

УДК 69.059.7:624

<sup>1</sup> М.Д. Почапський;<sup>2</sup> С.В. Бутнік, к.т.н., доц., orcid.org/0000-0001-9737-9421;<sup>3</sup> М.Д. Помазан, к.т.н.;<sup>1</sup> ТОВ фірма «ДІАЗ», м. Харків;<sup>2</sup> Харківський національний університет будівництва та архітектури, м. Харків,<sup>3</sup> ТОВ НВП «Академія», м. Харків

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗБІРНО-МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ В УКРАЇНІ

**Анотація.** Велику кількість будівельних об'єктів в Україні пошкоджено або повністю зруйновано в результаті бойових дій, які ведуться з 24 лютого 2022 року. Є нагальна потреба з швидкої відбудови житлового сектору та об'єктів інфраструктури. Збірне будівництво дозволяє мінімізувати терміни виконання робіт, але воно не таке надійне як монолітне. Компромісом є збірно-монолітна технологія, яка забезпечує необхідну швидкість та надійність. Але на сьогодні така технологія не часто використовується в Україні. Це пояснюється значним зменшенням заводів по випуску збірного залізобетону та недостатньою кількістю досліджень збірно-монолітних рішень. Тому досліджується перспективність збірно-монолітної технології для відновлення будівельних об'єктів. Було проведено аналіз публікацій, порівняння різних технологій, розгляд практичного досвіду збірно-монолітного будівництва малоповерхового об'єкту в м. Харкові. Збірно-монолітна технологія дозволяє заощаджувати від 10 до 40% матеріалів порівняно з іншими будівельними системами, скоротити до мінімуму некваліфіковану роботу, спростити процес контролю якості, зменшити долю зварних з'єднань, оптимізувати залучення робітників високої кваліфікації, максимально механізувати всі етапи будівництва; скоротити споживання електроенергії; мінімізувати тривалість, скоротити собівартість будівництва на 10-30% у порівнянні з існуючими технологіями. Запропонована концепція універсальних адаптивних проєктів збірно-монолітного будівництва на прикладі нового мікрорайону, що включатиме школу, дитячий садок, адміністративну будівлю, житлові будинки з комерційними приміщеннями для різних соціальних потреб, приватні будинки. Доведено перспективність збірно-монолітного будівництва для відновлення об'єктів в Україні, що повинно здійснюватися по універсальних адаптивних проєктах. Для впровадження збірно-монолітної технології треба провести подальші дослідження щодо організаційно-технологічної надійності, підвищення технологічності, економічності ефективності, гнучкості рішень для різних об'єктів та умов будівництва.

**Ключові слова:** збірно-монолітна каркасна система, конструктивні рішення, організаційно-технологічні рішення, тривалість будівництва, універсальний адаптивний проєкт.

### Вступ

З початку військової агресії РФ значну кількість об'єктів на території України було пошкоджено або повністю зруйновано. Найбільш постраждали міста, що знаходяться біля кордонів або неподалік від лінії фронту. Наприклад, на початок листопада 2022 р. в Харківській області повністю або частково зруйновано понад 13 тисяч об'єктів. Невідкладною стає задача з відновлення перш за все цивільного сектору, а саме забезпечення людей, що втратили свої домівки житлом та об'єктами соціальної інфраструктури. Важливою задачею зведення нових об'єктів є мінімальна вартість та швидкість зведення. Отже, постає питання вибору технологій зведення будівель.

В свій час після другої світової війни проблему забезпечення житла було вирішено за рахунок будівництва великопанельних будинків. Починаючи з 2000-х років в Україні зводяться монолітні будинки, що показали себе найбільш стійкими до обстрілів, ніж великопанельні та цегляні. Але монолітна технологія має свої недоліки: мокрі процеси, висока трудомісткість та матеріаломісткість, проблеми виконання робіт у зимовий час, що збільшує вартість будівництва. Альтернативою монолітному каркасному будівництву є збірно-монолітна технологія.

