

## АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ ПЕРЕКРИТТІВ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ІСНУЮЧОЇ БУДІВЛІ ШКОЛИ У М. ХМІЛЬНИК

<sup>1</sup> Хмельницька міська рада Вінницької області, Україна;

<sup>2</sup> Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

Розглянуто види збірно-монолітного перекриття з використанням полегшених дрібноштучних виробів з метою подальшого застосування при виконанні робіт по реконструкції будівлі школи у м. Хмельник.

Запропоновано полегшене збірно-монолітне перекриття із використанням газобетону, що дозволить розвантажити конструкції, створити єдину систему зв'язків між перекриттям і стінами, забезпечити надійність, економічність, екологічність, відмінні утеплення та звукоізоляцію.

**Ключові слова:** реконструкція, збірно-монолітне перекриття, дрібноштучні вироби, металеві балки, газобетон, плита перекриття.

### **Abstract**

Types of prefabricated monolithic floors with the use of lightweight small-piece products with the purpose of further use in the reconstruction of the school building in Khmilnyk are considered.

A lightweight prefabricated monolithic floor with the use of aerated concrete has been proposed, which will allow unloading structures, creating a single system of connections between the floor and walls, ensuring reliability, economy, environmental friendliness, excellent insulation and sound insulation.

**Keywords:** reconstruction, prefabricated monolithic floor, small-piece products, metal beams, aerated concrete, floor slab.

### **Вступ**

При реконструкції будівель одним із важливих елементів є заміна існуючого міжповерхового перекриття та більш надійний сучасний варіант. При цьому важливими параметрами вибору слугують:

- простота технології і швидкість влаштування перекриття;
- можливість як повної заміни перекриття, так і заміни лише певних пошкоджених ділянок;
- підсилення перекриття;
- полегшення навантаження від перекриття на існуючі конструкції будівлі;
- забезпечення необхідної міцності, жорсткості та надійності перекриття;
- необхідність використання кранів та великогабаритних механізмів;
- енергоефективність та матеріалоемність;
- трудомісткість монтажу перекриття;
- гнучкість об'ємно-планувальних рішень;
- площі складування на будівельному майданчику виробів та матеріалів;
- можливість прокладання необхідних комунікацій;
- потреба у додаткових роботах після монтажу перекриття;
- тепло- і звукоізоляційні властивості;
- спеціальні властивості: хімічна та біологічна стійкість, адгезія до інших матеріалів, волого- та морозостійкість, вогнестійкість, екологічність;
- простота експлуатації.

Багаторічний досвід виконання робіт по реконструкції дозволяє говорити про значні переваги саме збірно-монолітного перекриття у порівнянні із традиційним збірним чи найбільш популярним у останні роки монолітним [1-5].

## Результати дослідження

Досвід влаштування збірно-монолітного перекриття (ЗМП) показав ефективне його застосування при реконструкції об'єктів, де через певні обмеження використання збірного чи монолітного перекриття є недоцільним, [2]:

- будівлі, для яких проектом реконструкції передбачено ремонт перекриттів або заміну міжповерхових і горищних дерев'яних або ослаблених перекриттів без демонтажу даху;
- будівлі, які потребують при реконструкції зниження ваги чи товщини перекриття;
- будівлі, які потребують збереження чи підвищення несучої здатності перекриття;
- об'єкти, для яких визначальним є теплозахисні або звукоізолюючі параметри перекриття;
- будівлі зі стінами складної конфігурації (еркери, виступи);
- об'єкти, на яких неможливо або недоцільно використовувати кран або іншу вантажопідйомну техніку та які реконструюються у стиснутих умовах щільної забудови з неможливістю під'їзду транспорту чи організацією складських приміщень на будівельному майданчику.

Проаналізуємо ефективність збірно-монолітних перекриттів [2, 6-10].

