

УДК 624.012

к.т.н. Гомон С.С., Стадник І.П.
Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне

ВПЛИВ МАЛОЦИКЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ПРОГИНИ КОСОСТИСНУТИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ В АВАРІЙНОМУ РЕЖИМІ РОБОТИ

Експериментально досліджена робота косостиснутих залізобетонних елементів при дії малоциклових навантажень в аварійному режимі роботи. Описано вплив малоциклових навантажень на прогини таких елементів. Побудовані графіки поциклової зміни прогинів.

Ключові слова: *косостиснуті залізобетонні елементи, малоциклові навантаження, прогини.*

Проблема надійності залізобетонних конструкцій була і залишається однією з найактуальніших у практиці будівництва. Одним із основних напрямків економії матеріалів, які складають залізобетонні конструкції, є удосконалення їх розрахунку з врахуванням особливостей роботи в реальних та аварійних умовах.

Робота залізобетонних елементів за косоного стиску вивчена досить глибоко, але актуальною проблемою в наш час залишаються дослідження роботи таких елементів за небагаторазово повторних навантажень. Саме в такому режимі працюють більшість конструкцій в реальних умовах. Крім того недостатньо досліджений малоцикловий вплив навантажень на прогини залізобетонних елементів, які зазнають за косоного позацентрового стиску в аварійному режимі роботи.

Програма та методика досліджень. Залізобетонні колони, що випробовувалися за малоциклових навантажень мали розміри 11x16x300 см. Бетонна суміш для експериментальних зразків сформована на основі: в'язучого – портландцементу Новоздолбунівського ЦШК марки 500, крупного заповнювача – щебеню фракції 10...20 мм Клесівського кар'єру, дрібного заповнювача – кварцового піску кар'єру с.Поляни Славутського району Хмельницької області з модулем крупності 1,8...2,1 та робочої арматури класу А-III діаметром 12 мм.

Бетонна суміш виготовлялася в заводських умовах, а бетонування дослідних зразків проводилося в лабораторних умовах. Бетонування колон виконувалося в дерев'яних формах у горизонтальному положенні. Ущільнення бетонної суміші здійснювалося глибинним вібратором И-21. Твердіння бетону

проходило в приміщенні лабораторії за природних умов: протягом 4-х діб усі зразки інтенсивно поливалися, а після 7-ї доби - були розпалублені. Підготовка експериментальних зразків до випробувань розпочалася при досягненні ними 8-місячного віку.

Експериментальні дослідні зразки за косою стиску за малоциклових навантажень випробовувалися в установках важільного типу. Центрування колон відбувалося по геометричній осі, а величина ексцентриситету прикладання навантаження прийнята однаковою і рівною $e_{ox}=28$ мм; $e_{oy}=33$ мм. Початкові ексцентриситети в колонах виставлялися за допомогою переносних шарнірів та штирових фіксаторів, що знаходилися безпосередньо в їх пластинах. Закріплення основних зразків у проектному положенні та передача навантаження здійснювалася за допомогою спеціальних металевих башмаків, висота стінки яких майже у два рази перевищує більшу сторону перерізу колони. Можливі зазори між стінками башмака і колоною усувалися за допомогою рідкого цементного розчину.

Для вимірювання деформацій бетону і арматури використовували тензоелектродатчики з базами вимірювань: 20 мм – на арматурі і 50 мм – на бетоні. І перші, і другі розміщувалися в перерізах колон на відстанях $l_0/2$ та $l_0/4$. Вимірювання деформацій бетону дублювалося індикаторами годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм та 0,02 мм з базою 30 см.

В косостиснутих елементах розвиток прогинів відбувається в двох взаємно перпендикулярних площинах. Тому для вимірювання прогинів використовувалися прогиноміри системи Аістова-Овчинникова БПАО, системи Максимова. Ці прилади встановлювалися в перерізах колон на відстанях $l_0/2$ та $l_0/4$ від нижньої опори.

Випробування за одноразового руйнівного навантаження для визначення несучої здатності проводили ступенями, які були рівними 10% від можливого руйнівного навантаження. Витримка на кожному ступені складала приблизно 5-10хв. Дослідження ж колон за небагаторазово повторних навантажень проводили з тією ж витримкою і тими ж ступенями, але вже рівними 10% від несучої здатності колон (рис.1).

