

З.Я. Бліхарський, Є.С. Царьов, Р.Є. Хміль, В.І. Попович
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельних конструкцій та мостів

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СТИСНУТИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ДІЮ КОРОТКОТРИВАЛОГО НАВАНТАЖЕННЯ, ПРИКЛАДЕНОГО З ЕКСЦЕНТРИСИТЕТОМ

© Бліхарський З.Я., Царьов Є.С., Хміль Р.Є., Попович В.І., 2010

Описана методика експериментальних досліджень позацентрово-стиснутих залізобетонних елементів на дію короткотривалого навантаження.

Ключові слова: методика експериментальних досліджень, позацентровий стиск, залізобетон.

This article deals with the methodology of experimental researches of the eccentrically compressed reinforced concretes elements to effect short-term loading.

Keywords: methodology of experimental researches, eccentric compression, reinforced concrete.

Постановка проблеми. Оцінка дійсної несучої здатності залізобетонних елементів відповідно до діючих навантажень і реальних жорсткостей є актуальним завданням при посиленні та реконструкції будівель та споруд. Проте існуючі методики розрахунку не повною мірою враховують реальну роботу конструкцій, зокрема підсилених елементів при дії навантаження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Методики досліджень стиснутих залізобетонних елементів наведені в роботах [1–5]. Особливістю цих праць є детальний опис дослідних серій зразків, підготовки до випробування та безпосередньо виконання експерименту. Проте бракує статистичних даних випробувань гнучких залізобетонних елементів на дію позацентрового стиску.

Мета та завдання дослідження. Проаналізувати існуючі експериментальні дослідження стиснутих залізобетонних елементів і на їх основі розробити власну методику випробування позацентрово-стиснутих залізобетонних колон на дію короткотривалого навантаження. Цю методику планується застосовувати при подальших дослідженнях підсилених стиснутих залізобетонних елементів, що перебувають під дією навантаження, прикладеного з ексцентриситетом.

Результати дослідження. Відповідно до розробленої програми дослідження планується випробувати дві серії колон загальною кількістю 11 шт. Перша серія складається з трьох зразків, що досліджуються на дію короткотривалого навантаження, друга – з 8, що випробовуються після підсилення бетонною обоймою, при дії навантаження, прикладеного з ексцентриситетом рівнями 0,3, 0,5 і 0,7 від руйнівного.

Прийняті такі умовні позначення: К – колона; З – випробувана на короткотривалому навантаженні без підсилення; П – підсилена; б – бетонною обоймою. В першу групу цифр входять дві цифри, перша з яких вказує серію колон, друга – порядковий номер колони цієї серії. Друга група цифр показує, до якого рівня від очікуваного руйнівного навантаження було завантажено колона (0,3; 0,5 і 0,7 відповідно від очікуваного руйнівного) при короткотривалому випробуванні. Так, наприклад, маркування “ КПб-2.3-0,5 ” вказує, що третя колона з другої серії підсилена бетонною обоймою, при рівні навантаження 0,5 від очікуваного руйнівного.

Для дослідження наведених зразків залізобетонних колон на дію навантаження, прикладеного з ексцентриситетом, був спеціально розроблений силовий стенд.

Силовий стенд для випробування складається з двох упорних траверс (2), плунжерної пари (3–4), двох тяжів (5) та опор (8). Для створення навантаження застосовують насосну станцію з протарованим зразковим манометром та 100-тонний домкрат (9). Конструкція стенда передбачає випробування зразків на стиск в горизонтальному положенні. Для забезпечення стійкості елементів із площини дії навантаження від власної ваги елемента передбачено дві важільні опори (6), що не перешкоджали вільному руху в площині дії моментів по напрямних, які були ідеально відшліфовані і змащені мастилом. Загальний вигляд стенда для випробування наведено на рис. 1.

