

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОШКОДЖЕНИХ СТИСНУТИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

**М.В.Мельник**

*Одеська державна академія будівництва та архітектури, Україна*

Значна частина конструктивних систем будівель та споруд складають залізобетонні конструкції з довготривалими термінами експлуатації. Для їх надійності і безпечної експлуатації необхідно проведення моніторингу їх технічного стану і в свою чергу, напружено-деформованого стану окремих елементів.

Сучасні тенденції в інвестиційній політиці на технічне переоснащення та переорієнтування діючих виробництв обумовила випереджаючі темпи зростання об'ємів реконструкції, об'єктів промисловості, житлового та комунального господарства у порівнянні з новим будівництвом. Такого роду перепрофілювання об'єктів, як правило, супроводжується змінами величини і характеру впливу корисного навантаження на будівельні конструкції, та відновлення пошкоджених елементів. Обмеження термінів експлуатації залізобетонних конструкцій в умовах агресивних середовищ температурних та інших впливів також призводять до збільшення об'ємів робіт на їх відновлення і підсилення.

Останнім часом позначена проблема при оцінюванні технічного стану окремих конструкцій, будівель і споруд, яке необхідно виконувати згідно вимог [1], є визначення важливого показника експлуатаційної придатності – міцності.

До питання про підсилення залізобетонних конструкцій та вибір одного чи іншого способу підсилення стиснутого залізобетонного елемента викладеного в матеріалах Голишева А.Б. [2], Мальганова А.І [3], та інших авторів приходять після вичерпання можливості надійної експлуатації конструкції при наявності дефектів і пошкоджень, для відновлення та збільшення несучої здатності і експлуатаційної придатності. Але, на теперішній час особливістю реконструйованого залізобетонна при проектуванні підсилення залізобетонних конструкцій враховується умовно. Чинні норми розрахунку залізобетонних конструкцій [4,5] не враховують цілого ряду випадків роботи і розрахунку міцності у випадку пошкодження їх під час експлуатації. Так, немає рекомендацій щодо визначення міцності позацентрово стиснутих елементів (колон, сто-

впів) з відшаруванням частини бетону та оголенням стиснутої арматури.



Рис. 1. Фото пошкоджень опор шляхопроводу в місті Одеса

Можливі випадки, коли при порушенні цілісності бетону (рис. 1) залізобетонної конструкції (арматура, яка знаходиться в цій же зоні, може бути непошкодженою та сприймати поздовжні зусилля), проведення заходів щодо підсилення елемента будівлі в цілому не являється необхідністю, а досить лише відновити пошкоджену частину цього елемента. Для прийняття одного чи іншого рішення необхідно визначити остаточну міцність пошкодженого стиснутого елемента. Якщо пошкодження бетону знаходиться в розтягнутій зоні конструкції, то проблем з визначення міцності немає, тому що може бути використана нормативна методика. У випадку, коли оголена арматура розміщується в стиснутій зоні, то постає питання відносно граничного зусилля, яке сприймається стиснутою арматурою, незахищеною в даному випадку бетоном, та характер переміщення стиснутої зони бетону в поперечному перерізі елемента.

На підставі вище викладеного матеріалу була поставлена задача проведення досліджень, метою яких являється визначення та аналіз напружено-деформованого стану, та розробка рекомендацій щодо розрахунку остаточної міцності стиснутих залізобетонних конструкцій, пошкоджених в стиснутій зоні.

Для більш чіткого уявлення та вивчення усіх основних факторів, щодо виконання роботи та детального аналізу напружено-деформованого стану позацинтро-стиснутих елементів було виконано планування експерименту (рис. 2) та трьохфакторну чисельну модель зведену в табл. 1.

Для реалізації поставленої мети та вказаних задач, було передбачено виготовлення дослідних зразків наступних груп: залізобетонних колон з пошкодженням, бетонних призм та кубів, арматурних коротистів.

Таблиця 1

Фактори варіювання для трьохфакторної моделі експерименту

Фактори Усерії, що досліджуються		Рівні варіювання			Інтервал варіювання
код	натуральні значення	«-1»	«0»	«+1»	
X <sub>1</sub>	Площа поперечного перерізу арматури $A_s$ (см <sup>2</sup> )	6,16 (Ø14)	15,2 (Ø22)	24,63 (Ø28)	9,24
X <sub>2</sub>	Коефіцієнт пошкодження поперечного перерізу зразка $\epsilon = h/H$ (рис.3,а,б,в)	0,1 (25/250)	0,3 (75/250)	0,5 (125/250)	0,10
X <sub>3</sub>	Ексцентриситет $e$ (см)	5	10	15	5

Виготовлено 16 зразків колон, які доводяться до руйнування критичним навантаженням  $N_{li}$ , та 3 зразка - до границі експлуатаційної придатності ( $N=0,6N_{li}$ ). Після опрацювання отриманих результатів 3 зразка (завантажених зусиллям  $N=0,6N_{li}$ ) будуть відновлюватись шляхом підбетонування пошкодженої частини, та знову доводиться до руйнування критичним навантаженням  $N_{li}$ (рис. 2).

