

Тема:

**Дослідження деформативності
залізобетонних балок, підсилених
залізобетонною обоймою під
навантаження граничного рівня**

Керівник:

к.т.н. Конончук О.П.

Метою роботи є визначення експериментальним шляхом параметрів деформативності залізобетонних конструкцій, підсилених залізобетонною обоймою при дії навантаження граничного рівня.

Задачі дослідження:

- провести експериментальні дослідження по визначенню деформативності залізобетонних балок, підсилених залізобетонною обоймою під навантаженням граничного рівня;
- дослідити вплив навантаження граничного рівня на деформативність підсиленої конструкції;
- проаналізувати отримані результати досліджень деформативності залізобетонних балок, підсилених залізобетонною обоймою.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості використання результатів експериментальних досліджень при проектуванні, оцінці технічного стану, несучої здатності та експлуатаційної придатності залізобетонних балкових конструкцій, підсилених залізобетонною обоймою під навантаженням граничного рівня.

Наукова новизна одержаних результатів

- ✓ Отримано результати досліджень деформативності залізобетонних балок, підсилених під навантаженням граничного рівня.
- ✓ Набула подальшого розвитку методика дослідження балок, підсилених при дії навантаження.
- ✓ Досліджено вплив дії навантаження граничного рівня при підсиленні балок залізобетонною обіймою з різним додатковим армуванням.
- ✓ Побудовані графіки залежності деформацій арматури, прогинів і деформацій стисненої грані бетону від згинального моменту.

Нормативна база за напрямком досліджень

- ❑ ДБН В.3.1-1-2002. Ремонт і підсилення несучих та огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд.
- ❑ ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення.
- ❑ ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування.

Вчені, які працювали за напрямком досліджень

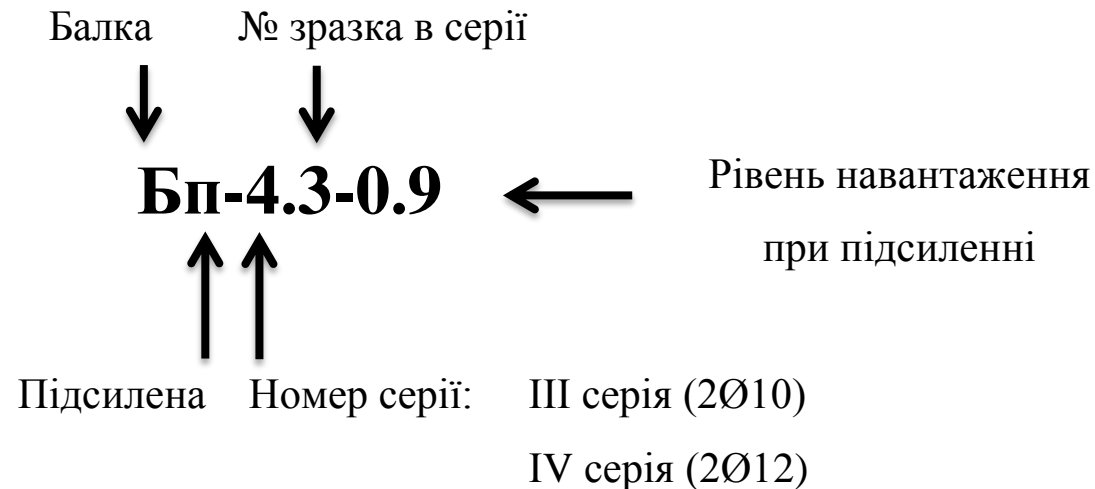
Голишев А.Б., Мальганов А.Н., Кривошеев П.І., Онуфрієв Н.М., Бондаренко С.В., Клименко Ф.Є., Шагін О.Л., Бабич Є.М., Барашиков А.Я. та інші

ОБ'ЄМ І ЗМІСТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Шість залізобетонних балок :

- **дві** балки без влаштування елементів підсилення
- **чотири** балки з влаштуванням підсилення залізобетонною обіймою при дії навантаження граничного рівня