Дослідження в галузі збірно-монолітного цивільного (в першу чергу житлового) будівництва є дуже актуальним, оскільки такі будівельні системи дозволяють в найкоротші терміни і з меншою вартістю збудувати значну кількість сучасних комфортних будівель.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вибір раціональної технології для відновлення будівель визначається специфікою конкретного об'єкта та можливостями будівельних компаній. Тобто, немає універсальної технології для всіх об'єктів. Збірно-монолітні рішення дозволяють скоротити вартість та терміни будівництва до 40–50% порівняно з традиційними стіновими та каркасними конструктивними системами [1], але вони не знайшли широкого застосування у будівельній практиці України через недостатнє вивчення цього питання. Тому з огляду на суттєвий економічний ефект дослідження в галузі збірно-монолітного будівництва є перспективними.

Слід зазначити, що до 2010 р. зношення основних фондів в Україні досягло 74,9%, а житлових будинків 47,2%. За умов фізичного зносу будівлі в межах 70% його необхідно демонтувати [2]. Тобто, крім руйнувань внаслідок військових дій, значна

кількість об'єктів буде з часом непридатною до нормальної та безпечної експлуатації через втрату елементами будівель своїх первісних технічних та експлуатаційних якостей. Таким чином, рішення щодо відновлення об'єктів будуть актуальними і після ліквідації руйнувань від воєнних дій.

Для усунення недоліків технології збірного залізобетону (енергоємність, проблеми стиків, висока теплопровідність огорожувальних конструкцій тощо) доцільні збірно-монолітні рішення [3]. У роботі [4] узагальнено техніко-економічні показники будівель із залізобетону в основному за витратами бетону та сталі, при цьому тривалість будівництва не врахована, але ж темпи будівництва є одним із ключових показників.

Аналіз основних збірно-монолітних каркасних систем наведено в [1], але аспекти щодо можливості їхнього використання для відновлення об'єктів не відображено. Потребують підвищення технологічності збірно-монолітні рішення для забезпечення впровадження у будівельну практику.

Особливості відновлення (технічний стан конструкцій, умови виконання робіт, корегування проектних рішень в процесі виконання робіт, перевищення прогнозованих техніко-економічних параметрів будівельних процесів) об'єктів суттєво впливають на вибір рішень [5]. У роботі [6] отримані результати впливу організаційно-технологічних факторів на вартість реконструкції житлових будівель перших масових серій. Відповідно необхідно дослідити особливості збірно-монолітних рішень при відновленні будівель та їхній вплив на вартість та тривалість будівництва.

Таким чином, потребують подальшого дослідження надійність, технологічність, техніко-економічні показники та гнучкість збірно-монолітних рішень для відновлення об'єктів в Україні. Кожне представляє самостійне завдання, проте для обґрунтування доцільності їх вирішення необхідно довести загалом

перспективність збірно-монолітної технології.

**Мета статті**

Обґрунтування перспектив збірно-монолітного будівництва для відновлення об'єктів в Україні.

**Виклад основного матеріалу**

Міста та селища, які постраждали від російської агресії, потребують відбудови у найкоротші терміни. Але вони ще не мають проектних рішень, а також фінансування для замовлення проектно-кошторисної документації. У зв'язку з цим організації-донори не мають змоги надати їм фінансування. Тобто, виходить замкнене коло без фінансування, не розробляються проекти, а без них немає грошей для відновлення будівель. У свою чергу, розробка проекту займає тривалий час. Для скорочення тривалості проектування необхідні готові конструктивні та організаційно-технологічні рішення, які швидко адаптуються до конкретного об'єкту та місцевих умов. Тому найбільш доцільним є виділення коштів на розробку гнучких комплексних рішень (проектів), що забезпечують мінімальний час проектування.

Має сенс створення універсального адаптивного проекту нового мікрорайону, що включатиме школу, дитячий садок, адміністративну будівлю, житлові будинки з комерційними приміщеннями для різних соціальних потреб, приватні будинки. Крім того, доцільно створення подібного проекту для відновлення існуючих будівель.

Основа збірно-монолітної технології – каркас, який виконує несучу функцію, виконаний з основних залізобетонних елементів: колон, попередньо напружених ригелів різного перерізу і плит перекриття. Додатково за результатами розрахунку у кожному конкретному випадку в нього включаються діафрагми жорсткості. Високий ступінь заводської готовності виробів дозволяє досягати високої якості будівництва незалежно від пори року.

Будівля зводиться як конструктор (рис. 1).