1. При заміні перекриттів по дерев'яних балках на збірно-монолітне досягається підвищення несучої здатності як перекриттів, так і будівлі та зменшення ваги і товщини перекриття у порівнянні із існуючим дерев'яним при підвищенні його теплоізоляційних показників (таблиця 1) [2, 9, 10]:

Таблиця 1 – Порівняння типів перекриттів

Металеві балки	Монолітні перекриття	Збірні перекриття	ЗМП
товщина 220 мм	товщина 220 мм	приведена товщина 120 мм (при товщині плити 220 мм)	товщина 150-500 мм готового перекриття з утеплювачем
вага погонного метра двотаврової балки 33,1 кг	витрата арматури 200 кг на 1 м <sup>3</sup> бетону	витрата арматури 30-70 кг 1 м <sup>3</sup> бетону	вага 1 м <sup>2</sup> готового перекриття 190-400 кг (з утеплювачем)

Вага ЗМП знижується на 30% у порівнянні з пустотними плитами, у 2 рази в порівнянні з залізобетонними монолітними перекриттями, у 2,5 рази у порівнянні із аналогічними перекриттями по металевим балкам. Це досягається використанням легких та пористих матеріалів, заміни повнотілих блоків блоками із спеціальними пустотами та отворами.

2. Внутрішні опоряджувальні роботи зменшуються у обсягах. Оздоблення стель із збірно-монолітних перекриттів можна виконувати будь-яким матеріалом (гіпсокартон, пластикові панелі, штукатурка, підвісні стелі типу Амстронг, дерев'яна вагонка, фарбування та ін.). Влаштування підлог і стель не вимагає виконання додаткових вирівнюючих шарів, стяжки та влаштування додаткового теплозвукоізоляційного прошарку. Показники міжповерхових ЗМП по теплозахисту і звукоізоляції значно вищі, ніж монолітних. Відсутність цементно-піщаної стяжки, вирівнюючої та ізоляційних шарів дозволяє не втрачати корисну висоту приміщень.

3. Зручність доставки, монтажу, технологічність. Один вантажний автомобіль може доставити на будівельний майданчик близько 250 кв. м. збірних перекриттів. При стиснутих умовах будівництва можна використовувати малогабаритні транспортні та підйомні засоби або обійтись без них. Вести монтаж ЗМП можна без використання крану або з його використанням лише для подачі партій елементів перекриття при багатопверховому будівництві. Вага елементів перекриття та простота збирання дозволяє монтувати їх вручну робітникам будь-якого розряду та вести монтаж у важкодоступних місцях, в тому числі в існуючих приміщеннях. Різноманітність форм і матеріалів дозволяє отримувати блоки різних розмірів, легко їх розрізати, підрізати та вкорочувати щоб адаптувати під форму будівлі (еркери, виступи тощо). Зменшується трудомісткість опалубочних робіт, при потребі блоки-вкладиші слугують опалубкою. Пустоти та порожнини у збірно-монолітних перекриттях можна використовувати для прокладання комунікацій.

4. Несуча здатність. ЗМП дозволяють замінити дерев'яні і ослаблені перекриття на бетонні без додаткового навантаження на існуючі конструкції будівлі. Особливо це важливо для старих будівель чи будівель, збудованих у несприятливих умовах. Залежно від потреб можна:

- підвищити несучу здатність перекриття до 1000 кг/м<sup>2</sup>;
- при наявності слабонесучих стін не влаштовувати окремий монолітний пояс;

- використати балки ЗМП для влаштування потужних несучих перемичок;
- можливість створення великих прольотів при забезпеченні вимог жорсткості перекриття (до 10 м);
- робота ЗМП: шарнірно-оперта плита-опалубка сприймає навантаження від власної ваги і ваги монолітного легкого бетону чи блоків, а багатопрогонна нерозрізна балка сприймає додаткові монтажні навантаження (вага конструкцій підлоги, перегородок, ненесучих стін і т.д.) і експлуатаційні навантаження.

5. Однорідність. Балкові перекриття системи добре поєднуються зі стінами з будь-яких будівельних матеріалів.

6. Економічність. Зниження витрат матеріалів та високий темп зведення дозволяє знизити на 30-40% вартість перекриттів будинків, при реконструкції – до 50%.

