

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання контрольної роботи

**з дисципліни «Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій»
для здобувачів
другого «магістр» рівня вищої освіти
спеціальності «Будівництво і цивільна інженерія»
за ОПП «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»**

Київ 2023

УДК 666.97
Т38

Укладачі: Є. М.Петрикова, канд.техн.наук, доцент
Н. О.Амеліна канд. техн. наук, доцент

Рецензент О. П. Константиновський, канд. техн. наук, доцент
Відповідальний за випуск В. І. Гоц, д-р техн. наук, професор

Видається в авторській редакції.

Затверджено на засіданні кафедри ТБКВ, протокол № 5 від 23.10.2023 р.

Є.М.Петрикова, Н.О. Амеліна,
Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни
«Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій»Методичні вказівки до
виконання проекту /Уклад.: Є.М.Петрикова, Н.О. Амеліна – К.: КНУБА, 2023.
– 22 с.

Викладено зміст контрольної роботи та методичні вказівки до її виконання.

Призначений для здобувачів другого «магістр» рівня вищої освіти спеціальності «Будівництво і цивільна інженерія» за ОПП «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

УДК 666.97

© Н.О. Амеліна, Є.М.Петрикова, 2025

© КНУБА, 2025

1. Вихідні данні і зміст роботи.

Вихідними даними для контрольної роботи є:

- вид базової залізобетонної конструкції;
- марка залізобетонного виробу;
- креслення залізобетонної конструкції та арматурних виробів до неї (або номер альбому робочих креслень);
- умови експлуатації залізобетонної конструкції.
- легкоукладальність бетонної суміші

Зміст роботи:

1. Характеристика базового виробу
2. Характеристика арматурних виробів для армування залізобетонної конструкції
 - 2.1. Специфікація арматурних виробів.
 - 2.2. Специфікація арматури.
 - 2.3. Визначення потреби в арматурних сталях на комплект арматурних виробів для армування базової конструкції.
3. Обґрунтування вибору сировинних матеріалів для виробництва бетонної суміші
4. Розрахунок складу бетонної суміші.
5. Характеристика сировинних матеріалів, напівфабрикатів і комплектувальних виробів

1. Характеристика базового виробу.

Наводяться вимоги до базової конструкції, в тому числі нормативні. Характеризуючи задану залізобетонну конструкцію необхідно визначити:

- функціональне призначення конструкції в будівлі (несуча, огорожуюча, ізолююча);
- експлуатаційні характеристики (несуча спроможність, тріщиностійкість, морозостійкість, тощо);
- маса і об'єм конструкції;
- вид і клас бетону;
- вимоги до відхилення фактичних розмірів конструкції від номінальних;
- вимоги до якості бетонних поверхонь і зовнішньому виду;
- інші характеристики.

Також необхідно відмітити особливості армування залізобетонної конструкції, а також виконати **креслення загального виду конструкцій в 2-3 проекціях з необхідними розмірами та з зазначенням геометричних розмірів.**

Характеристику виробу виконують в формі табл.1.1.

Таблиця 1.1

Характеристика _____

(вид і марка базової конструкції)

№ п/п	Найменування параметру	Одиниця виміру	Значення	Примітка
1	Геометричні розміри - довжина - ширина - висота (товщина)	мм мм мм		
2	Вид бетону			
3	Клас бетону	В або С		
4	Об'єм бетону	м ³		
5	Маса і кількість напружуваних арматурних елементів	шт./кг		
6	Маса і кількість не напружуваних арматурних елементів	шт./кг		
7	Маса виробу	т		

Примітка (по заповненню таблиці):

1. Геометричні розміри. Геометричні розміри заданого залізобетонного виробу беруть з креслень. Для деяких виробів можуть бути інші характеристики. Наприклад для ребристих плит додатково наводять товщину полиці, для колон наводять додатково розмір оголовка, для паль наводять також і довжину вістря, для труб наводиться довжина, діаметр труби (зовнішній) і товщина стінки.
У колонці «Примітка» даємо посилання на креслення виробу (наприклад Рис.1). Якщо в виробі присутні отвори, прорізи, ніши – необхідно вказати їх розмір і кількість.
2. Наводимо вид бетону – важкий або легкий. Для легкого бетону вказують його різновид (перлітобетон, керамзитобетон, аглопоритобетон тощо).
У випадку присутності в виробі шару розчину в колонці примітка вказуємо «+ розчин». І в нижчих рядках додатково наводимо його характеристики. (марка, об'єм, товщина).