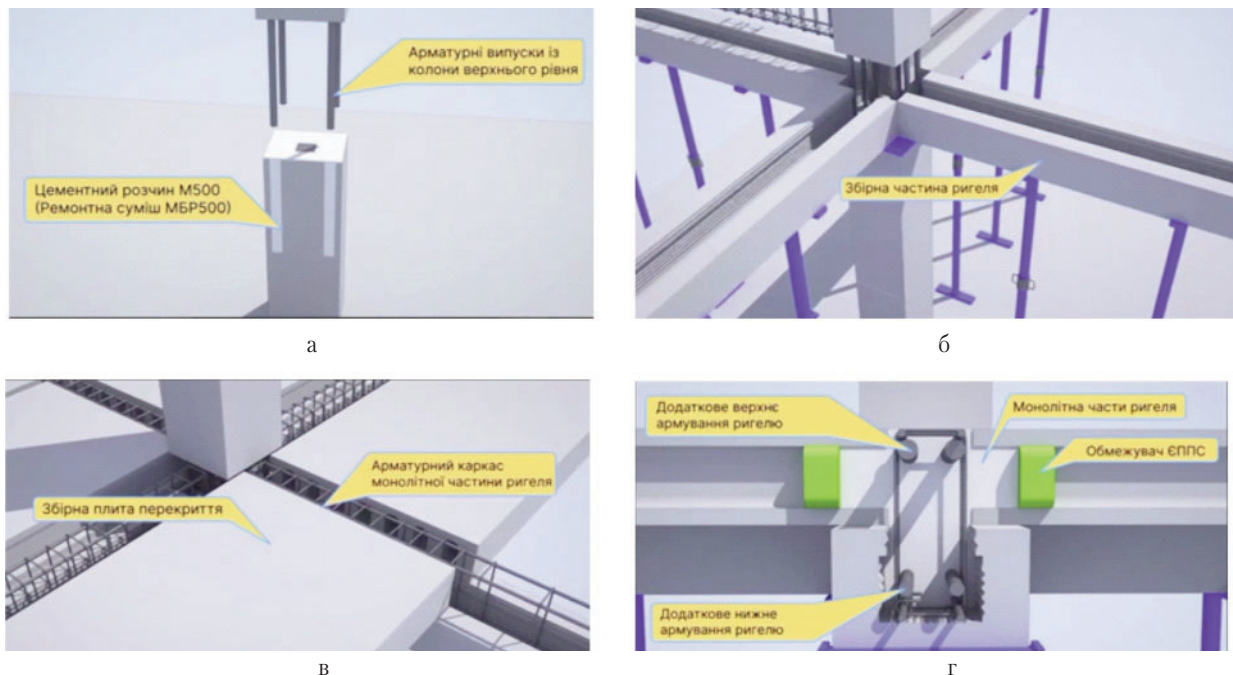


Рис. 1. Основні вузли збірно-монолітного каркасу: а – з'єднання колон; б – вузол з'єднання «колона-ригель-плита»; в – формування збірно-монолітного перекриття; г – формування ригелю



Рис. 2. Деякі технологічні рішення збірно-монолітної технології

Вузол з'єднання «колонна-ригель-плита» є монолітним. При бетонуванні стику утворюється жорсткий вузол, що забезпечує стійкість. Конструктивні рішення, їх розміри, армування розраховуються індивідуально для кожного конкретного проекту, виходячи з поверховості будівлі, планування, складу навантажень тощо, що дозволяє зрештою оптимізувати витрати матеріалів та зменшити питому вартість будівлі.

У збірно-монолітному варіанті необхідно передбачити наскрізну єдину суміщену технологію виконання робіт, ряд взаємопов'язаних гнучких технологічних схем, регульованих темпом монтажу та ритмом монтажу і бетонування, що забезпечують мінімальну трудомісткість, тривалість та вартість. Деякі технологічні рішення для будівель різної поверховості наведені на рис. 2.

