

# ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО МОНОЛІТНОГО ПЕРЕКРИТТЯ З ПОРОЖНИСТИМИ ВКЛАДИШАМИ

Володимир КРІПАК<sup>1</sup>, Віра КОЛЯКОВА<sup>2</sup>, Максим ГАЙДАЙ<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

<sup>1</sup> kripak.vd@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-6575-5015>

<sup>2</sup> vkolyakova@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-6879-8520>

<sup>3</sup> mgaidai08098@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-7417-5127>

DOI: 10.32347/2522-4182.9.2021.15-29

**Анотація.** Використання перекриттів з порожнистими вкладишами є одним з можливих способів зниження матеріалоемності і маси будівель, зведених з монолітного бетону, практично без зниження їх надійності. Зниження ваги конструкцій є важливою перевагою при будівництві об'єктів у сейсмічно активних регіонах.

Однак, впровадження таких плит в будівництві стримується відсутністю теоретичних досліджень і необхідної нормативної бази і досвідом проектування цих конструкцій.

У статті розглядаються проблеми розрахунків та конструювання облеженого монолітного перекриття на прикладі конкретного 18-ти поверхового житлового будинку. Наведені основні принципи і методи конструювання та розрахунку порожнистих монолітних перекриттів.

Найбільш доцільним для побудови простої розрахункової моделі будівлі з порожнистими плитами перекриття являється метод моделювання плитою приведеної жорсткості.

За результатами проведеного дослідження виявлено, що порожнисте перекриття має переваги перед суцільним типовим у багатьох параметрах. Ключовими є різниця у витраті бетону - 18,6%, витраті сталі - 24,2% та у власній вазі перекриття - 32,9 %.

Полегшені плити найбільше підходять для будівель з великими прольотами і низькими корисними навантаженнями, однак їх використання буде ефективним і для будівель з великими прольотами і значними корисними навантаженнями.



**Володимир КРІПАК**

професор кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій, к.т.н., професор



**Віра КОЛЯКОВА**

доцент кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій, к.т.н., доцент



**Максим ГАЙДАЙ**

магістр кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій

**Ключові слова.** Монолітна плита; порожнистий вкладиш; прогини; моделювання; будинок; чисельні методи; армування плити.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На сьогоднішній день при будівництві житлових та громадських будівель у більшості випадків застосовується каркасна схема із монолітного залізобетону. Найбільш масовими конструкціями таких будівель є плоскі безбалкові перекриття.

Сьогоднішнє проектування будівельних споруд передбачає, як правило, утворення складних геометричних форм, архітектурних рішень з вільними плануванням та відносно великих прольотів. Конструкція та матеріали монолітних залізобетонних перекриттів дають можливості для вирішення більшості цих складних задач. Але головним недоліком залізобетонних плит є велика власна вага, яка може складати до 55...70% навантаження від усього каркасу будівлі. Зниження власної ваги монолітних перекриттів при збереженні необхідної міцності, надійності і довговічності є актуальним завданням сучасного будівництва.

Зарубіжний досвід [1,2,3] свідчить, що ефективність монолітних залізобетонних плит можна суттєво підвищити, якщо їх виконувати частково порожнистими.

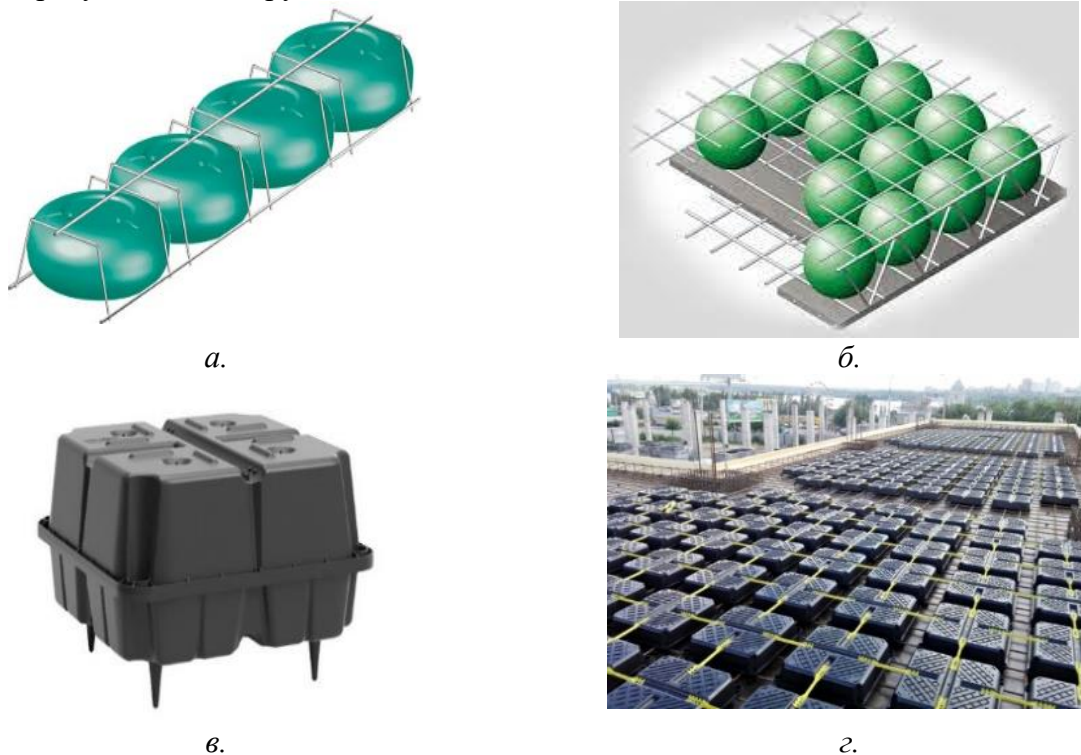
У наведеній статті розглядаються проблеми розрахунків і конструювання облег-

шеного монолітного перекриття на прикладі конкретного житлового будинку, аналізується його ефективність і перспективи використання.

## ОСНОВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Порожнини в плитах утворюють за рахунок введення у склад монолітних перекриттів спеціальних вкладишів [1,2,3,4], які відрізняються конфігурацією, матеріалом, формою перерізу, методом розташування в плані.

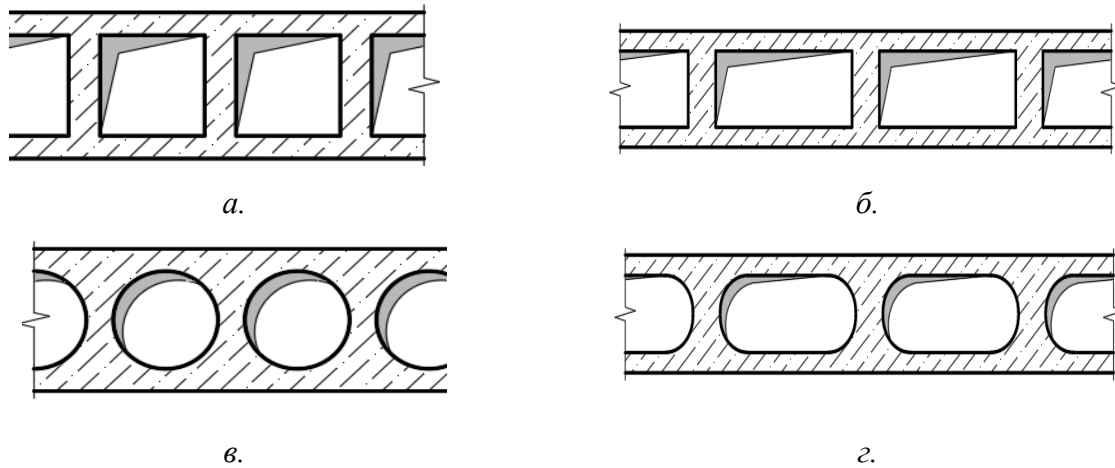
Нижче наведені найбільш поширені типи порожнистих вкладишів промислового виготовлення (рис.1).