3. Клас бетону. Наводимо клас бетону, який наведено в кресленнях заданого виробу. Клас наводимо в форматі B20 або C20/25.
У випадку присутності в конструкції шару розчину в колонці «Примітка» наводимо марку розчину.(наприклад M150).
4. Об'єм бетону. Об'єм бетону наведено в кресленнях заданого виробу.
У випадку присутності в виробі шару розчину в колонці «Примітка» вказуємо об'єм шару розчину і товщину його шару в мм.
5. Маса і кількість напружуваних елементів. Наводимо сумарну кількість всіх напружуваних елементів в виробі і їх сумарну масу. Для полегшення розрахунків спочатку виконують таблиці 1.2, 1.3 і 1.4. В примітці вказують діаметри і класи напружуваних елементів, та посилання на таблиці 1.2. і 1.3.
У випадку відсутності напружуваних елементів в залізобетонному виробі в колонці «значення» ставимо прочерк.
6. Маса і кількість не напружуваних елементів. Наводимо сумарну кількість всіх напружуваних елементів в виробі і їх сумарну масу. Для полегшення розрахунків спочатку виконують таблиці 1.2, 1.3 і 1.4. В примітці наводять посилання на таблиці 1.2. і 1.3.
7. Маса виробу. Масу виробу беруть з креслень заданої конструкції. У випадку відсутності таких даних виконуємо розрахунок – об'єм бетону на виріб множимо на 2400кг/м^3 . Звертаємо увагу на одиниці виміру.

Наводимо **вимоги нормативних документів до залізобетонного виробу**. При викладенні вимог до залізобетонних виробів наводимо номер діючого нормативного документу, якому повинен відповідати виріб. Вимоги наводимо на українській мові, текстом з абзацами, без нумерації пунктів. Об'єм матеріалу 2-3 сторінки тексту.

Інформація повинна включати функціональне призначення конструкції в будівлі (несуча, огорожуюча, ізолююча); експлуатаційні характеристики (несуча спроможність, тріщиностійкість, морозостійкість, якщо вони наведені в стандарті або на кресленнях); вимоги до відпускнуї і передавальної (якщо виріб напружений) міцності бетону; вимоги до відхилення фактичних розмірів конструкції від номінальних; вимоги до якості бетонних поверхонь і зовнішньому виду;

У випадку відсутності діючого нормативного документу на заданий залізобетонний виріб використовуємо ДСТУ Б В.2.6-2:2009 «Конструкції будинків і споруд. ВИРОБИ БЕТОННІ І ЗАЛІЗОБЕТОННІ Загальні технічні умови»

2. Характеристика арматурних виробів для армування залізобетонних конструкцій.

Характеристика арматурних виробів складається з специфікації арматурних виробів для даної залізобетонної конструкції і специфікації арматури.

При складанні специфікацій необхідно дотримуватись наступного порядку наведення арматурних виробів і закладних деталей:

- просторові каркаси,
- плоскі каркаси,
- арматурні сітки,
- окремі арматурні стержні, пучки, канати,
- закладні деталі.