7. Вогнестійкість [11-14] ЗМП наведена в таблиці 2:

Таблиця 2 – Вогнестійкість ЗМП

Вільно оперті багатопустотні плити	Багатопустотні плити оперті на монолітні ригелі	Збірно-монолітне перекриття «МАРКО»-універсал		
		із газобетонними блоками D400	із монолітним бетоном В25 з армуванням	із полістирол-бетонними блоками
Межа вогнестійкості				
до 45-60 хв.	до 90 хв.	не менше 125 хв.	не менше 125 хв.	до 180 хв.

Для підбору оптимального варіанту перекриття для реконструкції школи розглянемо конструктивну схему будівлі (рис. 1). Будівля являє собою цегляну двоповерхову споруду, яка у плані складається з двох прямокутних частин розмірами 34,53 м (в осях А-Д) × 15,2 м (в осях 1-4) та 13,5 м (в осях Б-Д) × 24,85 м (в осях 4-7). Товщина цегляних несучих зовнішніх стін 510 мм, внутрішніх цегляних несучих стін – 510 мм та 380 мм, перегородок гіпсокартонних – 100 мм. Реконструкцією передбачається утеплення зовнішніх стін мінераловатними плитами товщиною 150 мм, при переплануванні зведення внутрішніх стін і перегородок із газобетонах блоків. Існуюче перекриття виконане дерев'яним по існуючим залізобетонним Т-подібним балкам (по вісі 1-4) та існуючим дерев'яним балкам (по вісі 4-7). Планується заміна міжповерхового та горішнього перекриття на збірне із монолітними ділянками із влаштуванням монолітного поясу та укладанням металевих перемичок, підсиленням фундаментів, заміна даху та покрівлі і відповідно ремонтними роботами. Кошторисна вартість реконструкції становитиме 11533,833 тис. грн., а влаштування перекриття – 1494,822 тис. грн. (1198,798 – матеріали) за цінами на кінець 2019 р.

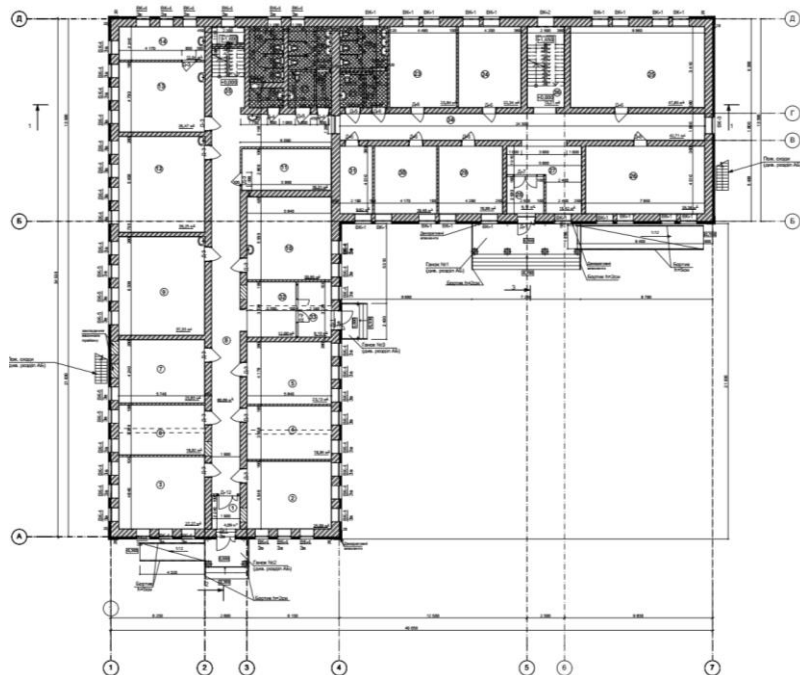


Рис. 1. План поверху будівлі школи

Вартість влаштування перекриття за системою «TERIVA» становить від 500 до 1400 грн./м<sup>2</sup> і залежить від необхідної довжини балок для перекриття прольотів. Вартість влаштування такого перекриття для площі покрівлі школи становитиме від 430,166 до 1204,465 грн./м<sup>2</sup> на один поверх. Однак при даному варіанті перекриття не потрібно влаштовувати додаткові металеві перемички, підсилення стін та фундаментів, є можливість використання уже існуючих залізобетонних балок перекриття, доповнивши їх металевими. При використанні для влаштування монолітних ділянок між блоками і плити із газобетону є можливість значно покращити теплотехнічні та звукоізоляційні показники будівлі, знизити навантаження на існуючі конструкції. Варіант вирішення конструкції покрівлі із заповненням із газобетонних блоків наведено на рис. 2.

