

## ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МІЖПО- ВЕРХОВОГО ПЕРЕКРИТТЯ ТА ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО РІШЕННЯ

За результатами розрахунку міцності похилих перерізів конструкцій перекриттів здійснено техніко-економічне порівняння вартості, трудомісткості, витрат бетону та арматури з наступним визначенням найбільш економічного рішення перекриття.

*Ключові слова:* конструкція плоского перекриття, розрахунок перекриття, напружено-деформований стан, техніко-економічні показники

По результатам расчета прочности нормальных сечений конструкций перекрытий выполнено технико-экономическое сравнение стоимости, трудоемкости, расхода бетона и арматуры с последующим определением самого экономичного решения перекрытия.

*Ключевые слова:* конструкция плоского перекрытия, расчет перекрытия, напряженно-деформированное состояние, технико-экономические показатели

According to the results of strength calculation of normal cross-sections of intermediate floor constructions the feasibility comparison of cost, labour capacity, consumption of concrete and reinforcement is performed with subsequent determination of the most economical solution of the intermediate floor.

*Keywords:* flat slab design, calculation of intermediate floor, strained-and-stressed state, technical-economic indicators

Стан будівельної галузі та перспективи її розвитку, в глобальному відношенні, обумовлені загальним станом економіки України, яка переживає загальносвітову кризу. Але залишається досить багато проблем, які потребують подальшого рішення безпосередньо в самій галузі. На сучасному етапі її розвитку в Україні ми не можемо говорити про будь-яку конкурентоспроможність цієї галузі. Якщо на регіональному рівні ми ще можемо простежити тенденцію верховенства будівельних організацій центральних районів та великих міст-мільонерів у зв'язку з їх значними потужностями та інвестиційною привабливістю, то на глобальному рівні будівельна галузь України програє через брак і часткову відсутність фінансових і організаційних перетворень і як наслідок, збереження досить низької культури виробництва і відсутність значних виробничих потужностей.

Однією з найбільших проблем в Україні залишається житлово-комунальна проблема, яка полягає в незабезпеченості більшості населення України власним житлом із-за відсутності достатньої кількості житлового фонду, а також досить висока вартість житла на тлі соціальних та економічних проблем, викликаних світовою кризою. Ринок житла в Україні характеризується низькою ліквідністю, значним попитом, високими цінами, які зростають з кожним роком, циклічним характером.

Вирішенням проблеми вартості житла, безпосередньо в самій будівельній галузі є, зни-

ження собівартості виготовлення будівельної продукції шляхом зниження матеріалоемності, трудомісткості виробництва робіт в цілому, а також вибір найоптимальніших і найекономічніших з цієї точки зору конструкцій.

При будівництві досить трудомісткими являються роботи з влаштування перекриттів, як монолітних так і збірних. Вартість арматурних і опалубних робіт при цьому складає від 25 до 50 %, а трудомісткість – 40...70 % від загальної вартості та трудомісткості будівельно-монтажних робіт. Цими роботами безпосередньо на будівництві зайнято приблизно 35 % робітників, які безпосередньо займаються зведенням конструкцій, або 5 % всіх робітників на будівництві. Саме тому пошук шляхів збільшення індустріалізації, росту продуктивності праці, скорочення вартості арматурних та опалубних робіт, а також раціональне використання матеріалів, в першу чергу сталі, дозволить знизити собівартість проведення будівельно-монтажних робіт і таким чином понизити загальну вартість житла, що в тандемі з проведенням ефективної економічної політики держави дозволить вирішити гостру житлово-комунальну проблему.

В результаті проведеної науково-пошукової роботи було здійснено аналіз та порівняння напружено-деформованого стану різних типів перекриттів на прикладі конкретної будівлі та вибір найбільш економічного та найменш трудомісткого варіанту перекриття для зниження загальної вартості будівництва, а також скоро-

чення його термінів, що дає можливість на короткий період заморожувати кошти в незавершеному будівництві.

В статті представлено відповідні графічні та ілюстративні матеріали у вигляді залежностей та графіків. Попередньо зробивши розрахунки матеріалоемності та трудомісткості виробництва обраних для аналізу типів перекриттів, ми можемо наглядно продемонструвати основні техніко-економічні показники того чи іншого варіанту перекриття. Це дає можливість, враховуючи матеріальну базу і можливості виконання відповідного комплексу робіт підрядної організації, обрати найекономічніший тип перекриття.