2.1. В кресленнях заданого виробу (або в альбомі робочих креслень заданої залізобетонної конструкції) вибирають дані про види і кількість арматурних виробів, які входять до складу комплекту для армування заданої залізобетонної конструкції і складають таблицю специфікації арматурних виробів у формі табл.1.2

Таблиця 1.2

Специфікація арматурних виробів

№	Марка арматурного виробу	Найменування	Кількість, шт
1	2	3	4

2.2. Специфікацію арматури складають у формі табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Специфікація арматури

№ п/п	Марка арматур- ного виробу	Есіз	Номер позиції	Діаметр і клас арматури	Кількість елементів	Вибірка арматури				Загальна маса виробу, кг
						довжина		маса		
						елемента, мм	на виріб, м	елемента, кг	на виріб, кг	
Приклад										
1	С-16		1	4ВрІ	14	1170	16,38	0,11	1,54	2,89
			2	4ВрІ	13	560	7,28	0,05	0,65	
			3	3ВрІ	5	2650	13,25	0,14	0,7	
2	М-57		84	-80x8	1	100	0,1	0,5	0,5	1,83
			85	ø14A-III (A400)	2	550	1,1	0,665	1,33	
3	К2		1	8A400C	1	2660	2,66	1,05	1,05	2,02
			2	5ВрІ	1	2660	2,66	0,37	0,37	
			3	3ВрІ	15	280	4,2	0,048	0,6	
4	П-6		90	ø12A-I (A240)	1	930	0,93	0,83	0,83	1,45

У випадку, якщо в кресленнях арматурних виробів відсутня інформація про вагу елементів арматурних виробів виконуємо самостійно розрахунок. Для цього довжину стержня в метрах множимо на теоретичну масу 1 метра довжини елемента необхідного Вам діаметра. Сортамент арматурних сталей з необхідною інформацією наведено нижче:

Сортамент арматурних сталей

Сортамент стержнєвої арматурної сталі.

Номінальний діаметр, мм	Розрахункова площа поперечного перерізу, см ²	Теоретична маса 1 м довжини, кг	Номінальний діаметр, мм	Розрахункова площа поперечного перерізу, см ²	Теоретична маса 1 м довжини, кг
5,5	0,238	0,187	28	6,160	4,830
6,0	0,283	0,222	32	8,040	6,310
8,0	0,503	0,395	36	10,180	7,990
10	0,785	0,617	40	12,570	9,870
12	1,131	0,888	45	15,000	12,480
14	1,54	1,210	50	19,630	15,410
16	2,01	1,580	55	23,780	18,650
18	2,54	2,000	60	28,270	22,190
20	3,14	2,470	70	38,480	30,210
22	3,80	2,980	80	50,270	39,460
25	4,91	3,850			

Примітка. 1. За ДСТУ 3760 допускається виготовляти прокат проміжних розмірів із іншим періодичним профілем. При цьому граничні відхилення та показники геометричних розмірів профілю повинні задовольняти вимоги до профілів найближчого меншого номінального діаметра.

2. Густина сталі прийнята рівною 7,85 кг/дм³.

Сортамент дроту і дротяної арматури

Номінальний діаметр, мм	Розрахункова площа поперечного перерізу, см ²	Теоретична маса 1 м довжини, кг	Номінальний діаметр, мм	Розрахункова площа поперечного перерізу, см ²	Теоретична маса 1 м довжини, кг
<i>А. Арматурний дріт</i>					
3	0,071	0,056	6	0,283	0,222
4	0,126	0,099	7	0,385	0,302
5	0,196	0,154	8	0,503	0,395
<i>Б. Арматурні канати</i>					
К-7			К-19		
6	0,23	0,184	14	1,287	1,010
9	0,53	0,419			
12	0,93	0,736			
15	1,39	1,099			

Сортамент арматурної сталі за ДСТУ EN 10080

Номінальний діаметр, мм	Номінальний поперечний переріз, мм ²	Номінальна 1 м довжини, кг
4,0	12,6	0,099
4,5	15,9	0,125
5,0	19,6	0,154
5,5	23,8	0,187
6,0	28,3	0,222
6,5	33,2	0,260
7,0	38,5	0,303
7,5	44,2	0,347
8,0	50,3	0,395
8,5	56,7	0,445
9,0	63,3	0,499
9,5	70,9	0,556
10,0	78,5	0,617
11,0	95,0	0,746
12,0	113,0	0,888
13,0	133,0	1,04
14,0	154,0	1,210
15,0	177,0	1,39
16,0	201,0	1,580
20,0	314,0	2,47
25,0	491,0	3,85
28,0	616,0	4,83
32,0	804,0	6,31
40,0	1256,0	9,86
50,0	1963,0	15,4

Примітка. 1. Значення номінальної маси одного метра розраховані за значенням номінальної площі поперечного перерізу за величиною густини 7850 кг/м³.