Збірно-монолітна технологія для відновлення об'єктів дозволяє:

- вести будівельні роботи увесь рік та у будь-яких погодних умовах без втрати якості;
- зводити понад 4 000 м<sup>2</sup> на місяць одним монтажним краном;
- заощаджувати від 10 до 40% матеріалів порівняно з іншими будівельними системами;
- скоротити до мінімуму некваліфіковану роботу;
- спростити процес контролю якості;
- зменшити долю зварних з'єднань;

- оптимізувати залучення робітників високої кваліфікації;

- максимально механізувати всі етапи будівництва;

- скоротити споживання електроенергії;

- мінімізувати тривалість (9-поверховий будинок зводиться за 4 місяці);

- скоротити собівартість будівництва на 10–30% у порівнянні з існуючими технологіями.

Крім зазначеного збірно-монолітна технологія дозволяє застосувати проекти для повторного використання, що зменшує собівартість проектування наступних об'єктів та скорочує строки. Універсальний адаптивний проект буде сприяти одержанню коштів на будівництво, зокрема, від іноземних партнерів. Типова секція такого проекту представлена на рис. 3.

Збірно-монолітна технологія забезпечує зменшення фінансових витрат на будь-якому етапі будівництва. Крім цього відновлення заводів з випуску збірних залізобетонних конструкцій буде сприяти створенню робочих місць у післявоєнний період.

Запропоновані рішення апробовані при зведенні малоповерхових будинків у передмісті Харкова, селище Флоринка (рис. 4). Будинки одноповерхові, стіни – керамічний блок. Експлуатована покрівля з ПВХ мембрани. Фундаменти – стовбчасті. Перекриття – із багатопустотних плит завтовшки 220 мм (рис. 5).



