

ТЕХНІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ
TECHNICAL INSPECTION OF REINFORCED CONCRETE
STRUCTURES

Бондарський О.Г., к.т.н., доцент, Дробишинець С.Я., к.т.н., доцент, Лучинець С.А., інженер, Ротко С.В., к.т.н., доцент, Ужегова О.А., к.т.н., доцент (Луцький національний технічний університет)

Bondarskyi O.G., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Drobysynets S.Y. Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Luchynets S.A., Engineer, Rotko S.V., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Uzhehova O.A., Ph.D. in Engineering, Associate Professor(Lutsk National Technical University)

Подано інформацію про обстеження демонтованих конструкцій залізобетонного каркасу. Наведені результати візуального огляду. Описано дефекти, виявлені під час візуального та інструментального обстежень. Проаналізовано технічний стан залізобетонних конструкцій. Запропоновано заходи для відновлення технічних характеристик обстежених конструкцій.

With the help of non-destructive testing devices, on-site inspections of prefabricated reinforced concrete frame structures, which were in operation, were performed to establish their reliability and suitability for further use in new construction. At the same time, verification calculations of the bearing capacity of the examined structures were performed. A detailed survey of building structures was performed: columns, covering beams, and covering slabs.

Survey work was carried out by the construction research laboratory at the Department of Construction and Civil Engineering of the Lutsk National Technical University.

As a result of the technical inspection, it was established that a long period of operation of the structures, adverse environmental effects, and violations of technology during dismantling and transportation led to several damages and defects of individual structural elements, which worsened their technical condition.

When performing a technical inspection of precast concrete structures (14 columns of the 2K48-3m2 brand, according to the type of series 1.423-3 v.1 with a cross-section of 300×400 mm; 50 columns of the brand 2K60-4M2 according to the type of series 1.423-3 v.1 with a cross-section of 400×400 mm 26 columns of the 5K60-5M2 type series 1.423-3 v.1 with a section of 400×400 mm, 32 cover beams with parallel belts of the 3BSO 12-A IV series type 1.462.1-1/81, L=12000mm; 13 girder covering beams of the

BDR-18-2 A IV type of series 1.462.1-1/80, L=18000mm; 196 ribbed covering slabs of the PG3 A IV brand, type series 1.465, with dimensions of 6000×3000 mm) showed chipping of concrete, minor potholes that are the result of dismantling and transportation works, partial exposure of structural reinforcement, its corrosion and corrosion of embedded parts. The condition of all structures is satisfactory - category "2". It is recommended to eliminate defects, and bring structures to a normal state - category "1", for which measures should be provided:

- *mechanical separation of the exfoliated protective layer of concrete from structural and working reinforcement;*
- *cleaning of the corrosion layer from structural fittings, and embedded parts by mechanical and chemical methods;*
- *performance of anti-corrosion protection of fittings and embedded parts with Ceresit CD 30;*
- *restoration of the protective layer of structural reinforcement with fine-grained concrete, concrete class $C \geq 30$, (for columns $C \geq 25$), Ceresit CD 26, Ceresit CD 21.*

When carrying out measures to eliminate defects of prefabricated reinforced concrete structures - covering slabs, columns, covering beams, these structures are suitable for use in new construction and further operation.

Ключові слова: обстеження, залізобетонні конструкції, дефекти.

Keywords: survey, reinforced concrete structures, defects.

Залізобетон можна вважати чи не найдовговічнішим штучним будівельним матеріалом. Конструкції із залізобетону служать довго, не потребують особливого догляду за час експлуатації, а в разі демонтажу можуть бути використані повторно. Демонтаж будівельних конструкцій тепер не рідкість – багато підприємств минулого століття стали вже нерентабельними, їх технології застаріли як морально, так і фізично, а от залізобетонні конструкції каркасу промислових будівель не втратили своїх якостей і можуть далі використовуватись. Перед тим, як дати шанс на «друге життя» цим конструкціям, доводиться обстежувати їх на предмет експлуатаційної придатності, несучої здатності, деформативності, міцності бетону, ступеню фактичного зносу, можливості подальшої їх експлуатації тощо. Висновок про можливість та доцільність повторного обстеження конструкцій можна зробити за результатами натурального обстеження і лабораторного визначення міцнісних характеристик бетону й арматури, розрахунку фактичної тримкої здатності елементів. Для цього проводиться візуальне обстеження конструкції, виконуються обміри, фіксуються наявні дефекти та пошкодження, здійснюються інструментальні дослідження та випробування.

