

ЕФЕКТИВНЕ ШВИДКОЗБІРНЕ БАГАТОШАРОВЕ ПЕРЕКРИТТЯ З БАЛКОВИХ ПЛИТ

Л. Вознюк, асистент

Національний університет «Львівська політехніка»

<https://doi.org/10.31734/architecture2018.19.112>

Постановка проблеми. Останніми роками спостерігаємо жвавий розвиток будівельної галузі, зводяться нові будівлі і квартали, у результаті реконструкції відновлюються занедбані промислові споруди. Це основна причина для розвитку, створення та дослідження нових ефективних конструктивних форм, методик їх виготовлення та реалізації на будівельному майданчику.

Актуальними питаннями залишаються зменшення термінів виконання будівельно-монтажних робіт на майданчику, забезпечення надійності несучих елементів перекриття, одночасно із зменшенням їх власної ваги, яка у класичних залізобетонних конструкціях перекриття становить близько 70% від усього розрахункового навантаження, а також використання таких конструкцій за виконання міжповерхового перекриття, в яких передбачені якісні звукоізоляція та теплопровідність.

Використання збірного ефективного багатошарового балкового перекриття дасть змогу у короткі терміни отримати якісний полегшений диск перекриття, в якому будуть забезпечені достатня несуча здатність та деформативність.

Оскільки плити перекриття можна виготовити невеликих розмірів, то їх монтаж можна буде здійснити без використання дорогих підйомно-транспортних механізмів та автомобільної техніки.

Такий тип перекриття з успіхом можна застосовувати не тільки у будівництві нових архітектурно-будівельних форм, а й за реконструкції вже наявних споруд. У процесі виконання проектних робіт з реконструкції наявних будівель та споруд дуже часто виникає проблема влаштування міжповерхового перекриття у важкодоступних приміщеннях із неможливістю під'їзду транспорту та техніки. Відповідно, виходом у таких ситуаціях є швидкозбірне багатошарове перекриття, яке можна змонтувати вручну.

Окрім того, таке перекриття, за рахунок розміщення у нейтральній зоні шару з легкого бетону, не тільки полегшене, а й забезпечує хорошу звукоізоляцію та має додаткові якісні теплотехнічні властивості.

Постановка завдання. Наше завдання – розробити експеримент-програму досліджень бал-

кових багатошарових залізобетонних плит перекриття. Зменшення власної ваги перекриття досягають за рахунок використання легкого бетону в середньому шарі плити, а сумісна робота шарів забезпечується методикою виготовлення [1; 7], яка передбачає вкладання шарів на сирий бетон.

Для запобігання зсуву шарів між собою конструювання здійснюють так, що стиснута зона бетону в дослідній плиті перекриття перебуває у верхньому шарі з важкого залізобетону та не досягає лінії контакту із середнім шаром з легкого бетону.

Дослідження несучої здатності та деформативності виконують на основі реальних фізико-механічних характеристик матеріалів, з яких виготовлені дослідні зразки із аналізом роботи конструкції з використанням нелінійної деформаційної моделі, згідно з чинними нормативними документами [2; 3].

Виклад основного матеріалу. Дослідні плити перекриття працюють за балковою схемою, опираючись шарнірно на стіни або балки [5; 6]. Приклад такого швидкозбірного перекриття показано на рис. 1. Монтаж багатошарових плит перекриття можна здійснювати на стіни або на збірні залізобетонні чи металеві балки, залежно від відстаней між стінами, розмірів плит, навантаження та економічної доцільності.

Виконуючи завдання дослідження, було розроблено експериментальну програму досліджень балкових багатошарових залізобетонних плит перекриття (табл. 1).

Для виконання досліджень була розроблена методика випробування плит на згин від дії навантаження [1].

За результатами експериментальних досліджень багатошарових балкових плит перекриття були побудовані графіки відносних деформацій бетону та арматури за висотою перерізу плити, які показали лінійний розподіл деформацій та підтвердили роботу плити як суцільної залізобетонної балкової конструкції. Стиснута зона бетону під час усього часу експерименту перебувала у верхньому шарі з важкого бетону. Розподіл деформацій на вибраних етапах завантаження показано на прикладі плити марки БП-1.1 (рис. 2).