2.3. Визначення потреби в арматурних сталях на комплект арматурних виробів для армування базової залізобетонної конструкції виконують у формі табл. 1.4. таблицю заповнюють з з врахуванням даних наведених в табл.1.2 і 1.3.

Таблиця 1.4

Визначення потреби в арматурних сталях на комплект арматурних виробів для армування _____

(вид і марка базової конструкції)

№	Марка арматурного виробу	Кількість арматурних виробів на комплект, шт	Потреба в арматурних сталях, кг									
			Вр-I		A-I(A240)		...				прокат	
			Ø	комплект	Ø	комплект	Ø	комплект	Ø	комплект	Ø	комплект

Після підрахунків витрат сталі для кожного арматурного виробу, в нижній частині таблиці визначають суму в колонках відповідних класів арматурної сталі, окремо за кожним діаметром.

3. Обґрунтування вибору сировинних матеріалів для виробництва бетонної суміші

Сировинні матеріали для виготовлення бетонної суміші підбирають виходячи з умов експлуатації конструкцій (за завданням) і з врахуванням умов діючих нормативних документів..

Вибір виду в'язучого виконують залежно від умов експлуатації виробів, згідно даних табл.А.1 ДСТУ Б В.2.7-281:2011 «Цементи. Класифікація». (таблиця наведена нижче)

Марку цементу підбирають в залежності від проектного класу бетону згідно з таблицею наведеною нижче:

Клас (марка) бетону з міцності на стиск	B7,5 (M100)	B12,5 (M150)	B15 (M200)	B20 (M250)	B22,5 (M300)	B25 (M350)	B30 (M400)	B35 (M500)	B37,5 (M500)	B45 (M600)
Рекомендована	300	400	400	400	400	400	500	500	600	600
	400	400	400	400	500	—	—	—	—	—
припустима	—	300	300, 500	300, 500	500	500	550, 600	550, 600	550	550
	300	300, 500	300, 500	500	400, 550	—	—	—	—	—

Примітки.

1. В чисельнику наведені марки цементу для важкого бетону, що рекомендуються і допускаються, в знаменнику - для легкого конструкційного бетону.

2. Високоміцні бетони класу B45 (M600) і вище належить виготовляти на цементах марок 550 і 600 з використанням суперпластифікаторів або ефективних пластифікаторів.

Для важкого бетону як крупний заповнювач належить використовувати щебінь, гравій і щебінь з гравію, з вивержених метаморфічних і осадових порід, з доменного шлаку, а також з побічно добутих порід і відходів збагачувальних підприємств у вигляді фракцій: 5 (або 3)-10; 10-20; 20-40 та 40-70 мм.

При виборі виду крупного заповнювача враховуємо, що гравій застосовують для бетонів з міцністю нижче B22,5 (M200), а щебінь з природного каміння і щебінь з гравію можна використовувати для важких бетонів будь-якої міцності.

Як крупні та дрібні заповнювачі для легкого бетону щільністю 700-1800 кг/м³ належить використовувати пористі заповнювачі у вигляді гравію і щебеню фракцій 5-10, 10-20 і 20-40 мм, а також піску крупного з зернами розміром від 1,25 до 5 мм і дрібного з зернами менше ніж 1,25 мм, в тому числі:

а) штучні - керамзит, зольний гравій, спучений перліт, аглопорит, шлакова пемза, гранульований шлак;

б) природні - вулканічні туфи, пористі вапняки-черепашники, доломіти, вапняки, опоки;

в) з відходів - відвальні металургійні та паливні шлаки, золошлакові суміші, грубодисперсні золи.