Неруйнівні методи визначення міцності бетону були відомі ще з середини минулого століття, про них йдеться у працях вчених Г.М. Гладишева, І.А. Диковського, А.М. Зінкевича, А.І. Кравцова,

М.Ю. Ліщинського, М.А. Новгородського, Б.Г. Скрамтаєвої, С.М. Соколова, І.М. Рабиновича та інших. Технічному обстеженню будівельних конструкцій, оцінці їх технічного стану, залишковому ресурсу будівель, споруд та їх елементів присвячені роботи вчених Т.Н. Азізова, Є.М. Бабича, З.Я. Бліхарського, О.І. Голоднова, Р.І. Кінаша, Є.В. Клименка, В.А. Пашинського, С.Ф. Пічугіна, О.В. Семка, Л.І. Стороженка, О.В. Шимановського, В.С. Шмуклера та інших.

Мінімально допустимі значення контрольованих параметрів встановлюють за результатами розрахунків досліджуваних будівельних конструкцій методами опору матеріалів і будівельної механіки для визначення тримкої здатності та порівняння їх з найбільшим чинним зусиллям:

$$F_{cr} [x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)] > F, \quad (1)$$

де $F_{cr} [x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)]$ – функція тримкої здатності, тут $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$ – параметри поперечного перерізу, характеристики міцності, деформацій як функції в часі; F – величина найбільшого чинного зусилля, визначена розрахунками.

Напружено-деформівний стан, тримку здатність, деформації, тріщиностійкість обстежуваних залізобетонних конструкцій виконують згідно з ДБН В.2.6-98:2009.

За допомогою приладів неруйнівного контролю виконувались натурні обстеження збірних конструкцій залізобетонного каркасу, які були в експлуатації, для встановлення їх надійності та придатності до подальшого використання у новому будівництві. Разом з тим, виконано перевірочні розрахунки тримкої здатності обстежуваних конструкцій. Виконано детальне обстеження будівельних конструкцій: колон, балок покриття, плит покриття, фото деяких з них наведені на рис.1, 2.



Рис. 1. Елементи каркасу в стадії демонтажу

Роботи з обстеження виконувались науково-дослідною будівельною лабораторією при кафедрі будівництва та цивільної інженерії Луцького національного технічного університету (свідоцтво про атестацію № 106-04/2020 від 16 грудня 2020 р.). В результаті виконання робіт з технічного обстеження було встановлено, що тривалий період експлуатації конструкцій, несприятливий вплив навколишнього середовища, порушення технології при демонтажі та транспортуванні привели до ряду пошкоджень і дефектів окремих конструктивних елементів, які погіршили їх технічний стан:

- збірні залізобетонні колони марки 2К48-3М2, серії 1.423.1-3, перерізом 300×400 мм, колони марки 2К60-4м2, 5К60-5м2, серії 1.423.1-3, перерізом 400×400 мм мають сколювання бетону; незначні вибоїни, які є результатом проведення демонтажних і транспортних робіт; часткове оголення конструктивної арматури, її корозію та корозію закладних деталей (рис. 1);

- збірні залізобетонні балки покриття, марки ЗБСО 12-АІV, серії 1.462.1-1/81, L=12,0 м, залізобетонні балки покриття, марки БДР-18-2-АІV, серії 1.462.1-3/80, L=18,0 м мають сколювання бетону; вибоїни; місцями поздовжні та поперечні тріщини захисного шару бетону, шириною розкриття 1-1,5 мм; оголення і корозію конструктивної арматури; недостатню товщину захисного шару бетону верхнього поясу, торцевих стінок, поздовжніх стінок приопорних зон балок; корозію закладних деталей (рис. 2, б, в, г, д, е);

- збірні залізобетонні плити покриття, марки ПГЗ А ІV, серії 1.465, розмірами 6000×3000×300 мм, мають сколювання бетону; відшарування захисного шару бетону конструктивної арматури; оголення і корозію конструктивної арматури; недостатню товщину захисного шару конструктивної арматури поздовжніх ребер, окремими місцями поперечних торцевих ребер; корозію закладних деталей (рис. 2, а). Додатковою причиною такого технічного стану деяких конструкцій є недотримання технології при виготовленні збірних залізобетонних елементів – не витримана товщина захисного шару бетону для конструктивної арматури.