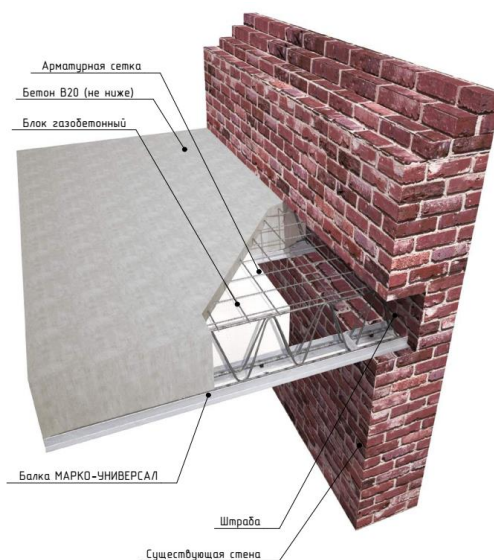


Рис. 2. Вузол обпирання перекриття на існуючу несучу стіну при реконструкції перекриття

Проаналізуємо недоліки запроєктованого варіанту конструкції перекриття школи (рис. 3):

- існуючі з/б Т-подібні балки обтяжують конструкцію перекриття в осях 1-4. Раціональним при реконструкції буде виконання одного типу перекриття по всій площі школи, як для міжповерхового перекриття, так і горищного;

- варіант влаштування монолітної з/б плити товщиною 60 мм завдасть значних навантажень на існуючі стіни і фундаменти, що потребуватиме додаткових заходів на їх підсилення та ремонт, а це у свою чергу підвищує вартість і подовжує терміни проведення реконструкції. Мінусом також є потреба у використанні важкого комплексу механізмів та машин, проведення опалубочних та розпалубочних робіт, влаштування арматури, заливка бетону та його укладання, можливість продовження робіт після набору монолітною плитою проектної міцності, догляд за масивом бетону при виконанні робіт взимку чи влітку;

- збірно-монолітне перекриття із використанням важкого залізобетону потребує додаткової тепло- і звукоізоляції. Запропоновані мінераловатні плити середньою щільністю 150 кг/м<sup>3</sup>, товщиною 140 мм ефективно слугуватимуть близько 10-30 років. Далі відбуватимуться деструктивні процеси старіння та усадки, можливо із виділенням мочевино-формальдегідних смол, небезпечного пилу, що у внутрішніх конструкціях закладу для дітей не бажано. Ефективність теплоізоляції тоді різко знизуватиметься, мінераловатні плити потребуватимуть заміни, для чого потрібно розбирати конструкцію підлоги;

- гідроізоляційний шар з рубероїду також недовговічний, неекологічний через продукти розпаду нафтових бітумів, які виділятимуться усередину приміщень школи;

- мінераловатні плити потребують поверх себе влаштування міцної основи під підлогу. Запропоновано підливу з бетону товщиною 30 мм, що додатково обтяжить перекриття і зменшить його теплотехнічні показники;

- для вирівнювання поверхні під підлогу запропоновано укласти додатково цементно-піщану стяжку товщиною 30 мм по армосітці. Недоліки цього рішення аналогічно попереднім пунктам: зайва вага перекриття, низькі показники ефективності;

- потреба у додатковій підшивці стель гіпсокартонними листами чи іншими матеріалами для маскування конструкції перекриття, що веде до додаткових витрат на роботи та матеріали.