**Рис.1.** Вкладиші системи: *a* - «Cobiax CLS»; *б* - «BubbleDeck»; *в* - Елемент незнімної опалубки «U-Boot Beton»; *г* - фрагмент плити з елементами «U-Boot Beton».

**Fig.1.** Inserts of the system: *a* - "Cobiax CLS"; *b* - «BubbleDeck»; *c* - Element of non-removable formwork "U-Boot Beton"; *d* - a fragment of a plate with elements of "U-Boot Beton".

Можливі форми перерізів вкладишів наведені на рис.2.



**Рис.2.** Варіанти вкладишів за формою перерізів: *a* - квадратні; *б* -прямокутні; *в* - круглі; *г* - овальні  
**Fig.2.** Variants of liners according to the shape of the sections: *a* - square; *b* - rectangular; *c* - round; *d* - oval

На рис.3 наведені можливі схеми розташування порожнистих вкладишів в плані плити перекриття.

Вкладиші виготовляють з переробленого пластику, поліетилену, поліпропілену, пінополістиролу картону з водостійким покриттям і т.п.



*a*



*б*



*в*



*г*

**Рис.3.** Варіанти розташування порожнистих вкладишів в плані плити перекриття: *a* - з утворенням ребер; *б* - з ребрами по осях колон; *в* - ; *г* - лінійне розташування.

**Fig.3.** Options for the location of hollow liners in terms of the floor slab: *a* - with the formation of ribs; *b* - with ribs along the axes of the columns; *c* - ; *d* - linear arrangement

Вкладиші виготовляють з переробленого пластику, поліетилену, поліпропілену, пі-

нополістиролу картону з водостійким покриттям і т.п.

ПРИНЦИПИ, МЕТОДИ  
 КОНСТРУЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНКУ  
 ПОРОЖНИСТИХ МОНОЛІТНИХ  
 ПЕРЕКРИТТІВ

При конструюванні порожнистих плит перекриття слід розташовувати порожниноутворювачі на максимально можливій площі плити для зниження ваги та підвищення економічної та архітектурно-будівельної ефективності перекриття, але

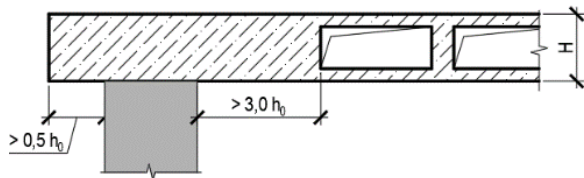


Рис. 4. Опирання плити на крайню колону.  
 Fig. 4. Supporting the plate on the end column.

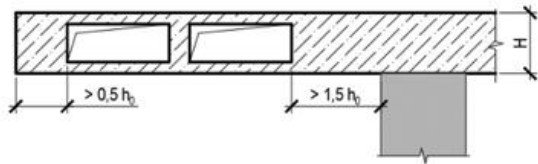


Рис. 6. Консольна частина плити/  
 Fig. 6. Cantilever part of the slab

МЕТОДИ РОЗРАХУНКІВ  
 ПОРОЖНИСТОГО МОНОЛІТНОГО  
 ПЕРЕКРИТТЯ

Розрахунок порожнистих монолітних перекриттів раціонально виконувати за допомогою чисельного КЕ моделювання в спеціальних програмних комплексах. Для

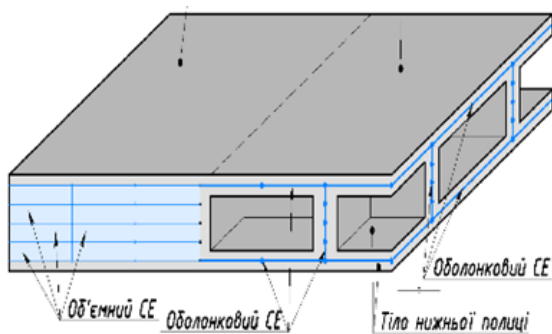


Рис. 8. Схема моделювання плити перекриття оболонковими елементами  
 Fig. 8. Scheme of modeling of the floor slab with shell elements

встановлення прожнинотворювачів не допускається в зонах:

- вільної крайової ділянки плити перекриття;
- в зонах дії значних поперечних сил - зони опирання на стіни та колони;
- у зонах значної кількості технологічних отворів у перекритті;

Принципові перерізи конструювання порожнистого перекриття наведені на рис. 4-7.

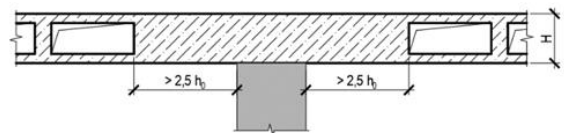


Рис. 5. Опирання на центральну колону.  
 Fig. 5. Leaning on the central column.

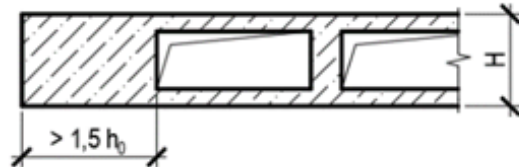
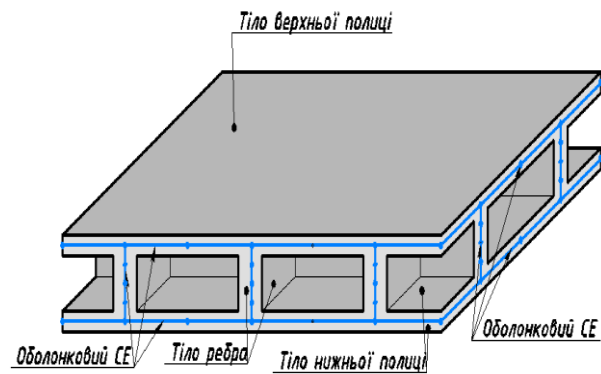


Рис. 7. Вільна крайня ділянка плити/  
 Fig. 7. Free extreme section of the slab

розрахунку доцільно застосовувати наступні методи, які детально розглянуті в [5, 6, 7, 8]:

1) Моделювання оболонковими елементами оболонковими елементами.

Полиці та ребра створюються за допомогою оболонкових СЕ 44. Приопорні зони та контур плити моделюються СЕ 36.



2) Моделювання плити приведеної жорсткості.

Переkritтя моделюється у вигляді оболонки (пластини). Ефект порожнистого переkritтя досягається введенням знижених параметрів жорсткості та густини. Припорні зони то контур плити залишається зі стандартними параметрами.

Зменшення модуля пружності:

$$E_1 = E - \Delta E;$$

Величину зменшення модуля пружності бетону плити розраховують за наступною формулою:

$$\Delta E = 100 (1 - I_{red} / I);$$

де  $E$  – модуль пружності бетону;

$E_1$  – зменшений модуль пружності бетону;

$I$  – момент інерції суцільної плити;

$I_{red}$  – приведений момент інерції плити з урахуванням порожнин.

Зменшення об'єму конструкції плити визначається як:

$$\Delta V = 100 (1 - V_{red} / V);$$

де  $V$  – об'єм  $m^2$  плану суцільної плити;

$V_{red}$  – об'єм  $m^2$  плану плити з урахуванням порожнин.