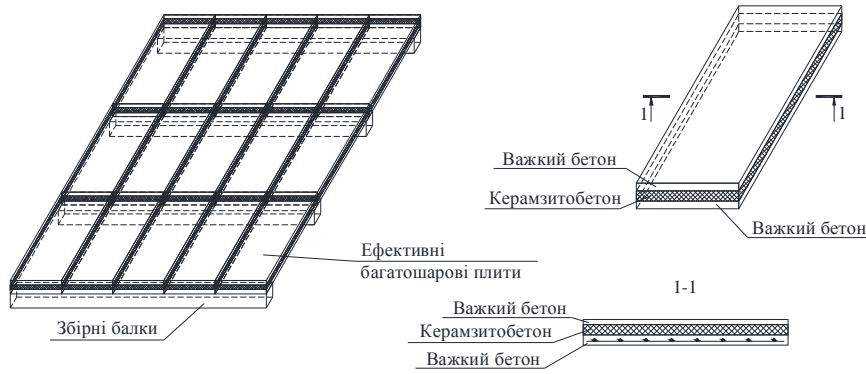


Рис. 1. Залізобетонне перекриття будинку

Таблиця 1

Характеристики дослідних плит

| Серія | № з/п плити | Марка плит | Розміри плит а×b×h м | Клас бетону | Клас арматури | Поперечний переріз | Маса плити Q, кг |
|-------|-------------|------------|----------------------|---------------|---------------|--------------------|------------------|
| 1 | 1 | БП-1.1 | 0,8 x 0,4x0,1 | C25/30, LC8/9 | Вр-1 | | 59,1 |
| | 2 | БП-1.2 | | | | | 58,8 |
| | 3 | БП-1.3 | | | | | 59,0 |
| | 4 | БП-1.4 | | | | | 59,0 |
| | 5 | БП-1.5 | | | | | 58,7 |
| | 6 | БП-1.6 | | | | | 58,7 |

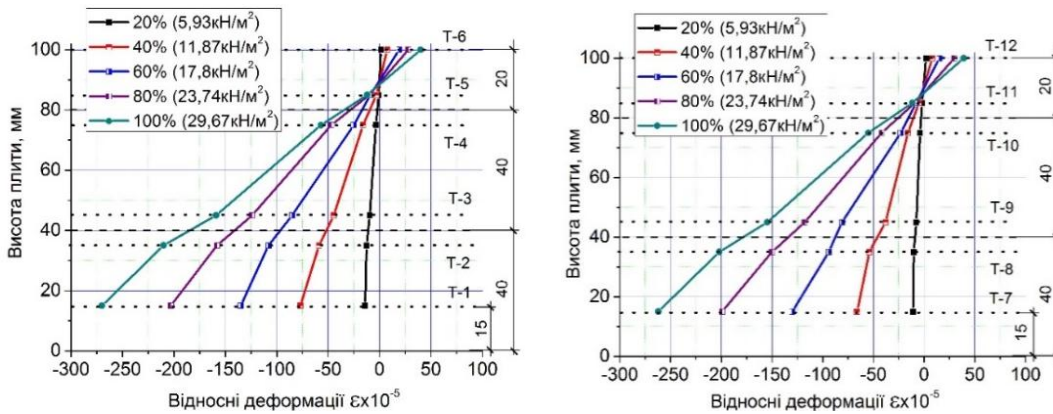


Рис. 2. Відносні деформації на гранях плити БП-1.1

Максимальна зафіксована висота стиснутої зони у верхньому шарі з важкого бетону становила 11,5 мм.

Під час проведення експерименту поетапно заміряли прогини. Характер прогину зразка БП-1.1 перед досягненням текучості арматури показаний у просторовому вигляді на рис. 3.

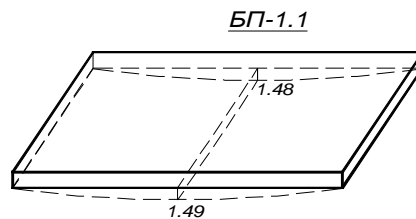


Рис. 3. Просторовий характер прогинів плити БП-1.1 (прогини, мм)

Максимальні прогини експериментальних зразків перебували в допустимих межах [4], а саме:

$$f_{\max}^{\text{exp}} < f_u = \frac{1}{120} L = 5,8 \text{ мм}.$$

Постійне спостереження за розвитком тріщин дало змогу встановити, що перші тріщини з'являлися у нижній зоні плит та перебували в допустимих межах згідно з чинними нормами [2; 3], а саме $w_{cr}^{\text{exp}} < w_u$, $w_{cr}^{\text{exp}} < w_u = 0,4 \text{ м}$.