Найбільша крупність зерен заповнювача у бетонній суміші повинна бути меншою $\frac{1}{3}$ найменшої товщини виробу і $\frac{3}{4}$ відстані стержнями арматури (окрім випадків, що застережені у робочих кресленнях).

Марка щебеню повинна бути не нижче: для вивержених порід – 800, для метаморфічних – 600, для осадових – 300. Міцність заповнювача повинна перевищувати проектну марку бетону в 2 рази для бетону класу вище B22,5, і в 1,5 рази для бетонів з міцністю нижче B22,5.

Як дрібний заповнювач для важкого бетону слід використовувати піски природні з модулем крупності від 1,5 до 1,8. Вміст зерен піску, що проходить крізь сито № 14 дозволяється не більше ніж 10 % за масою.

У випадку, якщо умови експлуатації вимагають використовувати добавку, яка допоможе отримати необхідні характеристики бетону.

Легкоукладальність бетонної суміші наведена в завданні.

**Таблиця А.1 з ДСТУ Б В.2.7-281:2011 «Цементи. Класифікація»
РАЦІОНАЛЬНА СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ ЦЕМЕНТІВ**

Класифікаційні ознаки цементів			Основне призначення	Допускається застосування	Не рекомендується
Речовинний склад	На основи портландцементного клінкеру	Портландцемент, портландцемент з добавками	Для бетонних, залізобетонних збірних і монолітних конструкцій	Для бетонів зі спеціальними властивостями за умови додаткової перевірки спеціальних властивостей цементу	Для бетонів зі спеціальними властивостями без додаткової перевірки спеціальних властивостей цементу
		Шлакопортландцемент	Для бетонних і залізобетонних збірних виробів, що пропарюються, монолітних "масивних" бетонних і залізобетонних наземних, підземних і підводних конструкцій, що зазнають впливу прісних та мінеральних вод	Те саме	Для важких бетонів марки за морозостійкістю понад F200; для важких бетонів, що тверднуть при температурі нижче +10 °С за відсутності обігріву; для конструкцій, що зазнають почергового зволоження та висушування
		Пуцолановий цемент	Для підземних і підводних конструкцій, що експлуатуються в умовах дії м'яких прісних вод та при сульфатній корозії	Для наземних конструкцій, що експлуатуються в умовах підвищеної вологості	У морозостійких бетонах; при твердненні бетону в сухих жарких та зимових умовах; в умовах почергового зволоження та висушування
		Композиційний цемент	Для бетонних конструкцій, дорожніх покриттів, фундаментів і підпірних стін, дамб, для підземного будівництва при помірному рівні сульфатів, коли необхідне низьке тепловиділення при гідратації	Для виготовлення будівельних розчинів, бетонних труб, для конструкцій загальнобудівельного призначення	Для бетонних конструкцій, що потребують застосування швидкотверднучих цементів

Продовження таблиці А.1

Класифікаційні ознаки цементів			Основне призначення	Допускається застосування	Не рекомендується
Речовинний склад	На основі глиноземистого клінкеру	Глиноземистий цемент	Для швидкотверднучих бетонів, аварійно-ремонтних робіт, для жаростійких бетонів, для роботи в умовах сірчистої агресії	-	У масивних конструкціях; у конструкціях, що тверднуть за температури понад 25 °С
		Високоглиноземистий цемент	Для жаростійких бетонів	-	-
		Гіпсоглиноземистий цемент	Для безусадкових та розширних водонепроникних бетонів, гідроізоляційних штукатурок	Для зачеканюван-ня швів і розтрубів при робочому тиску до 1,0 МПа, що створюється впродовж 24 год з моменту завершення зачеканювання	Для будівельних робіт за температури нижче 0° С без обігріву; для конструкцій, що експлуатуються за температури понад 80 °С
	На основі сульфоалюмінатного (-феритного) клінкеру	Сульфоалюмінатний цемент	Для безусадкових, розширних та напружених водонепроникних, морозостійких, корозійностійких бетонів, для збірних залізобетонних конструкцій, що пропарюються	Для бетонних, залізобетонних збірних та монолітних конструкцій	У масивних конст-рукціях; у конст-рукціях, що тверднуть за температури понад 25 °С
		Сульфоферитний цемент	Те саме	Те саме	Те саме