Для визначення напружено-деформованого стану і порівняння техніко-економічних показників оберемо чотири типи конструктивних схем перекриттів:

Монолітне залізобетонне перекриття з прихованими ригелями.

Монолітне залізобетонне безкапітельне перекриття.

Збірно-монолітне залізобетонне перекриття з використанням круглопустотних плит.

Змішане збірно-монолітне перекриття за технологією «Пластбау».

Данні типи перекриттів є найбільш вживаними у будівництві житлових будівель. Виконаємо конструювання обраних типів перекриттів з метою визначення матеріалоемності та трудомісткості виробництва, оскільки саме ці два показники найбільше впливають на вартість готової конструкції.

Розрахунок основних конструктивних елементів, обраних для порівняння типів перекриттів, виконаємо за першою групою граничних станів в обчислювальному програмному комплексі SCAD, задавши скінченно-елементну модель відповідних конструктивних елементів. Широкі можливості даного програмного комплексу дозволяють не лише провести основні розрахунки, а й виконати конструювання заданих елементів перекриття і вивести необхідні для аналізу напружено-деформованого стану графічні матеріали. Розрахунок основних техніко-економічних показників, попередньо сконструйованих типів перекриттів, виконаємо в програмному комплексі АВК-5.

### Монолітне залізобетонне перекриття з прихованими ригелями

За отриманими площами робочої арматури, визначеними в результаті розрахунку, підбираємо необхідну кількість стержнів арматури класу А400С. Пливу армуємо в'язаними сітками з

поперечною та поздовжньою робочою арматурою, які встановлюємо відповідно до полів розподілення моментів. Приховані ригелі армуємо об'ємними в'язаними каркасами, які встановлюємо в площині плити. Мінімальний діаметр робочої арматури 10мм. Принципова конструкція плоского перекриття з армуванням плити просторовими арматурними каркасами представлена на рис. 1.

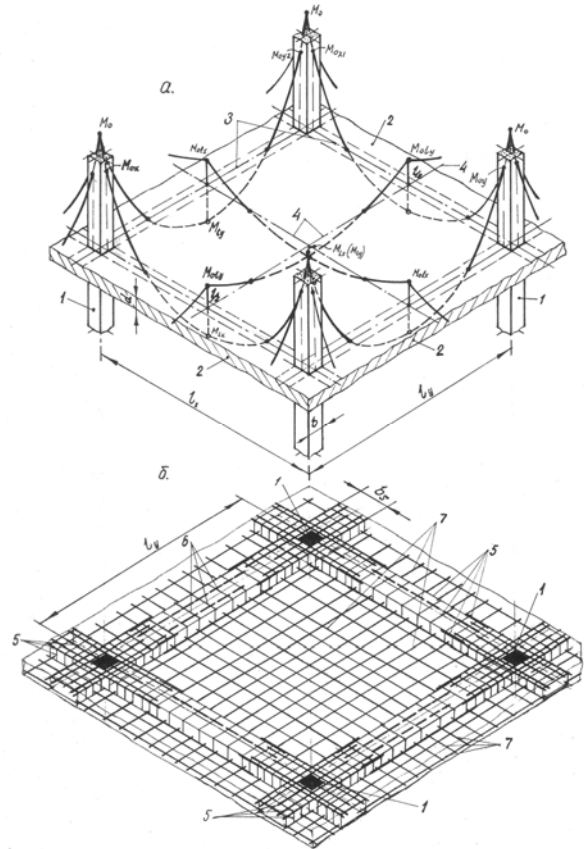


Рис. 1. Принципова схема об'ємного армування плити плоского перекриття багатоповислової будівлі: а – загальний вигляд осередку фрагмента каркаса і розподіл згинальних моментів в перерізах плити перекриття, б – схема об'ємного армування плити;

1 – колони, 2 – плита перекриття, 3 – створ колон, 4 – перетин у середині прольоту осередку перекриття, 5 – об'ємні арматурні каркаси «умовних» ригелів в створах колон, 6 – поперечна арматура (хомоти) об'ємних арматурних каркасів, 7 – нижні плоскі арматурні сітки осередків перекриття

### Монолітне залізобетонне безкапітельне перекриття

Відповідно до, визначених за результатами розрахунку, ізopolів розподілення моментів в даній плиті перекриття, підбираємо необхідну кількість та крок робочої арматури. Пливу армуємо в'язаними сітками з поперечною та поздовжньою робочою арматурою. Мінімальний діаметр робочої арматури 12 мм. Принципова

конструкція плоского монолітного безкапітельного перекриття представлена на рис. 2.