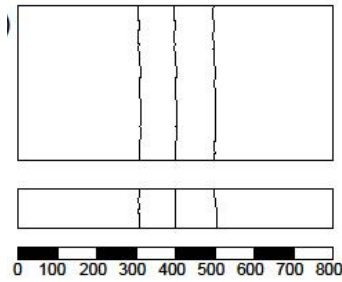


Рис. 4. Схема розміщення тріщин за нижніми та боковими гранями

Розрахунок виконували на основі нелінійної деформаційної моделі, згідно з чинними нормативними документами на основі реальної нелінійної діаграми стиску бетону, яка характеризує

напруження та деформації бетону дослідних плит та дволінійної для арматури. Розрахункова схема балкової плити показана на рис. 5.

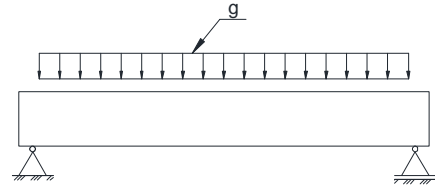


Рис. 5. Розрахункова схема балкової плити

Застосування нелінійної деформаційної моделі дає змогу виконувати розрахунки згинаних залізобетонних конструкцій, які мають різну форму поперечного перерізу, вільне розташування робочої арматури. Блок-схема розрахунку створена на основі нормативних документів – ДБН В.2.6-98:2009 та ДСТУ Б В.2.6-156:2010, і показана на рис. 6.

За основу приймали розподіл відносних деформацій за висотою перерізу згідно з лінійним законом, а також гіпотезу плоских перерізів. У реальних діаграмах “напруження-деформація” приймали зв’язок відносних деформацій та осьових напружень у бетоні та арматурі.