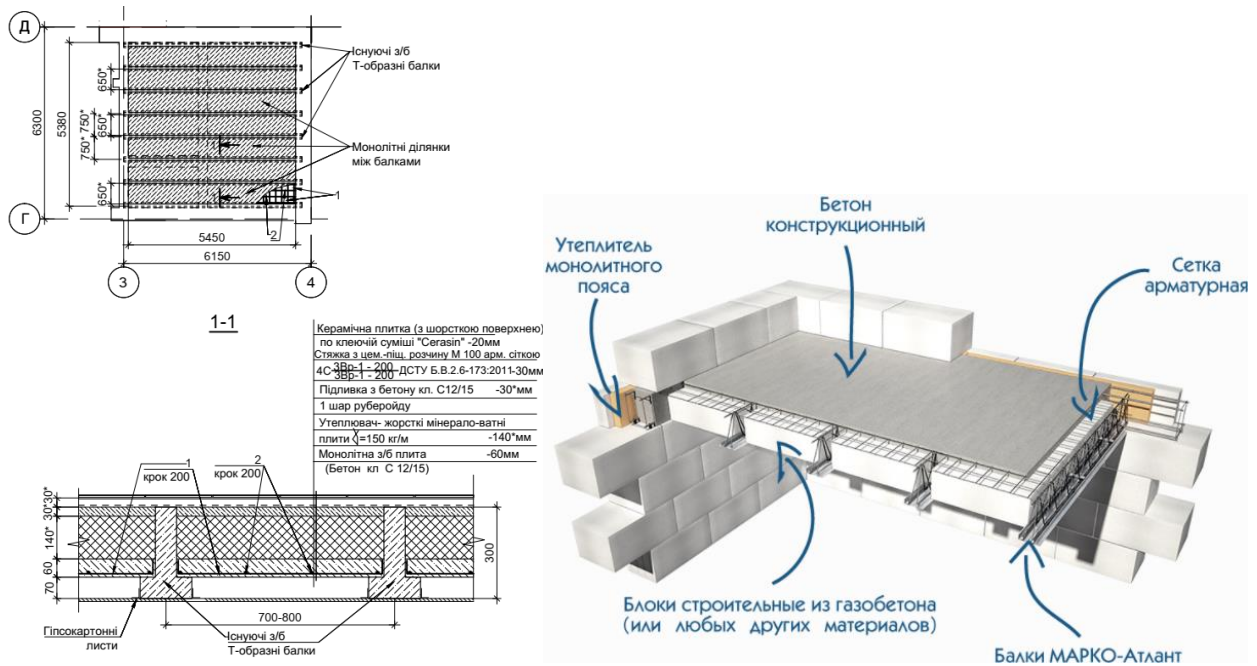


Рис. 3. Порівняння запроєктованого варіанту перекриття із альтернативним

Альтернативним варіантом влаштування конструкції перекриття слугуватиме збірно-монолітне з використанням полегшених металевих балок фірми «МАРКО» типу універсал та заповнення простору між ними газобетоном монолітним чи у вигляді блоків (рис. 1, 2). При використанні газобетону вищих марок за міцністю блоки можуть бути порожнистими чи з технологічними пустотами. Газобетон сучасний екологічний матеріал з відмінними тепло- та звукоізоляційними властивостями за рахунок низької щільності при необхідній міцності та пористої структури з рівномірним розподілом дрібних пор, заповнених повітрям, по всьому об'єму виробу чи плити. При використанні у внутрішніх конструкціях будівель має необмежений термін експлуатації (100 років), вогне- та пожежобезпечний (негорючий, при пожежі до руйнації витримує до 600°C), доступної вартості та технології виготовлення і влаштування. Під час використання як утеплювач не осідає, не змінює початкові розміри, не потребує заміни на час експлуатації будівлі.

Стіни школи влаштовані із керамічної цегли товщиною 510 мм, тому потреби у додатковому монолітному підсилюючому поясі не має. Газобетон щільністю 400 кг/м<sup>3</sup> і нижче можна влаштовувати без додаткового підсилення несучих конструкцій. Однак він потребуватиме влаштування армосітки та заливки основи під підлогу із конструктивного бетону товщиною 12-30 мм. Стеля і підлога не потребуватимуть додаткових вирівнюючих шарів.

