

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Виробничі процеси та обладнання
об'єктів автоматизації

Методичні вказівки
до індивідуального завдання
для студентів спеціальності 7.092501
„Автоматизоване управління
технологічними процесами”

Київ 2013

ББК 38.6
В 52

Укладачі: В.І.Гоц, док. техн. наук, професор
О.А.Волянський канд. техн. наук, професор

Рецензент В.М.Кокшарьов канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск В.І. Гоц, завідувач кафедри, док. техн. наук, професор

Затверджено на засіданні кафедри ТБКВ, протокол № 1 від 30 серпня 2013 р.

Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації

О 52 Методичні вказівки до індивідуального завдання / Уклад.: В.І.Гоц,
О.А.Волянський - К.: КНУБА, 2013. – 18 с.

Розглянуто основні підходи щодо виконання індивідуального завдання.

Призначені для студентів спеціальності 7.092501 „Автоматизоване управління технологічними процесами”

1. Загальні положення

Виконання завдання спрямоване на набуття студентами вмінь здійснювати розрахунок бетонозмішувального цеху.

Студенти денної форми навчання виконують індивідуальне завдання під час проведення практичних занять, студенти заочної форми навчання – самостійно в міжсесійний період.

МЕТА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

1.1. Мета індивідуального завдання – закріпити і поглибити знання, отримані в процесі вивчення теоретичного курсу “Виробничі процеси та обладнання об’єктів автоматизації” та придбати навички самостійного вирішення задач побудови технологічних процесів приготування бетонних сумішей на підприємствах будівельної індустрії, що є базою їх автоматизації.

Інформаційною базою для виконання індивідуального завдання являються матеріали: лекційного курсу, викладені у підручнику, навчальних посібниках, літератури рекомендованої до самостійного вивчення, нормативно-довідкової літератури, представленої в основному у ДСТУ та ГОСТ-ах, інструкціях, технічних правилах і рекомендаціях.

Основні дані і відомості із нормативно-довідкової літератури наведені в додатках методичних вказівок, якими необхідно користуватися та посилатися на них при виконанні індивідуального завдання.

Комплекс технологічних розрахунків і обґрунтувань прийнятих рішень в даному індивідуальному завданні відповідає змісту основних етапів технологічної підготовки виробництва бетонної суміші на підприємствах збірного залізобетону в конкретних умовах, передбачених завданням.

2. СКЛАД ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

2.1. Обґрунтування та вибір вихідних (сировинних) матеріалів для приготування бетонної суміші.

2.2. Розрахунок складу бетонної суміші.

2.3. Визначення технологічних параметрів приготування бетонної суміші, розрахунок кількості і вибір типів основного обладнання змішувального відділення бетонозмішувального цеху.

2.4. Розрахунок технологічних параметрів та вибір типів складів для зберігання заповнювачів і в’язучих.

2.5. Розрахунок об'ємів бункерів накопичення сировинних матеріалів на дві години безперервної роботи бетонозмішувального відділення.

2.6. Розробка технологічної схеми процесу приготування бетонної суміші з вказівкою типу технологічного обладнання та транспортних засобів, які використовують.

3. ВАРІАНТИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

А. Річна потужність бетонозмішувального цеху, тис.м³:

50, 75, 100, 125, 150, 175, 200.

Б. Міцність бетону, кг/см²:

200,300,400,500,600.

В. Тип конструкції:

а) збірні залізобетонні конструкції (ЗБК) з негайною розпалубкою, які формують на віброплощадках або вібронасадками;

б) багатопорожнинні та інші типи плитних конструкцій, які формуються в горизонтальному положенні на віброплощадках;

в) густоармовані тонкостінні елементи які формують з використанням зовнішнього вібрування;

г) ЗБК які формують на ударно-вібраційних установках;

д) ЗБК які формують в касетних установках;

е) центрифуговані ЗБК;

є) віброгідропресовані труби;

ж) масивні конструкції із монолітного бетону;

з) тонкостінні густоармовані конструкції із монолітного бетону.