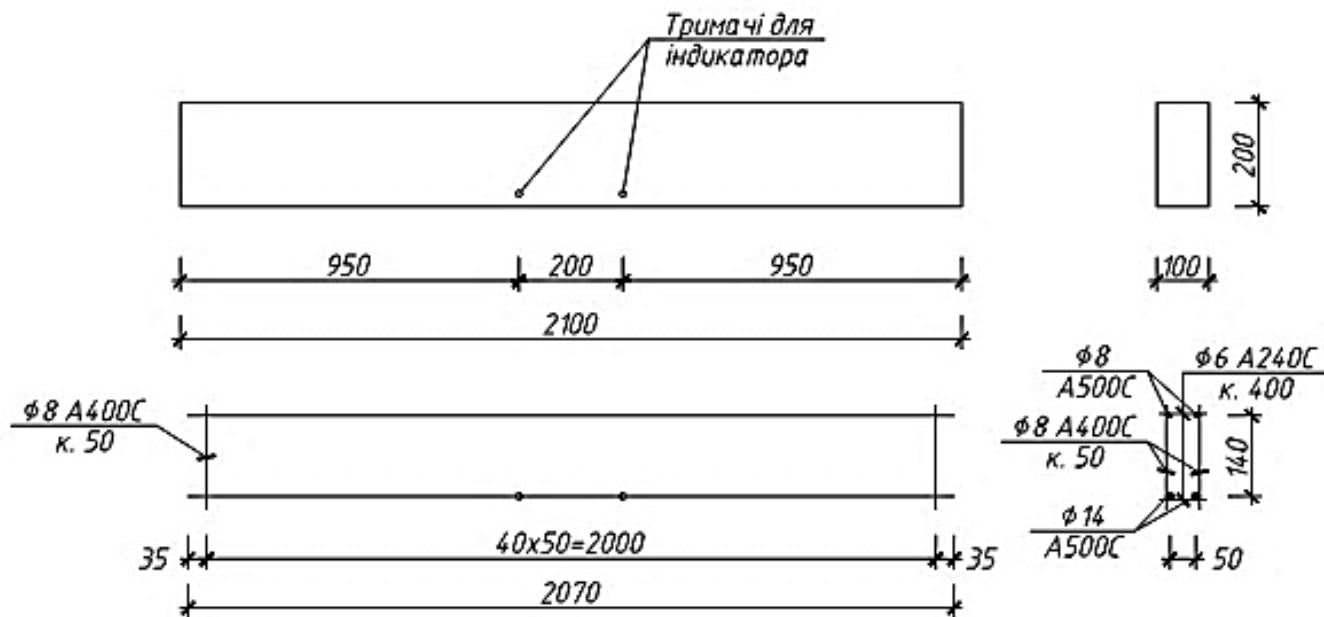
УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ



ВИГОТОВЛЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ БАЛОК У ЗАВОДСЬКИХ УМОВАХ



КОНСТРУКЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ БАЛОК



ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ БАЛОК

Випробування кубиків на міцність



Випробування призм на міцність



Характеристики експериментальних балок

Маркування	Переріз балок b×h мм	Арматура				Бетон		
		Площа перерізу m2×10-4 (Ø мм)	Межа текучості σ _y , МПа	Межа міцності σ _u , МПа	Модуль пружості E _s ×105МПа	Призмova міцність R _b , МПа	Міцність на розтяг R _{bt} , МПа	Модуль деформацій E _b ×10 ⁴ , МПа
Б1.1	99x201	3,08 (2Ø14)	530	630	1.9	27,5	3.5	2.94
Б1.2	100x201							
Бп3.7-0.9	101x200							
Бп3.8-0.9	101x200							
Бп4.3-0.9	99x201							
Бп4.4-0.9	99x199							

