

УДК 624.01

МОДЕЛЮВАННЯ СТАЛЕБЕТОННОГО ПЕРЕКРИТТЯ ПО ПРОФНАСТИЛУ ДЛЯ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ

В. О. Попов, Н. М. Бриль, О. А. Тесля

У статті розроблена методика моделювання напружено деформованого стану сталебетонного перекриття під дією статичного навантаження; засобами "Lira 9.6" створені відповідні скінченно-елементні моделі; виконано техніко-економічне порівняння із класичним монолітним залізобетонним перекриттям.

В статтє разработана методика моделирования напряженно-деформированного состояния сталебетонного перекрытия под действием статической нагрузки; средствами "Lira 9.6" созданы соответствующие конечно-элементные модели; выполнено технико-экономическое сравнение с классическим монолитным железобетонным перекрытием.

Effective methods of modeling the tensely-strained condition of reinforced concrete ceiling understatic load have been developed in this article; appropriatefinite-element models by Lira 9.6 have been created; technical and economic comparison with the classical monolithic reinforce-concrete ceiling has been performed.

Вступ

Сучасне будівництво виробничо-складських об'єктів в умовах жорсткої конкурентної боротьби, потребує зменшення їх вартості та термінів зведення. Це завдання, на сьогодні, вирішується використанням сучасних технологій при зведенні будівельних конструкцій, в основному для перекриття. Наприклад, монолітні сталебетонні плити з використанням профільованого настилу як зовнішньої арматури та незнімної опалубки.

Дослідження, проведені до цього часу, і вивчення досвіду використання такого виду перекриття на практиці показують, що при достатньому техніко-економічному обґрунтуванні монолітне перекриття по сталевому профільованому настилу (СПН) є ефективним у порівнянні із класичними монолітними перекриттями.

На сьогодні розроблені методи розрахунку і проектування монолітних плит по СПН прогонами до 3 м [1-4]. Цій темі присвячені роботи відомих вчених Давиденка О. І., Клименка Ф. Є., Колесніченка В. Г., Воронкова Р. Е., Стрельцького Н. Н., Людковського І. Г., Залесова А. С., Чихладзе Е. Д., Скоробогатова І. Г., Васильєва А. П., Стороженка Л. І., Анишина Л. З., Бердичівського В. І., Барабаша В. М., Богачова В. П. та ін. Однак недостатньо глибоко вивчено роботу сталебетонних перекриттів при великих прогонах.

Мета. Оцінити можливість виготовлення перекриття по СПН прогонами до 7,6 м, виявити ступінь його надійності та ефективності.

Для вирішення мети необхідне виконання комплексу задач:

- перевірка надійності конструкцій плит чисельними розрахунками;
- розробка оригінальної моделі сталебетонного перекриття, яка враховує спільну роботу бетону і зовнішньої арматури;
- порівняння вартості перекриття по СПН з класичним конструктивним рішенням;
- розробка конструктивних рекомендацій;

Розглянуто:

варіант 1 – монолітне залізобетонне безбалкове перекриття (рис. 1. а);

варіант 2 – монолітне перекриття з використанням профільованого листа як зовнішньої арматури (рис. 1. б).

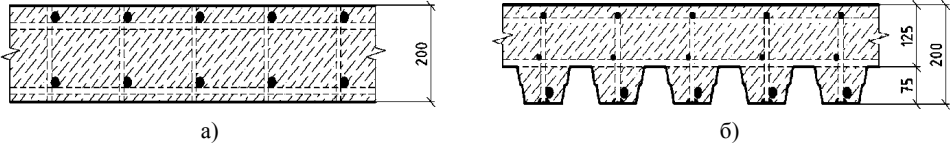


Рис. 1. Переріз розглянутого перекриття: а) – монолітне залізобетонне безбалкове перекриття; б) – монолітне перекриття з використанням профлиста як зовнішньої арматури

Для виконання поставленої задачі було виконано комплекс наукових та інженерних робіт на прикладі частини існуючої одноповерхової виробничо-складської будівлі в м. Калинівка конструктивна схема якої наведена на рис. 2. Виконання збірного перекриття в цій частині існуючої будівлі неможливе, виходячи з умов забудови. Висота поверху – 5,540 м.

