

## **НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СТИСНУТО-ЗІГНУТИХ ЕЛЕМЕНТІВ КРУГЛОГО ПЕРЕРІЗУ ПРИ ДІЇ ПОПЕРЕЧНИХ СИЛ**

*У статті наведено результати експериментальних досліджень залізобетонних колон круглого перерізу на поперечний вигин з попереднім обтисненням і без попереднього обтиснення, виявлено збільшення несучої здатності колон з попереднім обтисненням на 39 %.*

*In the article the results of experimental studies of reinforced concrete columns of circular cross section on the transverse bending with advanced compression and without compression, there was an increased carrying capacity of the column with the preliminary compression by 39 %.*

Застосування раціональних залізобетонних стиснуто-зігнутих елементів кругового перерізу у вигляді колон каркасних будівель, буронабивних паль підпірних стін, протизсувних споруд, що сприймають значний горизонтальний тиск ґрунту, стримується відсутністю відповідних експериментально-теоретичних досліджень напружено-деформованого стану при дії поперечних сил і поздовжнього стискаючого зусилля.

Дослідження на колонах прямокутного перерізу [1, 2] показали, що додаток поздовжньої стискаючої сили з ексцентриситетом відносно геометричної осі колони, спрямованої в бік поперечного вигину або у зворотний бік, при збігу або розбіжності поздовжнього і поперечного вигину, кількості поперечного армування робить істотний вплив на міцність і тріщиностійкість похилих перерізів. Метою наведених нижче досліджень була оцінка впливу позацентрово прикладеного поздовжнього зусилля стиску, що довантажує стиснуту зону при поперечному вигині, на несучу здатність елементів круглого перерізу при дії поперечних сил.

Дослідження проводили на колонах круглого перерізу, виготовлених з бетону класу С 25/30, діаметром 190 мм з поздовжнім армуванням у вигляді шести стрижнів арматури Ø 10 А400С і поперечним спіральним армуванням з

арматурного дроту  $\varnothing 4\text{ВІ}$ , встановленої з кроком 100 мм, Проліт зрізу при випробуванні колони дорівнював двом діаметрам колони за вирахуванням захисного шару бетону 30 мм. Довжина зразків колон становила 1000 мм. Було випробувано по три зразки кожної серії, з рівнем поперечного обтиснення не більше  $0.25 R_{\text{руйн}}$  при стисненні. Величина ексцентриситету становила 4 см. Величина зусилля обтиснення становила 150 кН. Поздовжній вигин від попереднього обтиснення колон здійснювали в той же бік, що і наступний поперечний вигин від поперечної сили, що прикладається.

Для проведення випробувань була виготовлена спеціальна установка, рис. 1. Для створення зусилля попереднього обтиснення колон використовували досить жорстку раму, що складається з двох траверс, двох напрямних, шарнірного пристрою для установки ексцентриситету прикладання навантаження, домкрату. Для створення поперечного зусилля у вертикальному напрямку використовували жорстку траверсу, дві напрямні, які закріплювали з одного боку в струмках силового полу, а з іншого боку напрямні кріпили гайками за траверсою. Залізобетонний елемент круглого перерізу встановлювали на спеціальні шарнірні опори, виготовлені з половин сталевих труб по діаметру колони, які спирали на 2 опорні гвинтові стійки, що мали регулювання по висоті. Другий гідравлічний домкрат встановлювали вертикально між траверсою і колоною. Навантаження як в горизонтальному, так і вертикальному напрямку здійснювали за допомогою спеціальної насосної станції. Дослідження деформацій бетону в зоні поперечного вигину виконували за допомогою індикаторів годинникового типу з ціною поділки  $10^{-3}$  мм. Прогин вимірювали індикатором годинникового типу з ціною поділки  $10^{-2}$  мм.

Результати випробувань показали, що при навантаженні від обтиску деформації не перевищували пружних значень. При подальшому, після попереднього обтиснення колони, поперечному вигині першими з'являлися нормальні тріщини в розтягнутій зоні в зоні прикладення зусилля при навантаженні, приблизно,  $0,42 R_{\text{руйн}}$ , і деформації в стиснутій зоні  $\epsilon_{\text{в}} = 152 \times 10^{-5}$ ,

що, приблизно, в два рази перевищувало деформації в стиснутій зоні елементів без попереднього обтиснення у момент появи нормальних тріщин.

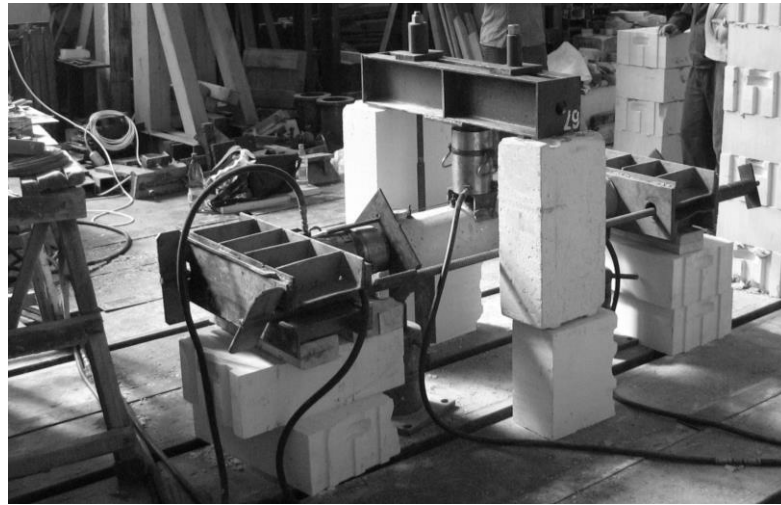


Рис. 1. Установа для проведення випробувань колон з попередніми обтисненням.

