

СТВОРЕННЯ АДЕКВАТНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ РОЗРАХУНКІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПК «ЛІРА»

У статті наведено аналіз можливості використання запропонованої скінченно-елементної моделі при розрахунках прогонових будов мостових споруд.

В статье приведен анализ возможности применения предложенной конечно-элементной модели при расчетах пролетных строений мостовых сооружений.

The analysis of application possibility for the offered finite-element model in calculations of bridge spans is offered in this article.

Проблемою побудування адекватної моделі конструкції займалися такі науковці, як Вайнберг Д. В., Городецький А. С., Варвак П. М., Деклу, Клаф Р., Постнов В. А., Рейтман М. І., Розин Л. А., Тимошенко С. П., Шмуклер В. С. та інші [1–3]. Вибір моделі для розрахунку конструкцій визначається декількома факторами, серед яких – якомога більш точний збіг теоретичних результатів розрахунку з даними випробування та мінімізація витрат часу на створення розрахункової моделі.

Для того щоб зробити висновок про можливість впровадження моделі, що пропонується для розрахунку прогонових будов, необхідне підтвердження її адекватності шляхом порівняння отриманих результатів розрахунку моделі з результатами натурних випробувань реальних конструкцій та результатами, які отримані іншими методами [4, 5].

Порівняння результатів розрахунку обраної моделі та інших методів було проведено за даними, які були отримані при обстеженні та випробуванні прогонової будови шляхопроводу у м. Суми. Обстеження і випробування цієї конструкції було виконано кафедрою мостів, конструкцій та будівельної механіки ХНАДУ у 2008 році, які проводились відповідно з діючими на той час нормативними документами [6, 7].

Повна довжина шляхопроводу складає 58,98 м. Габарит – 11,05 м, тротуари – 2×1,90...1,93 м. Тип конструкції шляхопроводу – трьохпрогоновий, збірний, залізобетонний, розрізний. В поперечному перерізі прогонів встановлено по дев'ять балок за типовим проє-

ктом 122-63 довжиною 14,06 м в першому прогоні та 22,16 м в наступних прогонах.

В якості випробувального навантаження використовувались чотири автомобілі КрАЗ та два автомобілі КАМАЗ, які встановлено за трьома схемами поетапного завантаження конструкції. Результати випробувань наведені в табл. 1.

Інструментарієм для створення моделі було обране середовище ПК «Ліра» [8]. В основі обраної скінченно-елементної моделі лежить уявлення прогонової будови у вигляді елементів балкового ростверку, у якому поперечний переріз поздовжніх балок (ребер) задається у вигляді таврів (або двотаврів відповідного до типового перерізу балок), а поперечних балок (діафрагм) у вигляді прямокутників. На рис. 1 наведено схему скінченно-елементної моделі прогонової будови довжиною 22,16 м. Шаг головних балок (1) та шаг діафрагм (2) прийнято за результатами натурних обстежень споруди.

Поперечний та приведений перерізи балки наведено на рис. 2. Для урахування дійсної конструкції, при моделюванні прогонової будови у вигляді стрижньової системи, вводимо приведений модуль деформації, який враховує наявність в перерізі крім бетону арматурних пучків.

Момент інерції приведенного перерізу балки, для скінченно-елементної моделі $I_{\text{прив}} = 5591333 \text{ см}^4$. Момент інерції приведенного перерізу балки з урахуванням арматури $I_{\text{прив арм}} = 8116393,9 \text{ см}^4$.

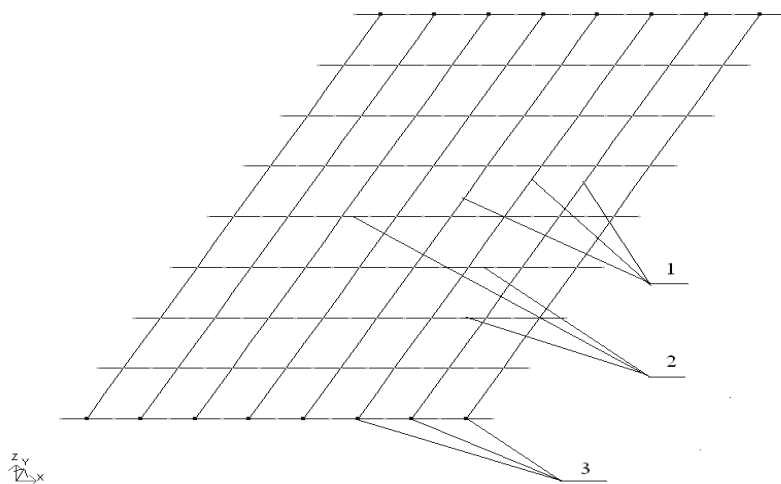


Рис. 1. Схема скінченно-елементної моделі прогонової будови в ПК «Ліра»:
1 – поздовжні балки; 2 – діафрагми; 3 – опорні частини