Г. Найменші розміри: товщина виробу, відстань між арматурними прутками та стінкою форми, мм: 40; 50; 60; 70; 80.

Д. Вартість крупного заповнювача - в гривнях за 1т: високоякісний, середньої якості, пониженої якості (кожного року уточнюється).

Е. Вартість мілкого заповнювача - в гривнях за 1т: (кожного року уточнюється).

Є. Вартість портландцементу - в гривнях за 1т: (кожного року уточнюється).

4.ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ

Технологічний аналіз зводиться до усвідомлення особливостей складу, обмежень на властивості сировинних матеріалів, параметрів процесів приготування та транспортування, напрямок пошуку оптимального складу і т.д., виходячи із конкретних умов завдання.

Результати аналізу приводяться по формі табл. 1.

В правій частині таблиці, крім текстової анотації і розрахункових формул, можуть приводитися графіки, табличні матеріали та інші дані, необхідні і достатні для обґрунтування технологічних особливостей і обмежень.

Умови завдання			Технологічні особливості і обмеження, виходячи з умов завдання
Умови	Одиниця вимірювання	Абсолютна величина	
Приклад Міцність бетону	кг/см ²	200	1. Бетон важкий, $2200 \leq \rho \leq 2500 \text{ кг/м}^3$ [1,2] 2. Рекомендується марка цементу 400 (табл. 1.2) 3. Мінімально допустима міцність щебеню із природного каменю повинна бути на менше чим у 2 рази вище міцності бетону, тобто $2 \times 200 = 400 \text{ (кг/см}^2\text{)}$ (ДСТУ БВ 2.7-25-89) і т.д.

5. ВИБІР ВИХІДНИХ СИРОВИННИХ МАТЕРІАЛІВ

5.1. Обґрунтування вибору крупного заповнювача.

5.1.1. Обмеження, встановлені в результаті технологічного аналізу:

максимальна крупність, $D_{нб} = \underline{\hspace{2cm}}$ мм; (табл. 1.3).

мінімально допустима міцність породи заповнювача, $R_z = \underline{\hspace{2cm}}$ кг/см².

5.1.2. Вибираємо щебінь фракції $\underline{\hspace{2cm}}$ [$\underline{\hspace{1cm}}$].

5.1.3. Властивості і показники крупного заповнювача (табл. 1.1):

середня густина зерен, $\rho_{щ} = \underline{\hspace{2cm}}$ кг/м³;

насипна густина, $\gamma_{щ} = \underline{\hspace{2cm}}$ кг/м³;

міжзернова пористість щебеню $\underline{\hspace{2cm}}$;

вартість 1т $C_{щ} = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

5.1.4. Інші властивості повинні відповідати вимогам ДСТУ (вказати номер) $\underline{\hspace{2cm}}$.

5.2. Обґрунтування вибору мілкового заповнювача.

5.2.1. Обмеження, встановлені в результаті технологічного аналізу:

вид мілкового заповнювача $\underline{\hspace{3cm}}$

обмеження при визначенні крупності мілкового заповнювача по завданню, $M_{кр} = \underline{\hspace{2cm}}$.

5.2.2. Вибираємо мілкий заповнювач, $M_{кр} = \underline{\hspace{2cm}}$ [$\underline{\hspace{1cm}}$].

5.2.3. Властивості і показники мілкового заповнювача (табл. 1.1.):

середня густина зерен $\rho_n = \underline{\hspace{2cm}}$ кг/м³;

насипна густина $\gamma_n = \underline{\hspace{2cm}}$ кг/м³;

вартість 1т Сп = _____ грн.

5.2.4. Інші властивості повинні відповідати вимогам ДСТУ _____ (вказати номер).

5.3. Обґрунтування виробу в'язучого.

5.3.1. Обмеження, встановлені в результаті технологічного аналізу (табл. 1,1; 1,2):

активність – не менше _____ кг/см²;

допустимі до використання види цементу:

а) _____;

б) _____

і т.д.