Знижена щільність матеріалу визначається як:

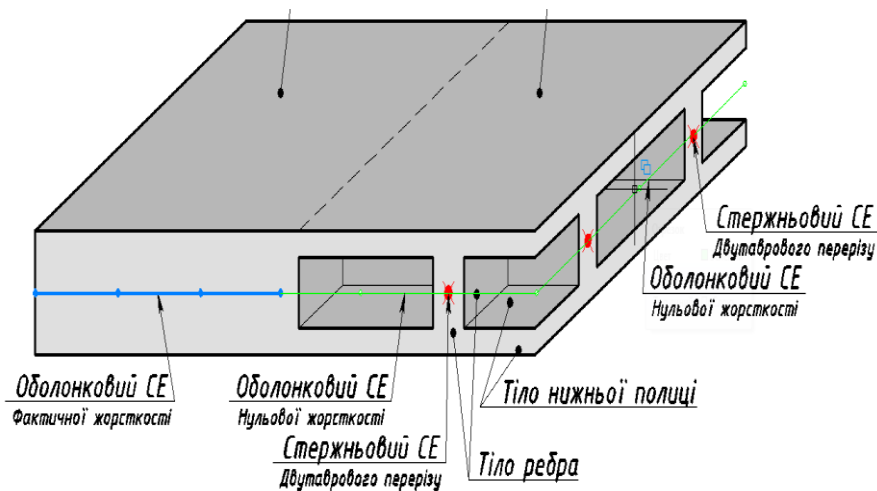
$$R_{01} = R_0 * \Delta V;$$

де  $R_0$  – нормована щільність  $m^3$  бетону плити;

$R_{01}$  – знижена щільність  $m^3$  бетону плити.

3) Моделювання стержневими СЕ з двотавровим перерізом.

Ребра плити моделюються стержневими СЕ, а зони опирання та вільні краї плити моделюють оболонковими СЕ 44 фактичної жорсткості.



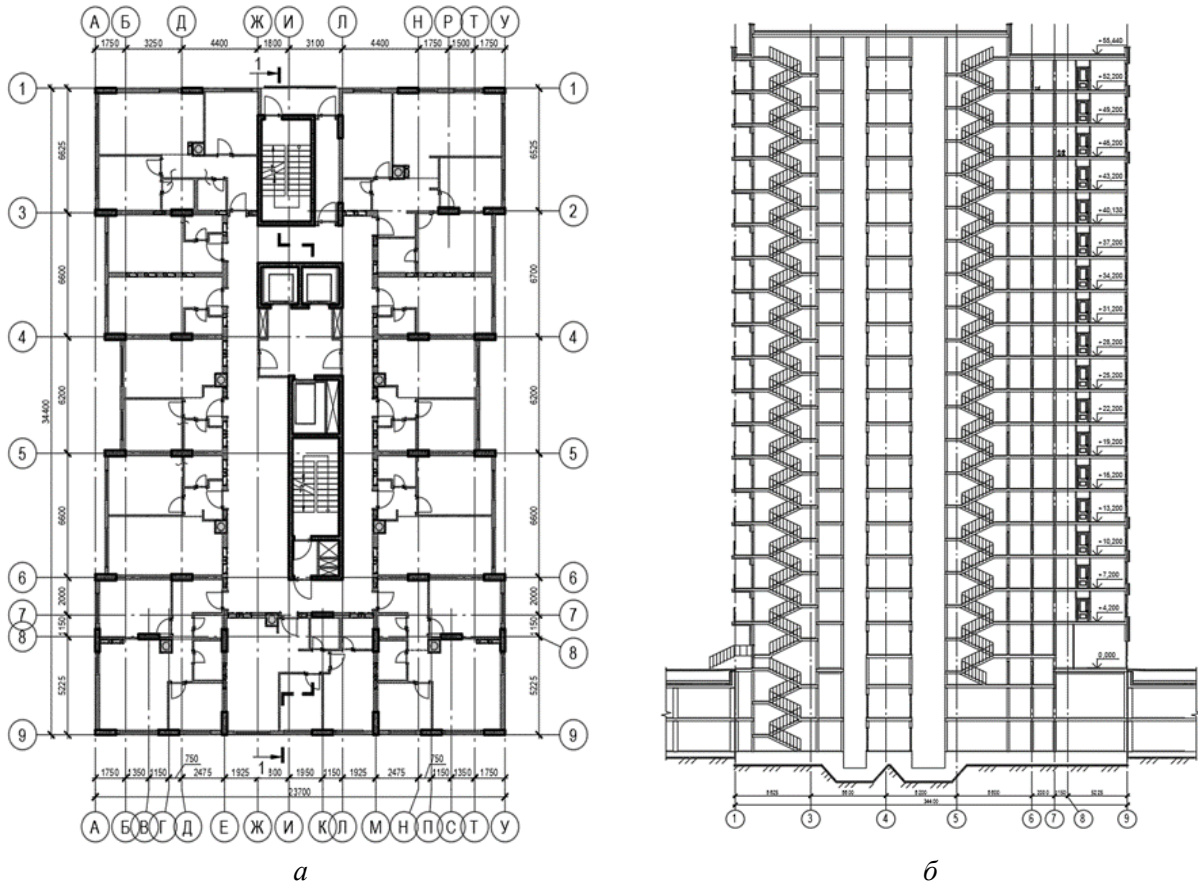
**Рис. 9.** Схема моделювання плити переkritтя стержневими СЕ з двотавровим перерізом  
**Fig. 9.** Scheme of modeling of the floor slab with a cut of SE with an I-beam section

#### ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження прийнято 18-ти поверховий житловий будинок у м. Києві (рис.10).

Будівля має каркасну систему несучих елементів, що складається з пілонів, сходово-ліфтовими блоками та з суцільними монолітними плитами переkritтя.

Розміри в осях становлять 34,4x23,7 м, висота 1-го поверху 4,2 м, типового 3,0м, загальна висота будівлі 58,2 м.



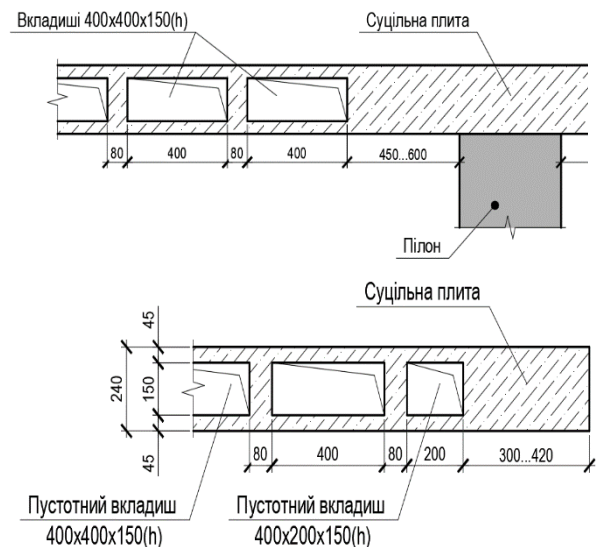
**Рис. 10.** 18-ти поверховий житловий будинок у м. Києві. *a* - план типового перекриття; *б* - розріз будинку.

**Fig. 10.** 18-storey residential building in Kyiv. *a* - plan of a typical floor; *b* - section of the house.

Конструювання порожнистого перекриття слід починати з визначення оптимальних розмірів порожниноутворювачів, принципового перерізу плити (товщини полиці та стінки), а також формування схеми розміщення порожниноутворювачів з дотриманням усіх вимог описаних вище.