Далі з розкриттям нормальної тріщини в місці додатка поперечної сили відбувалося зменшення висоти стиснутої зони над цією тріщиною і утворення похилої тріщини. Перед моментом руйнування в стислій зоні утворювалася одночасно і поздовжня тріщина. Процес руйнування відбувалося по похилому перерізу, рис. 2.



Рис. 2. Руйнування колони з попередніми обтисненням за похилим перерізом.

Процес деформування колон при поперечному вигині до моменту утворення похилої тріщини подібний до процесу деформування при «чистому» вигині. Як випливає з дослідів, похила тріщина з'являється після значного зменшення висоти стиснутої зони, перед моментом руйнування елемента. Попереднє обтиснення з одного боку довантажує стиснуту зону колони і, тим самим, збільшує деформації стиснення, а з іншого боку стримує розкриття похилої тріщини, перешкоджаючи повороту однієї частини перерізу відносно іншої, як це відбувається при звичайному поперечному вигині. В результаті руйнування колон з попередніми обтисненням відбувається по похилому перерізу з поздовжнім розколюванням бетону стиснутої зони.

Зіставлення залежностей «момент-кривизна» для колон з поперечним обтисненням і без поперечного обтиснення, отриманих за результатами випробувань, наведено на рис.3.

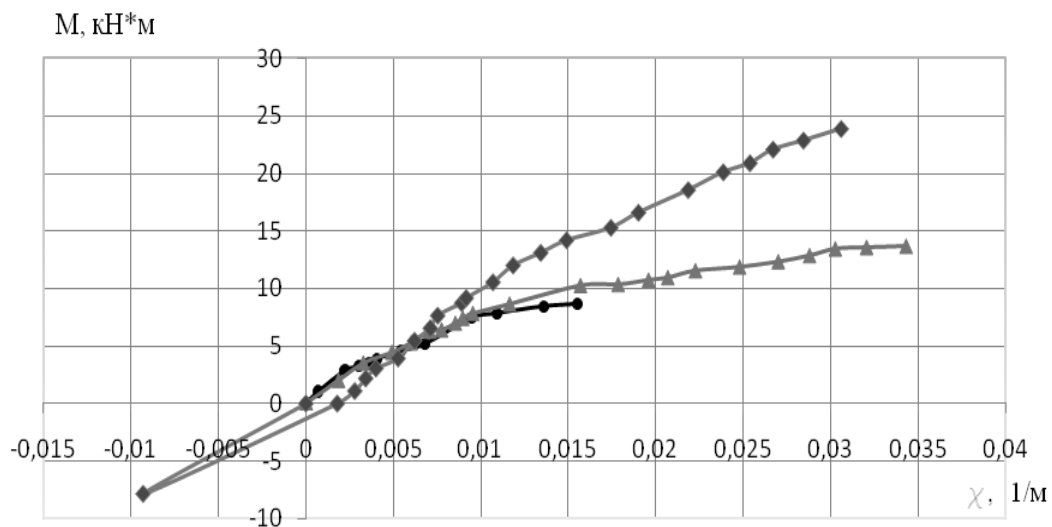


Рис. 3. Зіставлення залежностей «момент-кривизна» для колон при поперечному згині і прольоті зрізу,  $a=2h_0$ .

- ◆ - колони с попереднім обтисненням;
- ▲ - колони без попереднього обтиснення с додатковим анкетуванням кінцевих ділянок;

— - колонны без попереднього обтиснення і додаткового анкетування кінцевих ділянок.

Як видно з рис. 3, попереднє обтиснення збільшує несучу здатність колон круглого перерізу у порівнянні з колонами, випробуваними при поперечному згині без попереднього обтиснення при тій же прольоті зрізу ( $a=2h_0$ ) та ідентичному поперечному і поздовжньому армуванні - на 39 %.

#### Висновки.

Вплив позацентрового прикладення поздовжнього стискаючого зусилля, спрямованого в бік зворотний від подальшого поперечного згину, збільшує несучу здатність за моментом - до 39 %, у порівнянні із зразками колон без обтиснення при рівних прольотах зрізу,  $a = 2 \varnothing$ .

Відносно нагельного ефекту поздовжньої арматури при багаторядному армуванні слід зазначити, що даний ефект проявляється після початку руйнування за похилим перерізом, досягненням межі текучості в стрижнях, найбільш віддалених від стиснутої зони і може бути використаний лише для оцінки живучості елементів конструкцій.

#### Література.

1. Шеина С.Г., Сибиль В.Г., Лиджиев М.Д., Сосоржавын Э., Толокнова Н.Н.// Методика испытания железобетонных элементовна внецентренное сжатие с поперечной силой. В кн.: Вопросы расчета железобетона. Ростов н/Д, 1982, с. 139-142.

2. Шеина С.Г. Сопротивление поперечной силе наклонных сечений внецентренно сжатых железобетонных элементов// В кн.: Вопросы прочности, деформативности и трещиностойкости железобетона. - Ростов н/Д, 1980, с. 160-163.