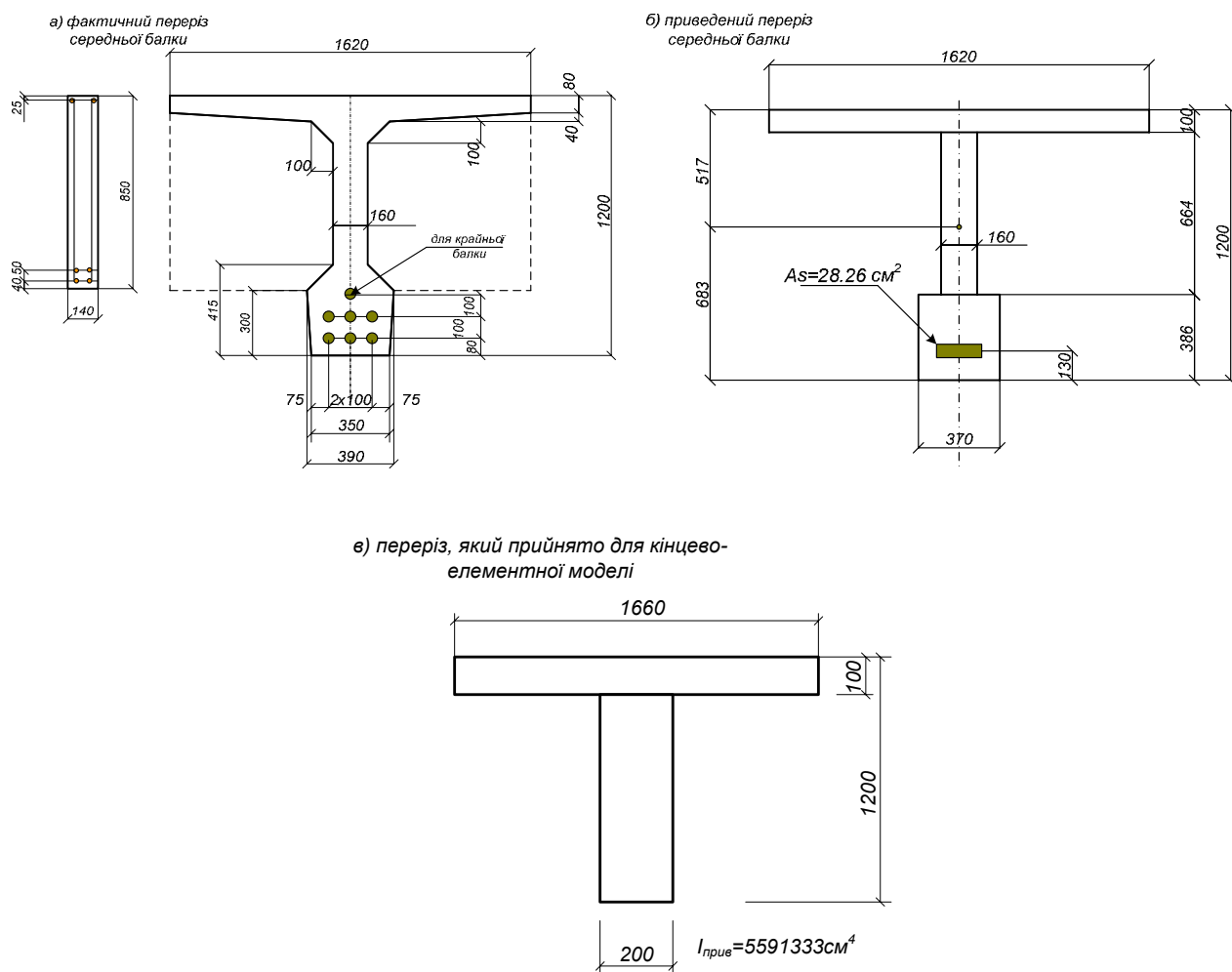


Рис. 2. Дійсний та приведені поперечні перерізи головної балки прогонової будови по ТП 122-63, довжиною 22,16 м

