МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

БЕТОНИ І БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНИ

Методичні вказівки
до практичних занять для студентів,
які навчаються за напрямом підготовки 6.060101
«Будівництво»

Київ 2011

УДК 691.32 (075.8)
ББК 38.33.
Б35

Укладачі: В.І. Гоц, докт. техн. наук, професор
О.А. Волянський, канд. техн. наук, професор
В.В. Павлюк, канд. техн. наук, доцент

Рецензент А.А. Майстренко, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск В.І. Гоц, докт. техн. наук, професор

Затверджено на засіданні кафедри технології будівельних конструкцій і виробів, протокол № 8 *від 06 квітня 2011р.*

Бетони і будівельні розчини: Методичні вказівки до практичних занять /Уклад.: В.І. Гоц, О.А. Волянський, В.В. Павлюк. - К.: КНУБА, 2011-17с.

Розглянуто особливості розв’язання технологічних задач, пов’язаних із розрахунками складів важких та легких (на пористих заповнювачах) бетонів, а також будівельних розчинів у виробничих умовах.

Призначено для студентів спеціальності 7.092104 "Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів".

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Згідно з робочою програмою курсу "Бетони і будівельні розчини" студенти розв'язують технологічні задачі на практичних заняттях та самостійно.

Мета практичних занять – сприяти більш глибокому розумінню і засвоєнню теоретичного матеріалу курсу, прищепити студентам навички виконання експериментальних розрахунків та досліджень, застосування набутих навичок при розв'язанні технологічних задач у виробничих умовах.

Для розв'язання задач кожен студент отримує завдання згідно з вихідними даними або завданням, які видає викладач за варіантами.

Аналогічні завдання розглядають разом з викладачем на практичних заняттях, задачі відповідно з варіантами студенти розв'язують самостійно.

Закінчену роботу студенти оформляють згідно з вимогами даних методичних вказівок і подають до захисту.

Студент, який не захистив роботу, до складання іспиту не допускається.

Завдання: студент вибирає із таблиці варіантів, яка є в кожній вправі, згідно з порядковим номером у списку групи.

Задача №1

Вихідні умови: визначити витрату матеріалів на заміс бетонозмішувача з геометричною місткістю V, л, якщо витрата на 1,0 м^3 бетону сухих матеріалів відповідає варіанту завдання (див. табл.1). Насипна густина цементу – 1300 кг/м^3, піску – 1600 кг/м^3, щебеню –1500 кг/м^3.

Приклад :

Визначити витрату матеріалів на заміс бетонозмішувача з геометричною місткістю 500 л, якщо витрата на 1,0 м^3 бетону сухих матеріалів складає: цемент – 330 кг, пісок – 600 кг, щебінь – 1270 кг, вода – 175 л, вологість піску – 3%, щебеню – 1,0%. Насипна густина цементу – 1300 кг/м^3, піску – 1600 кг/м^3, щебеню –1500 кг/м^3.

Таблиця 1

Витрата сухих компонентів для приготування бетонної суміші

№ варіанту	Об'єм змішувача V, л	Витрата сухих матеріалів, кг/м^3				Вологість, мас. %	
		цемент	пісок	щебінь	вода	піску	щебеню
1	100	320	610	1300	175	3	1
2	150	300	630	1270	160	0,5	0,2
3	200	270	650	1350	180	0,7	0,3
4	250	310	680	1260	195	0,9	0,4
5	300	350	650	1330	200	1,0	0,5
6	350	400	600	1250	165	1,2	0,6
7	400	450	580	1220	190	1,4	0,7
8	450	410	700	1150	210	1,6	0,8
9	500	360	640	1180	205	1,8	0,9
10	550	380	700	1200	150	2,0	1,0
11	600	370	720	1230	145	2,2	1,1
12	650	365	645	1250	155	2,4	1,2
13	700	340	550	1320	185	2,6	1,3
14	750	480	840	1050	193	2,8	1,4
15	800	382	780	1100	183	3,2	1,5

Примітка: подальші варіанти вибирають з першого та додають до витрати компонентів бетонної суміші число 20.