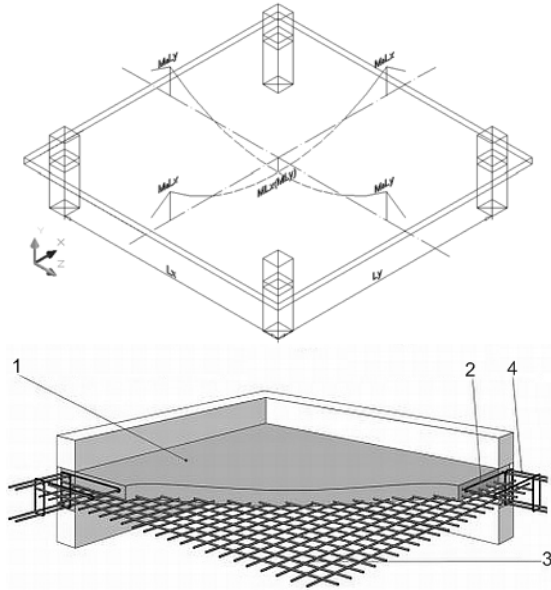


Рис. 2. Принципова конструкція плоского монолітного безкапітельного перекриття:  
1 – бетон монолітного перекриття, 2 – верхня робоча арматура плити, 3 – нижня робоча арматура плит, 4 – бортова (обв'язувальна) балка

### Збірно-монолітне залізобетонне перекриття з використанням круглопустотних плит

Багатопустотні плити безопалубного формування виготовляють необхідної довжини згідно проекту. Номінальна ширина складає 1200, 1500 мм. Наскрізні поздовжні пустоти можуть мати круглі, овальні, прямокутні і інші форми перерізу. Вздовж бокових поверхонь виконані поздовжні пази, призначені для утворення між плитного шва омонолічування. Плити армуються попередньо напруженою арматурою класу А800С відповідно до розрахунку за першою та другою групою граничних станів. Монолітні ригелі розраховуємо, як нерозрізні балки, змодельовавши їх стержневими скінченними елементами. Арматування монолітних несучих та пов'язових ригелів виконуємо об'ємними арматурними каркасами з робочою арматурою класу А400С, встановлену відповідно до розрахунку. В міжплитних швах, поперек несучих ригелів, розміщуємо плоскі арматурні каркаси з верхньою робочою арматурою класу А400С. Конструкція збірно-монолітного залізобетонного перекриття з використанням круглопустотних плит представлена на рис. 3, 4.

### Змішане збірно-монолітне перекриття за технологією «Пластбау»

Розрахунок міцності плити за технологією «Пластбау» аналогічний розрахунку частореб-

ристого перекриття з балочними плитами. Монолітну плиту армуємо, відповідно до розрахунку за першою групою граничних станів, зварними сітками з поперечною робочою арматурою класу Вр-І. Розрахунок другорядної балки виконуємо на дію рівномірно розподіленого навантаження, змодельовавши її в програмному комплексі SCAD стержневим скінченним елементом таврового профілю. Головну балку розраховуємо, як нерозрізну, змодельовану стержневими скінченними елементами прямокутного профілю. Арматування головних та другорядних балок виконуємо окремими стержнями класу А400С, об'єднаними в об'ємні арматурні каркаси, відповідно до проведених розрахунків. Конструкція змішаного збірно-монолітного перекриття за технологією «Пластбау» представлена на рис.5, 6.

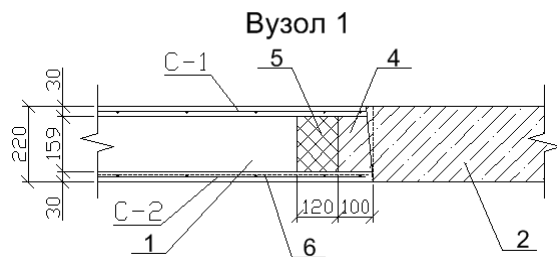
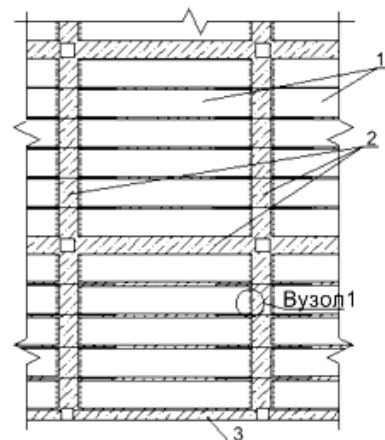