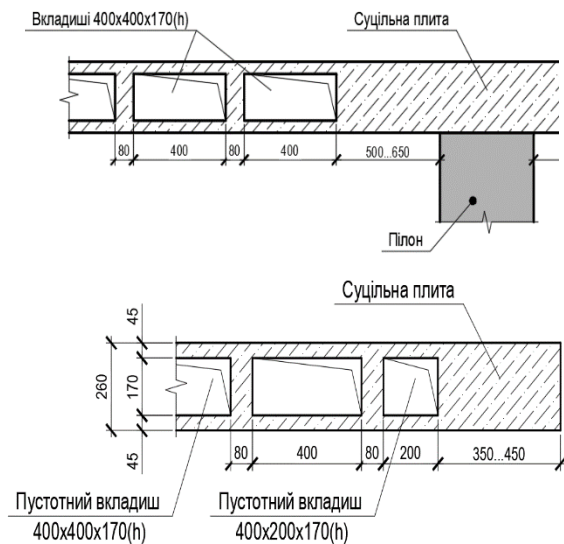
Проаналізувавши плиту перекриття будівлі, що розглядається та врахувавши всі обов'язкові вимоги щодо розміщення порожнин можна визначити наступні зони розміщення вкладишів:

Розглянуто два варіанти товщини плити: 240 та 260 мм.



**Рис. 11.** Перерізи ділянки плити  $t = 240$  мм

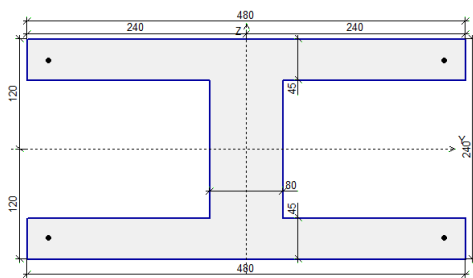
**Fig. 11.** Cross-sections of the plate section  $t = 240$  mm



**Рис. 12.** Переріз ділянки плити  $t = 260$  мм/  
**Fig. 12.** Cross-sections of the plate section  $t = 260$  mm

Обравши для розрахунку метод пластини з приведеною жорсткістю виконуємо розрахунок приведених жорсткостей порожнистих ділянок двох типів плит перекриття.

#### Для порожнистої плити $t = 240$ мм



**Рис. 13.** Характерний переріз плити  $t = 240$  мм

**Fig. 13.** Characteristic cross-section of the plate  $t = 240$  mm

Зменшення модуля пружності бетону:

$$E_1 = E - \Delta E = 30018,6 \text{ МПа} - 20,35\% = 23911,3 \text{ МПа}$$

$$\Delta E = 100 (1 - I_{\text{red}} / I) = 100 * (1 - 44046 / 55296) = 20,35\%$$

де  $E$  – модуль пружності бетону;

$E_1$  – зменшений модуль пружності бетону;

$I$  – момент інерції суцільної плити;

$I_{\text{red}}$  – приведений момент інерції плити з урахуванням порожнин.

Зменшення об'єму конструкції плити:

$$\Delta V = 100 (1 - V_{\text{red}} / V) = 100 * (1 - 0,0648 / 0,1152) = 43,75 \%$$

де  $V$  – об'єм  $\text{м}^2$  плану суцільної плити;

$V_{\text{red}}$  – об'єм  $\text{м}^2$  плану плити з урахуванням порожнин.

Знижена щільність матеріалу:

$$R_{01} = R_0 - \Delta V = 2,5 - 43,75\% = 1,406 \text{ т/м}^3$$

де  $R_0$  – нормована щільність  $\text{м}^3$  бетону плити;

$R_{01}$  – знижена щільність  $\text{м}^3$  бетону плити.

#### Для порожнистої плити $t = 260$ мм:

Зменшення модуля пружності бетону

$$E_1 = E - \Delta E = 30018,6 \text{ МПа} - 23,29\% = 23026 \text{ МПа}$$

$$\Delta E = 100 (1 - I_{\text{red}} / I) = 100 * (1 - 53927 / 70304) = 23,29\%$$

Зменшення об'єму конструкції плити:

$$\Delta V = 100 (1 - V_{\text{red}} / V) = 100 * (1 - 0,0677 / 0,1248) = 45,77 \%$$

Знижена щільність матеріалу:

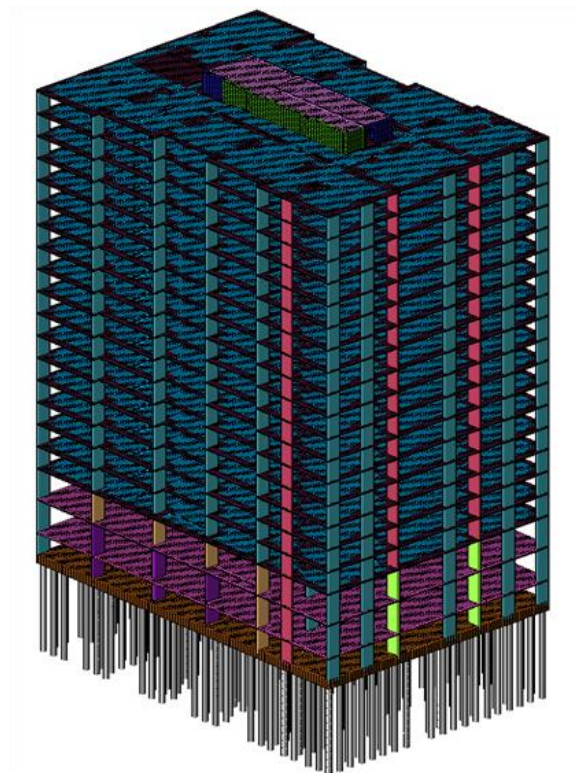
$$R_{01} = R_0 - \Delta V = 2,5 - 45,77\% = 1,356 \text{ т/м}^3$$

Отримані жорсткісні характеристики використовують для моделювання порожнистих ділянок плити в подальших розрахунках.

У програмному комплексі ЛПА-САПР 2016 створюється просторова розрахункова модель каркасу будівлі згідно загально-

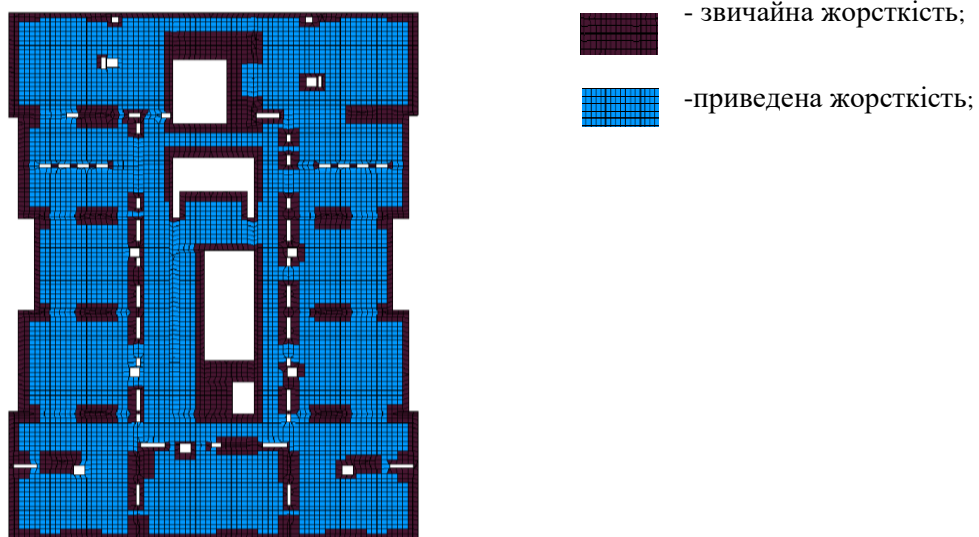
прийнятих правил і вимог [6,9]. Призначаються різні типи жорсткостей для відповід-

но суцільних і порожнистих ділянок плити перекриття.