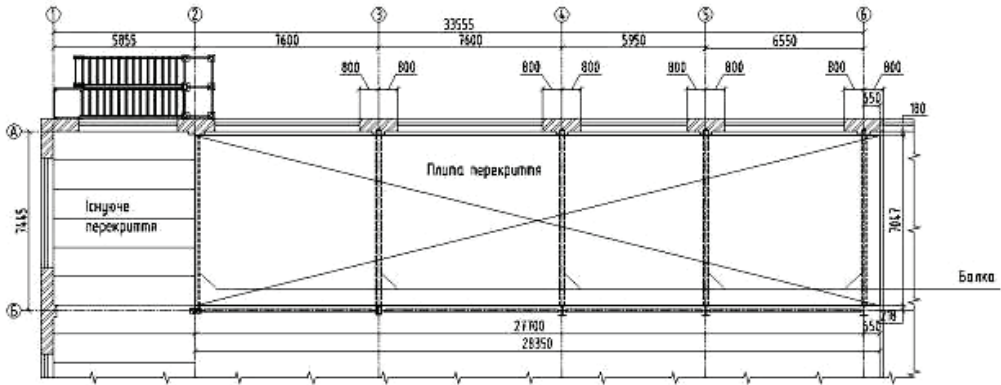


Рис. 2. Конструктивна схема перекриття одноповерхової виробничо-складської будівлі в м. Калинівка

На основі аналізу інженерних рекомендацій, як перший варіант вибрано монолітне безбалкове залізобетонне перекриття розмірами 27,7×7,05 м і товщиною 200 мм, бетон В20. Плита являє собою чотирипрогонну систему з найбільшим прогоном – 7,6 м. При моделюванні обґрунтовано прийнято, що плита шарнірно закріплена по всьому контуру.

Як другий варіант пропонується монолітна сталебетонна чотирипрогонна плита розмірами 27,7×7,05 м і товщиною 200 мм. Як зовнішня арматура використаний профільований настил Н75-750-0.9. Таке конструктивне рішення, у зв'язку з великим прольотом (7,6 м), не розглядається в сучасній нормативній та технічній літературі [4]. Спільна робота гофрованого листа з бетоном забезпечується анкерами, розташованими по всій площі СПН. Плита не закріплена по периметру і опирається лише на поперечні балки, таким чином дана конструкція працює лише в одному напрямку (вдовж гофр профільованого настилу). Нижня повздовжня робоча арматура вкладає в гофру. Бетон В20.

Для аналізу надійності запропонованого варіанта перекриття виконано чисельне моделювання методами скінченних елементів, реалізоване у стандартному програмному комплексі «Лира 9.4», аналіз напружено-деформованого стану виконано згідно з чинними нормами [2, 3]. Моделі обох варіантів перекриття наведені на рис. 3.

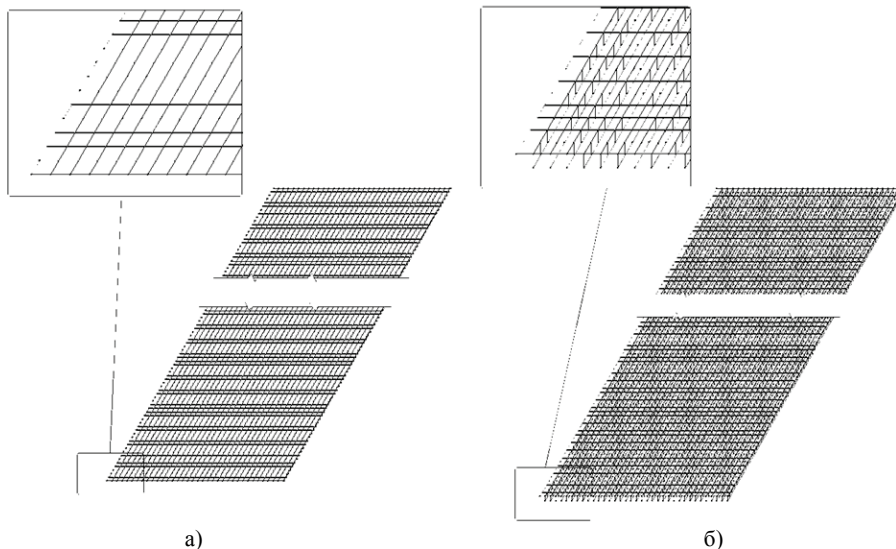


Рис. 3. Скінченно-елементні моделі: а) монолітного безбалкового перекриття; б) сталобетонної плити по профнастилу, що пропонується