Рис. 3. Принципова конструкція збірно-монолітного залізобетонного перекриття з використанням круглопустотних плит:

- 1 – круглопустотна плита, 2 – монолітний ригель,
- 3 – бортова (обв'язувальна) балка, 4 – бетонна шпонка,
- 5 – пінополістирольна заглишка, 6 – попередньо напружена арматура круглопустотної плити

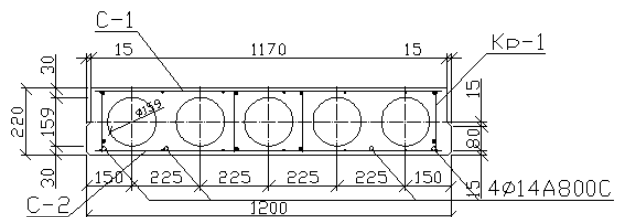


Рис. 4. Арматування багатопустотної плити

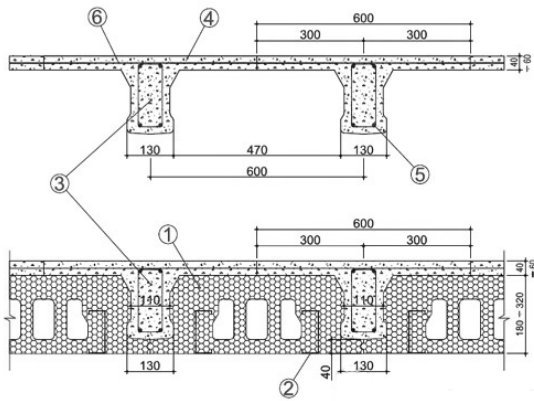


Рис. 5. Поперечний переріз міжповерхового перекриття:

1 – незнімна опалубка перекриття, 2 – оцинкований сталевий U-профіль, 3 – залізобетонні ребра перекриття, 4 – залізобетонна плита перекриття, 5 – робоча арматура ребер, 6 – арматура плити

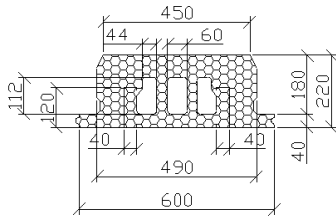
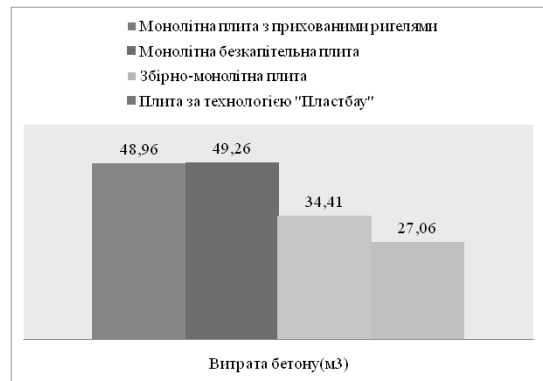
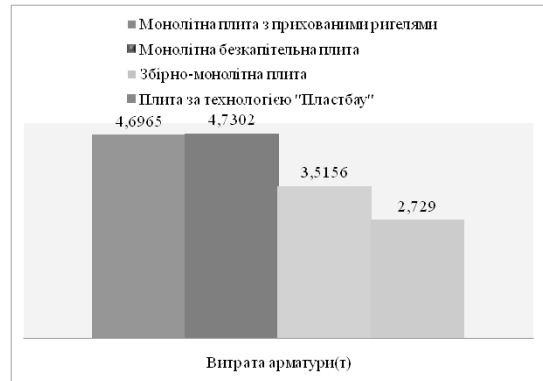
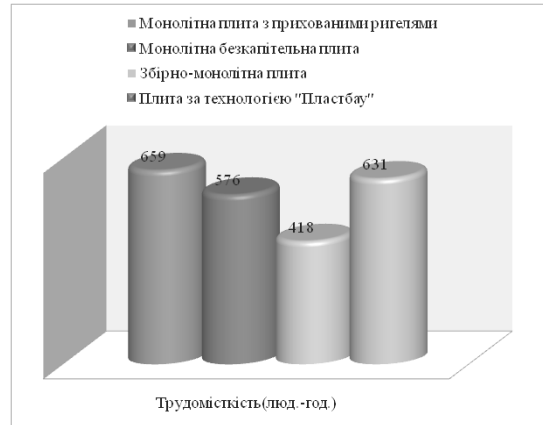
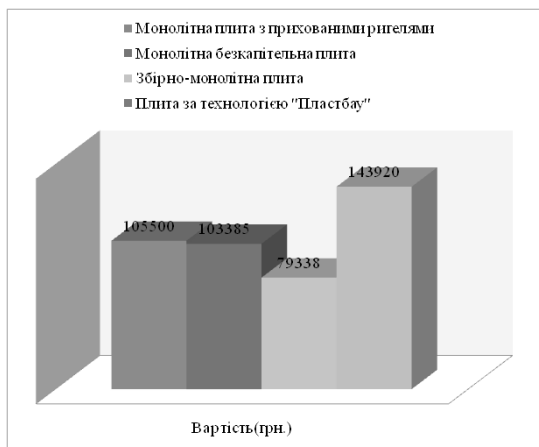