Режими навантажень зразків були прийняті відповідно до [1, 2, 3] :

- 1) короткочасним навантаженням випробувано не менше 2-х колон (КК) для визначення несучої здатності N_c ;
- 2) малоцикловим навантаженням випробувано не менше 2-х колон (КМ(0,3-0,8 N_c)) від $N_{pc} = 0,3N_c$ на нижньому рівні до $N_{pc} = 0,8N_c$ (аварійний режим роботи) на верхньому рівні на протязі 10-ти циклів, а на 11-му – доведення зразків до руйнування;

Результати випробувань. Для аналізу результатів випробувань зупинимось на роботі трьох колон марки КМ(0,3-0,8N_c), зокрема КМ₁, КМ₂ та КМ₃. За результатами випробувань побудовані графіки зміни прогинів в циклах за середніми прогинами по трьох колонах (рис.1) в найбільш небезпечному перерізі на відстані $l_0/2$ та $l_0/4$ від нижньої опори.

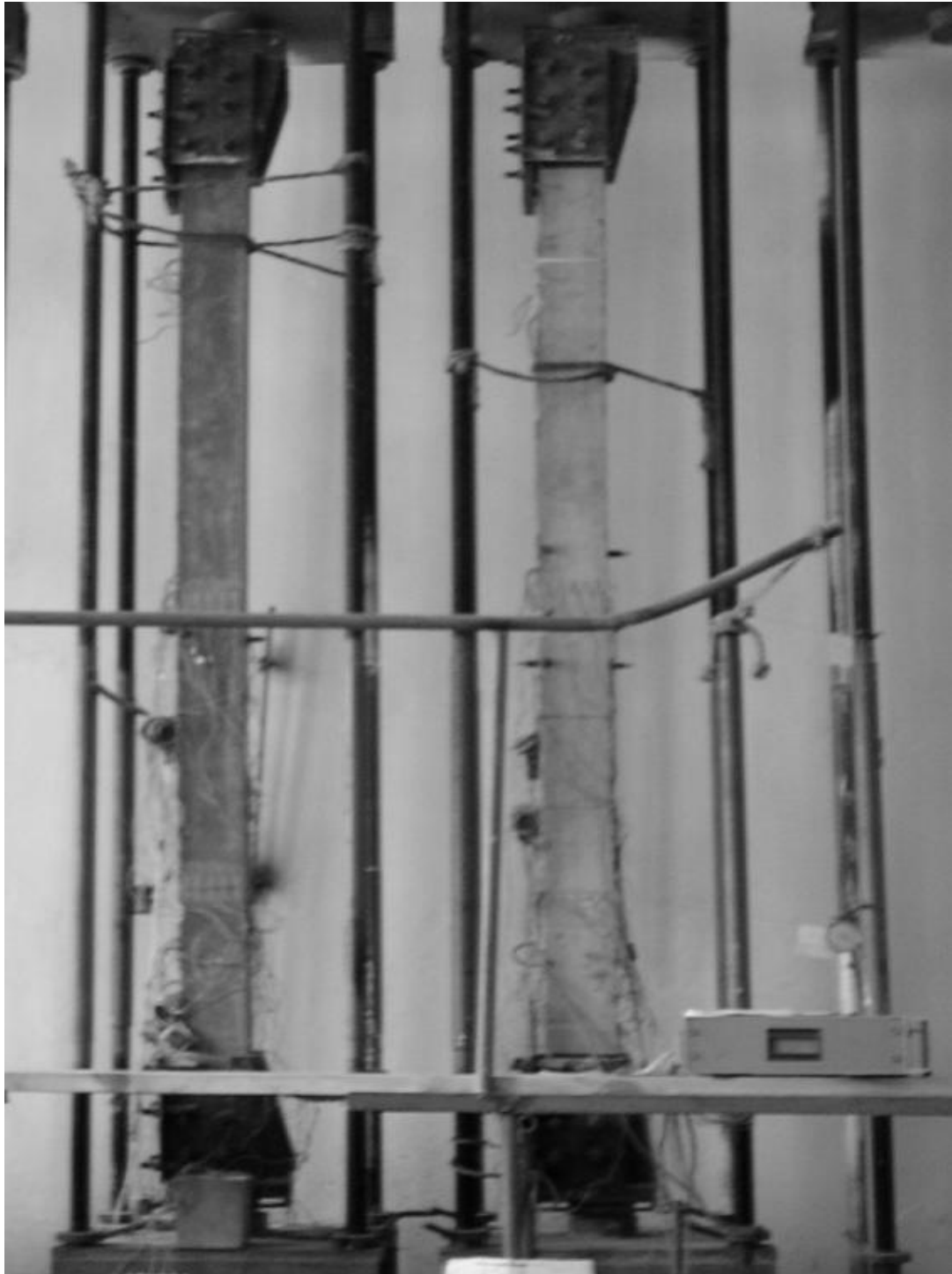


Рис.1. Дослідні колони, які приведені в робоче положення
Результуючі прогини визначалися за формулою

$$f_{\text{сис}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}, \quad (1)$$

де $f_{\text{сис}}$ – результуючі прогини;

f_x – прогини визначені по осі X;

f_y – прогини визначені по осі Y.