Моделі навантажені проектним навантаженням 6 кН/м^2 , а також власною вагою з нормативними коефіцієнтами запасу [1].

Для моделювання зчеплення СПН з бетоном введено вертикальні зв'язувальні елементи, які за своїми силовими характеристиками відповідають міцності анкерного гвинта.

Аналіз напружено-деформованого стану обох моделей дав такі результати, наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Основні результати розрахунку моделей методом скінченних елементів

Показник	Варіанти	
	1	2
Максимальний момент, кНм/м	22.9	7.92
Максимальне зрізуюче зусилля, кН/м	43.4	42.2
Максимальні прогини, мм	3.05	3.05

На основі отриманих силових факторів (табл.1) виконано підбір армування, що наведено на рис. 4-8.

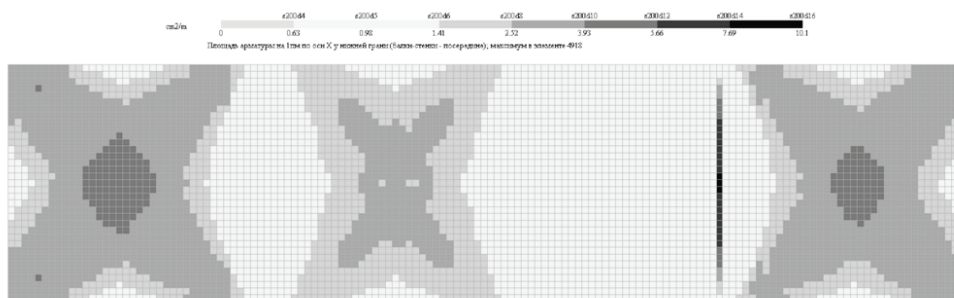


Рис. 4. Нижня робоча армування вздовж осі Х для традиційної залізобетонної плити

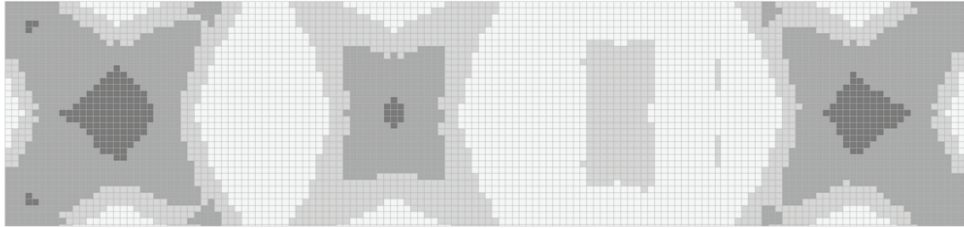


Рис. 5. Нижня робоча арматура вздовж осі Y для традиційної залізобетонної плити

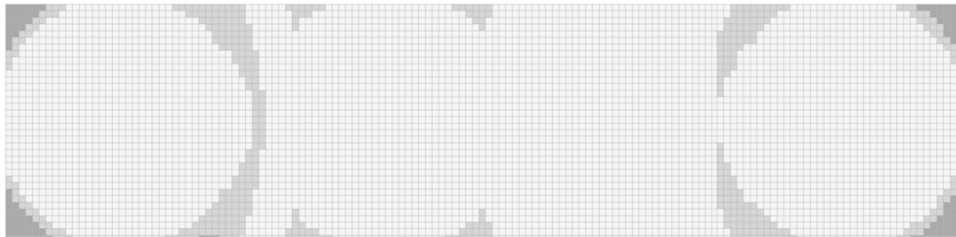


Рис. 6. Верхня робоча арматура вздовж осі X для традиційної залізобетонної плити

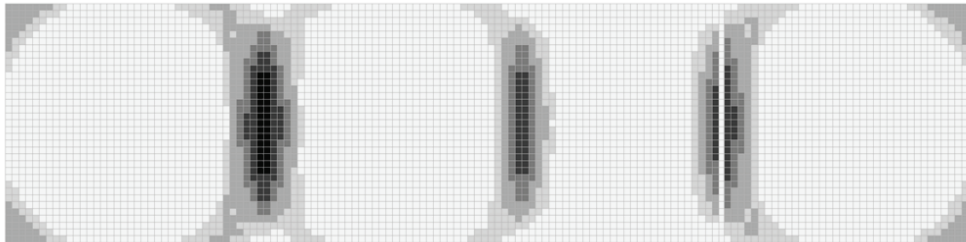


Рис. 7. Верхня робоча арматура вздовж осі Y для традиційної залізобетонної плити

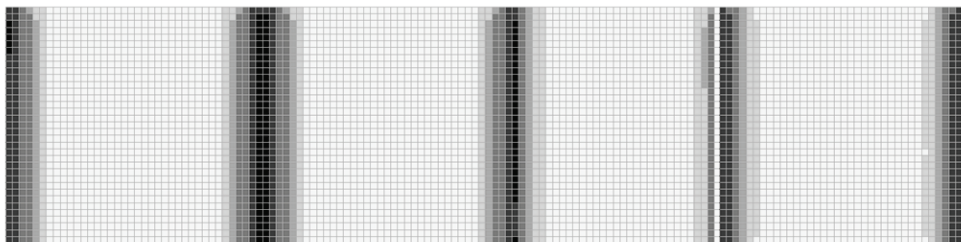


Рис. 8. Верхня робоча арматура вздовж осі Y для сталобетонної плити

Витрата матеріалів для всіх варіантів наведена в табл. 2.

Таблиця 2

Витрата матеріалів на конструкцію перекриття

Показник	Варіант 1	Варіант 2
Витрата арматури на 1м ² перекриття, кг	40.37	24.66
Витрата бетону на 1м ² перекриття, м ³	0.195	0.169
Витрата СПН на 1м ² перекриття, кг	-	1.46

Висновки

- Доведена надійність конструкції монолітної залізобетонної плити по ПН при влаштуванні її для перекриття великих прогонів і можливість її виготовлення.