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ НЕПІДСИЛЕНИХ БАЛОК НА ЗГИН

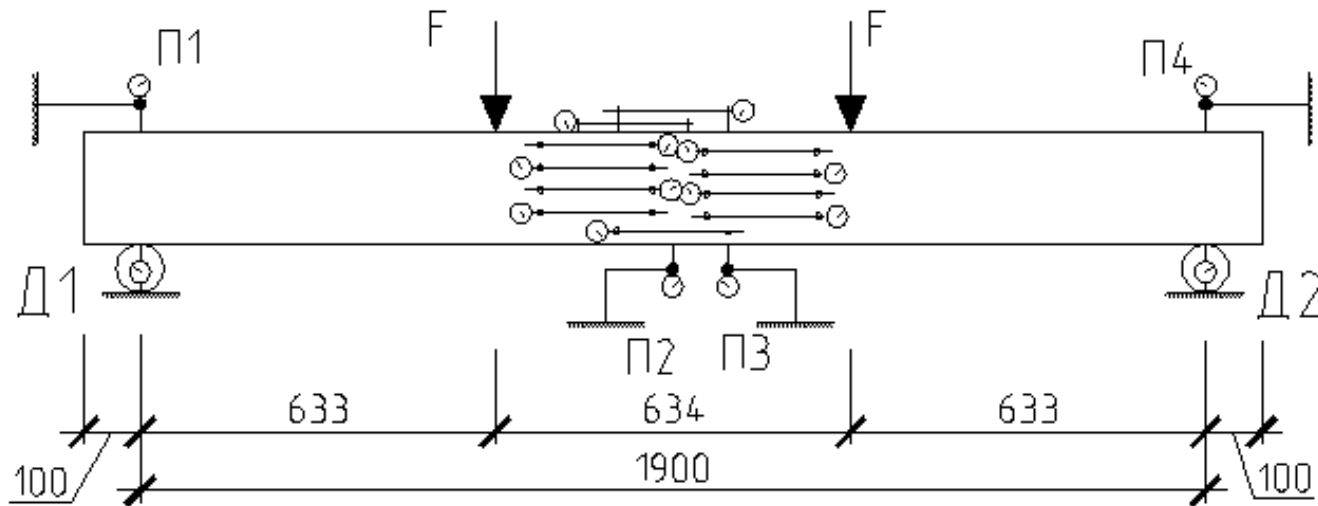
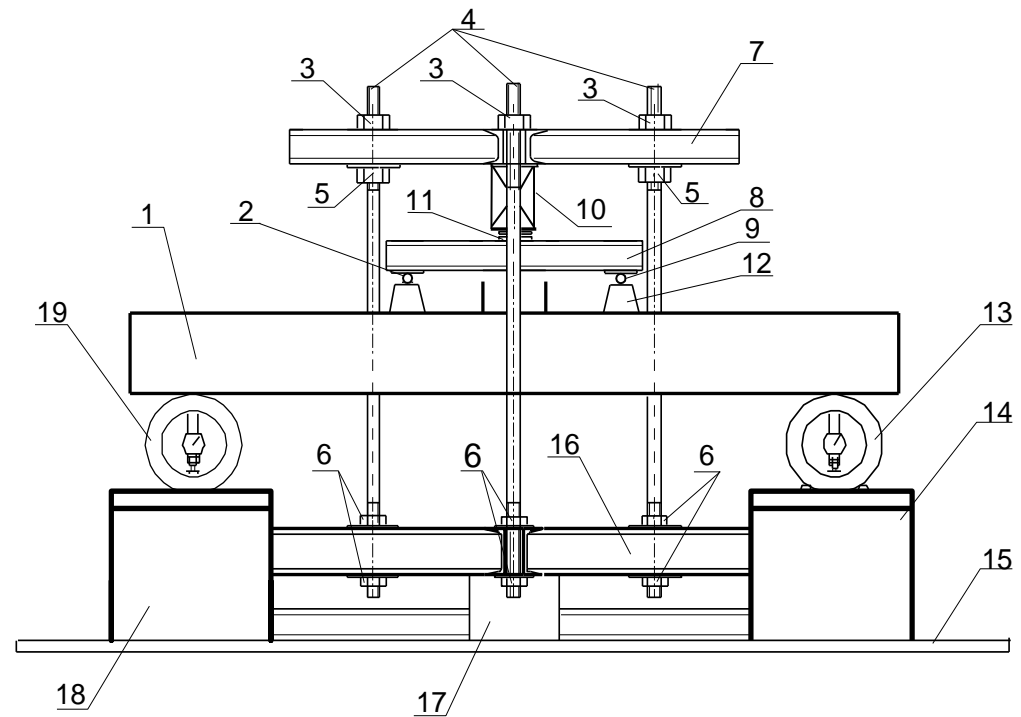
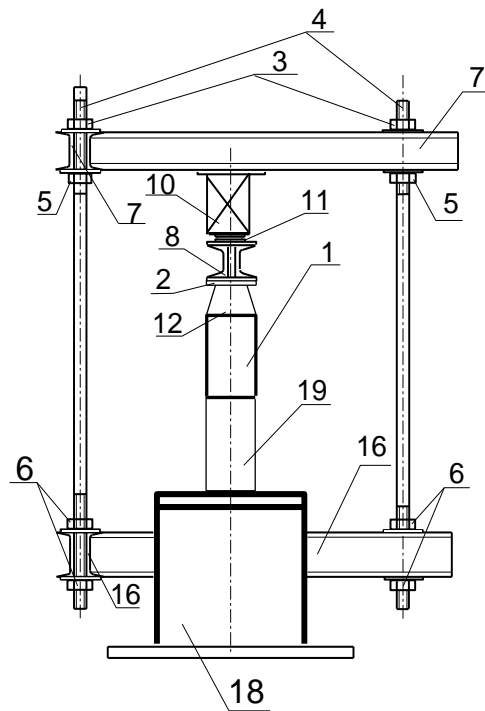


Схема розташування приладів при навантаженні балки до певного проектного рівня



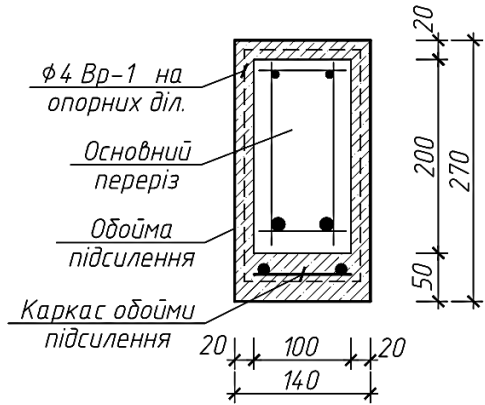
СХЕМА СИЛОВОГО СТЕНДУ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ БАЛОК