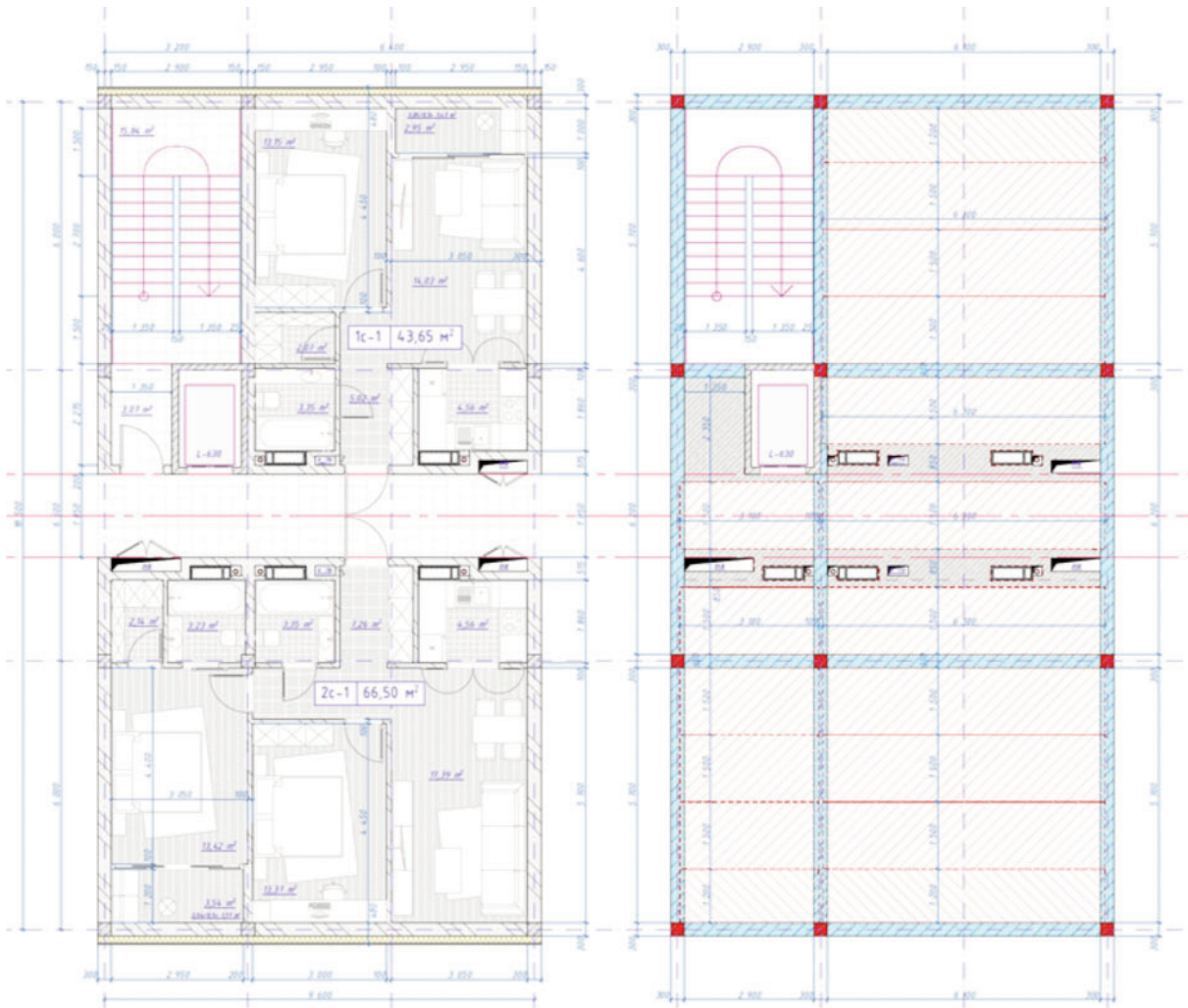


Рис. 3. Типова секція універсального проекту

Колони будівлі – збірні залізобетонні. У колонах виконані розриви бетону для замонолічування ригелів. Ригелі – збірно-монолітні залізобетонні. Нижня частина ригелів заводського виготовлення та передбачені випуски у вигляді хомутів. На припорній ділянці ригелів виконані пази для подальшого замонолічування спільно з колоною. Верхня частина ригелів замонолічується після встановлення ригеля в проектне положення з попередньою установкою

додаткової арматури: верхня робоча арматура встановлюється по всій довжині ригеля із заведенням її на опору (колона) і нижньої арматури в опорній зоні ригеля, яка встановлюється в пазі збірного ригеля, а також армування у вигляді хомутів на припорній ділянці (рис. 6).

Аналіз дослідного зведення (рис. 4 б) малоповерхових будинків довів ефективність прийнятих рішень. Витрати бетону зменшено на 30% у порів-