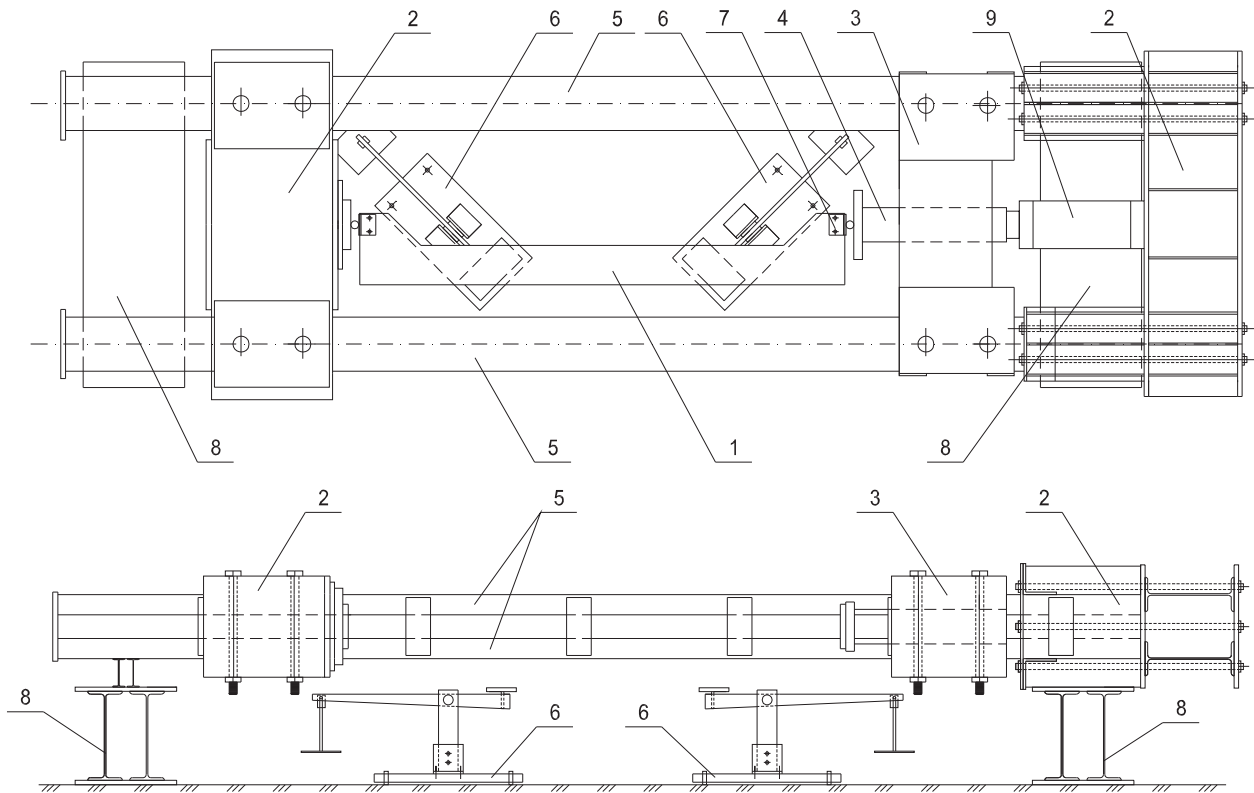


Рис. 1. Схема силового стенда для випробування експериментальних колон:

- 1 – дослідний зразок; 2 – силові (упорні) траверси; 3 – направляюча траверса плунжера;
 4 – плунжер; 5 – тяжі; 6 – важільні опори; 7 – циліндричний шарнір;
 8 – опори; 9 – гідравлічний домкрат

Експериментальні зразки залізобетонних колон прийняті довжиною 2200 мм, шириною 140 мм і висотою 180 мм з консольними виступами для передавання навантаження з ексцентриситетом. Армування симетричне з повздовжньою арматурою класу А 400С Ø 12 мм. (ДСТУ 3760:2006), конструктивна і поперечна – класу А-240С (ДСТУ 3760:2006) діаметром 6 мм з кроком 75...100 мм. З'єднання арматури у просторовому каркасі виконано в заводських умовах контактним зварюванням. З обох боків колони до арматурного каркасу за допомогою зварювання приєднано 12 металевих тримачів з різьбою М6 на віддалі 200 мм один від одного для закріплення вимірювальних приладів. В процесі бетонування на тримачі щільно натягували гумовий кембрик, а після розпалубки його знімали. Це дало можливість уникнути контакту вимірювальних приладів, що розміщувались на арматурі, з бетоном колони. Склад бетону прийнятий Ц:П:Щ=1:1,16:2,5 при водоцементному відношенні В/Ц=0,375. Цемент марки М-400 Здолбунівського цементного заводу. Пісок використано кварцовий Миколаївського кар'єру без домішок з модулем крупності $M_c = 2,00$, щебінь гранітний Клесівського кар'єру нерудних копалин у Сарненському районі Рівненської області фракції 5...10 мм – 66 %, 10...20 мм – 34 %. Для визначення міцнісних характеристик матеріалів було відібрано зразки арматури та забетоновано контрольні куби з ребрами 10 і 15 см та призми. Загальний вигляд колони та арматурного каркасу показано на рис. 2.