В колоні марки КМ₃(0,3-0,8) (рис. 2) після першого циклу завантаження на верхньому рівні найбільший результуючий прогин досяг $f_{\text{сис},1}^{\text{max}} = 2,412$ см. В

наступних циклах відбувалась поступова стабілізація зростання прогинів: на другому циклі їх приріст склав 4,3 %; на третьому – 7,0 %; на четвертому –

8,1 % у порівнянні з першим циклом. Результуючий прогини на п'ятому циклі був зафіксований $f_{\text{сис},5}^{\text{max}} = 2,633$ см. Починаючи з сьомого циклу завантаження спостерігалось затухання результуючого прогину (видно з табл. 1).

На десятому циклі навантаження верхнього рівня результуючий прогин досяг $f_{\text{сис},10}^{\text{max}} = 2,740$ см, зрісши на 4,1 % у порівнянні з п'ятим циклом. При доведенні цієї колони до руйнування результуючий прогин склав 3,394 см.

За навантажень нижнього рівня $N_{\rho c} = 0,3N_c$ результуючий прогин в колоні марки КМ₃(0,3-0,8) на першому циклі випробувань досяг $f_{\text{сис},1}^{\text{min}} = 0,623$ см.

На другому та п'ятому циклах результуючий прогин збільшився відповідно в 1,9 та 2,0 рази у порівнянні з першим циклом. Можна відзначити, що стабілізація результуючого прогину стала помітною вже на сьомому циклі завантаження (приріст прогинів між сьомим і десятим циклом склав всього 2,6 %).

Таблиця 1

Максимальні та мінімальні прогини в циклах

Марка колони	Номер циклу, $n_{\text{сис}}$	Прогини, см					
		x, см		y, см		f, см	
КМ(0,3-0,8)	-	$0,3 N_c$	$0,8 N_c$	$0,3 N_c$	$0,8 N_c$	$0,3 N_c$	$0,8 N_c$
	1	0,349	1,840	0,516	1,559	0,623	2,412
	2	0,935	1,906	0,745	1,649	1,196	2,520
	3	0,968	1,946	0,792	1,694	1,251	2,580
	4	0,976	1,964	0,803	1,714	1,264	2,607
	5	0,986	1,981	0,803	1,734	1,272	2,633
	6	1,005	2,002	0,822	1,754	1,298	2,662
	7	1,010	2,011	0,827	1,768	1,305	2,678
	8	1,013	2,027	0,837	1,796	1,314	2,708
	9	1,019	2,039	0,841	1,820	1,321	2,733
	10	1,028	2,045	0,852	1,823	1,335	2,740
11	1,039	2,065	0,859	1,833	1,348	2,761	