Рис. 4. Загальний вигляд збірно-монолітного будинку у с. Флоринка, м. Харків

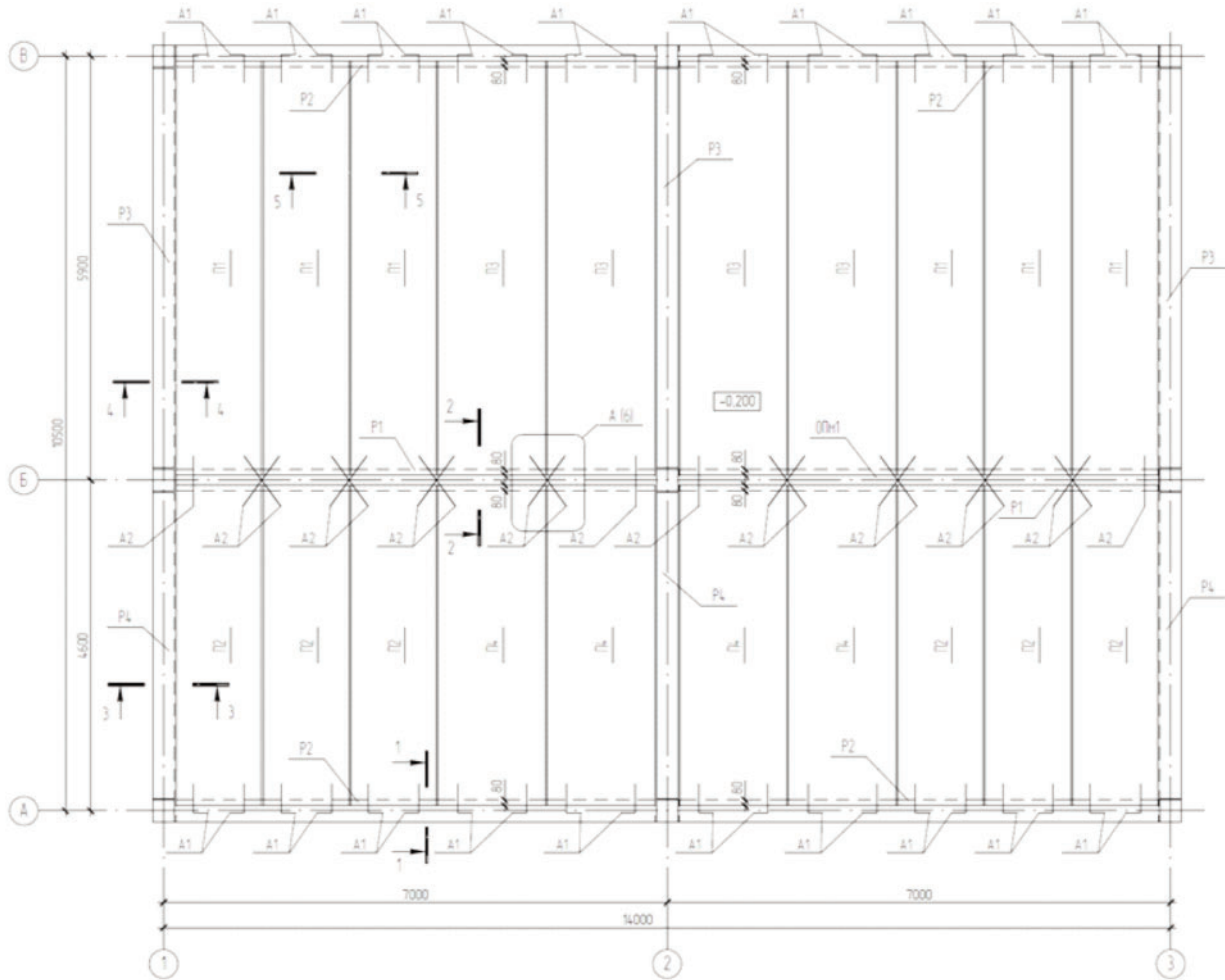


Рис. 5. Переkritтя будинку у с. Флоринка, м. Харків

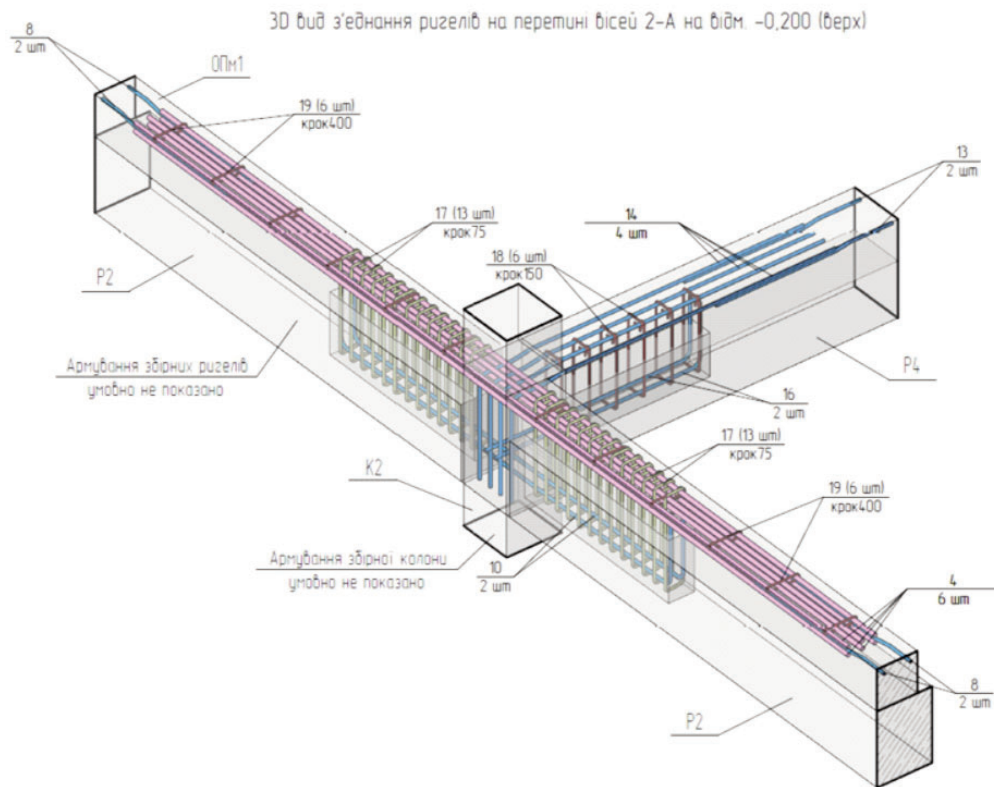


Рис. 6. З'єднання ригелів будинку у с. Флоринка, м. Харків

нянні з аналогічним монолітним каркасом. Індивідуальний розрахунок перерізів несучих елементів в залежності від їх розташування в каркасі знижує витрати арматури до 40%.