**Рис. 14.** Загальний вигляд розрахункової моделі будівлі.

**Fig. 14 .** General view of the calculated model of the building .



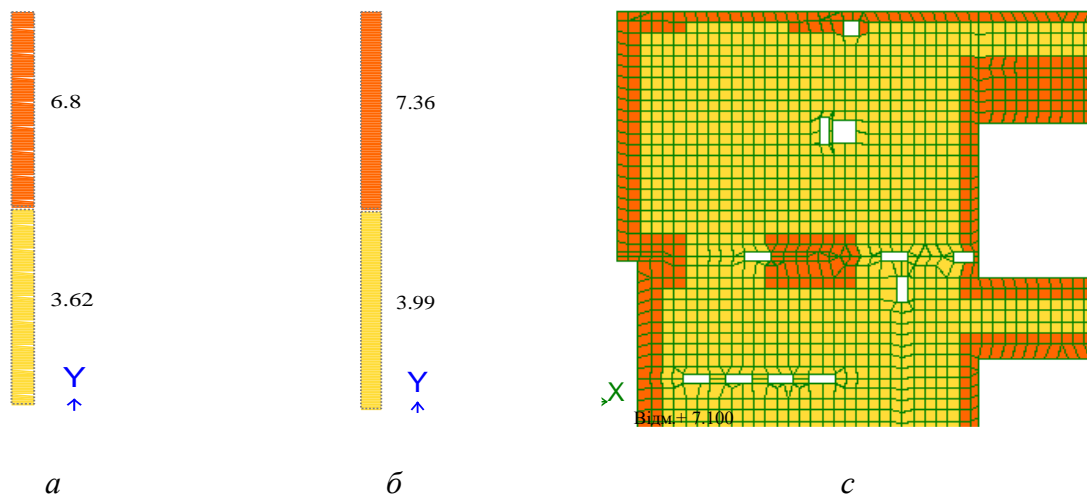
**Рис. 15.** Схема призначення жорсткостей в розрахунковій моделі плити.

**Fig. 15.** Scheme of rigidity assignment in the calculation model of the plate .

Особливу увагу варто приділити власній вазі плити. Її враховують за допомогою інструменту ПК і відповідно різні типи вла-

сної ваги плити товщиною 240 мм зображено на рис.16.





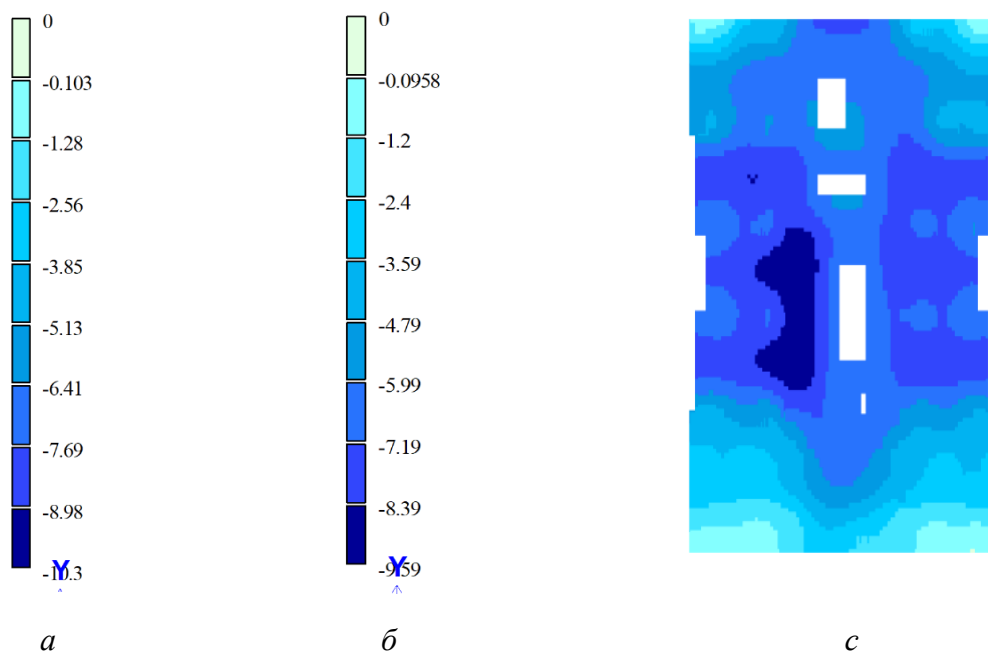
**Рис.16.** Інтенсивність та значення ( $\text{kN/m}^2$ ) власної ваги на фрагменті плити: *a* – значення для плити 240 мм; *б* - значення для плити 260 мм; *в* – загальна картина розподілу інтенсивності.

**Fig. 16.** Intensity and value ( $\text{kN/m}^2$ ) of own weight on a fragment of a plate: *a* - value for a plate of 240 mm; *b* - value for the plate 260 mm; *c* - the general picture of intensity distribution.

По наведеній вище розрахунковій моделі виконані порівняльні розрахунки будинку з суцільними плитами перекриття стандартної товщини 200 мм та з

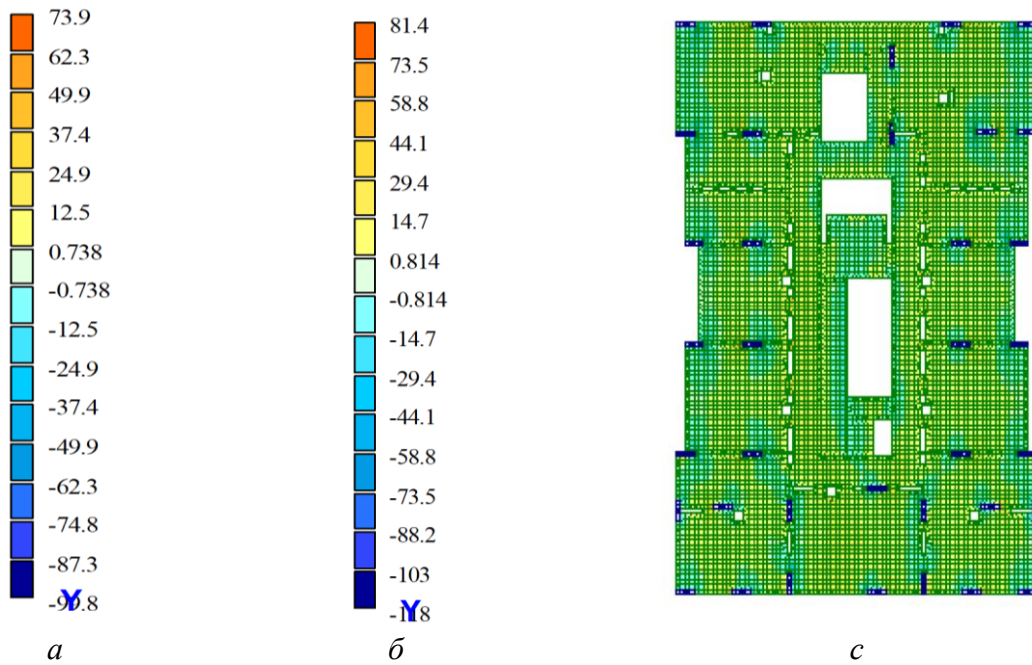
облегшеними плитами товщиною 240 мм та 260 мм.