Розв'язання:

1. Визначаємо коефіцієнт виходу бетону β:

$$\beta = \frac{1}{\frac{Ц}{\rho_ц^{нас}} + \frac{П}{\rho_п^{нас}} + \frac{Щ}{\rho_щ^{нас}}} = \frac{1}{\frac{330}{1300} + \frac{600}{1600} + \frac{1270}{1500}}$$

$$= 0{,}678 \approx 0{,}68$$

2. Визначаємо реальний вихід бетонної суміші на заміс:

$$V_{зам} = V_{зм} * \beta = 0{,}5 \cdot 0{,}68 = 0{,}34\ м^3$$

3. Визначаємо витрати сухих матеріалів на заміс без врахування вологості заповнювачів:

- Цемент $Ц = 330 \cdot 0{,}34 = 112{,}2\ кг;$
- Пісок сухий $П = 600 \cdot 0{,}34 = 204\ кг;$
- Щебінь сухий $Щ = 1270 \cdot 0{,}34 = 431{,}8\ кг;$
- Вода $В = 175 \cdot 0{,}34 = 59{,}5\ л;$

4. Визначаємо витрати матеріалів з врахуванням вологості заповнювачів:

- Цемент ***Ц = 112,2 кг;***
- Пісок вологий ***П = 204 + (204 · 0,03) = 210,12 кг;***
- Щебінь вологий ***Щ = 431,8 + (431,8 · 0,01) = 436,12 кг***;
- Вода ***В = 59,5 – (204· 0,03) – (431,8 · 0,01) = 49,062 ≈ 49л.***

Задача №2

Вихідні умови: визначити капілярну пористість цементного каменю в бетоні, що має характеристики наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Характеристика цементного каменю

№ варіанту	В/Ц	Витрата води, л	Об'єм втягнутого повітря $V_п$, %	Кількість хімічно зв'язаної води $В_{зв}$, %
1	0,3	160	2,0	14,0
2	0,31	165	2,1	14,5
3	0,32	170	2,2	15,0
4	0,33	175	2,3	15,5
5	0,34	180	2,4	16,0
6	0,35	185	2,5	16,5
7	0,36	190	2,6	17,0
8	0,37	195	2,7	17,5
9	0,38	200	2,8	18,0
10	0,39	205	2,9	18,5
11	0,4	210	3,0	19,0
12	0,41	215	3,1	19,5
13	0,42	220	3,2	20,0
14	0,43	225	3,3	20,5
15	0,44	230	3,4	21,0

Примітка: подальші варіанти вибирають з першого та додають до витрати води число 20.

Приклад:

Визначити капілярну пористість цементного каменю в бетоні з В/Ц=0,52, водопотреба бетонної суміші В=200 л/м^3, об'єм втягнутого повітря $V_п$=3%, кількість хімічно зв'язаної води з цементом $В_{зв}$=16% від маси

цементу.

Розв'язання:

1. Визначаємо витрату цементу:

$$Ц = \frac{В}{(В/Ц)} = \frac{200}{0{,}52} = 384$$

кг;

2. Визначаємо кількість зв'язаної води:

$$К_В = Ц \cdot В_{зв} / 100 = 384 \cdot 16 / 100 = 61{,}4 \text{ кг(л)};$$

3. Визначаємо кількість технологічної води, яка випаровується:

$$К_{ТВ} = 200 - 61{,}4 = 138{,}56 \text{ кг (л)},$$

4. Визначаємо пористість від води за об'ємом:

$$П = 138{,}56/1000 \cdot 100 = 13{,}8\%$$

5. Визначаємо загальну капілярну пористість:

$$П_{заг} = П + V_п = 13{,}8 + 3 = 16{,}8\%.$$

Задача №3

Вихідні умови: розрахувати зміни у витраті матеріалів при введенні в суміш 1,0 мас.% суперпластифікатора. Рухливість бетонної суміші не змінюється. Витрату компонентів взяти за варіантами із табл. 1. Середня густина цементу – 3,2 кг/л, піску – 2,7 кг/л.