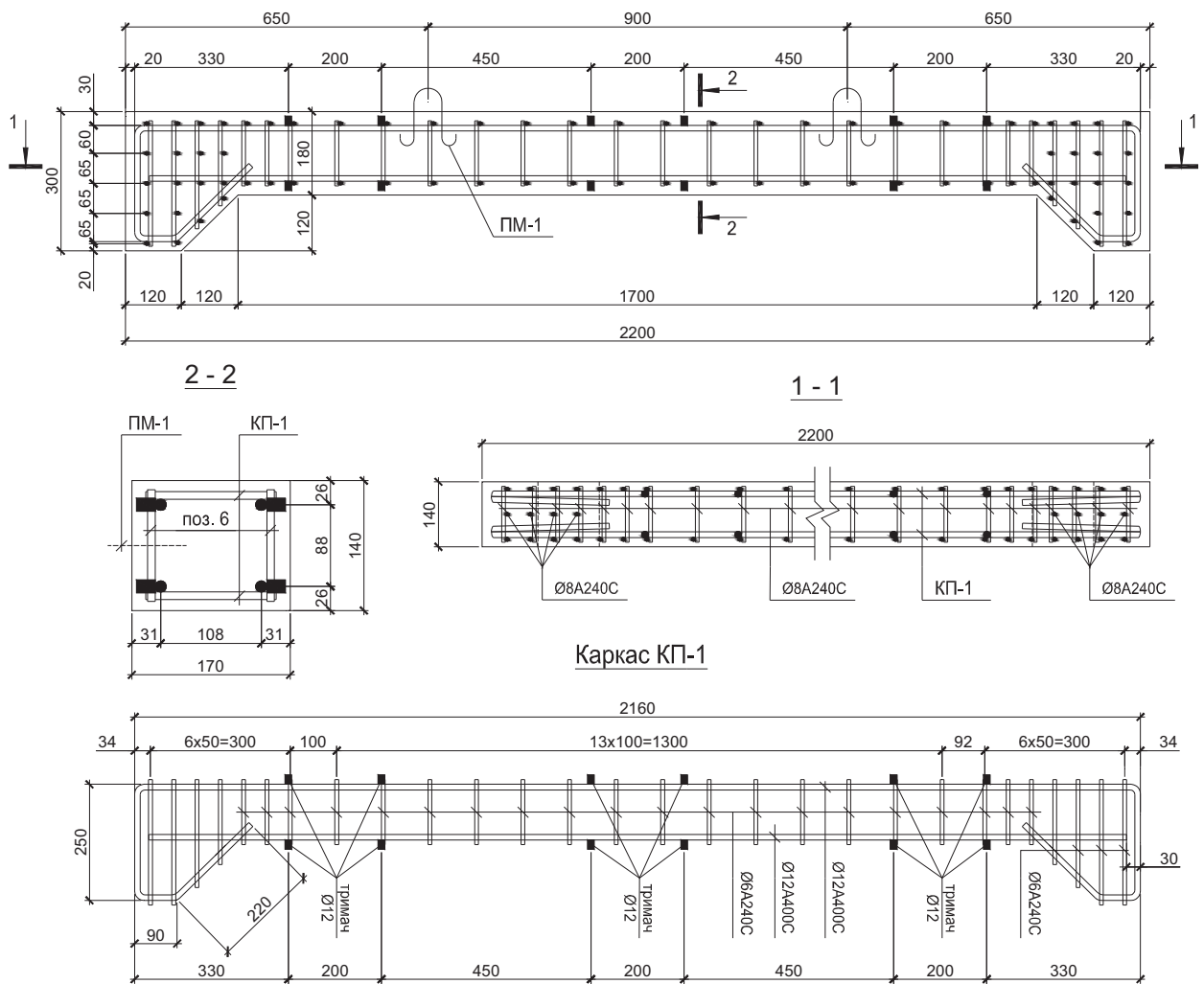


Рис. 2. Загальний вигляд колони та арматурного каркасу

Перед дослідженням колон на короткотривалі навантаження виконано випробування арматури на розривній машині ГМС-50 з одночасним записом діаграми розтягу та кубиків і призм на пресі. Характеристики дослідних колон наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристики дослідних колон

№ з/п	Шифр колон	Переріз балок $b \times h$ $m \times 10^{-2}$	Арматура				Відсоток армування робочої арматури, %	Марка за водонепроникністю	Призмova міцність R_b , МПа	Міцність на розтяг R_{bt} , МПа	Модуль деформацій $E_b \times 10^4$, МПа
			Площа перерізу $m^2 \times 10^{-4}$ (\varnothing мм)	Межа текучості σ_y , МПа	Межа міцності σ_u , МПа	Модуль пружкості $E_s \times 10^5$ МПа					
1	КЗ-1.1	14.1 x 17.5	2.26 (2 \varnothing 12)	590	619	2.06	1.83	W4	31	2.9	3.00
2	КЗ-1.2	14.1 x 17.7	2.26 (2 \varnothing 12)	590	619	2.06					

Опорними частинами дослідного зразка слугують спеціально виготовлені конструкції циліндричних шарнірів (див. рис. 4, в). За допомогою фіксуючих гвинтів фіксували шарніри і відцентровували колону. Центрування виконували при навантаженні, яке дорівнює $N=0.05N_{max}$, після чого остаточно фіксували шарніри за допомогою цементно-піщаного розчину. Завантаження виконували зосередженою силою, прикладеною з ексцентриситетом $e=150$ мм по верхній грані консолі колони. Навантаження прикладали ступенями $N=0.05N_{max}$ з витримкою після кожного ступеня 12 хв. Покази з приладів знімали після завантаження і в кінці витримки.

Значення зусилля контролювали зразковим манометром, протарованим разом з насосною станцією і домкратом безпосередньо перед випробуванням та після нього. Деформації бетону замірялися в трьох перерізах (точках) за допомогою 18 мікроіндикаторів годинникового типу зі шкалою 0,001 мм (по 6 індикаторів на кожен дослідний переріз); деформації арматури замірялися за допомогою 12 мікроіндикаторів, що розташовувались на тримачах, приварених до арматури так, щоб уникнути контакту з бетоном. Індикатори розташовувались з базою 200 мм відносно дослідних перерізів на висоті $h \sim 25$ мм від поверхні. Схема розташування приладів показана на рис. 3.