Продовження таблиці А.1

Класифікаційні ознаки цементів			Основне призначення	Допускається застосування	Не рекомендується
	Лужні цементи	Шлаколу́жний цемент	Згідно з ДСТУ Б В.2.7-181	Згідно з ДСТУ Б В.2.7-181	Згідно з ДСТУ Б В.2.7-181
		Шлаколу́жний цемент з добавкою золи виносу	Те саме	Те саме	Те саме
		Лужний портландцемент	»	»	»
		Лужний пуцолановий цемент	»	»	»
		Лужний шлакопортландцемент	»	»	»
		Лужний композиційний цемент	»	»	»
Міцність при стиску, МПа	Класи	Понад 52,5-високоміцний	Для бетонів класів В40 і більше	Для бетонів класів В30 та В35	Для бетонів класів нижче ніж В30
		Від 42,5 до 52,5 - підвищеної міцності	Для бетонів класів В30 і В35, а також класу В25 при підвищеній відпускній міцності	Для бетонів класів В15, В25 і В40	Для бетонів класів нижче ніж В15 та будівельних розчинів
		42,5 - середньої (рядової) міцності	Для бетонів класів В15-В25 та В12,5 при підвищеній відпускній міцності	Для бетонів класів менше В15 та будівельних розчинів	Для бетонів класу В30 і вище
		32,5 - середньої (рядової) міцності	Для бетонів класів не вище В12,5 та будівельних розчинів	Для бетонів класів не вище В20	Для бетонів класів вище ніж В20
		Від 10 до 32,5 - зниженої міцності	Для будівельних розчинів та бетонів класу В7,5 і нижче	Для бетонів класу В12,5	Для бетонів класів вище ніж В12,5

Продовження таблиці А.1

Класифікаційні ознаки цементів		Основне призначення	Допускається застосування	Не рекомендується
Швидкість тверднення	Нормально та повільно-тверднучі	Для всіх видів будівельних робіт, де не висуваються особливі вимоги до швидкості тверднення бетону, розчину, виробу		Для бетонів, розчинів та виробів з прискореним циклом тверднення
	Швидкотверднучі	Для бетонів збірних конструкцій з підвищеною відпускнуою міцністю та монолітних конструкцій	Для бетонних і залізобетонних збірних конструкцій	Для будівельних розчинів
	Надшвидко-тверднучі	Для аварійно-відновлювальних робіт; для бетонів, до яких висуваються високі вимоги щодо темпів початкового тверднення в нормальних умовах	Для збірних залізобетонних конструкцій з застосуванням короточасного пропарювання	Для монолітних бетонів та збірних залізобетонних конструкцій з застосуванням пропарювання за звичайними режимами
Строк тужавлення	Повільно-тужавіючі	Для бетонів, розчинів та виробів з тривалим циклом транспортування, укладання та формування		Для бетонів, розчинів та виробів з нормальним та прискореним циклом укладання і формування
	Нормально-тужавіючі	Для всіх видів будівельних робіт, де не висуваються особливі вимоги щодо строків тужавлення		Для бетонів, розчинів та виробів з уповільненим або прискореним циклом укладання і формування
	Швидкотужавіючі	Для бетонів, розчинів та виробів з прискореним циклом укладання і формування		Для бетонів, розчинів та виробів з нормальним і уповільненим циклом укладання і формування