Коефіцієнт переведення модуля деформації матеріалу балки

$$n = \frac{I_{\text{прив арм}}}{I_{\text{прив}}} = \frac{8116393,9}{5591333} = 1,45;$$

$$E_{\text{прив}} = E_6 \cdot n = 360000 \cdot 1,45 = 5,23 \cdot 10^5 \text{ кг/см}^2.$$

Запропоновану модель було завантажено випробувальними навантаженнями. В результа-

ті розрахунку моделі, крім іншого, були отримані прогини головних балок. Для більш репрезентативного порівняння, розрахунок прогонової будови було також виконано за методами Лукіна М. П. та Кожушко В. П. Всі отримані результати зведені в табл. 1 та представлені у вигляді ліній прогинів для другої та третьої схем навантаження (рис. 3).

Таблиця 1

Порівняння прогинів головних балок, які отримані за різними методиками, від 3-х схем завантаження

№ балки	Прогини (см)			
	«Ліра»	Експериментальні	Метод Лукіна	Метод Кожушко
1	0,024	0,05	0,032	0,057
	0,03	-0,014	0,0025	0,06
	-0,396	-0,362	-0,345	-0,27
2	0,017	0,0233	-0,00315	0,0096
	-0,088	-0,124	-0,0975	-0,0715
	-0,512	-0,488	-0,41	-0,381
3	-0,038	-0,018	-0,0385	-0,029
	-0,218	-0,324	-0,17	-0,175
	-0,596	-0,547	-0,44	-0,437
4	-0,097	-0,0904	-0,1046	-0,086
	-0,366	-0,324	-0,25	-0,289
	-0,65	-0,597	-0,498	-0,494
5	-0,177	-0,144	-0,16	-0,1405
	-0,51	-0,45	-0,38	-0,376
	-0,694	-0,633	-0,533	-0,518
6	-0,274	-0,225	-0,2	-0,201
	-0,602	-0,53	-0,425	-0,431
	-0,704	-0,634	-0,534	-0,515
7	-0,359	-0,337	-0,26	-0,259
	-0,616	-0,537	-0,46	-0,453
	-0,658	-0,61	-0,51	-0,484
8	-0,4	-0,375	-0,29	-0,303
	-0,564	-0,483	-0,456	-0,44
	-0,562	-0,483	-0,456	-0,424
9	-0,397	-0,37	-0,332	-0,321
	-0,466	-0,415	-0,432	-0,397
	-0,431	-0,4	-0,399	-0,339