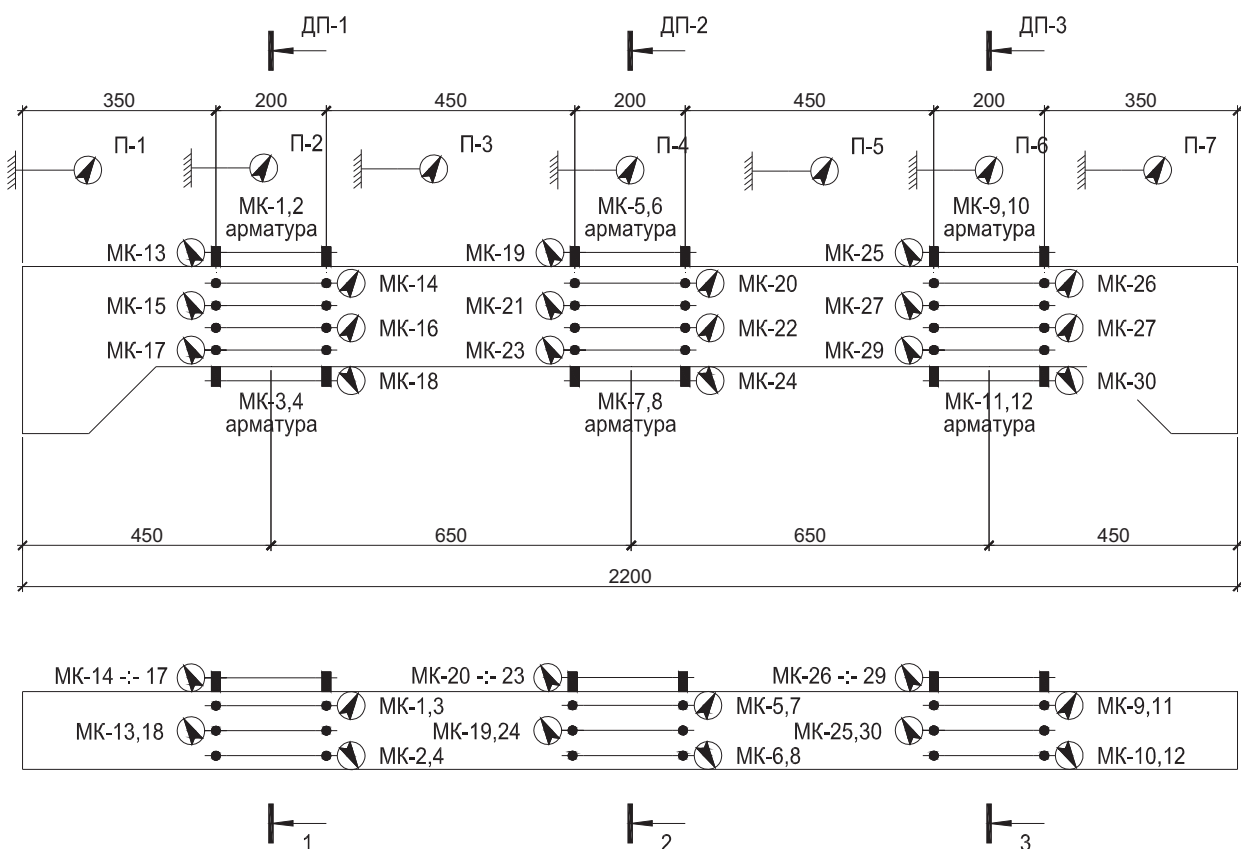


Рис. 3. Схема розташування приладів при випробуванні колони на позациентровий тиск: мікроіндикатори тиску бетону МК-13, 18, 19, 24, 25, 30; мікроіндикатори деформацій бетону по висоті перерізу колони МК-14 ... 17, 20 ... 23, 26 ... 29; мікроіндикатори деформацій робочої арматури МК-1...12; прогиноміри П-1 ... 7

Разом з механічними мікроіндикаторами для контролю їх показів застосовувалися тензорезистори. Тензорезистори наклеювали безпосередньо під відповідними механічними мікроіндикаторами на попередньо очищену поверхню бетону суперклеєм. Далі їх припаювали до провідників, які, своєю чергою, були під'єднані до двох колодок. Загальна кількість давачів становила 33 шт. – по 11 шт. на один дослідний переріз. Для зняття показів тензорезисторів при випробуванні конструкції використовували автоматичний вимірювач деформацій “АИД-4”. Застосовували тензорезистори з базою 50 мм та з номінальним опором $400,9 \pm 0,3$ Ом.

Прогини колон замірювали за допомогою семи індикаторів-прогиномірів годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм, які розташовували на випуклій грані колони з однаковим кроком. Індикатори закріпили на штативах, що зберігали незмінність в процесі деформування колони і не доторкалися до конструкції стенда.

В процесі навантаження також вели візуальний контроль за допомогою оптичного мікроскопа МПБ-2М за моментом утворення тріщин, шириною розкриття та їх розвитком.

Загальний вигляд підготованого до випробування зразка колони подано на рис. 4.