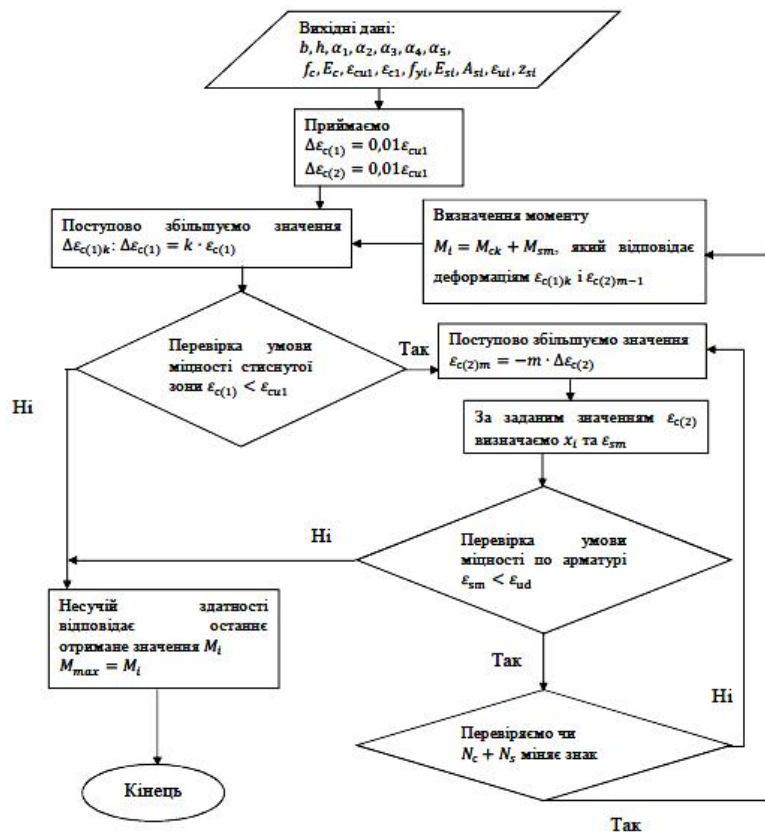


Рис. 6. Блок-схема розрахунку

Значення критичних навантажень для балкових плит серії 1

| № | Марка | Значення навантажень | | q_{cr}^{exp} / q_{cr2} |
|---|--------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | експериментальні | розрахункові | |
| | | $q_{cr}^{exp}, \text{кН/м}^2$ | $q_{cr2}, \text{кН/м}^2$ | |
| 1 | БП-1.1 | 29.67 | 27.59 | 1,08 |
| 2 | БП-1.2 | 29.47 | | 1,07 |
| 3 | БП-1.3 | 28.39 | | 1,03 |
| 4 | БП-1.4 | 29.21 | | 1,06 |
| 5 | БП-1.5 | 28.67 | | 1,04 |
| 6 | БП-1.6 | 29.21 | | 1,06 |

Враховуючи, що в перерізі була зона розтягу, розрахунок виконували як для другої форми рівноваги [2; 3]. Розрахунок зводився до визначення деформацій бетону та арматури, після чого отримували значення внутрішнього згинального моменту і відповідно значення розрахункових навантажень [1].

На основі досліджень було проведено верифікацію експериментальних даних із результатами теоретичного розрахунку, згідно з блок-схемою. Порівняння розрахункових та експериментальних критичних навантажень подано у табл. 2. Порівнюючи експериментальні та теоретичні значення критичних навантажень, за досягнення межі текучості арматури спостерігаємо задовільну збіжність результатів. Експериментальні значення на 4–9% перевищують розрахункові.

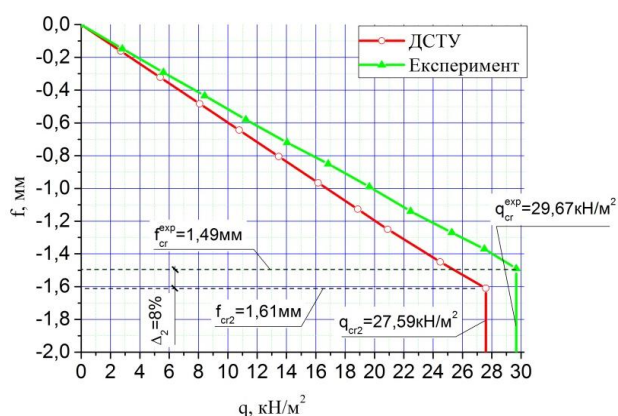


Рис. 7. Залежність “навантаження (q) – прогин (f)” для плити БП-1.1

Окрім того, виконано графічне порівняння теоретичних та експериментальних значень прогинів балкових багат шарових плит від дії зовнішнього навантаження, від початку дослі-

дження до текучості робочої арматури в нижньому шарі плити (рис. 7).

Аналізуючи залежність, бачимо, що експериментальні значення перевищують теоретичні, а розбіжність дослідних та розрахункових значень прогинів для всіх плит перебувала в задовільних межах, а саме 5 – 8%.

Висновки. У результаті дослідження встановлено, що руйнування всіх плит відбулося внаслідок текучості арматури. Стиснута зона перерізу перебувала у верхньому шарі із важкого бетону. Проведено розрахунок дослідних плит із використанням деформаційної нелінійної моделі на основі ДБН В.2.6-98:2009 та ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Виконано експериментальну верифікацію теоретичних результатів та отримано задовільну збіжність результатів, а саме 4–9% за несучою здатністю та 5–8% за прогинами. Максимальні значення переміщень та ширина тріщин протягом усього експерименту були в допустимих межах. Методика виконання та конструювання забезпечила роботу багат шарової балкової плити як суцільної залізобетонної конструкції без зсувів на контактах шарів.

Бібліографічний список

1. Вознюк Л. І., Демчина Б. Г., Дубіжанський Д. І. Дослідження трьохшарових балочних плит на згин. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2014. № 4(68). С. 232-238.
2. ДБН В.2.6-98: 2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 72 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого

бетону. Правила проектування. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 118 с.

4. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Прогини і переміщення. Правила проектування. Київ: Мінрегіонбуд України, 2006. 10 с.