- Розроблена оригінальна модель сталобетонного перекриття, яка враховує спільну роботу бетону і зовнішньої арматури.
- При використанні СПН як зовнішньої арматури, економія сталі на 1м² перекриття становить 35 %, економія бетону на 1 м² – 13 %. Доведено ефективність запропонованого перекриття у порівнянні з класичним.
- Рекомендується включати профільований настил в роботу перекриття при великих прогонах, за умов необхідного анкерування та вогнезахисту.

Використана література

1. Навантаження і впливи. Норми проектування. ДБН В.1.2-2006. [На заміну СНиП 2.01.07-85 (крім розділу 10)]. [Чинний від 2007-01-01] – К. : Мінбуд України, 2006. – 71 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. ДСТУ Б В.1.2-3-2006. [На заміну розділу 10 СНиП 2.01.07-85]. [Чинний від 2007-01-01] – К. : Мінбуд України, 2006. – 10 с. – (Національний стандарт України).
3. Строительные нормы и правила. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования : СНиП 2.03.01-84*. / Госстрой СССР. – Взамен СНиП П-21-75 и СН 511-78. [Введ. 1986-01-01]. Переиздание с изменениями на 1 января 1989 г. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 77 с. – (Строительные нормы и правила).
4. Рекомендации по проектированию монолитных железобетонных перекрытий со стальным профилированным настилом. – М. : Стройиздат, 1987. – 37 с.

Попов Володимир Олексійович – к.т.н., доцент кафедри промислового та цивільного будівництва Вінницького національного технічного університету.

Бриль Наталія Михайлівна – магістр Вінницького національного технічного університету.

Тесля Олександр Анатолійович – студент Вінницького національного технічного університету.