5.3.2. Обмеження по витраті цементу на 1м³ бетонної суміші:

мінімальна витрата за умовою розшарування бетонної суміші, при крупності щебеню _____ мм, складає _____ кг;

максимально допустима витрата цементу _____ кг.

5.3.3. Властивості і показники вибраних для варіативного проектування видів цементу [_____].

Таблиця 1.1

№ п/п	Вид цементу	Середня густина, кг/м ³	Насипна густина, НГ ₁ , кг/м ³	Водопотреба, НГ ₁ , %	Активність, кг/см ²	Вартість 1т, грн..
1						
2						
3						

5.3.4. Інші властивості повинні відповідати вимогам ДСТУ _____ (вказати номер).

6. ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ БЕТОННОЇ СУМІШІ

6.1. Загальні положення

Найбільше розповсюдження набули, так звані, розрахунково-експериментальні методи визначення складу бетонної суміші. Такі методи складаються з двох стадій.

Перша стадія – орієнтований розрахунок основних параметрів складу бетонної суміші з використанням ряду емпіричних залежностей, математичних моделей, таблиць і графіків, одержаних в результаті накопичення і обробки даних експериментальних досліджень, а також інструкцій і рекомендацій.

Друга стадія – експериментальна перевірка і уточнення одержаних розрахунком параметрів складу бетонної суміші.

Розрахунок параметрів складу бетонної суміші включає: визначення водоцементного відношення, водовмісту, витрати цементу, витрати крупного і мілкового заповнювачів і т.д.

6.2. Розрахункові формули.

6.2.1. Визначення необхідного значення водоцементного відношення:

а) умови міцності бетону за формулами Болемея - Скрамтаєва):

$$\text{при } R_{\sigma} < 300 \text{ кг/см}^2, \quad \frac{B}{Ц} = \frac{AR_{\sigma}}{R_{\sigma} + 0,5AR_{\sigma}} ;$$

б) умова міцності бетону за формулою ВНДІ залізобетон для $R_{\sigma} > 300 \text{ кг/см}^2$:

$$R_{\sigma} = (0,23R_{\sigma} + 100) \frac{Ц}{B} - 80;$$

$$\frac{B}{Ц} = \frac{0,23R_{\sigma} + 100}{R_{\sigma} + 80} .$$

Значення коефіцієнтів А і А₁ залежать від якості заповнювачів і можуть бути взяті з табл. 2.

Таблиця 2.

Залежність значення коефіцієнта А і А₁ від якості заповнювачів

Заповнювачі	А	А ₁
Високоякісні	0,65	0,43
Рядові	0,60	0,40
Пониженої якості	0,55	0,37

6.2.2. Визначають вміст води, при якій забезпечується необхідна рухливість (жорсткість) бетонної суміші для формування заданої конструкції (табл.3). В табл. 3 наведені орієнтовні витрати води для виготовлення бетонних сумішей з урахуванням властивостей заповнювача і цементу.

Таблиця 3.

Орієнтовані витрати води на 1м³ бетонної суміші на щільних заповнювачах

Показ-ник	Жорст-кість,с	Рухли-вість,см	Витрати води, (л/м ³) при крупності, мм							
			гравію				щебеню			
			10	20	40	70	10	20	40	70
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P ₁	1...4	<4	190	175	160	155	200	190	175	170
P ₂	-	5...9	200	185	170	165	210	200	185	180
P ₃	-	10...15	215	205	190	180	225	215	200	190

P ₄	-	16...20	225	220	205	195	235	230	215	205
P ₅	-	21...25	235	230	210	200	245	240	220	210
Ж ₄	31i >	-	150	135	125	120	160	150	135	130
Ж ₃	21...30	-	160	145	130	125	170	160	145	140
Ж ₂	11...20	-	165	150	135	130	175	165	150	145
Ж ₁	5...10	-	175	160	145	140	185	175	160	155

Примітка. Суміші на цементі з $H_z = 26...28\%$ і піску $M_{кр} = 2$. При зміні H_z на кожний процент в меншу сторону витрата води зменшується на $3...5\text{л/м}^3$, в більшу – збільшується на ту саму величину. У випадку зміни модуля крупності піску в меншу сторону на кожні $0,5$ його значення необхідно збільшити, а в більшу сторону – зменшити витрати води на $3...5\text{л/м}^3$.