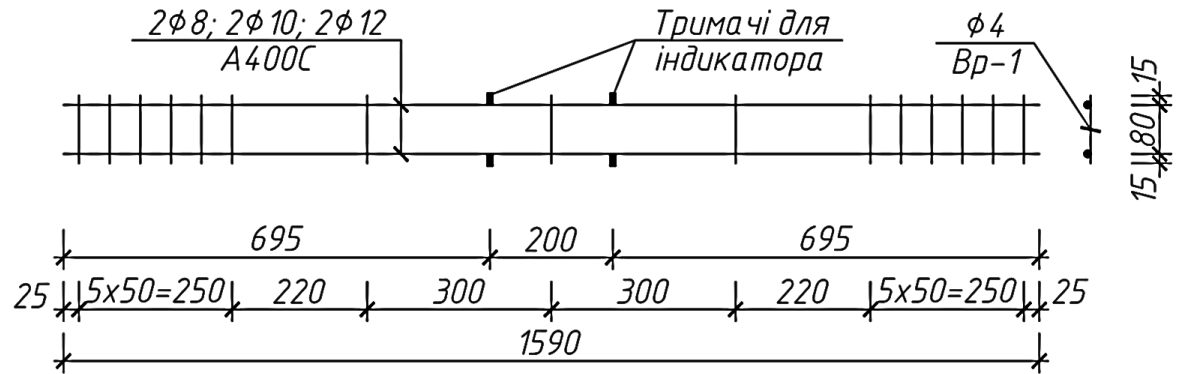
1 – балка, що випробовується; 2, 9 – шарнірно нерухома і рухома опори для передачі навантаження; 3 – навантажувальні гайки; 4 – вертикальні тяги; 5, 6 – конструктивні гайки; 7 – завантажувальна траверса; 8 – розподільча траверса; 10 – гідравлічний домкрат (або пружина); 11 – кульовий шарнір; 12 – опорний башмак рухомого шарніра; 13, 19 – динамометри з мікроіндикаторами (нерухомий і рухомий); 14, 18 – опори стенда; 15 – силова підлога; 16, 17 – силова траверса.

