

## ДО ПИТАННЯ ПРО РОБОТУ ПОШКОДЖЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Клименко Є. В. д.т.н., Мельник М. В. (Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса)

**Розглянута проблема оцінки технічного стану пошкоджених стиснутих залізобетонних елементів при визначенні показника експлуатаційної придатності – міцності. Для вивчення даного питання викладений план проведення експерименту.**

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, стовпів) з відшаруванням частини бетону та оголенням стиснутої арматури.



Мал.1. Фото пошкоджень опор шляхопроводу в місті Одеса.

Можливі випадки, коли при порушенні цілісності бетону (мал.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 батона 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 позацентрово-стиснутих елементів було виконано планування експерименту (мал.2) та трьохфакторну чисельну модель зведену в табл.1.

Табл.1

Фактори варіювання для трьохфакторної моделі експерименту

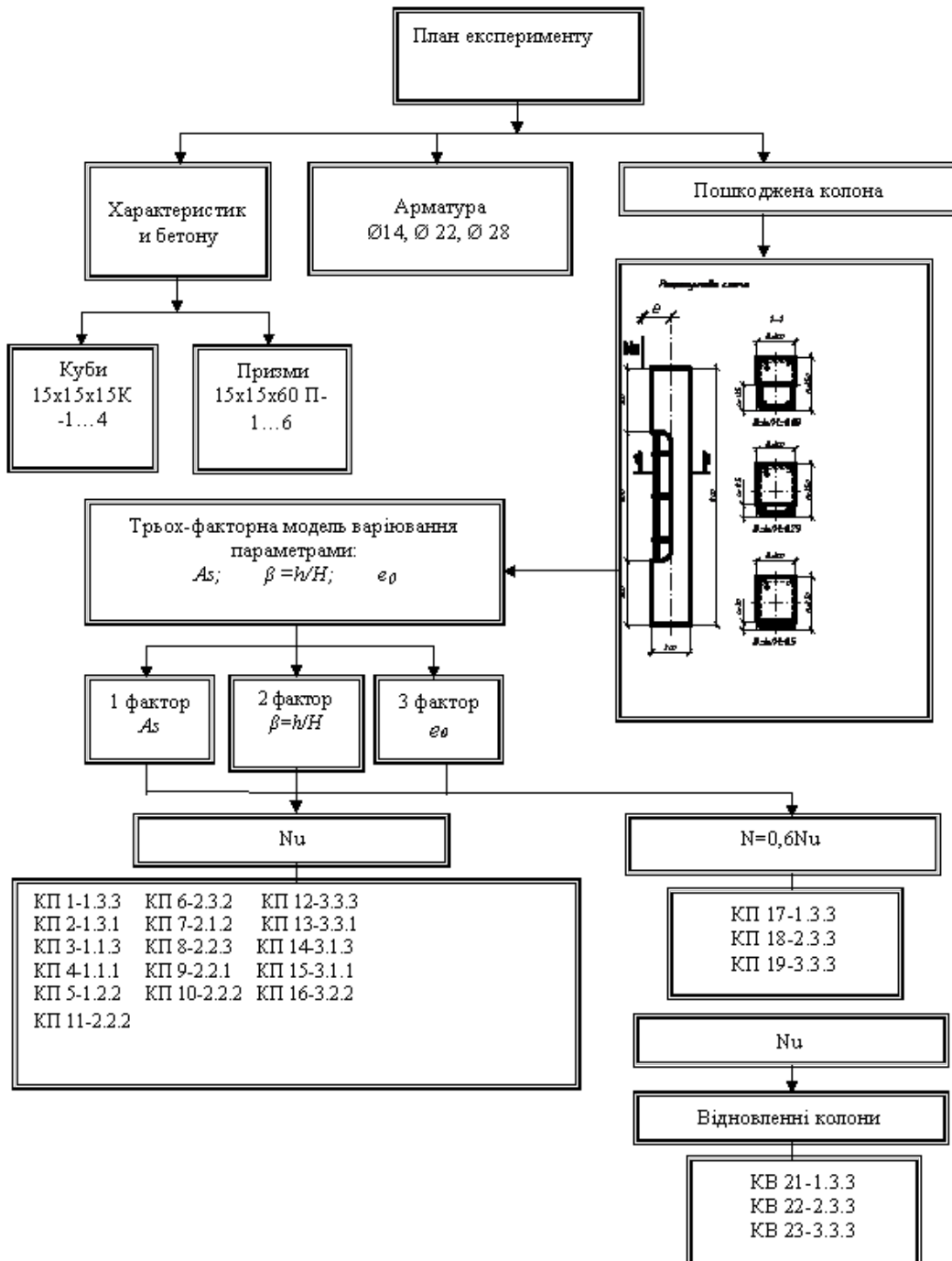
| Фактори Усерії, що досліджуються |   | Рівні варіювання             |                              |                               | Інтервал варіювання |
|----------------------------------|---|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Код                              | натуральні значення   | «-1»                         | «0»                          | «+1»                          |                     |
| X <sub>1</sub>                   | Площа поперечного перерізу арматури   | 6,16<br>( $\varnothing 14$ ) | 15,2<br>( $\varnothing 22$ ) | 24,63<br>( $\varnothing 28$ ) | 9,24                |
| X <sub>2</sub>                   | Коефіцієнт пошкодження поперечного перерізу зразка ( $\epsilon = h/H$ ) (мал.3,а,б,в) | 0,1<br>(25/250)              | 0,3<br>(75/250)              | 0,5<br>(125/250)              | 0,10                |
| X <sub>3</sub>                   | Ексцентриситет (см)   | 5                            | 10                           | 15                            | 5                   |