Сьогодні компанія «AEROC» випускає теплоізоляційні панелі Aeroc Energy середньою щільністю 150 кг/м<sup>3</sup> товщиною 100, 150, 200 мм та конструкційні блоки щільністю 300, 400 та 500 кг/м<sup>3</sup> і товщиною 200, 250, 300. Вартість 2118 грн./м<sup>3</sup> [15]. Можна обрати залежно від потреб і варіантів конструктиву перекриття товщину і густину газобетону. Газобетон марки D150 уже має міцність у 20 років вищу, ніж мінераловатні плити тієї ж густини 150-175 кг/м<sup>3</sup>, що дозволить зменшити кількість шарів «пирога» перекриття, зменшити його товщину, значно полегшити вагу перекриття.

Компанія «YTONG» випускає сьогодні блоки Multopor, які мають середню щільність до 115 кг/м<sup>3</sup> та товщину 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200 мм, характеризуються відмінними тепло- і звукоізоляційними властивостями, мають міжнародні сертифікати якості [16]. Ціна від 61,95 грн./шт. або від 1600 грн./м<sup>3</sup> (при товщині блока 100 мм), або 310,00 грн./м<sup>2</sup> (при товщині блока 50 мм). Таким чином можна зменшити товщину перекриття чи збільшити показники теплозахисту.

Використовуючи такий варіант перекриття можна зменшити його товщину від 330 мм до 250 мм і менше та знизити вагу у 10-25 разів, що вкрай важливо при реконструкції будівель.

## Висновки

Обстеження існуючої будівлі школи у м. Хмільник та вивчення її конструктивних особливостей, виконані передпроектні рішення та розрахунок кошторисних витрат відносно цих рішень показали, що варіант влаштування класичного збірного перекриття із круглопустотних плит потребує значно більших економічних і трудових затрат, ніж варіант збірно-монолітного перекриття. Оскільки будівля школи має два поверхи, то економічно недоцільно застосовувати монтажний кран. Види збірно-монолітного перекриття можна монтувати значними площами за зміну при роботі бригади із чотирьох чоловік з використанням за потребою малих засобів механізації (підйомників, бетононасосів, бетонозмішувачів і т. п.).

Збірний варіант перекриття створить значне навантаження на стіни із цегли та фундаменти з потребою їх підсилення. Полегшене збірно-монолітне перекриття дозволить розвантажити конструкції, створити єдину систему зв'язків між перекриттям і стінами, забезпечити надійність. Відмінні екологічні, тепло- та звукоізоляційні властивості газобетонних блоків, якісна поверхня монолітної плити зменшить товщину чи взагалі потребу в утеплювачі, вирівнюючих шарах штукатурки, цементно-піщаної стяжки, декоративних матеріалах, що також у значній мірі позначиться на вартості виконання робіт.

