

ФАКТИЧНА МІЦНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ПРИ ЇХ БУДІВНИЦТВІ ТА В СТАДІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Москаліна І.М., Лашенко Ю.М., Москаліна В.І., Клименко А.О.

Запорізьке відділення ДП "Державний
науково-дослідний інститут будівельних конструкцій"
м. Запоріжжя, Україна

АНОТАЦІЯ: Узагальнено результати та досвід інструментального визначення міцності бетону конструкцій будівель та споруд.

АННОТАЦИЯ: Обобщены результаты и опыт инструментального определения прочности бетона конструкцией зданий и сооружений.

ABSTRACT: The results and experiment of instrumental determination of concrete strength of the structure of buildings and facilities were summarized.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: бетон, інструментальні випробування, міцність.

ВСТУП

Для забезпечення безпеки експлуатації та надійності будівель та споруд важливим фактором є фактична міцність матеріалу несучих конструкцій.

Найбільш поширеним в сучасний період є використання при будівництві різних видів бетону та залізобетону. Діючими будівельними стандартами [1 - 5] регламентуються правила визначення та контролю міцності бетону:

- випробування бетону конструкцій ультразвуковим або механічним методами безпосередньо на об'єкті [2, 3];

- випробування зразків бетону, виготовлених з бетону при будівництві або відібраних безпосередньо з конструкцій об'єкта [4,5].

В даній роботі наведений багаторічний досвід Запорізького відділення НДІБК у визначенні фактичної міцності бетону в будівлях та спорудах в стадіях їх будівництва, експлуатації та реконструкції.

ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТИЧНОЇ МІЦНОСТІ БЕТОНУ ВИБІРКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ В СТАДІЇ БУДІВНИЦТВА ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ПО ВУЛ. РЕЛЬЄФНА, 8 В М. ЗАПОРІЖЖЯ

Житловий комплекс включає дві будівлі: дев'ятиповерхова з трьох блок-секцій; шістнадцятиповерхова з двох блок-секцій.

Конструктивна схема будівель – несучий каркас із колон, діафрагм та міжповерхових безбалкових перекриттів із монолітного залізобетону.

Клас міцності бетону по проекту житлового комплексу передбачений:

- по дев'ятиповерховій будівлі: з першого по п'ятий поверхи – клас С25, з шостого по дев'ятий поверхи – клас С15;

- по шістнадцятиповерховій будівлі: з першого по п'ятий поверхи – клас С30, з шостого по тринадцятий поверхи – клас С25, з чотирнадцятого і до верху – клас С15.

В стадії будівництва житлового комплексу виконано контроль фактичної міцності та однорідності бетону вибіркових конструкцій. Визначення міцності бетону конструкцій на об'єкті виконувалось ультразвуковим методом з використанням ультразвукового приладу УК-14ПМ з пристроєм УПП з базою 118 мм [2].

Крім того в процесі бетонування конструкцій на об'єкті виконувалось бетонування серій контрольних кубиків з розмірами 100×100×100 мм. Виготовлені кубики випробувались на пресах експериментальної бази Запорізького відділення ДП НДІБК згідно з [4]. При цьому також проводились випробування кубиків ультразвуковим методом для побудови градуальної залежності для визначення міцності бетону в конструкціях.

Отримані результати визначення фактичної міцності бетону вибіркових конструкцій четвертого та восьмого поверхів житлового комплексу приведені в табл. 1.

Приведені в табл. 1 мінімальна, максимальна та середня величини міцності бетону визначались за результатами серій випробувань бетону на вибіркових ділянках конструкцій. Кількість випробувань дозволила отримати забезпеченість фактичної міцності бетону конструкцій не менше 0,95.

Встановлено, що розкид величин фактичної міцності бетону конструкцій першого поверху на час його випробування склав: по дев'ятиповерховій будівлі – від 24,8 до 34,8 МПа; по шістнадцятиповерховій будівлі – від 22,8 до 29,1 МПа.