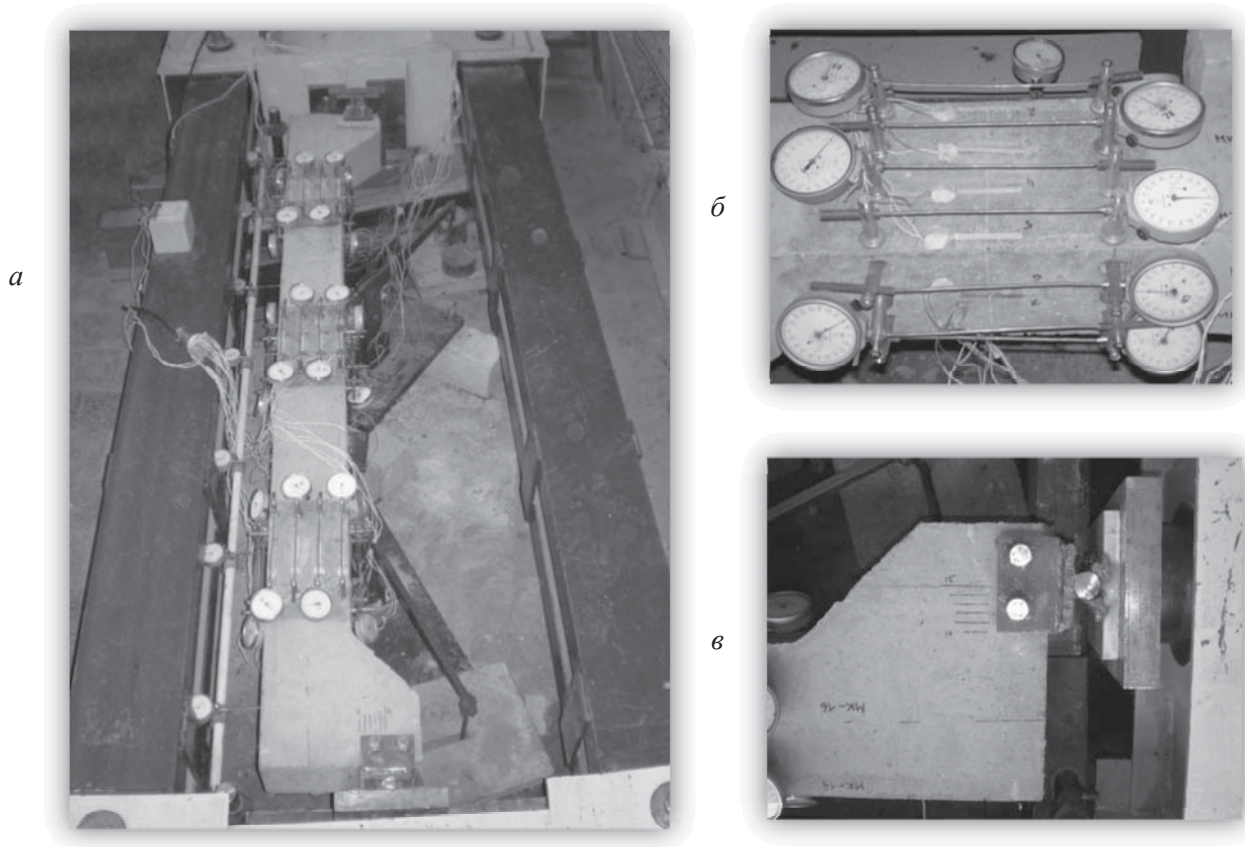


Рис. 4. Загальний вигляд підготовленого до випробування зразка:
а – підготована до випробування колона; б – дослідний переріз; в – опорний шарнір

Висновки: запропоновано методику та конструкцію силового стенда для випробування залізобетонних колон в горизонтальному положенні на позacentровий стиск короткотривалим навантаженням.

1. Кротовский С.С. Экспериментальное исследование жесткости внецентренно-сжатых железобетонных элементов // Труды института НИИЖБ. – 1959. – Вып. № 4. – М. – С. 215–275.
2. Теряник В.В. Прочность и устойчивость внецентренно сжатых элементов, усиленных железобетонными и металлическими обоймами: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Челябинск, 2007. – 41 с.
3. Бондаренко С.В., Санжаровский Р.С. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий. – М.: Стройиздат. – 1990. – 352 с.
4. Вахненко П.Ф. Метрологія, стандартизація, контроль якості та випробування в будівництві. – Полтава: ПДТУ ім. Юрія Кондратюка, 2000. – 224 с.
5. ДСТУ Б В. 2.6-7-95 Вироби будівельні бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантаженням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості. – К.: Укрархбудінформ. – 1997. – 30 с.