Приклад:

Витрата матеріалів на 1,0 м^3 бетонної суміші: Ц – 330 кг, П – 600 кг, Щ – 1300 кг, вода – 190 л. Середня густина цементу – 3 кг/л, піску – 2,6 кг/л. Розрахувати зміни у витраті матеріалів при введенні в суміш 1,0 мас.% суперпластифікатора (СП). Рухливість бетонної суміші не змінюється.

Розв'язання:

1. Визначаємо витрату води при використанні СП. Зменшення водопотреби бетонної суміші при використанні 1 мас.% СП складає 20 мас.%: ***190·0,2 = 38 л***, тоді витрати води на 1 м^3 бетонної суміші становить:

$$В = 190 - 38 = 152 \text{ л};$$

2. Визначаємо витрату цементу. Оскільки рухливість при застосуванні СП не змінюється (тобто В/Ц – Constant), то витрати цементу також зменшаться на 20%:

$$\boldsymbol{Ц = 330 \cdot 0,2 = 66\ кг,\ або\ 66/3 = 22\ л;}$$

3. Визначаємо на скільки зменшиться об'єм бетону:

$$\boldsymbol{\Delta V_б = 38 + 22 = 60\ л;}$$

4. Для збереження значення величини коефіцієнту розсунення зерен заповнювача α, необхідно збільшити витрати піску також на 60 л:

$$\boldsymbol{П = П_о + \Delta V_б\, \rho_п = \ = 600 + (60 \cdot 2,6) = 756\ кг.}$$

Бетонна суміш буде мати таку ж саму рухливість, міцність бетону не зменшиться, але **витрати цементу** при цьому зменшаться на 20%:

$$\boldsymbol{Ц = Ц_0 - Ц_0 \cdot 0,2 = 330 - (330 \cdot 0,2) = 264\ кг.}$$

Задача №4

Вихідні умови: визначити коефіцієнт ущільнення бетонної суміші. Витрату матеріалів на 1 м^3 бетону взяти з табл. 1 відповідно варіанту. Середня густина цементу – 3200 кг/м^3, піску – 2700 кг/м^3, щебеню – 2800 кг/м^3 .

Приклад:

Визначити коефіцієнт ущільнення бетонної суміші при витратах матеріалів на 1 м^3 бетону: Ц – 285 кг, П – 650 кг, Щ – 1220 кг, Вода – 175 л. Середня густина цементу – 3000 кг/м^3, піску – 2600 кг/м^3, щебеню – 2700 кг/м^3.

Розв'язання:

Визначаємо абсолютні об'єми складових бетону за формулою:

$$\boldsymbol{V_{абс} = G / \gamma}$$

Цементу $\boldsymbol{285 / 3000 = 0,095\ м^3;}$

Піску $\boldsymbol{650 / 2600 = 0,25\ м^3}$;

Щебеню *1220 / 2700 = 0,452 м³*;
Води *175 / 1000 = 0,175 м³;*
Всього: *0,972 м³*.

Таким чином коефіцієнт ущільнення бетонної суміші складає:
(абс. об'єм матеріалів) / (об'єм бетону) = 0,972 / 1=0,972.

Задача №5

Вихідні умови: визначити середню густину бетонної суміші після вакуумування, якщо при цьому буде вилучено 30 мас.% води, а початкова середня густина після віброущільнення становила $\gamma_{бс}$ = 2250 кг/м³. Витрату води прийняти за табл.1 відповідно до варіанту завдання.

Приклад:

Бетонна суміш з ОК=10 см при витраті води 200 л на 1 м³ бетону після віброущільнення має середню густину $\gamma_{бс}$=2300 кг/м³. Визначити середню густину цієї бетонної суміші після вакуумування, якщо при цьому буде вилучено 25 мас.% води.