При виконанні робіт з інженерно-технічного обстеження проведено інструментальне дослідження неруйнівними методами фізико-механічних властивостей бетону збірних залізобетонних ребристих плит покриття, колон, балок покриття. Міцність бетону конструкцій визначали методом пружного відскоку за [4], використовували еталонний молоток Кашкарова, склерометр Шмідта. Товщина захисного шару бетону, діаметр робочої арматури та її розташування встановлювались магнітним методом за [3], використовували прилад ИЗС-10Н.

Для опрацювання результатів методів неруйнівного контролю з визначення міцності бетону застосовувались методи математичної статистики, що дало змогу адекватно оцінити отримані дані для визначення технічного стану залізобетонних конструкцій.



а



б



в



г



д



е

Рис. 2. Демонтовані залізобетонні конструкції, які були обстежені

При цьому для кожної групи однотипних конструкцій визначали середнє значення міцності бетону:

$$f_{cm} = \frac{1}{\sum n} (n_1 f_{c1} + n_2 f_{c2} + \dots + n_n f_{cn}). \quad (2)$$

Середнє квадратичне відхилення обчислювали за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} [(f_{c1} - f_{cm})^2 + (f_{c2} - f_{cm})^2 + \dots + (f_{cn} - f_{cm})^2]}. \quad (3)$$

За отриманими даними визначали характеристичне значення міцності бетону

$$C = f_{cm} - \chi \sigma, \quad (4)$$

що відповідає найменшому контрольному значенню із достовірною імовірністю 0,95. Ця величина була базовою для встановлення класу бетону за міцністю на осьовий стиск. При цьому, згідно норм, коефіцієнт достовірності приймався $\chi = 1,64$.

Результати визначення міцності бетону одного типу з досліджених конструкцій балок двосхилих гратчастих марки БДР-18-2 А ІV по типу серії 1.462.1-1/80, L=18000мм методом ударного імпульсу за [4] наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Визначення фізико-механічних характеристик бетону балок двосхилих неруйнівними методами

№ з/п	Номер за специфікацією на прироб'єктному складі	Молоток Кашкарова				Склерометр Шмідта				
		Відбитки еталонного молотка Кашкарова			Сер. міцн., МПа, кгс/см ²	Клас бетону	Показ за шкалою приладу, од.	Середній показ для конструкцій, од.	Показ міцності за номограмою, МПа, кгс/см ²	Клас бетону
		d бет., мм	d ел., мм	$n = \frac{\sum d \text{ бет}}{\sum d \text{ ел}}$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7	3,9	3,1				42			
		3,7	2,9				41			
		3,6	2,7	1,25	41,9	C25/30	43		43,1	C25/30
		3,7	2,9		427		42	42,4	440	
		3,8	3,0				44			
2	11	3,7	2,7				44			
		3,6	2,9				41			
		3,8	2,9	1,27	41,0	C25/30	43		44,1	C30/35
		3,8	3,9		417		42	42,8	450	
		3,5	2,9				44			
3	5	3,6	2,8				42			
		3,7	2,9				44			
		3,6	2,7	1,26	41,9	C25/30	42		44,3	C30/35
		3,9	3,1		427		44	43,1	452	
		3,5	2,7				43			