Розміри поперечного перерізу та висота зразків колон становлять: 250x200x1200мм. Пошкодження колони було виконано за рахунок недобетонування частини перерізу зразка. Висота пошкодження становить 600мм на всю ширину перерізу колони та з глибиною -  $h=125\text{мм}, h=75\text{мм}, h=25\text{мм}$ (рис. 3). Зразки колон армувалися просторовими в'язаними каркасами, з симетричним армуванням: поздовжня робоча арматура - чотири стержні діаметрами 14 мм, 22 мм, 28 мм з класу А 400 (III); хомути - діаметром 8 мм класу А240 з кроком 200 мм. Конструкція та схема армування основних дослідних зразків показані на рис. 3.

Для контролю характеристик міцності та деформативності бетону і арматури зразків, що досліджуються, передбачено виготовлення: бетонних кубів розмірами 15x15x15 см, бетонних призм розмірами 15x15x60 см та арматурних стержнів довжиною 50 см.

Бетонна суміш виготовлялася в заводських умовах, а бетонування дослідних зразків проводилося в лабораторії. Для одночасного виготовлення усіх основних експериментальних зразків використані спеціальні металеві форми та дерев'яна опалубка з бакалітової фанери на 19 колон, відповідно.

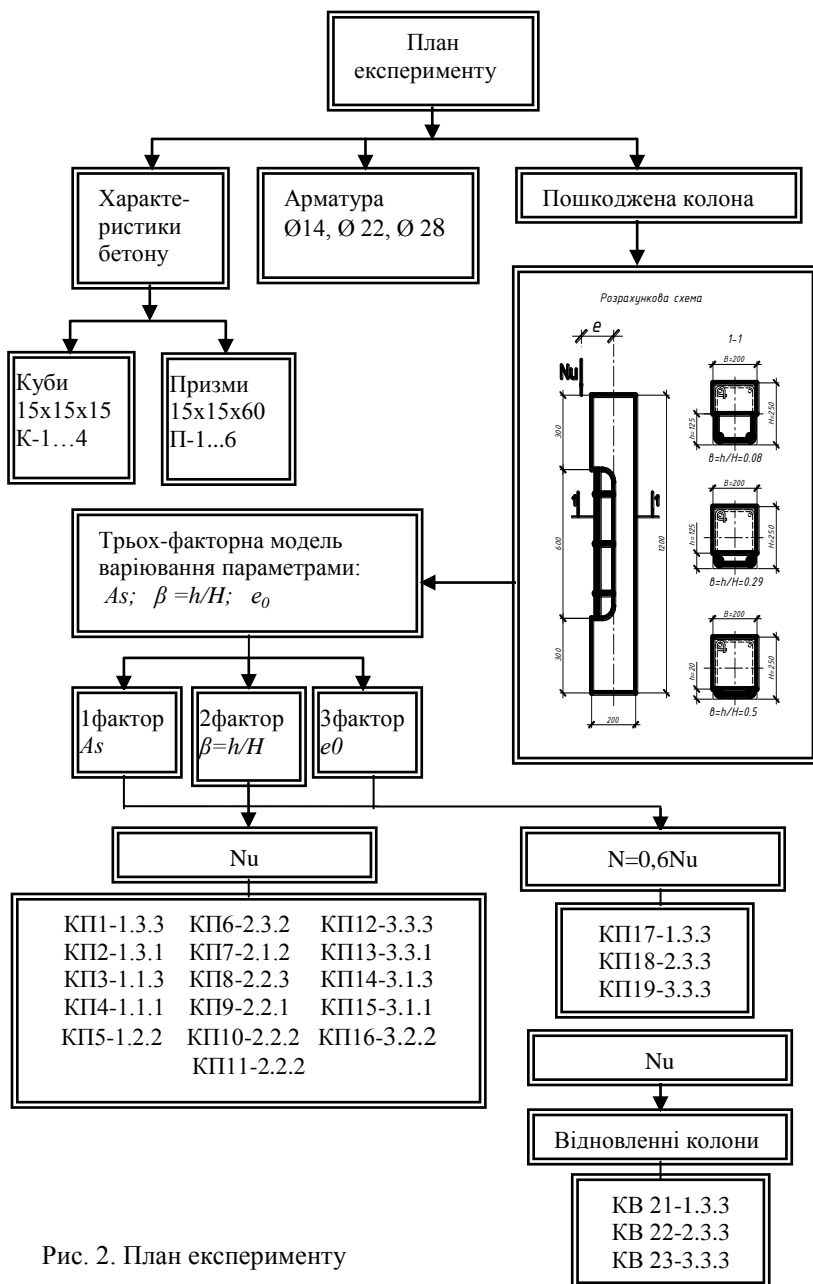


Рис. 2. План експерименту

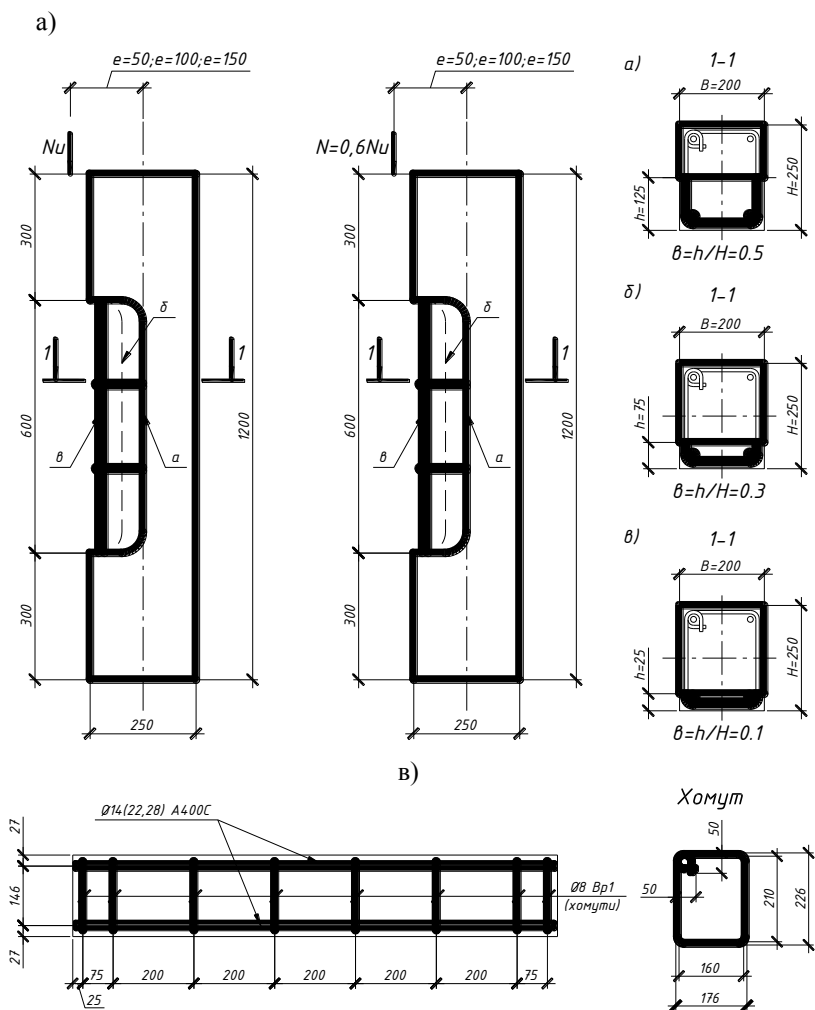


Рис.3. Конструкція дослідних зразків: а) вид та рівень навантаження (а,б,в-поперечні перерізи з коефіцієнтом пошкодження  $\theta$ ); в) схема армування

Ущільнення бетонної суміші здійснювали глибинним вібратором И-21. Твердіння бетону проходило в приміщенні лабораторії кафедри будівельних конструкцій ОДАБА за нормальних умов: протягом чотирьох діб усі зразки інтенсивно поливалися, а після сьомої доби були

розопалублені. Підготовка експериментальних зразків до випробувань розпочалася при досягненні ними 28 денного віку.