Розв'язання:

1. Визначаємо зміну маси та об'єму бетонної суміші після вакуумування. Бетонна суміш стала легшою на *200·0,25 = 50 кг,*
   та меншою за об'ємом на *50 л (0,05 м³);*

2. Визначаємо середню густину бетонної суміші після вакуумування:

$$\gamma = \frac{2300 - 50}{1 - 0,05} = 2368$$

кг/м³.

Задача №6

Вихідні умови: визначити середню густину бетонної суміші після центрифугування і фактичну витрату компонентів бетону на 1,0 м³. Витрату компонентів бетону прийняти за табл.1 відповідно до варіанту завдання.

При ущільненні центрифугуванням суміш втрачає 20 мас.% води.

Приклад:

Склад бетонної суміші на 1 м^3: Ц – 480 кг, П – 640 кг, Щ – 1000 кг і води 220 л. При ущільненні центрифугуванням суміш втрачає 25 мас.% води. Визначити середню густину бетонної суміші після центрифугування і фактичну витрату компонентів бетону на 1,0 м^3.

Розв'язання:

1. Визначаємо середню густину бетону:

$$\rho = Ц+П+Щ+В = 480 + 640 + 1000 + 220 = 2340 \text{ кг/м}^3;$$

2. Визначаємо зміну маси та об'єму бетонної суміші після центрифугування. Бетонна суміш стала легшою на

$$220 \cdot 0{,}25 = 55 \text{ кг},$$

та меншою за об'ємом на $55 \text{ л } (0{,}055 \text{ м}^3)$;

3. Визначаємо об'єм бетонної суміші після центрифугування:

$$1 - 0{,}055 = 0{,}945 \text{ м}^3;$$

4. Визначаємо середню густину бетонної суміші після центрифугування:

$$\gamma = \frac{2340 - 55}{1 - 0{,}055} = 2417{,}98 \approx 2418 \text{ кг/м}^3;$$

5. Визначаємо фактичні витрати матеріалів на 1 м^3 суміші після центрифугування:

Цементу	$480 / 0{,}945 = 507{,}9$ кг;
Піску	$640 / 0{,}945 = 677{,}2$ кг;
Щебеню	$1000 / 0{,}945 = 1058{,}2$ кг;
Води	$(220 - 55) / 0{,}945 = 174{,}6$ л.

Задача №7

Вихідні умови: виразити склад бетону за об'ємом, якщо склад бетону за масою 1:2:4 (цемент:пісок:щебінь). Значення В/Ц, і насипну густину цементу, піску та щебеню прийняти відповідно даних табл. 3.

Таблиця 3

Характеристика вихідних параметрів бетонної суміші та її складових

№ варіанту	В/Ц	Насипна густина, кг/м^3		
		цементу	піску	щебеню
1	0,3	1200	1600	1400
2	0,31	1250	1600	1400
3	0,32	1300	1600	1400
4	0,33	1200	1650	1400
5	0,34	1250	1650	1400
6	0,35	1300	1650	1400
7	0,36	1200	1700	1400
8	0,37	1250	1700	1400
9	0,38	1300	1700	1400
10	0,39	1200	1600	1250
11	0,4	1250	1600	1300
12	0,41	1300	1600	1350
13	0,42	1200	1650	1450
14	0,43	1250	1650	1500
15	0,44	1300	1650	1300

Примітка: подальші варіанти вибирають з першого та додають до насипної густини цементу число 20.

Приклад:

Склад бетону за масою 1:2:4 (цемент:пісок:щебінь) при В/Ц=0,5. Виразити цей склад за об'ємом, приймаючи насипну густину цементу, піску та щебеню відповідно 1200, 1600, 1400 кг/м^3.

Розв'язання:

1. Визначаємо витрати води. Якщо витрати цементу 1, то витрати води при В/Ц = 0,5 дорівнюють 0,5.