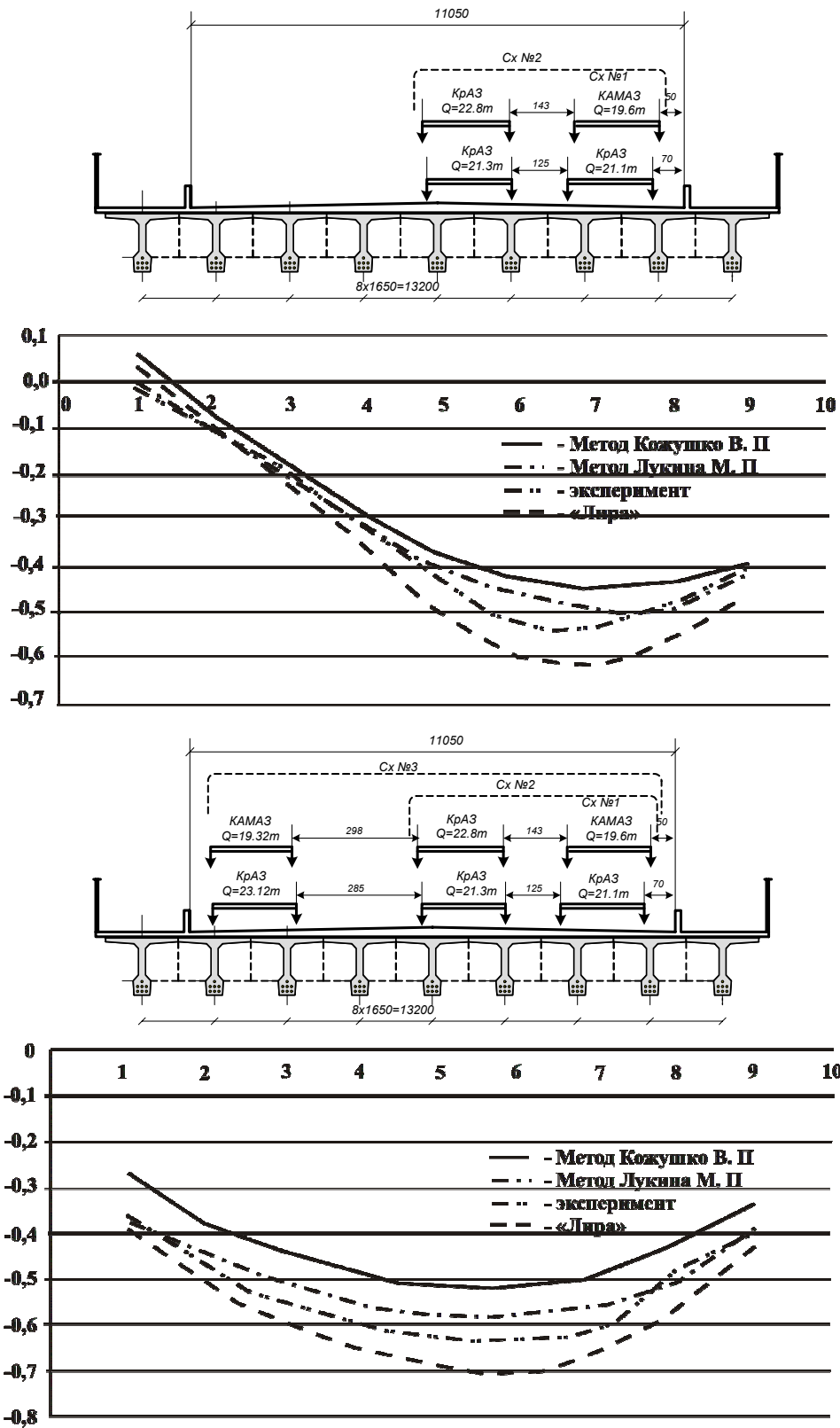


Рис. 3. Лінії прогинів головних балок від другої та третьої схем навантаження

Характер експериментальних та теоретичних прогинів, визначених за методиками Лукіна М. П., Кожушко В. П. та розрахунком скінченно-елементної моделі, є ідентичними, що свідчить про вірність обраної моделі для визна-

чення напружено-деформованого стану прогонової будови.

На підставі представленої моделі розроблено варіанти розрахункових схем для існуючих типових проектів діафрагмових прогонових будов (Випуск 56, Випуск 122-63, ВТП-16) різ-

них прогонів та габаритів. Що дозволяє скоротити витрати часу на виконання розрахунків під час обстежень та випробувань таких прогнотивних будов.

Використання запропонованої скінчено-елементної моделі дозволяє виконувати розрахунки з урахуванням їх існуючого стану. Тобто враховувати зміну геометричних характеристик, міцності матеріалів, розрахункової схеми та сучасних рухомих нормативних та наднормативних навантажень.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Зенкевич, О. К. Метод конечных элементов в технике [Текст] / О. К. Зенкевич. – М.: Мир, 1975. – 541 с.
2. Стренг, Г. Теория метода конечных элементов [Текст] / Г. Стренг, Дж. Фикс. – М.: Мир, 1977. – 349 с.
3. Шапиро, Д. М. Расчет балочных ребристых пролетных строений методом конечных элементов [Текст] / Д. М. Шапиро, А. В. Агарков // Научн. вестник Воронежского гос. архитектур.-строит. ун-та. Серия: Современные методы статического и динамического расчета зданий и сооружений. – 2005. – Вып. 2. – С. 51-69.
4. Российский, В. А. Примеры проектирования сборных железобетонных мостов / В. А. Российский, Б. П. Назаренко, Н. А. Словинский. – М.: Высш. шк., 1970. – 520 с.
5. Кожушко, В. П. О развитии пространственных методов расчета пролетных строений автодорожных мостов [Текст] // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2008. – Вып. 21. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008. – С. 128-129.
6. ДБН В.2.3-14:2006. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування [Текст]. – К.: Міністерство буд-ва, арх. та житл.-комун. госп-ва, 2006. – 259 с.
7. ДБН В.2.3-6:2002. Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування [Текст]. – К.: Міністерство буд-ва, арх. та житл.-комун. госп-ва, 2002. – 24 с.
8. Руководство пользователя «ЛИРА-WINDOWS». Программный комплекс [Текст]: том V. – К., 1996.

Надійшла до редколегії 25.03.2010.

Прийнята до друку 02.04.2010.