, Issue 155*, 53–61 [in Ukrainian].
4. Zahalni pryntsyipy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel, sporud, budivelnnykh konstruktii ta osnov [General principles of ensuring the reliability and structural safety of buildings, structures, building structures and foundations.]. (2009). *DBN V.1.2-14-2009. from 01 December, 2009*. Kyiv : Minrehionbud Ukrainy (Derzhavni budivelni normy Ukrainy) [in Ukrainian].
5. Orhanizatsiia budivelnnoho vyrobnytstva [Organization of construction production]. (2016). *DBN A.3.1-5-2016. from 01 December, 2017*. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 51 s. (Derzhavni budivelni normy Ukrainy) [in Ukrainian].
6. Pozhezhna bezpeka ob'ektiv budivnytstva. Zahalni vymohy [Fire safety of construction sites. general requirements]. (2017). *DBN V.1.1.7-2016 from 06 June , 2017*. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy. (Derzhavni budivelni normy Ukrainy) [in Ukrainian].
7. Sporudy transportu. Mosty ta truby. Vykonannia ta pryimannia robit. [Transport facilities. Bridges and pipes. Execution and acceptance of works]. *DBN V.2.3-20-2008. from 01 August, 2008*. Retrieved from <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-155> [in Ukrainian].
8. Demchyna, B.H., Rutkovska, I.Z. & Vozniuk, L.I. (2009). Osoblyvosti rozrakhunku bahatosharovykh plyt perekryttia na PK «LIRA» [Peculiarities of calculation of multi-layer floor slabs on PC "LIRA"].

- Suchasne promyslove ta tsyvilne budivnytstvo – Modern industrial and civil construction*, 4, 179–185 [in Ukrainian].
9. Dorofiev, V.S., Karpiuk, V.M, Albu, K.I., Somina, Yu.A. (2016). Mitsnist ta trishchynostiikist zalizobetonnykh balkovykh konstruksii za dii malotsyklovykh znakopostiinykh i znakozminnykh navantazhen vysokyykh rivniv [Strength and crack resistance of reinforced concrete beam structures under the action of low-cycle constant-sign and sign-changing loads of high levels]. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka – Bridges and tunnels: theory, research, practice, Issue 10*, S. 13–26. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mttdp_2016_10_4 [in Ukrainian].
 10. Konstruksii budynkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstruksii z vazhkoho betonu. Pravyla proektuvannia. [Structures of buildings and structures. Concrete and reinforced concrete structures made of heavy concrete. Design rules.] (2011). *DSTU B V.2.6-156:2010. from 01 June, 2011*. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 123s. (Natsionalnyi standart Ukrainy) [in Ukrainian].
 11. Karpiuk, V.M., Dorofiev, V.S., Petrov, O.M. & Petrov, M.M. (2018). Rozrakhunok mitsnosti prostorovykh pereriziv prohinykh zalizobetonnykh konstruksii pry yikh zghyni z kruchenniam za udoskonaleniou inzhenernoiu metodolohiieiu [Calculation of the strength of the spatial cross-sections of the reinforced concrete constructions when they are bent with torsion according to the improved engineering methodology]. *Nauka ta budivnytstvo – Science and construction*, 4, 18–27 [in Ukrainian].
 12. Koliakova, V.M. & Bozhynskiy, M.O. (2017). Rozrakhunkovo-teoretychni doslidzhennia rozpodilu temperatury v pererizi zalizobetonnoi konstruksii skhidchastykh skladokv [Computational and theoretical studies of temperature distribution in the cross-section of a reinforced concrete structure with stepped folds]. *Budivelni konstruksii. Teoriia i praktyka: Nauk.-tekhn. zbirnyk – Building structures. Theory and practice: science and technology. collection, Issue 1*, 149–157 [in English].
 13. Rozvany, G. (2001). Aims, scope, methods, history and unified terminology of computer-aided topology optimization in structural mechanics. *Struct Multidisc Optim*, 21, Pp. 90–108 [in English].
 14. Shmukler, V. & Babaev, V. (2017). New constructive solutions for building of transport construction facilities. *MATEC Web of conferences, Vol 116*, p 02004. 19p. [in English].
 15. Tae-Young Jang, Sang-Mo Kim, Sang-Dae Kim. New Eco-friendly Two-way Void Slab [Електронний ресурс]. Retrieved from <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB17410.pdf> [in English].
 16. The European guidelines for self-compacting concrete: specification, production and use. UK, 2005. 21 p.
 17. Yegupov, K., Murashko, O., Dorofeev, V. & Mihailov, O. (2015). Problem of nonconformity of computational model and results of vibration tests of multistory buildings with girderless construction. *Ovidius University Annals Series: Civil Engineering. Issue 17*, Pp. 55–60 [in English].

Ivan Skrynnik, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Marianna Fedotova**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Victor Darienko**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Stanislav Jirma**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.
Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Experience and Development Trends of Monolithic Construction in the Construction of Buildings and Structures

In this paper, the construction of monolithic, panel and brick buildings is considered, an analysis of each of the buildings is carried out, their advantages and disadvantages are determined during construction in Ukraine. An analysis of literary sources was also carried out, which showed that the monolithic construction of residential buildings is more economical in costs and is built faster, and the service life of a monolithic building compared to panel and brick buildings is tens of years.

Monolithic construction is used to create a completely rigid frame from various types of forms. In our country, for many years prefabricated structures were preferred. Although it can be noted that over the past 30 years - the time of constructivism - monolithic construction has gained experience. After the time of "bricks" came, then construction from panels was actively promoted, and only in the last 10 years can we say that monolithic construction has taken its rightful place. The construction of monolithic buildings and structures allows to reduce the total reduced costs by 13-25% compared to prefabricated construction. At the same time, the construction of buildings and structures in sliding formwork requires a highly qualified workforce and a clear organization of work. Using modern plastic sliding formwork during the construction of buildings allows you to perform concreting not around the clock, but with breaks, using special additives to concrete mixtures. For example, hardening retarders allow you to extend the setting period up to 18 hours.

Organizational and technological improvement of work management is associated with the use of movement maps of sliding formwork, which reflect technological interruptions, correct and timely installation of hole formers, embedded parts and reinforcement filling, care of concrete and other works.

monolithic house, panel house, brick house, monolithic construction

Одержано (Received) 19.05.2023

Прорецензовано (Reviewed) 24.05.2023

Прийнято до друку (Approved) 29.05.2023