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

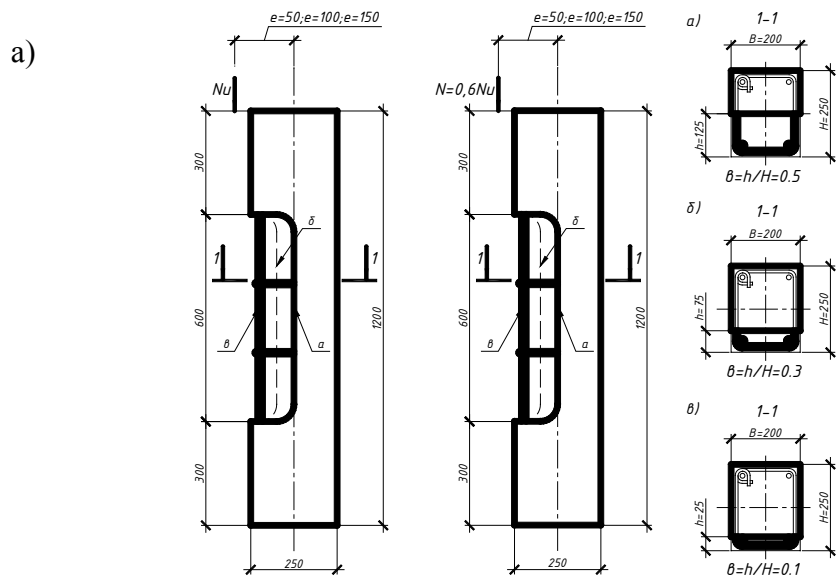
Виготовлено 16 зразків колон, які доводяться до руйнування критичним навантаженням  $N_u$ , та 3 зразка - до границі експлуатаційної придатності ( $N=0,6N_u$ ). Після опрацювання отриманих результатів 3 зразка (завантажених зусиллям  $N=0,6N_u$ ) будуть відновлюватись шляхом підбетонуванням пошкодженої частини, та знову доводитись до руйнування критичним навантаженням  $N_u$  (мал. 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

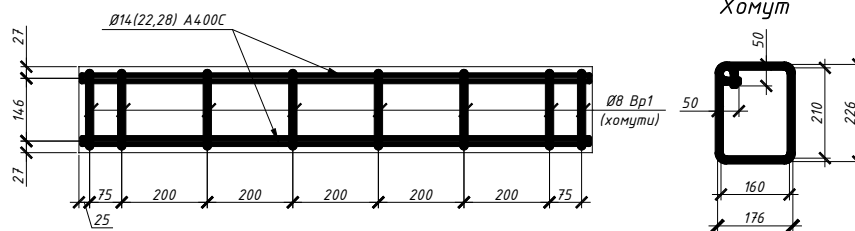
глибиною -  $h=125\text{мм}$  ,  $h=75\text{мм}$  ,  $h=25\text{мм}$  (мал. 3). Зразки колон армувалися просторовими в'язаними каркасами, з симетричним армуванням: поздовжня робоча арматура - чотири стержні діаметрами 14 мм, 22 мм, 28 мм з класу А 400 (III); хомути - діаметром 8 мм класу А240 з кроком 200 мм. Конструкція та схема армування основних дослідних зразків показані на мал. 3.



Мал. 2. План експерименту.



В)



Мал. 3. Конструкція дослідних зразків: а) вид та рівень навантаження (а,б,в-поперчні перерізи з коефіцієнтом пошкодження в); в) схема армування.

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.

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 арматури 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 його остаточної міцності. Розроблений плану експерименту дає можливість розкрити вивчення поставленої проблеми не тільки пошкоджених стиснутих елементів, та прийняття техніко-економічно вигідного рішення його відновлення.

## SUMMARY

**The problem of estimation of the technical state of the damaged compressed reinforced-concrete elements is considered while the index of service ability - durability is determined. The plan of experiment is expounded for the study of this question.**

## ЛІТЕРАТУРА

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., А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Томск: изд-во Томского университета 1992. – 456 с.
3. Гольшев 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 Промзданий Гостроя 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.