5. Перекриття будинку: пат. 100525 Україна: МПК E04B 5/08; E04B 5/23; опубл. 27.07.15, Бюл. № 14/2015.

6. Залізобетонна шарова плита перекрытия будинку: пат. 100552 Україна: МПК E04B 5/61; E04B 5/02; опубл. 27.07.15. Бюл. № 14/2015.

7. Рутковська І. З., Рутковський З. М., Вознюк Л. І., Марущак А. Б. Експериментальні дослідження тришарових конструкцій. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*. 2008. № 627. С. 179-182.

Вознюк Л.

ЕФЕКТИВНЕ ШВИДКОЗБІРНЕ БАГАТОШАРОВЕ ПЕРЕКРИТТЯ З БАЛКОВИХ ПЛИТ

Останніми роками спостерігаємо жвавий розвиток будівельної галузі, зводяться нові будівлі і квартали, у результаті реконструкції відновлюються занедбані промислові споруди. Це основна причина для розвитку, створення та дослідження нових ефективних конструктивних форм, методик їх виготовлення та реалізації на будівельному майданчику.

Використання збірного ефективного багатошарового балкового перекрытия дасть змогу у короткі терміни отримати якісний полегшений диск перекрытия, в якому будуть забезпечені достатня несуча здатність та деформативність.

Розглянуто питання формування полегшеного ефективного швидкозбірного багатошарового перекрытия, яке може бути застосоване як за зведення нових будівель, так і за реконструкції наявних споруд без використання дорогих підйомно-транспортних механізмів та техніки. Такий тип перекрытия має меншу вагу порівняно з класичними суцільними монолітними залізобетонними за рахунок шару легкого бетону, який додатково виконує звукоізоляційну функцію та має хороші теплотехнічні характеристики.

Виконано експериментальне дослідження несучої здатності та деформативності багатошарових балкових плит перекрытия. Побудовані графічні залежності розподілу деформацій бетону та арматури залежно від навантаження за висотою перерізу плити. Побудовані графічні залежності, які характеризують зміну прогину від дії статичного навантаження, яке прикладалося за допомогою системи розподільчих траверс. Подано характер розвитку тріщин у дослідних багатошарових плитах. Проведено графічне і табличне порівняння експериментальних результатів із теоретичними. Розрахунок багатошарових балкових плит виконаний на основі деформаційної моделі, яка представлена у чинних нормативних документах. Подано блок-схему розрахунку.

Ключові слова: ефективність, багатошарові плити, перекрытия, несуча здатність, деформативність, тріщиностійкість, прогини, легкі бетони, керамзитобетон.

Vozniuk L.

EFFECTIVE MULTI-LAYER OVERLAPPING THAT QUICKLY ASSEMBLED WITH BEAM SLABS

In recent years there has been a lively development of the construction industry, new buildings and quarters are being built, as a result of reconstruction, existing abandoned industrial buildings are restored. This is the main reason for the development, creation and research of new effective constructive forms, methods of their production and implementation on the construction site.

The use of a combined effective multilayer beam overlap will allow for a short time to obtain a qualitative lightweight disc floor, which will provide sufficient bearing capacity and deformability.

The issue of the formation of a lightweight effective multilayer overlapping that quickly assembled was considered, which can be used as when constructing new buildings as well as in the reconstruction of existing structures without the use of expensive hoisting machinery and machinery. This type of overlap has a lower weight compared to the classical solid monolithic reinforced concrete due to the layer of light concrete, which additionally performs a sound-insulating function and has good thermal characteristics.

An experimental study was carried out of the bearing capacity and deformability of multi-layer girder slabs of overlap. The graphical dependences of the deformation distribution of concrete and reinforcement are constructed depending on the height of the plate section. Graphic dependencies have been constructed that characterize the change of deflection from the action of static load, which was applied with the help of a distributive traverse system. The character of the cracks in the experimental multilayer slabs was presented.

A graphical and tabular comparison of experimental results with theoretical ones was conducted. The calculation of multilayer girder slabs is based on the deformation model, which is presented in the operating normative documents. A block diagram of calculation is provided.

Key words: efficiency, multilayer plates, overlappings, bearing capacity, deformability, crack resistance, deflections, light concrete, claydite.

Стаття надійшла 21.03.2018.