   Таким чином співвідношення Ц:П:Щ:В складе 1 : 2 : 4 : 0,5 м.ч.;
2. Визначаємо витрату матеріалів за масою у натуральних величинах із співвідношення 1:2:4:0,5 м.ч. за масою:

(1200 кг) : (2400 кг) : (4800 кг) : (600 кг);

3. Переводимо співвідношення за масою в об'ємні частини:

$$\frac{1200}{1200}:\frac{2400}{1600}:\frac{4800}{1400}:\frac{600}{1000}$$

= 1 : 1,5 : 3,43 : 0,6 (об.ч).

Задача №8

Вихідні умови: склад бетону за співвідношенням маси 1:1,5:4, середня густина бетонної суміші 2350 кг/м^3. Визначити витрату компонентів в кг/м^3. В/Ц прийняти згідно варіанту з табл. 3.

<u>Приклад:</u>

Склад бетону за співвідношенням маси 1:1.5:4 при В/Ц = 0,5 і середній густині бетонної суміші 2450 кг/м^3. Визначити витрату компонентів в кг/м^3.

<u>Розв'язання:</u>

Якщо витрати цементу 1, то витрати води при В/Ц = 0,5 дорівнюють 0,5. Таким чином співвідношення Ц:П:Щ:В складе 1 : 1.5 : 4 : 0,5.

Витрати компонентів на 1 м^3 за масою:

- Цементу $\frac{2450}{(1+1,5+4+0,5)}\cdot 1$ ***= 350 кг;***
- Піску $\frac{2450}{(1+1,5+4+0,5)}\cdot 1,5$ ***= 525 кг;***
- Щебеню $\frac{2450}{(1+1,5+4+0,5)}\cdot 4$ ***= 1400 кг;***
- Води $\frac{2450}{(1+1,5+4+0,5)}\cdot 0,5$ ***= 175 кг (л).***

Задача №9

Вихідні умови: Визначити зміни у витраті компонентів, якщо для економії цементу і підвищення морозостійкості бетону в бетонну суміш введена пластифікуюче-повітрявтягуюча добавка, яка зменшує

водопотребу суміші на 15% і втягує в суміш 3% повітря за об'ємом. Рухливість суміші не змінюється. Склад бетонної суміші прийняти згідно варіанту за табл. 1. (середня густина цементу, піску та щебеню відповідно становить 3,2; 2,5; 2,8 кг/л).

Приклад:

Склад бетонної суміші в кг/м^3: Ц - 350, П - 525, Щ - 1400 (середня густина відповідно 3,0; 2,6; 2,7 кг/л) і води 175 л. Визначити зміни у витраті компонентів, якщо для економії цементу і підвищення морозостійкості бетону в бетонну суміш введена пластифікуюче-повітрявтягуюча добавка, яка зменшує водопотребу суміші на 10% і втягує в суміш 5% повітря за об'ємом. Рухливість суміші не змінюється.

Розв'язання:

1. Визначаємо зміну об'єму розчинової частини суміші за рахунок використання пластифікуючої добавки:

$$175 \cdot 0{,}1 = 17{,}5 \text{ л } (-);$$

2. Визначаємо зміну об'єму бетонної суміші за рахунок використання повітревтягувальної добавки на:

$$1000 \cdot 0{,}05 = 50 \text{ л } (+);$$

3. Визначаємо зміну об'єму бетонної суміші за рахунок зменшення об'єму цементу на:

$$350 \cdot 0{,}1 = 35 \text{ кг}, \quad \text{або} \quad 35/3{,}0 = 11{,}66 \text{ л}(-);$$

4. Визначаємо фактичну зміну об'єму:

$$-17{,}5 + 50 - 11{,}66 = +20{,}84 \text{ л}.$$

5. На визначений об'єм необхідно пропорційно збільшити витрати піску та щебеню.