Отже, економічно та конструктивно найдоцільнішим варіантом при реконструкції школи буде влаштування збірно-монолітного перекриття з використанням полегшених дрібноштучних виробів чи заливкою площі між існуючими та проєктованими несучими балками монолітними плитами із газобетону відповідної марки фірм «AEROC» або «YTONG» Multipor.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сборно-монолитное перекрытие. URL: <https://prostobuild.ru/stroika/62-sbornо-monolitnoe-perekrytie.html#sel=15:1,15:13> (дата обращения: 09.01.2021).
2. Часторобристые сборно-монолитные перекрытия. URL: <https://www.parthenon-house.ru/content/articles/index.php?article=7649> (дата обращения: 09.01.2021).
3. Карповский М. Г., Карповская Т. М., Бородин В. В. Современные конструктивные решения перекрытий. *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения*. Днепр, 2006. Вып. 37. С. 159-163. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit\\_2006\\_37\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit_2006_37_31) (дата обращения: 09.01.2021).
4. Рекомендации по проектированию монолитных железобетонных перекрытий со стальным профилированным настилом. Москва: НИИЖБ, ЦНИИ Промзданий, 2007. 43 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294846/4294846600.pdf> (дата обращения: 09.01.2021).
5. Недвига Е. С., Виноградова Н. А. Системы сборно-монолитных перекрытий. *Строительство уникальных зданий и сооружений*, Санкт-Петербург, 2016. №4 (43). С. 87-102. URL: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2016/4\(43\)/7\\_nedviga\\_43.pdf](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2016/4(43)/7_nedviga_43.pdf) (дата обращения: 09.01.2021).
6. Максимова Л. А., Гоник Е. Г., Смоленцева М. А. Исследование напряженно-деформированного состояния перекрытия, состоящего из газобетонных пазогребневых блоков. *Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния*, Чебоксары, 2018. № 4 (38), С. 96-101.
7. Коянкин А. А. Облегченное сборно-монолитное перекрытие. *Вестник МГС*. Москва, 2017. Том 12, Выпуск 6 (105). С. 636-641.
8. Щербач А. В., Сас С. А. Часторобристые сборно-монолитные перекрытия. Особенности расчета и проектирования. *Проблемы современного бетона и железобетона: сб. науч. тр.* Минск: Ин-т БелНИИС, 2015. Вып. 7. С. 229-243.
9. Копанев А. Е. Проблемы использования конструкций сборно-монолитного перекрытия. *Молодой учёный. Технические науки*. Москва, 2012. № 12 (47), С. 76-80.
10. Потапов Ю. Б., Васильев В. П., Васильев А. В., Федоров И. В. Железобетонные перекрытия с плитой опертой по контуру. *Промышленное и гражданское строительство*. Москва, 2009. №3. С. 40-41.
11. Мордич А. И., Кудряшов В. А. Экспериментально-аналитические исследования поведения железобетонных плоских сборно-монолитных перекрытий при пожаре. *Вестник полоцкого государственного университета. Серия f. Прикладные науки. Строительные конструкции*. Полоцк, 2007. № 12, С. 45-48.

12. Оценка показателей огнестойкости сборно-монолитных перекрытий МАРКО с газобетоном BONOLIT. URL: [http://marko.ltd/proverka\\_ognestoikosti\\_perekritii\\_marko/](http://marko.ltd/proverka_ognestoikosti_perekritii_marko/) (дата обращения: 09.01.2021).

13. Гравит М. В., Недвига Е. С., Виноградова Н. А., Теплова Ж. С. Огнестойкость сборно-монолитных часторезбристых плит по балкам со стальным профилем. *Строительство уникальных зданий и сооружений*. Санкт-Петербург, 2016. №12(51). С. 73-83. URL: <https://docplayer.ru/45089689-Ognestoykost-sborno-monolitnyh-chastorebristyih-plit-po-balkam-so-stalnym-profilem.html> (дата обращения: 09.01.2021).

14. Отчет об испытаниях на пожарную опасность. URL: <http://smp-marko.com/wp-content/uploads/2016/10/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB-%D0%B8%D1%81%D0%BF%D1%8B%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%92%D0%9D%D0%98%D0%98%D0%9F%D0%9E-%D0%9C%D0%A7%D0%A1.compressed.pdf> (дата обращения: 09.01.2021).

15. Теплоізоляція AEROC Energy. URL: <https://aeroc.ua/product/teploizolyaczijni-paneli-aeroc-energy/> (дата звернення: 09.01.2021).

16. Блоки Multipor. URL: [https://www.ytong.ua/ua/produkty\\_multipor.php](https://www.ytong.ua/ua/produkty_multipor.php) (дата звернення: 09.01.2021).

**Загіка Володимир Михайлович** – заступник міського голови з питань діяльності виконавчих органів Хмельницької міської ради Вінницької області, м. Хмельник; студент групи Б-19мз кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [z0681743322@gmail.com](mailto:z0681743322@gmail.com)

**Бондар Альона Василівна** – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

**Zagika Vladimir M.** – Deputy Mayor for Executive Bodies Khmilnyk City Council of Vinnytsia Region, Khmilnyk; student of group B-19mz of the Department of Construction, Urban and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [z0681743322@gmail.com](mailto:z0681743322@gmail.com)

**Bondar Alena V.** – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), senior lecturer at the Department of Construction, Urban and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)