Слід зазначити, що подібні конструкції можуть забезпечувати великі прольоти, що відкриває простір фантазії до вільного планування приміщень для будь-якої потреби. Це підвищує універсальність об'єктів за призначенням. Окрім цього існує можливість реалізації будь-якої геометрії фасадів.

**Висновки.** Збірно-монолітна технологія дозволяє знизити вартість до 30% та тривалість будівництва до 50% у порівнянні з монолітними каркасними системами, що обумовлює її перспективність і доцільність використання для відновлення об'єктів в Україні.

Для впровадження збірно-монолітної технології треба провести подальші дослідження щодо організаційно-технологічній надійності, підвищення технологічності, економічної ефективності, гнучкості рішень для різних об'єктів та умов будівництва.

#### Література

1. *Сучасні конструктивні системи будівель із залізобетону* : монографія. / Павліков А.М., Балясний Д.К., Гарькава О.В., Довженко О.О., Микитенко С.М., Пінчук Н.М., Федоров Д.Ф. ; За ред. А.М. Павлікова. Полтава : ПолтНТУ, 2017. 120 с.
2. Куличенко И.И., Большаков В.И., Савицкий Н.В. Физический износ жилых зданий в Украине. *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения.* 2012. Вып. 65. С. 304-308. Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmiit\\_2012\\_65\\_51](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmiit_2012_65_51).
3. Пшынко А.Н., Нетеса Н.И., Паланчук Д.В. Сборно-монолитное строительство в Украине: проблемы и перспективы. *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия : Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения.* 2008. Вып. 47. С. 485-489. Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmiit\\_2008\\_47\\_82](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmiit_2008_47_82).
4. Швец Н.А., Перегинец И.И., Савицкий Н.В. Техничко-экономические показатели конструктивных элементов многоэтажных зданий из железобетона. *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения.* 2006. Вып. 37. С. 528-534. Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmiit\\_2006\\_37\\_95](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmiit_2006_37_95).
5. Савйовський В.В., Соловей Д.А., Броневицький А.П., Овчинников О.Е. Особливості вибору способів виконання будівельних робіт в умовах реконструкції будівель. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2020. Вип. 43. С. 3-12. Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/shpebfro\\_2020\\_43\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/shpebfro_2020_43_3).
6. Менайлюк О.І., Дубельт Т.М. Дослідження залежності вартості реконструкції житлових будинків перших масових серій від організаційно-технологічних факторів. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2020. Вип. 43. С. 144–154. Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/shpebfro\\_2020\\_43\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/shpebfro_2020_43_18).