Співвідношення ***П:Щ за об'ємом*** $= \frac{525}{2{,}6} : \frac{1400}{2{,}7} = 201{,}92 : 518{,}52 =$ ***1:2,57 об.част.***, тоді

$$\Delta П_{об} = \frac{20{,}84 л}{1 + 2{,}57} \cdot 1 =$$

5,83 л (або 5,83 · 2,6 = 15,2 кг);

$$\frac{20,84л}{1+2,57} \cdot 2,57 =$$

ΔЩ$_{об}$ = ***<u>15,0 л</u> (або 15 · 2,7 = <u>40,5 кг</u>).***

6. Визначаємо витрату матеріалів на 1 м^3:

Ц = ***350 – 35 = 315 кг;***
П = ***525 + 15,2 = 540,2 кг;***
Щ = ***1400 +40,5 = 1440,5 кг;***
В = ***175 – 17,5 = 157,5 л***

Задача №10

Вихідні умови: визначити витрату матеріалів на 1,0 м^3 бетону в кг для виробничих умов з урахуванням вологості: піску – 4%, щебеню – 2,5%. Витрату матеріалів прийняти згідно варіанту за табл. 1.

<u>Приклад:</u>

Витрата сухих матеріалів на 1,0 м^3 бетону в кг: Ц – 280, П – 540, Щ – 1310, вода – 175. Визначити витрату матеріалів для виробничих умов з урахуванням вологості: піску – 5%, щебеню – 2%.

<u>Розв'язання:</u>

Визначаємо витрати вологих матеріалів:

Піску ***$П_в$ = 540 + (540 · 0,05) = 565,5 кг;***

Щебеню ***$Щ_в$ = 1310 + (1310 · 0,01) = 1323,1 кг;***

Води ***В′ = 175 – (540 · 0,05) – (1310 · 0,01) = 134,9 л.***

Задача №11

Вихідні умови: на завод прибула товарна СДБ (ЛСТ) в цистернах у вигляді розчину середньою густиною р=1,18 кг/л і концентрацією К = 33,5%. Розчин розбавляють в проміжному баку водою до 10%$^{-ої}$ концентрації (середня густина 1,054 кг/л).

Визначити витрату добавки СДБ на один заміс:

а) у вигляді сухої речовини;

б) товарного концентрату;

в) 10%-го концентрату.

Витрату цементу вибрати відповідно варіанту з табл.1, кількість добавки (сухої речовини) для 1…5 варіанту – 0,2%, для 6…10 – 0,3% та для 11…15 – 0,4% від маси цементу в бетоні. Об'єм одного замісу бетонної суміші 0,7 м^3.

Приклад:

На завод прибув товарний С-3 в цистернах у вигляді розчину середньою густиною р=1,17 кг/л і концентрацією К = 34,5%. Розчин розбавляють в проміжному баку водою до 10%-ої концентрації (середня густина 1,044 кг/л). Витрата цементу на 1,0 м^3 бетону 300 кг/м^3, кількість добавки (сухої речовини) – 0,2% від маси цементу в бетоні. Об'єм одного замісу бетонної суміші 0,8 м^3. Визначити витрату добавки С-3 на один заміс:

а) у вигляді сухої речовини;

б) товарного концентрату;

в) 10%-го концентрату.

Розв'язання:

а) Витрати С-3 у вигляді сухої речовини:

$$300 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}002 = 0{,}48 \text{ кг}$$

Витрати добавки С-3 у вигляді розчину визначають за формулою:

$$Д = \frac{Ц \cdot Д\%}{К \cdot \rho}$$

де $Д$ – кількість добавки в л;

$Д\%$ – кількість добавки в % по відношенню до цементу;

$Ц$ – кількість цементу, кг;

$К$ – концентрація розчину,% ;

ρ – густина розчину, кг/л.

б) Витрати добавки С-3 у вигляді товарного концентрату:

$$Д = \frac{300 \cdot 0,2}{1,17 \cdot 34,5} \cdot 0,8$$

$$= 1,184 \text{ л};$$

в) Витрати добавки С-3 у вигляді 10%-го концентрату:

$$Д = \frac{300 \cdot 0,2}{1,044 \cdot 10} \cdot 0,8$$

$$= 4,598 \text{ л}.$$

Задача №12

Вихідні умови: визначити зміну вартості бетону марки М500 при використанні суперпластифікатора «Melflux». Марка бетонної суміші П–5. Витрати цементу прийняти відповідно варіанту з табл. 1. Вартість цементу прийняти ринкову для цементу типу ПЦ-І М500, «Melflux» – 120 грн/кг. Витрата добавки 0,1…0,3% від маси цементу. При застосуванні пластифікаторів даного типу водопотреба знижується до 35 мас. %. Інші вихідні дані прийняти самостійно.