На рис. 17-19 наведені вертикальні деформації (прогини) та зусилля в плитах товщиною відповідно 240 мм та 260 мм.



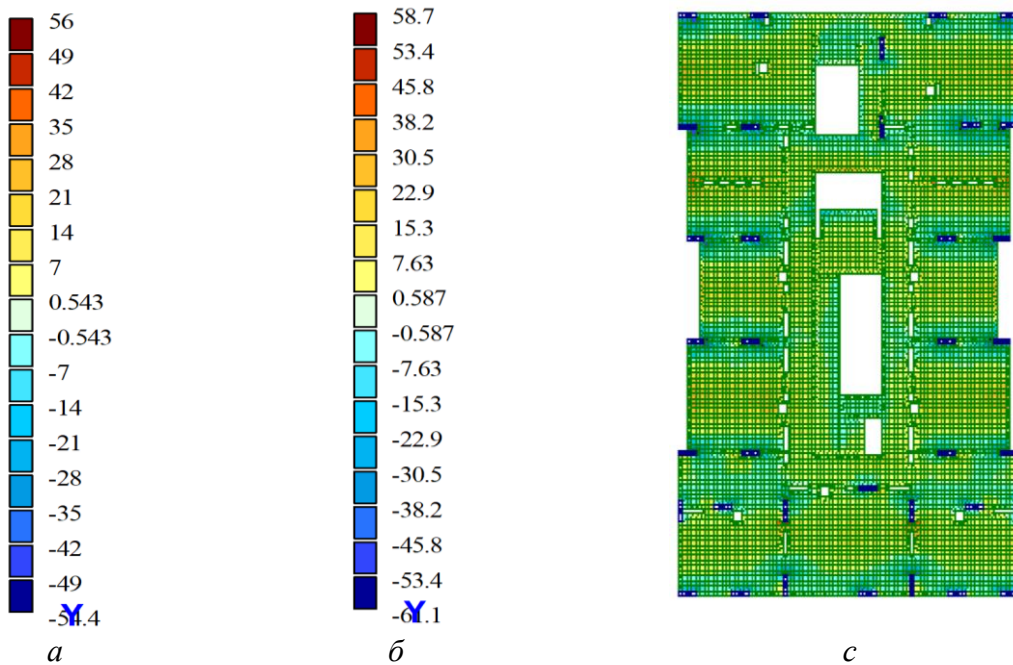
**Рис.17.** Ізополя деформацій (прогинів) плит: *a* – значення в мм для товщини 240 мм; *б* - значення в мм для товщини 260 мм; *в* – загальна картина деформацій.

**Fig.17.** Isofields of deformations (deflections) of plates: *a* - value in mm for thickness of 240 mm; *b* - value in mm for a thickness of 260 mm; *c* - the general picture of deformations.



**Рис.18.** Згинальні моменти  $M_x$  в плитах: *a* – значення в кН/м для товщини 240 мм; *б* - значення в кН/м для товщини 260 мм; *в* – загальна картина розподілу моментів в плитах.

**Fig.18.** Bending moments  $M_x$  in slabs: *a* - value in кН / m for thickness 240 mm; *b* - value in кН / m for a thickness of 260 mm; *c* - the general picture of distribution of the moments in slabs



**Рис.19.** Згинальні моменти  $M_y$  в плитах: *a* – значення в кН/м для товщини 240 мм; *б* - значення в кН/м для товщини 260 мм; *в* – загальна картина розподілу моментів в плитах.

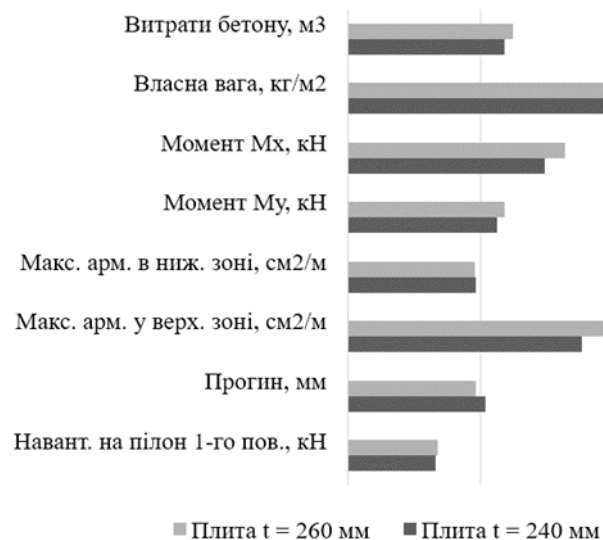
**Fig. 19.** Bending moments  $M_y$  in slabs: *a* - value in кН / m for thickness 240 mm; *b* - value in кН / m for a thickness of 260 mm; *c* - the general picture of distribution of the moments in slabs

Зведені показники двох типів порожнистих плит товщиною 240 мм та 260

мм наведені в таблиці 1 та показані на рис.20.

**Табл. 1.** Порівняння двох типів порожнистих плит**Table 1.** Comparison of two types of hollow slabs

№	Показник	Плита t = 240 мм	Плита t = 260 мм	Різниця, %
1	Витрати бетону, м <sup>3</sup>	117.3	124.3	5.6
2	Власна вага, кН/м <sup>2</sup>	335.6	350.4	4.2
3	Згинальний момент М <sub>x</sub> , кН	73.9	81.4	9.2
4	Згинальний момент М <sub>y</sub> , кН	56.0	58.7	4.6
5	Макс. армув. в нижній зоні, см <sup>2</sup> /м	9.6	9.6	-0.5
6	Макс. армув. у верхній зоні, см <sup>2</sup> /м	35.2	38.5	8.6
7	Прогин, мм	10.3	9.6	-7.4
8	Навантаження на пілон 1-го пов., кН	6560.0	6730.0	2.5

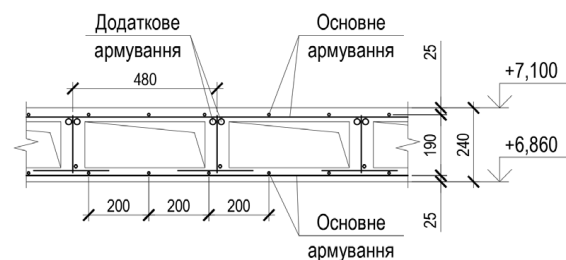
**Рис. 20.** Діаграма порівняння показників порожнистих плит t = 240 мм та t = 260 мм**Fig. 20.** Diagram comparing the indicators of hollow slabs t = 240 mm and t = 260 mm

Аналіз отриманих показників показав наступне: жорсткість плити зі збільшенням товщини буз умовно збільшується, але на прогинах це проявляється мало, так прогин плити товщиною 260 мм в середньому лише на 7,5% менше плити товщиною 240 мм; плита товщиною 240 мм має незначну перевагу в витратах бетону і кількості необхідної арматури.

В цілому можна зробити висновки, що монолітне порожнисте перекриття товщиною 240 мм є ефективніше за більшістю параметрів.