Таблиця 1

Результати інструментального визначення фактичної міцності бетону
вибіркових конструкцій в стадії будівництва житлового комплексу
по вул. Рельєфна, 8 в м. Запоріжжя

Поверх	Будівля (секція)	Конст- рукція	Фактична міцність бетону, МПа					
			на об'єкті			контрольні кубики		
			мін.	макс.	серед.	мін.	макс.	серед.
4	Дев'яти- поверхова (2.1)	Колони, ДЖ	23,9	32,0	29,8	17,5	23,0	20,3
		Перек- риття	28,1	28,5	28,3	16,5	21,3	18,9
	Дев'яти- поверхова (2.2)	Колони, ДЖ	29,0	35,2	30,9	21,0	22,5	21,8
		Перек- риття	23,3	31,1	27,2	16,0	19,8	17,9
	Дев'яти- поверхова (2.3)	Колони, ДЖ	18,2	32,7	30,4	21,8	25,0	23,4
		Перек- риття	31,0	40,0	36,7	18,8	21,3	20,1
	Шістнадця- типоверхова	Колони, ДЖ	20,1	31,8	27,4	24,3	27,8	26,1
		Перек- риття	-	31,8	31,8	19,5	26,5	23,0
8	Дев'яти- поверхова (2.1)	Колони, ДЖ	18,9	23,2	19,7	18,8	19,5	19,2
		Перек- риття	18,7	23,5	23,1	12,5	16,5	14,5
	Дев'яти- поверхова (2.2)	Колони, ДЖ	18,7	25,1	21,9	12,3	14,5	13,4
		Перек- риття	20,4	28,3	24,4	12,5	13,5	13,0
	Дев'яти- поверхова (2.3)	Колони, ДЖ	20,9	24,5	21,8	12,0	14,5	13,3
		Перек- риття	19,7	31,0	25,4	14,8	16,5	15,7
	Шістнадця- типоверхова	Колони, ДЖ	17,4	22,7	19,6	18,8	21,3	20,1
		Перек- риття	22,6	24,2	23,4	18,3	21,3	19,8

Розкид величин фактичної міцності бетону конструкцій другого поверху склав: по дев'ятиповерховій будівлі – від 13,5 до 29,3 МПа; по шістнадцятиповерховій будівлі – від 20,4 до 36,3 МПа.

Розкид величин фактичної міцності бетону конструкцій третього поверху склав: по дев'ятиповерховій будівлі – від 22,9 до 31,3 МПа; по шістнадцятиповерховій будівлі – від 27,8 до 33,8 МПа.

В цілому величини фактичної міцності бетону за результатами випробування контрольних кубиків трохи нижче величин випробування міцності бетону в конструкціях через неідентичні умови укладання та ущільнення бетону в опалубку конструктивних елементів та в форми контрольних кубиків, а також неідентичні умови твердіння бетону в конструкціях та в формах контрольних кубиків.

16-ПОВЕРХОВИЙ ЖИТЛОВИЙ КОМПЛЕКС ПО ВУЛ. БОРОДИНСЬКА – ПРОВ. ЗОРЯНИЙ В М. ЗАПОРІЖЖЯ

Житловий комплекс складається з трьох секцій. Довжина кожної секції 44,4 м; ширина 21,9 м. Конструктивна схема будівлі комплексу – каркас, виконаний з монолітного залізобетону, який включає: несучі колони, безбалкові плити перекриття, діафрагми.

На стадії будівництва комплексу визначена фактична міцність бетону вибіркових несучих конструкцій. Програма визначення фактичної міцності бетону включала: випробування конструкцій об'єкту ультразвуковим та механічним методами [2, 3]; відбір зразків (кernів) бетону з масивних конструкцій з послідуочим їх випробуванням на гідравлічному пресі [4, 5].

Оцінка фактичної міцності бетону на стиск плити ростверку у верхній зоні виконана механічним методом неруйнівного контролю відриву зі сколюванням відповідно до [3] за допомогою приладу ГПНВ-5 та анкерного пристрою типу П. Фактичні величини міцності бетону на стиск в місцях випробування верху ростверку склали від 16 до 21 МПа.

Ультразвукові випробування бетону конструкцій на об'єкті виконувалися за допомогою приладу УК-14ПМ з пристроєм УПП з базою вимірів 118 мм. Ультразвуковий метод застосовувався відповідно до [2].