Приклад:

Визначити зміну вартості бетону марки М400 при використанні суперпластифікатора С-3. Марка бетонної суміші П–4. Витрати цементу 400 кг/м^3. Вартість цементу – 350 грн/т, С-3 – 6 грн/кг. Інші вихідні дані прийняти самостійно.

Розв'язання:

Відомо, що використання СП С-3 дозволяє зменшити водопотребу на 20 мас.%. Якщо зберегти рухливість бетонної суміші без змін, то з'являється можливість заощадження цементу. Витрати цементу також зменшуються на 20 мас.%, тобто:

$$400 \cdot 0,2 = 80 \text{ кг};$$

Нові витрати: цементу:

$$400 - 80 = 320 \text{ кг/м}^3;$$

суперпластифікатора С-3 при дозуванні 0,7 мас.% становлять:

$$320 \cdot 0,007 = 2,24 \text{ кг/м}^3.$$

Таким чином здешевлення бетону становитиме:

$$(350 \cdot 0{,}08) - (2{,}24 \cdot 6) = 28 - 13{,}44 = 14{,}56 \text{ грн/м}^3.$$

ЛІТЕРАТУРА

1. Гоц В.І. Бетони і будівельні розчини / Гоц Володимир Іванович. – К.: ЕксОб, 2003. – 472 с.
2. Волянський О.А. Технологія бетону / Волянський Олександр Арсентійович. – К.: Вища шк., 1994. – 271 с. – (Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій; Ч.1).
3. Производство сборных железобетонных изделий: Справочник /Под ред. К.В. Михайлова и К.М. Королева. - М. Стройиздат, 1989.
4. Руководство по подбору составов тяжелого бетона. - М.: НИИЖБ, 1979.
5. Чехов А.П., Сергеев А.М., Дибров Г.Д. Справочник по бетонам и растворам. - К.: Будивельннк, 1979.
6. Инструкция по приготовлению и применению строительных растворов. СН 290-74, - М. 1975.
7. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-46-96. – [чинний від 1997-01-01]. –К.: Держкоммістобудування України, 1997. – 15 с. – (Національний стандарт України).
8. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів конструкцій та робіт. Технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-75-98. – [чинний від 1999-01-01]. –К.: Держбуд України, 1999. – 14 с. – (Національний стандарт України).
9. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів конструкцій і робіт. Технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-32-95. – [чинний від 1996-01-01]. –К.: Держкоммістобудування України, 1995. – 17 с. – (Національний стандарт України).
10. Правила застосування хімічних добавок у бетонах і розчинах. ДБН В.2.7-64-97. – [чинний від 1999-01-01]. –К.: Держбуд України, 1999.–60 с. – (Національний стандарт України).
11. Бетоны. Правила подбора составов. ГОСТ 27006 - 86 – [чинний від 1987-01-01]. –М.: Госстрой СССР, 1987.– 9 с.

12. Цементи. Загальні технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-112-2002. – [чинний від 2002-07-01]. – К.: Держбуд України, 2002. – 39 с. – (Національний стандарт України).
13. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-126:2006. – [чинний від 2006-10-01]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 35 с. – (Національний стандарт України).Навчально−методичне видання

БЕТОНИ І БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНИ”

Методичні вказівки
до практичних занять для студентів,
які навчаються за напрямом підготовки 6.060101
«Будівництво»

Укладачі **ГОЦ** Володимир Іванович
ВОЛЯНСЬКИЙ Олександр Арсентійович
ПАВЛЮК Віталій Володимирович