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	12	4,0	3,0				42			
		3,6	2,9				44			
		3,8	3,1	1,26	41,9	C25/30	42		43,5	C25/30
		3,8	3,1		427		43	42,6	444	
		3,9	3,0				42			
5	1	3,5	2,6				43			
		3,9	3,1				42			
		3,8	3,1	1,26	41,9	C25/30	41	41,8	42,7	C25/30
		3,6	2,9		427		41		435	
		3,7	3,0				42			
6	4	3,7	2,7				44			
		3,6	2,9				41			
		3,8	2,9	1,27	41,0	C25/30	43	42,8	44,1	C30/35
		3,8	3,9		417		42		450	
		3,5	2,9				44			
7	10	3,9	3,1				42			
		3,7	2,9				41			
		3,6	2,7	1,26	41,9	C25/30	43	42,4	43,1	C25/30
		3,7	3,0		427		42		440	
		3,8	3,0				44			
8	2	3,5	2,6				43			
		3,9	3,1				42			
		3,8	3,1	1,26	41,9	C25/30	41	41,8	42,7	C25/30
		3,6	2,9		427		41		435	
		3,7	3,0				42			
9	13	3,9	3,0				42			
		3,7	2,9				42			
		3,7	2,7	1,26	41,9	C25/30	44	42,4	43,1	C25/30
		3,6	3,0		427		41		440	
		3,8	3,1				43			
10	3	3,7	2,9				44			
		3,8	2,9				43			
		3,6	2,7	1,27	41,0	C25/30	41	42,8	44,1	C30/35
		3,8	3,9		417		44		450	
		3,5	2,9				42			
11	6	3,4	2,7				44			
		3,3	2,6				42			
		3,5	2,8	1,26	42,4	C25/30	43	42,6	43,4	C25/30
		3,7	2,9		432		41		443	
		3,5	2,8				43			
12	9	4,0	3,2				43			
		3,6	2,8				44			
		3,8	3,1	1,27	41,9	C25/30	42	42,6	43,5	C25/30
		3,8	3,0		427		43		444	
		3,9	3,0				42			

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	8	3,5	2,7				43			
		3,9	3,1				42			
		3,8	3,1	1,26	41,7	C25/30	41	41,9	42,7	C25/30
		3,6	2,9		425		41		435	
		3,7	3,0				42			
Усереднена міцність бетону балок покриття: $f_{cm} = 41,71 \text{ МПа}$							$f_{cm} = 43,42 \text{ МПа}$			
Коефіцієнт достовірності: $\beta = 1,64$							$\beta = 1,64$			
Середнє квадратичне відхилення: $\sigma = 0,44 \text{ МПа}$							$\sigma = 0,89 \text{ МПа}$			
Характеристична міцність бетону: $C = f_{cm} - \beta \cdot \sigma = 41,00 \text{ МПа}$ (418,08 кгс/см ²)							$C = f_{cm} - \beta \cdot \sigma = 41,87 \text{ МПа}$ (426,96 кгс/см ²)			
C25/30							C25/30			

Результати досліджень збірних залізобетонних конструкцій (14 колон марки 2К48-3м2 по типу серії 1.423-3 в.1 перерізом 300×400 мм; 50 колон марки 2К60-4М2 по типу серії 1.423-3 в.1 перерізом 400×400 мм; 26 колон марки 5К60-5М2 по типу серії 1.423-3 в.1 перерізом 400×400 мм; 32 балки покриття з паралельними поясами марки ЗБСО 12-А IV по типу серії 1.462.1-1/81, L=12000мм; 13 балок покриття двохстихих ґратчастих марки БДР-18-2 А IV по типу серії 1.462.1-1/80, L=18000мм; 196 ребристих плит покриття, марки ПГЗ А IV по типу серії 1.465 розмірами 6000×3000мм) відображені в таблицях звіту.

Аналізуючи результати інструментальних випробувань, досліджень і розрахунків фізико-механічних характеристик бетону збірних залізобетонних конструкцій (плит покриття, колон, балок покриття), визначених випробуваннями неруйнівними методами за допомогою молотка Кашкарова, склерометра Шмідта АТ241/Е клас N, незважаючи на наявність дефектів, відображених у таблицях звіту, клас і марка бетону відповідають вимогам типових серій періоду їх виготовлення: колони – серія 1.423.1-3/88; балки покриття – серія 1.462-1/81, 1.462.1-3/80; плити покриття – серія 1.465-7.

