

УДК 624.012.26

**ВЕЛИЧИНА ВМІСТУ АРМАТУРИ У БЕТОНІ МОНОЛІТНИХ
КОНСТРУКЦІЙ**

**ВЕЛИЧИНА СОДЕРЖАНИЯ АРМАТУРЫ В БЕТОНЕ МОНОЛИТНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ**

**VALUE OF REINFORCEMENT IN CONCRETE MONOLITHIC
STRUCTURES**

Скорук Л.М. к.т.н., доц. (Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ)

Скорук Л.Н. к.т.н., доц. (Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев)

Skoruk L.M., candidate of technical sciences, docent (Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv)

Проведений аналіз та наведені величини вмісту арматури у бетоні монолітних конструкцій в залежності від різних вихідних даних.

Произведен анализ и приведены величины содержания арматуры в бетоне монолитных конструкций в зависимости от разных исходных данных.

The analysis shows the values and content of reinforcement in concrete monolithic structures depending on different source data.

Ключові слова:

Арматура, бетон, вміст арматури у бетоні.

Арматура, бетон, содержание арматуры в бетоне.

Reinforcement, concrete, reinforcement in concrete content.

У теперішній час монолітний залізобетон набув великого розповсюдження та застосування (довільна форма виробів, вільність планувальних рішень тощо) у порівнянні із збірним залізобетоном (обмежена номенклатура збірних виробів та проліт). В той же час збірні вироби пройшли апробацію часом стосовно надійності та довговічності і їх армування є оптимальним з точки зору «матеріал-вартість конструкції». У монолітних же конструкціях величина арматури у більшості випадків є змінною та залежить від багатьох вихідних факторів (геологія, тип фундаменту, навантаження, геометрія будівлі та ін.).



Це потрібно розуміти при проектуванні монолітних конструкцій та не йти на поводу у різних провідисвітів (далеких від інженерної справи), які хочуть в першу чергу оптимізувати свої фінансові витрати.

Як відомо, щоб забезпечити необхідну міцність і стійкість будівлі або споруди, необхідно провести відповідні розрахунки та підібрати необхідну кількість арматури для сприйняття діючих навантажень. При цьому у конструкціях повинні бути дотримані вимоги як 1-ої групи (міцність, стійкість) так і 2-ї групи (прогини, ширина розкриття тріщин) граничних станів.

В практиці проектування сформувався певний умовний параметр по якому можна оцінити витрати металу у конструкції – вміст арматури у бетоні (як правило, беруть вагу всієї арматури у конструкції – поздовжньої і поперечної – та ділять на об'єм її бетону – $\text{кг}/\text{м}^3$).

При цьому у діючих будівельних нормах [1-3] такий параметр геть відсутній і він ніяким чином не регламентується. В зазначених нормативах зазначається лише дотримання у перерізі конструкції наявності мінімального відсотка арматури від площі бетону ($\text{min } 0,05 - 0,25 \%$) та опосередковано рекомендований оптимальний відсоток армування у конструкціях на рівні приблизно 3 % (знову ж таки, відгук оптимізації для збірних конструкцій).

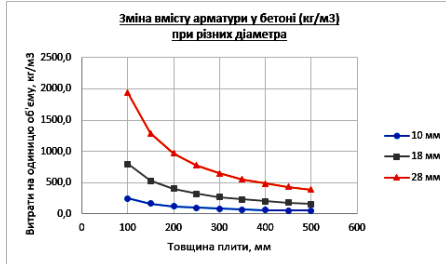
У якійсь мірі величину вмісту арматури у конструкціях можна зустріти у деяких кошторисних нормативах [4, 5]. Там величина арматури у бетоні знаходиться в межах $190-200 \text{ кг}/\text{м}^3$ (знову ж таки без прив'язки до різних мінливих вихідних даних).

Для оцінки величини вмісту арматури у бетоні монолітних конструкцій проведемо невеликий чисельний експеримент. Візьмемо для прикладу фрагмент плити розмірами у плані $1,0 \times 1,0 \text{ м}$ з двома арматурними сітками біля кожної грані, що мають крок стержнів $100 \times 100 \text{ мм}$ та прослідкуємо зміну вмісту арматури у бетоні в залежності від зміни деяких вихідних параметрів – товщини плити та діаметру арматури (рис. 1).

Як видно з наведених вище даних, навіть при «ідеальних умовах» проектування (відсутність поперечної арматури, додаткового армування, різних елементів локального підсилення тощо) величина вмісту арматури, наприклад, для елемента товщиною 200 мм з розміщеною у ньому арматурою із двох сіток діаметром 10 мм складає $123,2 \text{ кг}/\text{м}^3$. При наявності ж різних додаткових факторів сумарний вміст арматури у бетоні буде різко зростати.