Методом вибурювання були відібрані проби бетону у вигляді циліндрів (кernів) діаметром 100 мм з плити ростверку і конструкцій підвалу. З відібраних циліндрів були виготовлені контрольні зразки бетону для випробування згідно [4]. Контрольні зразки були випробувані із застосуванням ультразвукового приладу УК-14ПМ методом наскрізного прозвучування та були випробувані на стиск до повного руйнування на гідравлічному пресі ПГ-125. Результати випробування контрольних зразків приведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати випробування контрольних зразків бетону, виготовлених з кернів, які відібрані з плити ростверку та конструкцій підвалу житлового комплексу по вул. Бородинська – пров. Зоряний

Ділянка випробування		Конструкція	Щільність бетону, кг/м ³	Міцність бетону, МПа		Середня міцність бетону, МПа
ряд	ось			УК-14ПМ	Зразок бетону	
К-Л	22-23	Плита	2506	-	17,5	17,5
И-К	12-14	Плита	2532	-	19,6	19,6
К-Л	4-5	Плита	2624	-	17,5	17,5
Р-С	12-13	Плита	2506	-	17,5	17,5
У-Ф	12-13	Плита	2460	-	25,0	25,0
М-Н	23	Діафрагма	2516	21,3	21,8	21,6
Д-Ж	23	Діафрагма	2493	19,0	18,8	18,9
Н	13-14	Діафрагма	2467	22,6	22,6	22,6
Л	12-14	Діафрагма	2533	21,8	20,7	21,3
Д-Ж	2	Діафрагма	2589	19,4	20,0	19,7
Р-С	5-6	Діафрагма	2457	19,6	19,6	19,6
Р	2-3	Діафрагма	2481	25,4	25,9	25,7
У	7-10	Діафрагма	2457	23,7	24,6	24,2
Т	6	Плита	2449	-	19,1	19,1
Т	18	Плита	2427	-	16,6	16,6
С-Т	11	Діафрагма	2387	-	13,7	13,7
Д	17-18	Плита	2413	-	12,1	12,1
Д	7-9	Плита	2555	-	22,4	22,4
Д-Ж	1	Плита	2537	-	22,7	22,7
Н	1	Плита	2540	-	21,2	21,2
Р-С	19-20	Плита	2415	-	13,5	13,5
Г	7	Колона	-	22,1	-	22,1
Ж	16	Колона	-	21,8	-	21,8
К	24	Колона	-	19,2	-	19,2
Т	6	Колона	-	22,8	-	22,8
Т	19	Колона	-	23,2	-	23,2

Розкид величин фактичної міцності бетону на стиск на ділянках відбору проб бетону і випробування конструкцій склала:

- по плиті ростверку – від 12,1 до 25,0 МПа, середня величина міцності бетону становить 18,7 МПа, розмах величин міцності бетону становить від -35,5% до +33,3%;

- по діафрагмам – від 13,7 до 25,9 МПа, середня величина міцності бетону становить 21,6 МПа, розмах величин міцності бетону становить від -13% до +20%;

- по колонам – від 19,2 до 23,6 МПа, середня величина міцності бетону становить 22,1 МПа, розмах величин міцності бетону становить від -13% до +6,8%.

Відповідно до [7] встановлено, що клас міцності бетону на стиск становить: по плиті ростверку ~С14; по діафрагмам жорсткості ~С17; по колонам ~С17.

Фактичні величини міцності бетону в відповідних місцях надані проектувальникам для оцінки напружено-деформованого стану ділянок несучих конструкцій і розробці заходів щодо продовження будівництва житлового комплексу.

ГІДРОАГРЕГАТИ №№ 4, 5, 6, 8 ФІЛІЇ "ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКА ГЕС" ВАТ "УКРГІДРОЕНЕРГО"

При реконструкції гідроагрегатів №4, 5, 6, 8 на Філії "Дніпродзержинська ГЕС" виконувалися роботи з виїмки частини масиву бетону з камери робочого колеса. Виїмка бетону виконувалася гідроімпульсним методом. Для продовження робіт з реконструкції гідроагрегатів виконана оцінка якості бетону, що залишився після розбирання частини бетону вищевказаним методом (рис. 1).



Рис. 1. Загальний вигляд гідроагрегату і штраби після виїмки бетону в період реконструкції

Дослідження масиву бетону камери робочого колеса на ділянці штраби після виїмки бетону здійснювалося із застосуванням ультразвукового приладу УК-14ПМ [2] і механічного приладу для визначення міцності бетону ГПНВ-5 [3]. Вимірювання виконувалися в вибіркових місцях без видимих поверхневих тріщин. За середнє арифметичне значення приймалося середнє всіх вимірювань часу УЗК в кожному місці.

Результати випробування бетону приведені в табл. 3.