ПРОЕКТНІ РОЗМІРИ ЕЛЕМЕНТІВ ПІДСИЛЕННЯ

Проектні розміри обойми



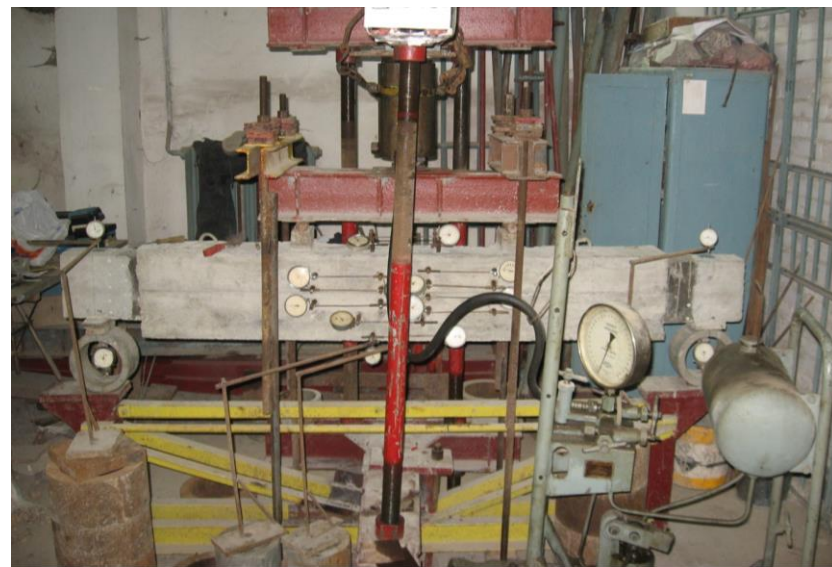
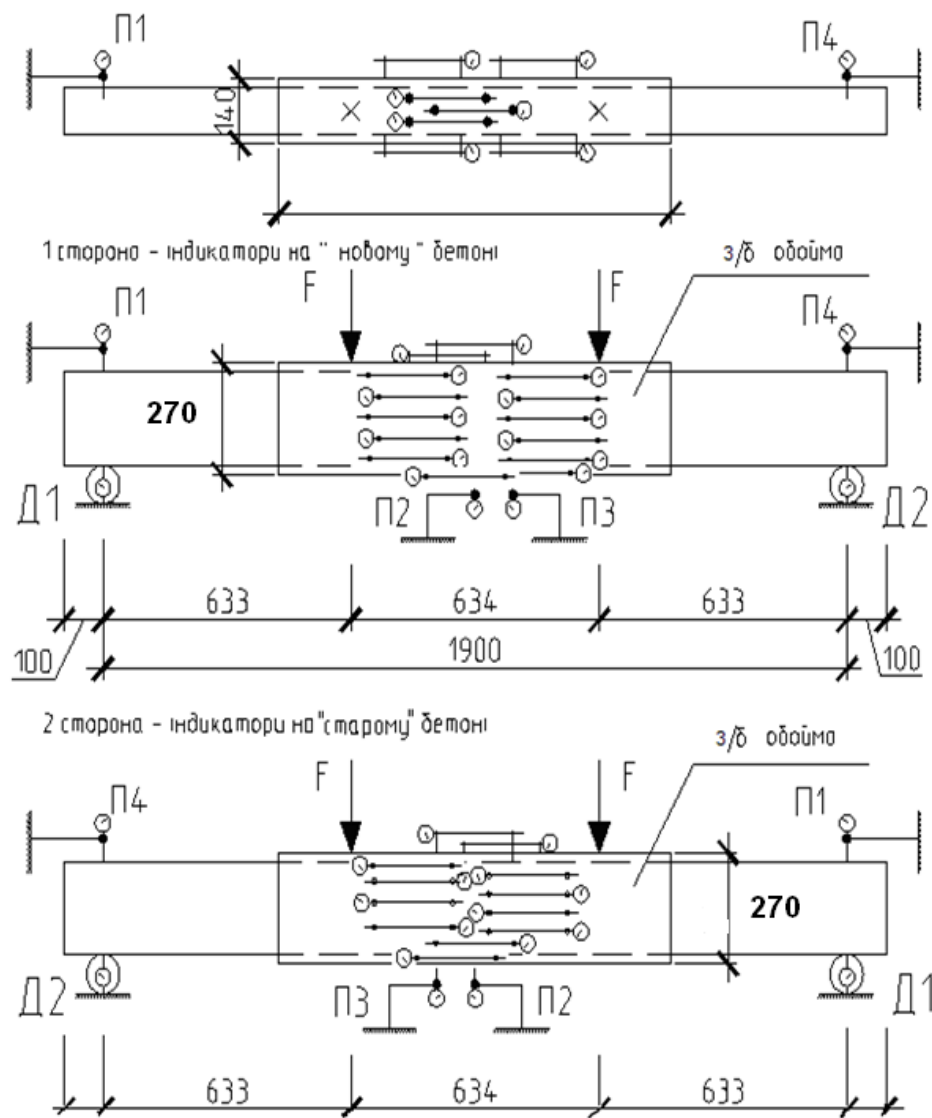
Каркас обойми



МЕТОДИКА ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК ПІД НАВАНТАЖЕННЯМ ВЛАШТУВАННЯМ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ОБОЙМИ



МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОТКОЧАСНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ НА ЗГИН ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ ПРИ ДІЇ НАВАНТАЖЕННЯ



Розміщення вимірювальних приладів на експериментальних балках і схема прикладання навантаження до підсиленних балок

ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛІВ ПІДСИЛЕНИХ БАЛОК

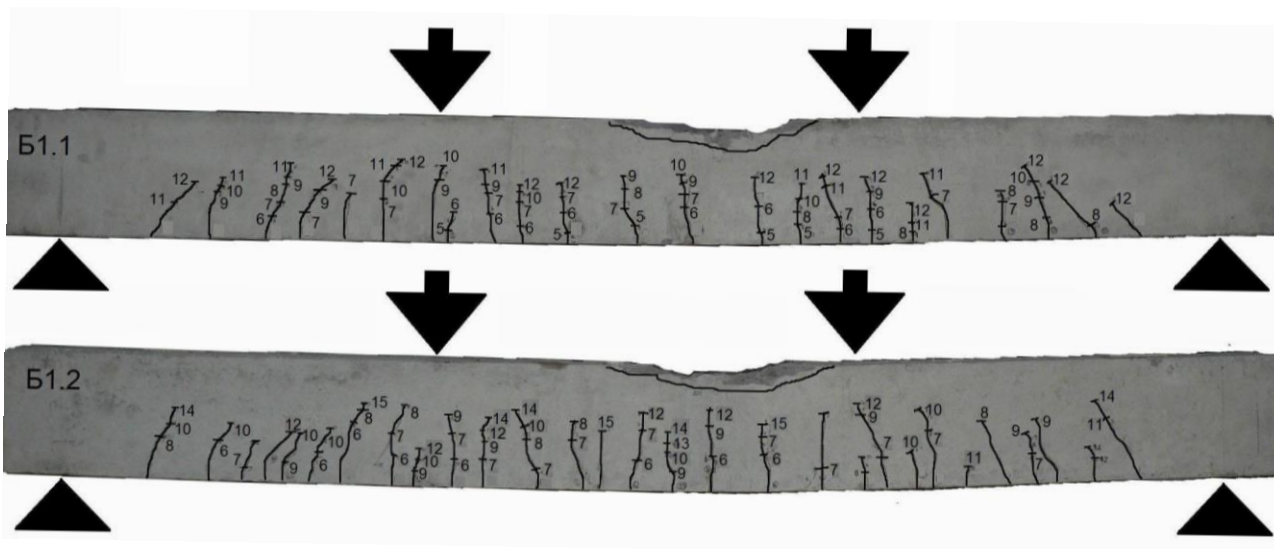
Серія	Шифр балок	Переріз підсилених балок $b_{ad} \times h_{ad}$, мм	Арматура додаткового перерізу				Бетон додаткового перерізу		
			Площа перерізу $m^2 \times 10^{-4}$ (\varnothing мм)	Межа текучості f_y , МПа	Межа міцності σ_u , МПа	Модуль пружності, $E_s \times 10^{-5}$ МПа	Призмova міцність $f_{c, prism}$, МПа	Міцність на розтяг f_{ct} , МПа	Модуль деформацій $E_c \times 10^{-4}$, МПа
III	Бп-3.7-0,9	145x272	1,57 (2 \varnothing 10)	480	555	2,1	37,5	3,9	3,06
	Бп-3.8-0,9	145x277							
VI	Бп-4.3-0,9	142x272	2,26 (2 \varnothing 12)	480	564	2,1	40,5	4,0	3,46
	Бп-4.4-0,9	146x275							