а)

Товщина плити, мм	Вміст арматури у бетоні (кг/м ³) при різних діаметрах арматури		
	10 мм	18 мм	28 мм
100	246,5	799,1	1933,6
150	164,3	532,8	1289,1
200	123,2	399,6	966,8
250	98,6	319,7	773,4
300	82,2	266,4	644,5
350	70,4	228,3	552,5
400	61,6	199,8	483,4
450	54,8	177,6	429,7
500	49,3	159,8	386,7



б)

Діаметр ар-ри, мм	Вміст арматури у бетоні (кг/м ³) при різних товщинах плит		
	100 мм	300 мм	500 мм
10	246,5	82,2	49,3
12	355,1	118,4	71,0
14	483,2	161,1	96,6
16	631,5	210,5	126,3
18	799,1	266,4	159,8
20	986,6	328,9	197,3
22	1193,5	397,8	238,7
25	1541,4	513,8	308,3
28	1933,6	644,5	386,7

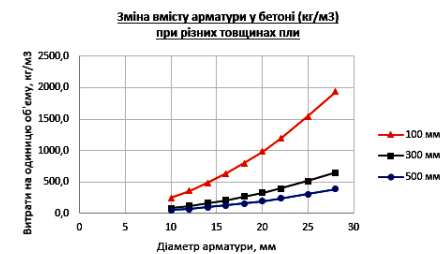


Рис. 1. Вміст арматури у бетоні (кг/м³) для монолітного фрагменту 1 м² при різних вихідних даних

Фактори, які впливають на витрати бетону і арматури у конструкціях і будівлях наведено у табл. 1.

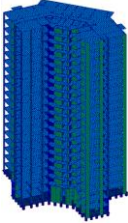
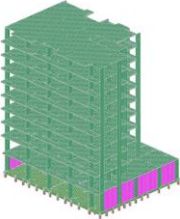
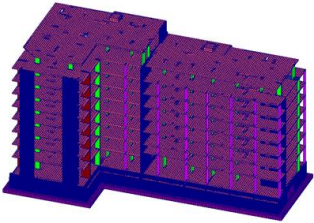
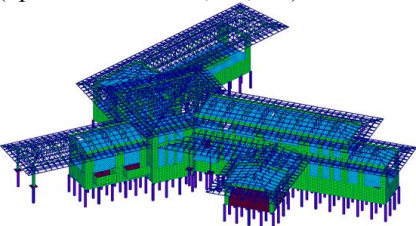
Таблиця 1

Фактори, які впливають на витрати бетону і арматури

Фактор	Наслідок
Інженерно-геологічні умови на майданчику	Тип фундаменту (пальовий, плитний, стрічковий)
Крок сітки несучих вертикальних елементів	Проліт плит, їх товщина (жорсткість)
Розміри перерізу колон/пілонів	Питома вага арматури у бетоні
Клас бетону і арматури	Витрати арматури у перерізі

Покажемо далі на різних типах реальних будівель і споруд на скільки мінливою може бути величина вмісту арматури у бетоні і як вона залежить від різних вихідних даних – типу фундаменту, кроку несучих вертикальних елементів, товщини елементів, поверховості будівлі, величини навантаження тощо (табл. 2).

Вміст арматури у бетоні для різних типів будівель

Тип будівлі	Елемент будівлі	Витрати, кг/м ³
а) 22-ти поверхова будівля на палях (крок колон/пілонів 6,0 м) 	Палі	64
	Фундаментна плита	392
	Верг. несучі ел-ти	263
	Плити перекриття	193
	Всього по будівлі:	212
б) 10-ти поверхова будівля на палях (крок пілонів 3,4-3,6 м) 	Палі	70
	Фундаментна плита	223
	Верг. несучі ел-ти	148
	Плити перекриття	129
	Всього по будівлі:	148
в) 9-ти, 8-ми поверхова будівля на плиті (крок пілонів 4,5-4,8 м) 	Фундаментна плита	238
	Верг. несучі ел-ти	126
	Плити перекриття	150
	Всього по будівлі:	175
г) 2-х поверхова будівля на палях (крок колон/стін 4,5-8,0 м) 	Палі	83
	Фундаментна плита	179
	Верг. несучі ел-ти	118
	Плити перекриття	170
	Всього по будівлі:	147

Більш точно вміст арматури у бетоні можна визначити за формулою:

$$C_a = \sum_{i=1}^{i=n} C_e \frac{\gamma_e}{100},$$

- де C_a – вміст арматури у бетоні для всієї будівлі, кг/м³;
 C_e – вміст арматури у бетоні для окремих конструктивних елементів (наприклад, фундаментна плита, плити перекриття и т.д.), кг/м³;
 γ_e – питома вага бетону окремих конструктивних елементів у загальному об'ємі бетону будівлі, %;
 n – загальна кількість конструктивних елементів будівлі.

Висновки:

1. Все зазначене вище дає підставу стверджувати, що вміст арматури у бетоні (кг/м³) для монолітних конструкцій не є величиною сталою і у великій мірі залежить від мінливих вихідних даних – типу фундаменту, кроку несучих вертикальних елементів, товщини елементів, поверховості будівлі, величини навантаження та багато інших факторів.
2. Величина вмісту арматури у бетоні конструкцій є суто індивідуальною характеристикою кожної конкретної конструкції та повинна базуватись і бути наслідком відповідних міцнісних розрахунків, а також відповідати конструктивним вимогам, які пред'являються до даного типу конструкції.

1. ДБН В.2.6.-98:2009. Конструкції будівель та споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. 2. ДСТУ Б В.2.6.-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. МІНРЕГІОНБУД УКРАЇНИ. К:2011 р. 3. EN 1992-1-1-2004: Eurocode 2: Design of concrete structures.-Part 1-1: General rules and rules for buildings. 4. ГЭСН 81-02-06-2001. 5. ФЕР 06-01-001-17.