#### References

1. *Suchasni konstruktyvni systemy budivel iz zalizobetonu* : monohrafiia. / Pavlikov A.M., Baliasnyi D.K., Harkava O.V., Dovzhenko O.O., Mykytenko S.M., Pinchuk N.M., Fedorov D.F. ; Za red. A.M. Pavlikova. Poltava : PoltNTU, 2017. 120 s.
2. *Kulichenko Y.Y., Bolshakov V.Y., Savytskyi N.V. Fizycheskyi yznos zhylykh zdanyi v Ukrainy. Stroytelstvo. Materyalovedeniye. Mashynostroeniye. Seryia: Ynnovatsyonnye tekhnolohyy zhyznennoho tsykla ob'ektov zhylyshchno-hrazhdanskoho, promishlennoho y transportnoho naznachenyya.* 2012. №. 65. P. 304-308. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmiit\\_2012\\_65\\_51](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmiit_2012_65_51).
3. *Pshynko A.N., Netesa N.Y., Palanchuk D.V. Sbornomonolyitnoye stroytelstvo v Ukrainy: problemi y perspektyvi. Stroytelstvo. Materyalovedeniye. Mashynostroeniye. Seryia : Ynnovatsyonnye tekhnolohyy zhyznennoho tsykla ob'ektov zhylyshchno-hrazhdanskoho, promishlennoho y transportnoho naznachenyya.* 2008. № 47. P. 485-489. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmiit\\_2008\\_47\\_82](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmiit_2008_47_82).
4. *Shvets N.A., Perehynets Y.Y., Savytskyi N.V. Tekhnyko-ekonomycheskiye pokazately konstruktyvnykh elementov mnohoetazhnykh zdanyi yz zhelezobetona. Stroytelstvo. Materyalovedeniye. Mashynostroeniye. Seryia: Ynnovatsyonnye tekhnolohyy zhyznennoho tsykla ob'ektov zhylyshchno-hrazhdanskoho, promishlennoho y transportnoho naznachenyya.* 2006. № 37. P. 528-534. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmiit\\_2006\\_37\\_95](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmiit_2006_37_95).
5. *Saviovs'kyi V.V., Solovei D.A., Bronevits'kyi A.P., Ovchynnykov O.E. Osoblyvosti vyboru sposobiiv vykonannya budivelnnykh robit v umovakh rekonstruktsii budivel. Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannya rynkovykh vidnosyn.* 2020. № 43. P. 3-12. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/shpebfro\\_2020\\_43\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/shpebfro_2020_43_3).
6. *Meneilyuk O.I., Dubelt T.M. Doslidzhennia zalezhnosti vartosti rekonstruktsii zhytlovykh budynkiv pershykh masovykh serii vid orhanizatsiino-tekhnolohichnykh faktoriv. Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannya rynkovykh vidnosyn.* 2020. № 43. P. 144–154. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/shpebfro\\_2020\\_43\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/shpebfro_2020_43_18).



<sup>1</sup> M.D. Pochapskyi;

<sup>2</sup> S.V. Butnik, Ph.D (Technology), Associate Professor, orcid.org/0000-0001-9737-9421;

<sup>3</sup> M.D. Pomazan, Ph.D (Technology)

<sup>1</sup> DIAZ LLC, Kharkiv

<sup>2</sup> Kharkiv National University of Construction and Architecture, Kharkiv

<sup>3</sup> NPE Akademia LLC, Kharkiv

## PROSPECTS OF BUILDING WITH PRECAST AND CAST-IN-PLACE STRUCTURES FOR RESTORATION OF FACILITIES IN UKRAINE

**Abstract.** *Problem.* A large number of construction objects in Ukraine have been damaged or completely destroyed as a result of hostilities that have been ongoing since 24 February 2022. There is an urgent need for rapid reconstruction of the housing sector and infrastructure facilities. Building with precast structures is a way to minimize the time of work, but it is not as reliable as building with cast-in-place structures. The middle ground is the technology of building with precast and cast-in-place structures, which provides the necessary speed and reliability. However, such technology is not often used in Ukraine currently. This is explained by a significant decrease in precast concrete plants and insufficient research on precast and cast-in-place solutions. Therefore, the prospects of the technology of building with precast and cast-in-place structures for the restoration of construction objects are being investigated.

**Methods.** *An analysis of publications, a comparison of various technologies, and a review of the practical experience of building a low-rise object with precast and cast-in-place structures in Kharkiv have been carried out.*

**Results.** *The technology of building with precast and cast-in-place structures is a way to save 10 to 40% of materials compared to other construction systems, reduce unskilled work to a minimum, simplify the quality control process, reduce the share of welded joints, optimize the involvement of highly qualified workers, and maximally mechanize all stages of construction; reduce electricity consumption; minimize the time, reduce the cost of construction by 10 to 30% compared to the existing technologies.*

**Originality.** *The proposed concept of versatile adaptive designs of building with precast and cast-in-place structures as in the case of a new neighbourhood, which will include a school, a kindergarten, an administrative building, residential buildings with commercial premises for various social needs, and private houses.*

**Practical utility.** *The prospects of building with precast and cast-in-place structures for restoration of facilities in Ukraine, which should be carried out according to versatile adaptive designs, has been proven. For the implementation of the technology of building with precast and cast-in-place structures, there is a need for further research on organizational and technological reliability, increase in manufacturability, economic efficiency, flexibility of solutions for various facilities and construction conditions.*

**Keywords:** *precast and cast-in-place frame system, constructive solutions, organizational and technological solutions, time of construction, versatile adaptive design.*