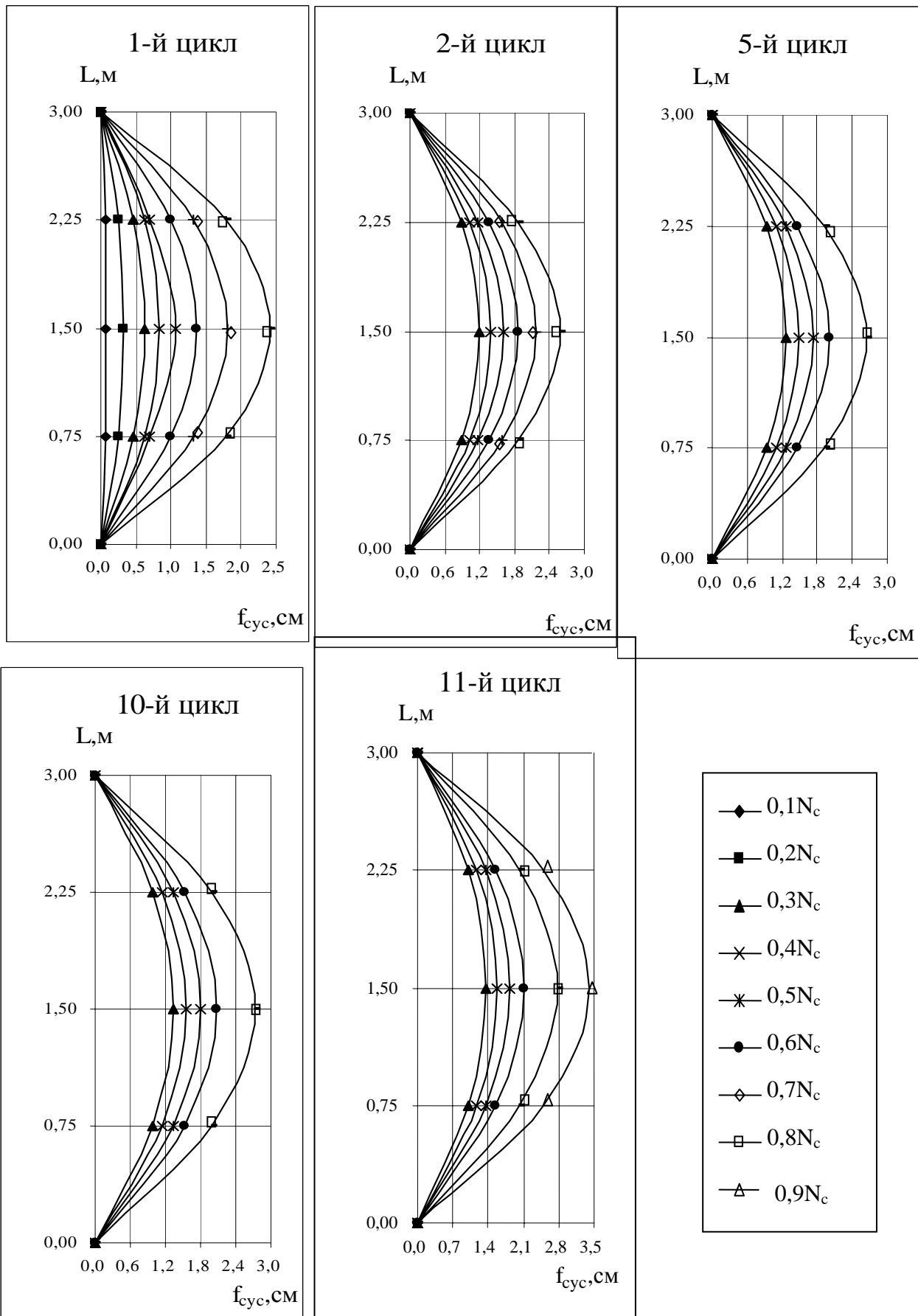


Рис.2. Поциклова зміна прогинів колони марки КМ₃(0,3-0,8)

Отже, повторні малоциклові навантаження в аварійному режимі роботи сприяють перерозподілу зусиль в перерізах косостиснутих колон, збільшуючи їх прогини. За дії малоциклових навантажень прогини зросли в середньому на 10,4 ... 14,5 %. Розвиток прогинів стабілізується на п'ятому-сьомому циклах. Подібне збільшення прогинів необхідно враховувати при проектуванні реальних колон, які працюють в аварійному режимі роботи.

Література

1. Ромашко В.М., Гомон С.С. Режими роботи та завантаження стиснутих залізобетонних елементів в реальних умовах / В.М. Ромашко, С.С. Гомон / Вісник Українського Державного Університету Водного Господарства та Природокористування. Випуск 5(18). – Рівне: В-во УДУВГП, 2002. – С. 48-53.
2. Ромашко В.М., Гомон С.С. Методика експериментальних досліджень роботи косостиснутих залізобетонних елементів за змінних рівнів навантажень / В.М. Ромашко, С.С. Гомон / Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Випуск 12. – Рівне: В-во НУВГП, 2005. – С.280-288.
3. Гомон С.С. Прогини косостиснутих залізобетонних елементів при дії малоциклових навантажень / С.С. Гомон / Вісник “Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди”. Випуск 18. - Рівне, НУВГП, 2009.

Аннотація

Експериментально досліджена робота кососжимаемых железобетонных элементов при воздействии малоцикловых нагрузок в аварийном режиме работы. Описано влияние малоцикловых нагрузок на прогибы таких элементов. Построены графики изменения прогибов в циклах.

Annotation

Experimentally explored the work of reinforced concrete biaxial compressed elements under small cycle loads all types. Adducing of deformation diagrams of concrete and of armature of such elements.