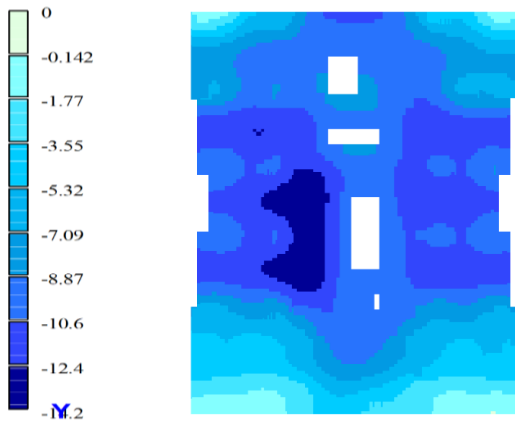
Робота передбачала також розрахунки і детальне робоче конструювання полегшеної плити товщиною 240 мм і суцільної плити з типовим рішенням товщиною 200

мм. Слід зауважити що плити з порожнинами вкладишами мають свої особливості при армуванні (див. рис.21).

**Рис. 21.** Схема армування плити**Fig. 21.** Scheme of slab reinforcement

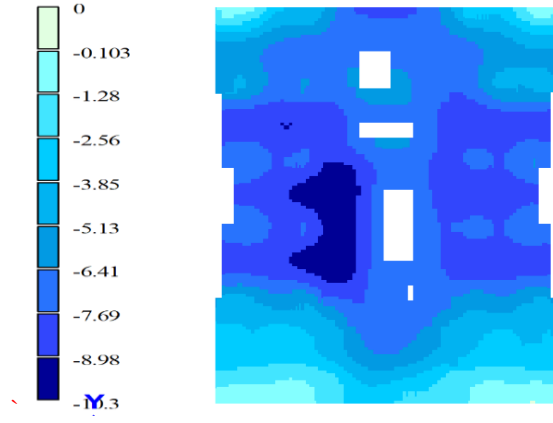
На рис. 22 і 23 наведені вертикальні деформації (прогини) та зусилля в плитах

товщиною відповідно 240 мм та 260 мм.



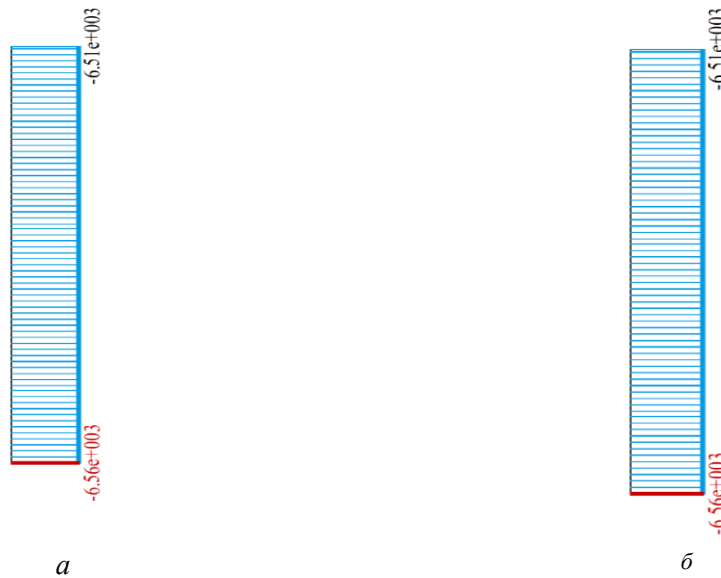
**Рис.22.** Вертикальні деформації суцільної плити товщиною 240мм.

**Fig.22.** Vertical deformations of a continuous slab 240 mm thick



**Рис.23.** Вертикальні деформації порожнистої плити товщиною 260 мм.

**Fig.23.** Vertical deformations of a continuous slab 260 mm thick



**Рис.24.** Поздовжні зусилля N в найбільш завантаженому пілоні в кН:

*a* - при порожнистій плиті товщиною 240 мм; *б* – при суцільній плиті.

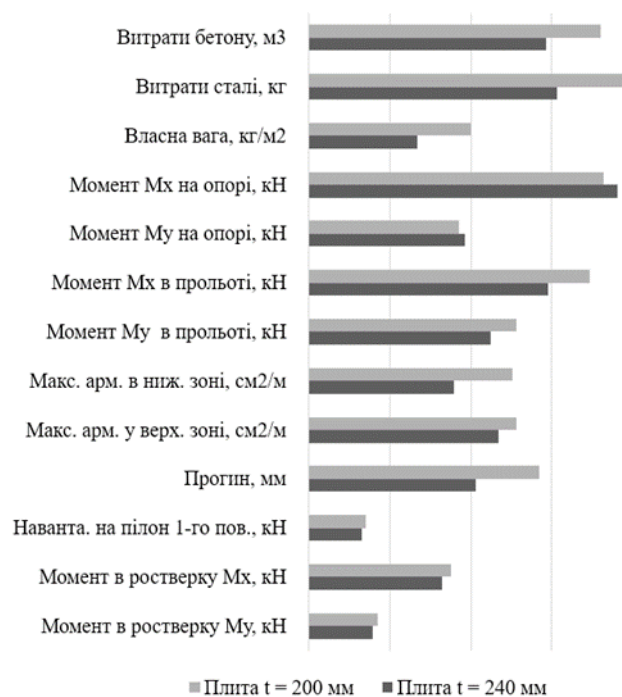
**Fig.24.** Longitudinal forces N in the most loaded pylon in kN: *a* - at a hollow plate 240 mm thick; *b* - at a continuous slab.

Зведені показники і відсоткове співвідношення показників для будинку з двома типами перекриттів з порожнистих плит

товщиною 240 мм та суцільних товщиною 260 мм наведені в таблиці 2 та ілюстровані діаграмою на рис.25.

**Табл. 2.** Порівняння плити суцільного та порожнистого перерізів  
**Table 2.** Comparison of a plate of continuous and hollow sections

№	Показник	Плита t = 240 мм	Плита t = 200 мм	Різниця, %
1	Витрати бетону, м <sup>3</sup>	117.3	144.1	18.6
2	Витрати сталі, кг	15298.9	20190.0	24.2
3	Власна вага, кН/м <sup>2</sup>	335.6	500.0	32.9
4	Згинальний момент M <sub>x</sub> на опорі, кН	95.2	91.1	-4.5
5	Згинальний момент M <sub>y</sub> на опорі, кН	48.2	46.2	-4.3
6	Згинальний момент M <sub>x</sub> в прольоті, кН	73.9	86.8	14.9
7	Згинальний момент M <sub>y</sub> в прольоті, кН	56.0	64.0	12.5
8	Макс. арм. в нижній зоні, см <sup>2</sup> /м	9.0	12.6	28.7
9	Макс. арм. у верхній зоні, см <sup>2</sup> /м	35.2	38.4	8.3
10	Прогин, мм	10.3	14.2	27.5
11	Навантаження на пілон 1-го пов., кН	6560.0	6950.0	5.6
12	Згинальний момент в ростверку M <sub>x</sub> , кН	2470.0	2630.0	6.1
13	Згинальний момент в ростверку M <sub>y</sub> , кН	1970.0	2130.0	7.5



**Рис. 25** Діаграма порівняння показників суцільного (t = 200 мм) та порожнистого (t = 240 мм) перерізів.

**Fig. 25.** Diagram comparing solid (t = 200 mm) and hollow (t = 240 mm) sections.

## ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

За результатами проведеного дослідження можна зробити висновки, що порожнисте перекриття має переваги у багатьох параметрах. Ключовими є різниця у витраті бетону -18,6%, витраті сталі - 24,2% та у власній вазі перекриття - 32,9 %.

Також варто звернути увагу, що у найбільш навантаженому пілоні 1-го поверху стискаюче зусилля знизилось майже на 6%.

Залізобетонні монолітні плити перекриття з порожнистими вкладишами мають суттєві переваги в порівнянні з традиційними суцільного перерізу. Їх застосування дає змогу збільшити прольоти, зменшити власну вагу та відповідно навантаження на каркас будівлі, а також покращити показники тепло-, звукоізоляції міжповерхового перекриття.