Висновки та рекомендації

1. При виконанні технічного обстеження збірних залізобетонних колон марки 2К48-3м2, серії 1.423.1-3/88 перерізом 300×400 мм, виявлено сколювання бетону, незначні вибоїни, які є результатом проведення демонтажних і транспортних робіт, часткове оголення конструктивної арматури, її корозії та корозії закладних деталей. Стан конструкцій задовільний – категорія «2». Рекомендовано при виконанні будівельно-монтажних робіт ліквідувати дефекти, довести конструкції до нормального стану – категорія «1», передбачити заходи:

- відокремлення відшарованого захисного шару бетону від конструктивної і робочої арматури механічним способом;
- очищення шару корозії з конструктивної арматури, закладних деталей механічним і хімічним способами;
- виконання антикорозійного захисту арматури та закладних деталей засобом Ceresit CD 30;
- відновлення захисного шару конструктивної арматури дрібнозернистим бетоном, клас бетону $C_{\geq 25}$, Ceresit CD 26, Ceresit CD 21;

2. При виконанні технічного обстеження збірних залізобетонних колон марки 2К60-4м2, серії 1.423.1-3/88, перерізом 400×400 мм, колон марки 5К60-5м2, серії 1.423.1-3/88, перерізом 400×400 мм виявлено сколювання бетону, незначні вибоїни, які є результатом проведення демонтажних і транспортних робіт, часткове оголення конструктивної арматури, її корозії та корозії закладних деталей. Стан конструкцій задовільний – категорія «2». Рекомендовано при виконанні будівельно-монтажних робіт ліквідувати дефекти, довести конструкції до нормального стану – категорія «1», передбачити заходи:

- відокремлення відшарованого захисного шару бетону від конструктивної і робочої арматури механічним способом;
- очищення шару корозії із конструктивної арматури, закладних деталей механічним і хімічним способами;
- виконання антикорозійного захисту арматури та закладних деталей засобом Ceresit CD 30;
- відновлення захисного шару конструктивної арматури дрібнозернистим бетоном, клас бетону $C_{\geq 25}$, Ceresit CD 26, Ceresit CD 21.

3. При проведенні технічного обстеження збірних залізобетонних балок покриття, марки ЗБСО12-А IV, серії 1.462.1-1/81, L=12,0 м, виявлено сколювання бетону, вибоїни, місцями поздовжні, поперечні тріщини захисного шару бетону шириною розкриття 1-1,5 мм, оголення і корозію конструктивної арматури, недостатню товщину захисного шару бетону верхнього поясу, торцевих стінок, поздовжніх стінок приопорних зон балок, корозію закладних деталей. Стан конструкцій задовільний – категорія «2». Рекомендовано при виконанні будівельно-монтажних робіт ліквідувати дефекти, довести конструкції до нормального стану – категорія «1», передбачити заходи:

- звільнення арматури від пошкодженого корозією бетону поверхні верхнього поясу та бокових стінок балок механічним способом;
- очищення конструктивної арматури від шару корозії механічним і хімічним способами;
- виконання антикорозійного захисту арматури, Ceresit CD 30;

- відновлення захисного шару арматури з дрібнозернистого бетону, клас бетону $C \geq 30$, Ceresit CD 26, Ceresit CD 21.

4. При проведенні технічного обстеження збірних залізобетонних балок покриття, марки БДР-18-2-АІV, серії 1.462.1-3/80, $L=18,0$ м, виявлено сколювання бетону, вибоїни, місцями поздовжні, поперечні тріщини захисного шару бетону шириною розкриття 1-1,5 мм, оголення і корозію конструктивної арматури, недостатню товщину захисного шару бетону верхнього поясу, торцевих стінок, поздовжніх стінок приопорних зон балок, корозію закладних деталей. Стан конструкцій задовільний – категорія «2». Рекомендовано при виконанні будівельно-монтажних робіт ліквідувати дефекти, довести конструкції до нормального стану – категорія «1», передбачити заходи:

- звільнення арматури від пошкодженого корозією бетону поверхні верхнього поясу та бокових стінок балок механічним способом;
- очищення конструктивної арматури від шару корозії механічним і хімічним способами;
- виконання антикорозійного захисту арматури, Ceresit CD 30;
- відновлення захисного шару арматури з дрібнозернистого бетону, клас бетону $C \geq 30$, Ceresit CD 26, Ceresit CD 21.