МІЦНІСТЬ ТА ДЕФОРМАТИВНІСТЬ НЕПІДСИЛЕНИХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ БАЛОК

Серія	Шифр балки	Величина згинальних моментів, кН·м		$M = M_{u0}^{exp}$				$\frac{f_{max}^{exp}}{L}$	$\frac{w_k}{w_{max}^{norm}}$
		Експериментальний		Експериментальні					
		Граничний (текучість арматури) M_{u0}^{exp}	Руйнівний M_{f0}^{exp}	арматура, $\varepsilon_{s2} \times 10^5$	бетон, $\varepsilon_{c(l)} \times 10^5$	прогини, f_{max}^{exp} , мм	тріщини, w_k , мм		
I	Б 1.1	23,6	26,51	286.5	-225.4	10.19	0.208	$\frac{1}{186}$	0.69
	Б 1.2	24,0	26,55	276.8	-224.9	10.11	0.185	$\frac{1}{188}$	0.62

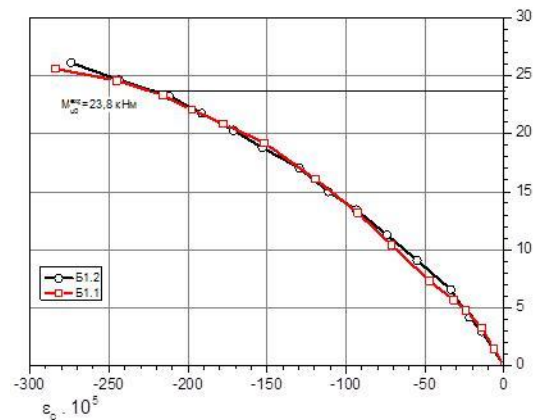
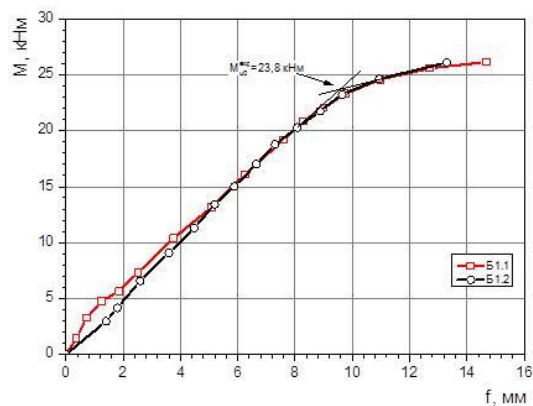
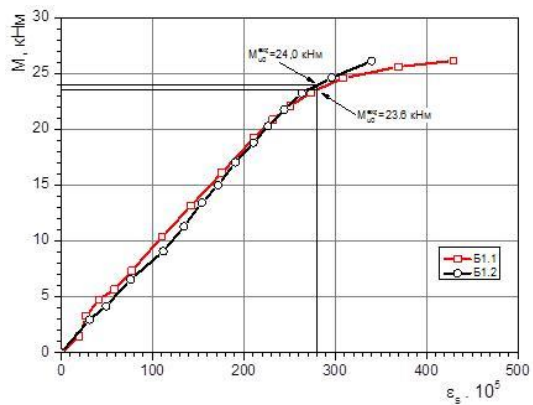
Характер руйнування балок Б 1.1, Б 1.2