Використання перекриттів з порожнечами є одним з можливих способів зниження матеріалоємності і маси будівель, зведених з монолітного бетону, практично без зниження їх надійності. Зниження ваги конструкцій є важливою перевагою при будівництві об'єктів у сейсмічно активних регіонах.

Облегшені плити найбільше підходять для будівель з великими прольотами і низькими корисними навантаженнями, наприклад, лікарняних палат або житлових квартир, в яких напружений стан конструкцій формується в основному за рахунок власної ваги.

Використання багато порожнистих плит може бути раціональним і для приміщень зі значними навантаженнями та великими прольотами (зали, серверні кімнати, автостоянки, торгові та офісні приміщення і т.п.). Облегшені перекриття будуть досить ефективним при реконструкції існуючих будівель при необхідності зниження навантажень на каркас будівлі.

Подальші дослідження розглянутих об'єктів доцільно сконцентрувати в таких напрямках: виявлення оптимальних значень товщини об'єктів для різних прольотів та корисних навантажень;

пошук найбільш ефективних форм порожниноутворювачів, їх розмірів та розташування в перерізах плит; удосконалення методів розрахунків плит з урахуванням їх нелінійної роботи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. «**Технология BubbleDeck. Двухосное полое перекрытие**» [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://bubbledeck.ru/>.
2. «**Система порожнистых перекрытий Cobiax**»  
Веб-сайт.URL:<https://www.cobiax.com/intl/en/produkte/cobiax-cls/>.
3. **Кріпак В. Д.** Монолітні плоскі перекриття з порожнистими вкладишами / В. Д. Кріпак, Р. Є. Антонов // *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. - 2017. - Вип. 8. - С. 135-145. –  
Режим доступу:  
[http://nbuv.gov.ua/UJRN/stmrb\\_2017\\_8\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/stmrb_2017_8_20).
4. **Опалубка для облегченных конструкций из монолитного железобетона** [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.daliform.com/ru/disposable-formwork-for-two-way-lightened-voided-slabs-ru/>.
5. **Мельник, І. В.** Плоскі залізобетонні монолітні перекриття з ефективними вставками / І. В. Мельник // *Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва*. – 2000. – № 409. – С. 141-145.
6. **Bhagat, S.** Comparative study of voided flat plate slab and solid flat plate slab / Saifee Bhagat, Dr. K.V. Parikh // *International journal of innovative research & development* – 2014. - No. 3(3). – с. 22-25
7. **Calavera, J.** Manual for detailing reinforcement concrete structures to EC2/ Jose Calavera. – New York: Spon Press, 2012 – 503 с.
8. **Кріпак В. Д.** Методи розрахунку залізобетонних монолітних перекриттів з порожнистими вкладишами / В. Д. Кріпак, В. М. Колякова, В. Скопец. // *Зб. наук. праць Будівельної конструкції. Теорія і практика*. К.: КНУБА. – 2019. – С. 15-23.  
[http://doi.org : 10.32347/2522-4182.5.2019.15-23](http://doi.org/10.32347/2522-4182.5.2019.15-23)
9. **Городецкий А. С.** Компьютерные модели конструкций. / А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров. – Київ: К.: изд. Факт., 2005. – 344 с.
10. **Югов А. М.** Ефективність застосування полегшених монолітних плит перекриттів при реконструкції будівель. / А. М. Югов, В. В. Таран. // *Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. НУВГП. – 2009. – С. 540-548.

## REFERENCES

- 1 «Технология BubbleDeck. Двухосное полое перекрытие» [Elektronnyi resurs]. – 2019. – Rezhym dostupu do resursu: <http://bubbledeck.ru/>.
2. «Systemy porozhnystykh perekryttiv Cobiax»  
Veb-sait.URL:<https://www.cobiax.com/intlen/produkte/cobiax-cls/>.
3. **Kripak V. D.** Monolitni ploski perekryttia z porozhnystymy vkladyschamy / V. D. Kri-pak, R. Ye. Antonov // *Suchasni tekhnologii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi*. - 2017. - Vyp. 8. - S. 135-145. –  
*Rezhym dostupu:*  
[http://nbuv.gov.ua/UJRN/stmrb\\_2017\\_8\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/stmrb_2017_8_20).
4. **Opalubka dlia oblehchennykh konstruktsiy z monolytnoho zhelezobetonu»** [Elektronnyi resurs] – *Rezhym dostupu do resursu:* <https://www.daliform.com/ru/disposable-formwork-for-two-way-lightened-voided-slabs-ru/>.
5. **Melnyk, I. V.** Ploski zalizobetonni monolitni perekryttia z efektyvnymy vstav-kamy / I. V. Melnyk // *Visn. Nats. un-tu «Lvivska politekhnika»*. *Teoriia i praktyka budivnytstva*. – 2000. – № 409. – S. 141–145.
- 6 **Bhagat, S.** Comparative study of voided flat plate slab and solid flat plate slab / Saifee Bhagat, Dr. K.B. Parikh // *International journal of innovative research & development* – 2014. - No. 3(3). – c. 22-25
7. **Calavera, J.** Manual for detailing reinforcement concrete structures to EC2/ *Jose Calavera*. – New York: Spon Press, 2012 – 503 c.
8. **Kripak V. D.** Metody rozrakhunku zalizobetonnykh monolitnykh perekryt z porozhnystymy vkladyschamy / V. D. Kripak, V. M. Koliakova, V. Skopets. // *Zb. nauk. prats Budivelni konstruktsii. Teoriia i praktyka*. K.-KNUBA. – 2019. – S. 15–23.  
<http://doi.org : 10.32347/2522-4182.5.2019.15-23>.
9. **Horodetskyi A. S.** Kompiuternye modely konstruktsiy // Horodetskyi A. S., Evzerov Y. D.. K.: yzd. Fakt, 2005-344 s.
10. **Iuhov A. M.** Efektyvnist zastosuvannia polehshenykh monolitnykh plyt perekryttiv pry rekonstruktsii budivel. / A. M. Yuhov, V. V. Taran. // *Resursoekonomni materialy*,  
*konstruktsii, budivli ta sporudy*. NUVHP. – 2009. – S. 540–548..

### INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF REINFORCED CONCRETE MONOLITHIC OVERLAP WITH HOLLOW LINERS

*Volodymyr KRIPAK, Vira KOLIAKOVA,  
Maksim GAIDAI*

**Summary.** The use of floors with hollow liners is one of the possible ways to reduce the material consumption and weight of buildings made of monolithic concrete, almost without reducing their reliability. Reducing the weight of structures is an important advantage in the construction of facilities in seismically active regions.

However, the introduction of such plates in construction is constrained by the lack of theoretical research and the necessary regulatory framework and experience in designing these structures.

The article considers the problems of calculations and construction of a lightweight monosummer floor on the example of a specific 18-storey residential building. The basic principles and methods of construction and calculation of hollow monolithic floors are given.

The method of modeling a slab of reduced stiffness is the most expedient for the construction of a spatial calculation model of a building with different floor slabs.

According to the results of the study, it was found that the hollow floor has advantages over the solid typical in many parameters. The key differences are in the consumption of concrete -18.6%, the consumption of steel - 24.2% and the own weight of the floor - 32.9%.

Lightweight slabs are best suited for buildings with large spans and low payloads, but their use will be effective for buildings with large spans and significant payloads.

**Keywords.** Monolithic slab; hollow liner; sags; modeling; house; Numerical Methods; plate reinforcement

*Стаття надійшла до редакції 27.11.21*