Таблиця 3

Результати випробування бетону гідроагрегатів Філії
"Дніпродзержинська ГЕС"

Ділянка	Міцність бетону, МПа							
	Гідроагрегат №4		Гідроагрегат №5		Гідроагрегат №6		Гідроагрегат №8	
	УК-14ПМ	ГПНВ-5	УК-14ПМ	ГПНВ-5	УК-14ПМ	ГПНВ-5	УК-14ПМ	ГПНВ-5
1	35,8	42,0	30,8	35,6	32,2	33,0	26,3	42,5
		43,5	32,5	31,2	28,3	31,7	37,6	39,9
2	38,0	42,0	36,0	32,7	26,0	28,5	36,8	44,0
		49,0	38,0	38,5	29,6	26,4	40,3	43,4
3	36,7	43,2	33,0	40,1	30,0	33,5	24,5	44,0
		45,6	32,0	37,8	30,3	31,7	26,3	45,0
4	43,0	42,0	36,1	40,5	25,0	26,4	31,9	37,5
		42,6	35,8	34,9	25,1	25,5	31,8	41,6
5	43,4	42,0	35,6	35,6	30,1	28,7	35,0	43,4
		44,4	32,7	37,1	27,8	27,8	21,0	43,5
6	47,0	49,2	30,9	33,4	28,0	33,0	35,5	26,7
		45,3	33,0	39,3	32,0	33,0	37,3	31,8
7	43,4	45,6	32,9	37,8	30,3	31,4	37,6	40,3
		43,5	30,9	31,2	28,3	30,7	35,0	31,4
8	30,6	27,3	37,3	34,1	29,9	33,7	24,0	32,3
		34,1	37,0	38,5	28,0	32,1	31,6	31,7
серед.	39,7	42,6	34,1	36,1	28,8	30,4	32,0	38,9

ВИСНОВОК

Використання комплексних інструментальних випробувань несучих конструкцій будівель та споруд при їх обстеженні забезпечує отримання

достовірних фактичних величин міцності бетону конструкції з забезпеченістю значень міцності 0,95.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бетони. Правила контролю міцності: ДСТУ Б В.2.7-224:2009. – [Чинний від 2010-09-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – IV, 23 с. – (Державний стандарт України).
2. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності: ДСТУ Б В.2.7-226:2009. - [Чинний від 2010-09-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – IV, 22 с. – (Державний стандарт України).
3. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю: ДСТУ Б В.2.7-220:2009. - [Чинний від 2010-09-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – IV, 20 с. – (Державний стандарт України).
4. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками: ДСТУ Б В.2.7-214:2009. - [Чинний від 2010-09-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – IV, 36 с. – (Державний стандарт України).
5. Бетони. Методи визначення міцності за зразками, відібраними з конструкцій: ДСТУ Б В.2.7-223:2009. - [Чинний від 2010-09-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – IV, 12 с. – (Державний стандарт України).
6. Руководство по определению и оценке прочности бетона в конструкциях зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1979 г.
7. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009. - - [Чинні від 2011-06-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2011. - 70 с. – (Будівельні норми України).

REFERENCES

1. DSTU B V.2.7-224:2009. Betony. Pravyla kontrolju micnosti. Minrehionbud Ukraïny, Kyïv, 2010. – 23 s.
2. DSTU B V.2.7-226:2009. Betony. Ultrazvukovyj metod vyznačennja micnosti/ Minrehionbud Ukraïny, Kyïv, 2010. – 27 s.
3. DSTU B V.2.7-220:2009. Betony. Vyznačennja micnosti mechaničnymy metodamy nerujnivnoho kontrolju. Minrehionbud Ukraïny, Kyïv, 2010. – 20 s.
4. DSTU B V.2.7-214:2009. Betony. Metody vyznačennja micnosti za kontrolnymy zrazkamy/ Minrehionbud Ukraïny, Kyïv, 2010. – 43 s.
5. DSTU B V.2.7-223:2009. Betony. Metody vyznačennja micnosti za zrazkamy, vidibranyy z konstrukcij. Minrehionbud Ukraïny, Kyïv, 2010. – 12s.
6. Rukovodstvo po opredeleniju y ocenke pročnomy betona v konstrukcyjach zdanyj y sooruzenyj. – М.: Strojyzdat, 1979 h.
7. DBN V.2.6-98:2009. Konstrukcii budynkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstrukcii. Osnovni položennja. Minrehionbud Ukraïny, Kyïv, 2011. – 71 s.

Стаття надійшла до редакції 11.08.2016 р.