деформації робочої арматури

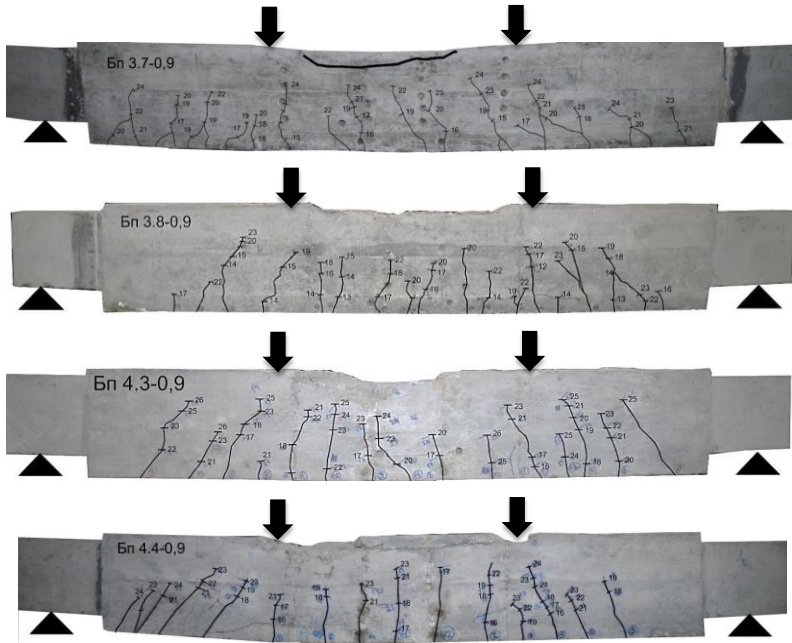
прогини балок

деформації стисненої грані бетону

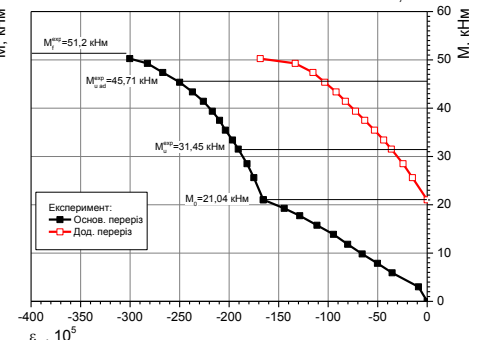
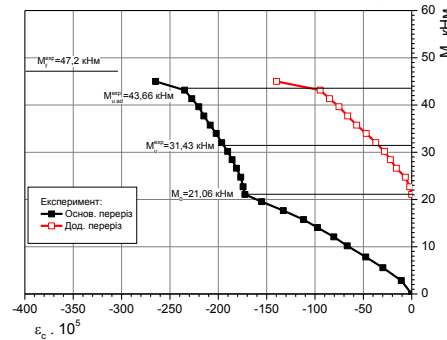
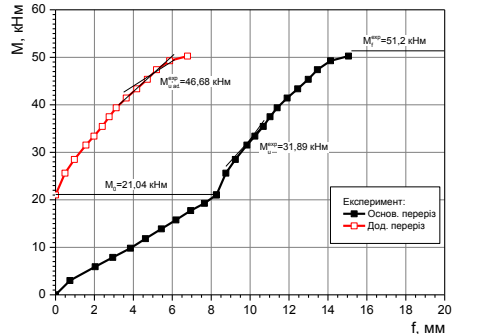
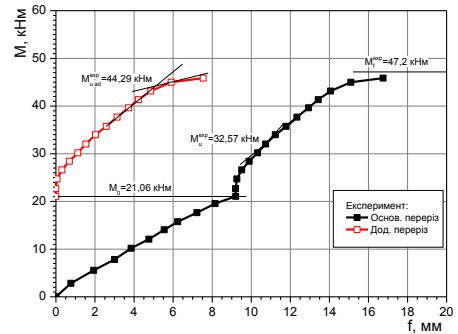
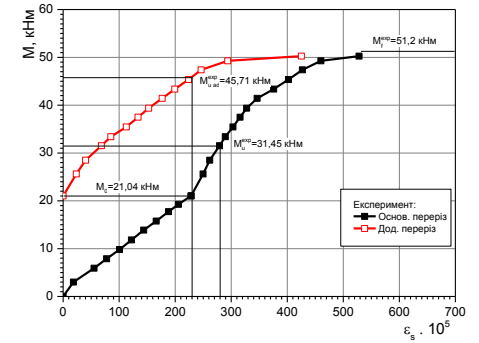
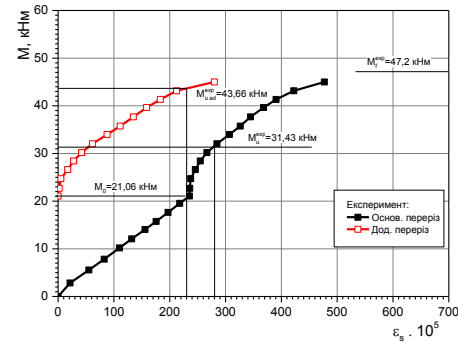


ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННОЮ ОБОЙМОЮ, ПРИ ДІЇ НАВАНТАЖЕННЯ

Характер руйнування балок



Характерні графіки деформації балок



**ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ
ЗАЛІЗОБЕТОННОЮ ОБОЙМОЮ, ПРИ ДІЇ НАВАНТАЖЕННЯ ГРАНИЧНОГО
РІВНЯ ПРИ $M = \max(M_u^{exp}, M_{u,ad}^{exp})$**

Серія	Шифр балки	$\max(M_u^{exp}, M_{u,ad}^{exp})$, кНм	$M = \max(M_u^{exp}, M_{u,ad}^{exp})$						$\frac{f_{max}^{exp}}{L}$	$\frac{W_k}{W_{max}^{norm}}$
			Експериментальні							
			арматура		бетон		проги ни f_{max}^{exp} мм	тріщин и. $W_{k,ad}$ мм		
			$\varepsilon_{s2} \times 10^5$	$\varepsilon_{s2.ad} \times 10^5$	$\varepsilon_{c(1)} \times 10^5$	$\varepsilon_{c(1).ad} \times 10^5$				
I I I	Бп 3.7- 0.9	43.66	437	230	-240.8	-105.6	14.28	0.295	$\frac{1}{133}$	0.74
	Бп 3.8- 0.9	45.71	405	230	-251.3	-104.8	13.07	0.225	$\frac{1}{145}$	0.56
I V	Бп 4.3- 0.9	49.17	424.6	230	-225.8	-92.5	13.4	0.206	$\frac{1}{142}$	0,52
	Бп 4.4- 0.9	51.34	400.8	214.3	-253.8	-84.8	14.75	0.152	$\frac{1}{129}$	0,38

ДОДАТКОВІ РОЗДІЛИ

- 1. Організаційно-економічна частина** складається з кошторису на влаштування підсилення залізобетонних балок залізобетонною обіймою.
- 2. В спеціальній частині** представлений кошторис на заміну залізобетонних балок та порівняння з кошторисом на підсилення залізобетонних балок залізобетонною обіймою.
- 3. В розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** показано перелік нормативних документів у галузі охорони праці, безпека праці в лабораторії та при арматурних і бетонних роботах. Наведені заходи запобігання надзвичайних ситуацій і захист людей.
- 4. Розділ «Екологія»** складається з опису забруднень довкілля, що виникають на підприємствах які виробляють залізобетонні конструкції, і представлені заходи із зменшення забруднення довкілля.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз літературних джерел показує, що різними авторами виконано значну кількість експериментальних та теоретичних досліджень підсилення залізобетонних конструкцій.
2. Підсилення згинаних елементів за рахунок влаштування залізобетонної обойми є одним із способів підсилення, що дозволяє збільшити несучу здатність перерізу і при цьому відновити переріз конструкції при її пошкодженні, приховати надмірне розкриття тріщин.
3. Методика експериментальних досліджень дозволила дослідити параметри напружено-деформованого стану підсиленої конструкції на усіх етапах випробувань та дозволила отримати реальні дані про вплив на роботу залізобетонних балок граничного рівня навантаження при підсиленні.
4. Проведені експериментальні дослідження III та IV серій балок, підсиленних залізобетонною обоймою при дії навантаження граничного рівня на згин короткочасним навантаженням. Отримані результати досліджень деформативності бетону і арматури як основного так і додаткового перерізів.
5. За отриманими експериментальними даними побудовані графіки залежності деформацій арматури, прогинів і деформацій стисненої грані бетону від згинального моменту. За графіками визначені граничні моменти, при яких стержні робочої або додаткової арматури досягають межі текучості.
6. Вивчено вплив дії навантаження граничного рівня при підсиленні балок залізобетонною обоймою з різним додатковим армуванням. Абсолютні величини прогинів підсиленних балок при дії моменту по текучості арматури основного перерізу не перевищували нормативні ($f^{\text{exp}} / L = 1/202 \dots 1/188$). Абсолютні величини прогинів підсиленних балок при дії граничного моменту по текучості арматури як основного так і додаткового перерізів перевищували нормативні. Граничного прогину ($\frac{f}{L} = \frac{1}{150} L$) підсилені конструкції набували при $M = 0.84 \dots 0.89 \cdot \max(M_u^{\text{exp}}, M_{u,\text{ad}}^{\text{exp}})$. При цьому ширина розкриття тріщин при цьому у всіх зразків знаходиться у межах допустимих значень – 0,15...0,3 мм.