Рис. 6. Пінополістирольний блок незнімної опалубки «Пластбау»

Для більшої наочності та зручності аналізу основних даних, отриманих в результаті проведених техніко-економічних розрахунків, по чотирьом обраним типам перекриттів приведемо їх в формі гістограм.

Наведені гістограми техніко-економічних показників чітко демонструють, що найбільш економічно вигідним є збірно-монолітне залізобетонне перекриття з використанням круглопустотних плит, оскільки серед обраних для порівняння чотирьох типів перекриттів має найнижчі показники вартості і трудомісткості.



Це пов'язано з досить високою індустріалізацією даного типу перекриття із-за використання досить ефективних і економічних багатопустотних плит. Саме використання подібних плит заводського виготовлення дає можливість значно скоротити найбільш трудомісткі роботи по зведенню монолітних залізобетонних конструкцій перекриття безпосередньо на будівельному майданчику. Використання попередньо напруженої арматури в подібного роду плитах скорочує витрати основних конструкційних матеріалів в даному типі перекриття. За витратою арматурної сталі та бетону, відповідно з приведеними гістограмами, збірно-монолітне перекриття з використанням круглопустотних плит поступається лише конструкції плити за технологією PLASTBAU (ПЛАСТБАУ), яка є свого роду аналогом монолітного часторебристого перекриття. Вибираючи той чи інший тип

конструкції перекриття, необхідно також враховувати матеріально-технічні можливості будівельної організації, а також переваги конструкцій, які визначені, як пріоритетні при певних умовах будівництва.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Закон України про запобігання впливу світової фінансової кризи на розвиток будівельної галузі та житлового будівництва [Текст] // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2009. – № 19. – Ст. 257.
2. Будівельна галузь в Україні: проблеми та перспективи розвитку [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://nikinfo.net/doc.php?id=83630>
3. Монолитные перекрытия зданий и сооружений [Текст] / под. ред. И. В. Санникова. – К.: Будівельник, 1991.
4. Рекомендации по расчету и конструированию монолитных железобетонных каркасов многоэтажных зданий системы БелНИИС с армированием плоских дисков перекрытий пространственными (объемными) арматурными каркасами [Текст] / Ин-т БелНИИС. – Мн., 2003.
5. Рекомендации по расчету и конструированию сборно-монолитного каркаса зданий серии Б1.020.1-7 [Текст] / Ин-т БелНИИС. – Мн., 2004.
6. Железобетонные конструкции (расчет и конструирование) [Текст] / под ред. С. А. Ривкина. – К.: Будівельник, 1972.
7. Бондаренко, В. М. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций [Текст] / В. М. Бондаренко, В. И. Римшин. – М.: Высш. шк., 2006.
8. Бондаренко, В. М. Железобетонные и каменные конструкции [Текст] / В. М. Бондаренко, Д. Г. Суворкин. – М.: Высш. шк., 1987.
9. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи [Текст].
10. СНиП 2.03.01-84\* Бетонные и железобетонные конструкции [Текст].
11. ДБН В.2.6-6-95 Конструкції будинків та споруд. Проектування, будівництво та експлуатація будинків системи «Пластбау» [Текст].
12. ДБН Д.1.1.-1-2000 Правила визначення вартості будівництва [Текст].

Надійшла до редколегії 11.05.2011.

Прийнята до друку 24.05.2011.