Кінець таблиці А.1

Класифікаційні ознаки цементів			Основне призначення	Допускається застосування	Не рекомендується
Спеціальні властивості	Об'ємна деформація при твердіння	Безусадкові	Для бетонів, призначених для замонолічування стиків	-	Для звичайних бетонів
		Розширювані	Для бетонів, призначених для замонолічування стиків та водонепроникних конструкцій	-	Те саме
		Напружувані	Для самонапружених конструкцій	Для бетонів для замонолічування стиків	»
	Тепловиділення	Низькоекзо-термічні	Для бетонів з низьким тепловиділенням	-	»
		Помірноекзо-термічні	Для бетонів з помірним тепловиділенням	-	»
	Декоративні	Білі та кольорові	Для розчинів та бетонів, призначених для архітектурно-опоряджувальних робіт	-	»
	Тампонажні	Тампонажні	Для тампонування нафтових, газових та інших свердловин	-	»

4 Розрахунок складу бетонної суміші.

Розрахунок складу бетонної суміші виконуємо у відповідності з вимогами ДСТУ Б.2.7-215:2009 « Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу»

Розрахунок витрати матеріалів здійснюється на 1 м³ бетонної суміші.

1. Легкоукладальність бетонної суміші – згідно завдання.

2. З врахуванням виду заповнювача і його максимального розміру визначаємо орієнтовну витрату води на 1 м³ бетонної суміші.

Визначають водоцементне відношення, яке забезпечує отримання бетону заданої міцності при використанні цементу певної активності. В/Ц розраховують за наступними емпіричними формулами:

Таблиця А.2 – Орієнтовна витрата води в залежності від виду заповнювача та характеру бетонної суміші

Показник легкоукладальності бетонної суміші		Витрата води, л/м ³ бетонної суміші, при найбільшій крупності зерен заповнювача, мм			
Осадка конуса, см	Жорсткість, с	10	20	40	70
Гравій					
16–20	–	227	218	203	192
12–16	–	220	210	203	185
10–12	–	215	205	190	180
8–10	–	205	190	175	170
5–7	–	200	185	170	165
2–4	–	190	175	160	155
–	10–15	175	160	145	140
–	15–20	165	150	135	130
–	25–35	160	145	130	125
–	40–50	150	135	125	120
Щебінь					
16–20	–	237	228	213	202
12–16	–	230	220	207	195
10–12	–	225	215	200	190
8–10	–	215	205	190	185
5–7	–	210	200	185	180
2–4	–	200	190	175	170
–	10–15	185	175	160	155
–	15–20	175	165	150	145
–	25–35	170	160	145	140
–	40–50	160	150	135	130

Примітка. Витрата води замішування наведена для бетонних сумішей, виготовлених на портландцементі, з нормальною густиною цементного тіста 26–28 %, і середньозернистому піску ($M_{кр} = 2–2,5$), без пластифікуючих добавок. При зміні нормальної густоти цементного тіста на кожний відсоток у бік зменшення витрата води зменшується на 3–5 л, у бік збільшення – збільшується на 3–5 л. При зміні модуля крупності піску на кожні 0,5 у бік зменшення витрата води збільшується на 3–5 л, у бік збільшення – зменшується на 3–5 л. При введенні добавок типу ЛСТ зазначену кількість води зменшують на 10–15 л/м³, при введенні суперпластифікатора – на 20–30 л/м³. При використанні цементу з іншою нормальною густиною, піску іншої крупності або введенні інших хімічних добавок витрата води має бути відповідно скоригована.

3. Визначають водо-цементне відношення, яке забезпечує отримання бетону заданої міцності при використанні цементу певної активності. В/Ц розраховують за наступними емпіричними формулами:

$$\text{при } f_{cm} \leq 1,2R_u, \quad \frac{B}{Ц} = \frac{AR_u}{f_{cm} + 0,5AR_u}, \quad (A.1)$$

$$f_{cm} > 1,2R_u, \quad \frac{B}{Ц} = \frac{A_1R_u}{f_{cm} - 0,5A_1R_u}, \quad (A.2)$$

де f_{cm} – проектна середня міцність бетону;

R_u – активність цементу, яка визначається згідно з ГОСТ 310.4;

A і A_1 – коефіцієнти, що залежать від якості заповнювача (таблиця А.1).