Для вимірювання деформацій бетону і арматури використовувались тензоелектродатчики з базами вимірювань 20мм. На робочій арматурі та на бетоні датчики розташовані на відстані  $l_0/2$  від нижньої опори. На кожний арматурний стержень наклеювали по два тензодатчики з діаметрально протилежних сторін, дотримуючись рекомендацій [6]. При випробуванні використовувалася багатоканальна вимірювальна тензометрична система для статичних випробувань ВНП-8

**Висновки.** З вище викладеного матеріалу видно що є необхідність у вивченні напружено-деформованого стану стиснутих залізобетонних елементів, пошкоджених в стиснутій зоні, та в розробці методики розрахунку йогоостаточної міцності. Розроблений плану експерименту дає можливість розкрити вивчення поставленої проблеми не тільки пошкоджених стиснутих елементів, та прийняття техніко-економічно вигідного рішення йоговідновлення.

### Summary

**The considered problem of estimation of the technical state of the damaged compressed reinforce-concrete elements is at determination of index of service ability – durability. For the study of this question the expounded plan of leadthrough of experiment.**

1. Нормативні документи з питань обстеження, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд / Держ. Комітет буд-ва, архіт. та житлової політики України, Держнаглядохоронпраці України. – К., 1997.- 145 с.

2. Мальгамов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Томск: изд-во Томского университета 1992. – 456 с.

3. Голышев А.Б., Ткаченко И.Н. Проектирование усиленных несущих железобетонных конструкций производственных зданий и сооружений. Киев: ЛОГОС 2001. – 172 с.

4. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. М.: Госстрой СССР, 1989-80 с.

5. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного натяжения арматуры ( к СНиП 2.03.01-84)/(ЦНИИ ПромзданийГостроя СССР, НИИЖБ Госстроя СССР.-М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.-192 с.

6. Руководство по тензометрированию строительных конструкций и материалов. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1971.-56 с.