5. Технічним обстеженням збірних залізобетонних плит покриття, марки ПГЗ А ІV, серії 1.465, розмірами $6000 \times 3000 \times 300$ мм, виявлено сколювання бетону, відшарування захисного шару бетону конструктивної арматури, оголення і корозію конструктивної арматури, недостатню товщину захисного шару конструктивної арматури поздовжніх ребер, окремими місцями – поперечних торцевих ребер, корозію закладних деталей. Стан конструкцій задовільний – категорія «2». Рекомендовано при виконанні будівельно-монтажних робіт ліквідувати дефекти, довести конструкції до нормального стану – категорія «1», передбачити заходи:

- звільнення арматури від пошкодженого корозією бетону поверхнь плит покриття механічним способом;
- очищення механічним і хімічним способами ділянок залізобетонних поверхнь із корозією арматури та металевих закладних деталей;
- виконання антикорозійного захисту арматури, закладних деталей, Ceresit CD 30;
- відновлення захисного шару конструктивної арматури дрібнозернистим бетоном (наповнювач – крупнозернистий промитий кварцовий пісок), клас бетону $C \geq 30$ товщиною ≥ 10 мм, Ceresit CD 26, Ceresit CD 21.

При виконанні заходів із ліквідації дефектів збірних залізобетонних конструкцій – плит покриття, колон, балок покриття, ці конструкції придатні для використання у новому будівництві і подальшої експлуатації.

References

1. DSTU-N B V.1.2-18:2016. Nastanova shchodo obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia ta otsinky yikh tekhnichnogo stanu. 2. DBN V.1.2-14-2009. Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh ob'ektiv. Zahalni pryntsypy nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel, sporud, budivelnykh konstrukttsii ta osnov. 3. DSTU B V.2.6-4-95. Mahnitnyi metod vyznachennia tovshchyny zakhysnogo шару бетону і розташування арматури. 4. DSTU B V.2.7-220:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. 5. DSTU B V.2.7-224:2009. Бетони. Правила контролю міцності. 6. DSTU B V.2.7-226:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності. 7. Drobyshtynets S. Ya., Kysliuk D. Ya., Talakh L. O., Uzhehov S. O., Uzhehova O. A. Obstezhennia monolitnogo zalizobetonnoho perekryttia z trishchynamy // Resursoekonomni materialy, konstrukttsii, budivli ta sporudy: zb. nauk. prats – Rivne: NUVHP, 2021. Vyp. 40. – S.242-250. 8. Rotko S.V., Uzhehova O.A., Pasichnyk R.V., Hontar V.O. Tekhnichne obstezhennia konstrukttsii tekhpiddillia adminbudivli u m. Lutsku // Suchasni tekhnologii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi: zb. nauk. prats – Lutsk: LNTU, 2022. – Vyp. 17. – S.120-130. 9. Yasnii P.V. Doslidzhennia mitsnosti betonu neruiniivnymi metodamy kontroliu / P.V. Yasnii, O.P. Kononchuk, O.M. Yakubyshtyn // Resursoekonomni materialy, konstrukttsii, budivli ta sporudy: zb. nauk. pr. – Rivne: NUVHP, 2016. – Vyp. 32. – S. 296 – 303. 10. <https://lntu.edu.ua/uk/naukovo-doslidna-budivelna-laboratoriya>

Література

1. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настамова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. 2. ДБН В.1.2-14-2009. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. 3. ДСТУ Б В.2.6-4-95. Магнітний метод визначення товщини захисного шару бетону і розташування арматури. 4. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. 5. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Бетони. Правила контролю міцності. 6. ДСТУ Б В.2.7-226:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності. 7. Дробишинець С.Я., Кислюк Д.Я., Талах Л.О., Ужegov С.О., Ужегова О.А. Обстеження монолітного залізобетонного перекриття з тріщинами // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць – Рівне: НУВГП, 2021. Вип. 40. – С.242-250. 8. Ротко С.В., Ужегова О.А., Пасичник Р.В., Гонтар В.О. Технічне обстеження конструкцій техпідпілля адмінбудівлі у м. Луцьку // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. праць – Луцьк: ЛНТУ, 2022. – Вип. 17. – С.120-130. 9. Ясній П.В. Дослідження міцності бетону неруйнівними методами контролю / П.В. Ясній, О.П. Конончук, О.М. Якубишин // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2016. – Вип. 32. – С. 296 – 303. 10. <https://lntu.edu.ua/uk/naukovo-doslidna-budivelna-laboratoriya>