Таблиця А.1 – Значення коефіцієнтів A та A_1

Якість заповнювача	A	A_1
Висока	0,65	0,43
Середня	0,60	0,40
Низька	0,55	0,37

4. Витрата цементу на 1 куб бетону :

$$Ц = \frac{B}{B/Ц} \text{ (кг)}$$

5. Витрата крупного заповнювач в кг на 1м^3 бетону визначається з умови, що сума абсолютних об'ємів всіх компонентів бетону дорівнює 1000л:

$$Щ = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_{i.g}^{щ}} + \alpha \frac{1}{\rho_{с.g}^{щ}} \times V_{пуст}},$$

де $\rho_{i.g}^{щ}$ – істинна густина зерен щебеню (гравію), кг/дм^3 ;

$\rho_{с.g}^{щ}$ – середня густина щебеню (гравію), кг/дм^3 ;

$V_{пуст}$ – пустотність щебеню (гравію), частки одиниці;

α – коефіцієнт розсування зерен (приймають за таблицею А.3).

Таблиця А.3 – Коефіцієнт розсування зерен у бетонних сумішах різної легкоукладальності

Витрата цементу, кг	Значення коефіцієнту при показниках легкоукладальності бетонної суміші		
	осадка конуса, см		жорсткість, с
	5–10	1–4	40–80
200	1,22	1,18	1,10
250	1,28	1,22	1,12
300	1,34	1,28	1,14
350	1,40	1,34	1,16
400	1,48	1,40	1,18
500	1,60	1,48	1,20

6. Витрати піску на 1 м³ бетонної суміші:

$$\Pi = \left[1000 - \left(\frac{\text{Ц}}{\rho^{\text{ц}}} + \frac{\text{Щ}}{\rho^{\text{щ}}} + \text{В} \right) \right] \rho^{\text{п}},$$

де Ц, Щ, В – витрата цементу, щебеню (гравію) та води, кг;
 $\rho^{\text{ц}}, \rho^{\text{щ}}, \rho^{\text{п}}$ – істинна густина цементу, щебеню та піску, кг/дм³.

7. Перерахунок номінального складу бетону на виробничий з урахуванням вологості крупного і дрібного заповнювачів та вмісту води у робочих розчинах хімічних добавок:

$$\text{Ц}_p = \text{Ц} \text{ (кг)}$$

$$\Pi_p = \Pi + \frac{\Pi \cdot W_{\text{п}}}{100} \text{ (кг)}$$

$$\text{Щ}_p = \text{Щ} + \frac{\text{Щ} \cdot W_{\text{г}}}{100} \text{ (кг)}$$

$$\text{В}_p = \text{В} - \left[\left(\frac{\Pi \cdot W_{\text{п}}}{100} + \frac{\text{Щ} \cdot W_{\text{г}}}{100} \right) \right] - \text{Вд (л)}$$

Склад бетонної суміші наводять в формі таблиці:

Склад бетонної суміші

Компонент	Витрата матеріалу на 1 м ³ бетонної суміші
Цемент	
Пісок	
Щебінь	
Вода	
Добавка	

За потреби розраховують кількість добавки

5. Характеристика сировинних матеріалів, напівфабрикатів і комплектувальних виробів виконують у вигляді таблиці. В останню колонку записують витрати матеріалів на 1 м³ за проведеним розрахунком та з врахуванням робочих креслень.

В таблиці розглядають характеристики: в'язуче, дрібний і крупний заповнювач, вода, арматурний прокат і арматурні вироби; бетонна суміш, добавки (за потреби) мастило.

Інформацію наводять з врахуванням діючих нормативних документів і технічних умов.

Характеристика сировинних матеріалів, напівфабрикатів і комплектувальних виробів

№ п/п	Найменування сировини, матеріалу	Позначення нормативного документа	Технічна характеристика сировини	Правила транспортування і супроводжувальна документація	Правила приймання і складування	Норми витрати сировини на м³ або одиницю продукції
1	2	3	4	5	6	7
1						