6.2.3. Витрату цементу на 1м^3 бетону визначають за формулою, кг:

$$Ц = \frac{B}{B/Ц}$$

6.2.4. Для визначення витрат крупного заповнювача спочатку встановлюють важливий геометричний параметр макроструктури бетону – коефіцієнт розсунення зерен крупного заповнювача цементним розчином α :

$$\alpha = \frac{V_p}{V_{п.з.}}$$

де V_p – об'єм розчинної частини бетонної суміші;

$V_{п.з.}$ – об'єм пустот крупного заповнювача.

Коефіцієнт α для жорстких сумішей приймають таким, що дорівнює $1.05...1.15$, а для рухливих сумішей визначають за даними табл. 4.

Таблиця 4

Значення коефіцієнта розсунення зерен крупного заповнювача цементним розчином

Витрата цементу, кг/м ³	Значення В/Ц					
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	-	-	-	1,26	1,32	1,38
300	-	-	1,3	1,36	1,42	-
350	-	1,32	1,38	1,44	-	-
400	1,31	1,40	1,46	-	-	-
500	1,44	1,52	1,56	-	-	-
600	1,52	1,56	-	-	-	-

Пустотність крупного заповнювача визначається за формулою

$$V_{п.з.} = 1 - \frac{\gamma_{ш}}{\rho_{ш}}$$

де $\gamma_{ш}$ – насипна густина крупного заповнювача кг/м³;

$\rho_{щ}$ – середня густина крупного заповнювача.

Витрата крупного заповнювача на 1 м^3 бетону визначається за формулою, кг:

$$\Pi = \frac{1000}{\frac{V_{п.щ} \cdot \alpha}{\gamma_{щ.}} + \frac{1}{\rho_{щ.}}},$$

де $\gamma_{щ.}$ – насипна густина заповнювача, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$\rho_{щ.}$ – середня густина заповнювача, $\text{кг}/\text{м}^3$.

6.2.5. Витрата мілкового заповнювача на 1 м^3 бетону визначається за формулою, кг:

$$\Pi = \left[1000 - \left(\frac{\Pi}{\rho_{ц.}} + \frac{\Pi}{\rho_{щ.}} + B \right) \right] \cdot \rho_{п.},$$

де Π , Π , B – витрати на 1 м^3 бетону відповідно цементу, щебеню і води;

$\rho_{ц.}$, $\rho_{щ.}$, $\rho_{п.}$ – середня густина цементу, зерен щебеню і піску, $\text{кг}/\text{м}^3$.

6.2.6. Коефіцієнт виходу бетонної суміші визначається за формулою:

$$\beta = \frac{1000}{\frac{\Pi}{\gamma_{ц.}} + \frac{\Pi}{\gamma_{п.}} + \frac{\Pi}{\gamma_{щ.}}}$$

$\gamma_{ц.}$, $\gamma_{п.}$, $\gamma_{щ.}$ – насипна густина цементу, зерен піску і щебеню, $\text{кг}/\text{м}^3$.

6.2.7. Розрахунок сумарної вартості матеріалів бетонної суміші:

$$C = C_{ц.} \cdot \Pi + C_{щ.} + C_{п.} \cdot \Pi + \sum_1^{\Pi} C_{di} D_i,$$

де $C_{ц.}$, $C_{щ.}$, $C_{п.}$ – вартість 1кг цементу, щебеню, піску, грн.;

C_{di} - вартість 1кг і-й добавки; D_i – витрата і-й добавки на 1 м^3 бетону, кг.

7. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА БЕТОННОЇ СУМІШІ

7.1. *Визначення параметрів і вибір основного обладнання бетонозмішувального відділення.*

7.1.1. *Годинна потужність змішувачів.*

При заданій річній потужності бетонозмішувального цеху необхідну годинну потужність змішувачів визначають за формулою, м³/год:

$$P_{\text{год}} = \frac{Q}{\Phi_{\text{п}} \cdot T} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

де Q – задана річна потужність, м³; $\Phi_{\text{п}}$ – планова кількість робочих діб за рік; T – кількість робочих годин на добу; $K_1=1,4$ – коефіцієнт годинної нерівномірності використання суміші; $K_2=1,2$ – коефіцієнт запасу потужності.

7.1.2. *Визначення циклу роботи бетонозмішувача.*

Тривалість одного циклу роботи бетонозмішувача залежить від виду і рухливості (жорсткості) бетонної суміші, типу і об'єму по завантаженню змішувачів, с.:

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_{\text{з}} + \tau_{\text{п}} + \tau_{\text{в}},$$

де $\tau_{\text{з}}$, $\tau_{\text{п}}$, $\tau_{\text{в}}$ – тривалість виконання операцій по завантаженню, перемішуванню і вивантаженню готової бетонної суміші. Дані для розрахунку приведені в довіднику [4].

7.1.3. *Визначення типу і кількості бетонозмішувачів.*

Основний технологічний параметр змішувального відділення – необхідний для забезпечення заданої потужності цеху сумарний вміст барабанів (чаш) всіх установлених змішувачів, м³:

$$V_{\text{нб}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot \tau_{\text{ц}}}{60 \cdot \beta}.$$

Виходячи з цієї величини, підбирають тип і конструкцію змішувачів, що серійно випускаються з урахуванням властивостей і особливостей приготування сумішей. Кількість змішувачів на одній секції повинна бути не менше двох і не більше чотирьох. Підбір змішувачів здійснюється по довіднику [4].

Число замісів одного бетонозмішувача за годину:

$$n = \frac{3600}{\tau_{\text{ц}}},$$

де $\tau_{\text{ц}}$ - тривалість роботи одного циклу бетонозмішування, с.

Фактична годинна потужність одного бетонозмішувача циклічної дії, м³/год:

$$N_{\text{ц}} = \frac{V_{\text{бс}} \cdot n \cdot \beta}{1000},$$

де $V_{\text{бс}}$ – завантажувальний вміст бетонозмішувача (барабана або чаші), л;
 β – коефіцієнт виходу суміші.

7.1.4. Підбір типів дозаторів.

У відповідності з прийнятим типом і кількістю бетонозмішувачів підбирають типи дозаторів, використовуючи дані довідника [4].

7.2. Розрахунок технологічних параметрів складів заповнювачів і цементу.

7.2.1. Параметри складу заповнювачів.

Необхідний вміст складу заповнювачів визначають за формулою, м^3 :

$$V_{\text{ск}} = \frac{Qgn_x \cdot K_1 \cdot K_2}{\gamma_3 \cdot \Phi_n},$$

де Q – річна потужність бетонозмішувального цеху, м^3 ;

g – витрата заповнювача на 1м^3 бетону, кг;

n_x – нормативний запас на складі, в днях роботи цеха:

а) для матеріалів місцевих кар'єрів, які доставляють автотранспортом – 4...5 діб;

б) для матеріалів, які доставляють автотранспортом здалеку – 6...7 діб;

в) для матеріалів, які доставляють залізничним транспортом – до 10 діб;

K_1 – коефіцієнт розрихлення, $K_1=1,2$;

K_2 – коефіцієнт враховуючий втрати, $K_2=1,02$;

γ_3 – насипна густина заповнювача;

Φ_n – число робочих днів за рік.

Визначають необхідний вміст складів окремо для крупного і мілкового заповнювачів, потім сумують отримані об'єми.

Довжина штабельного складу:

$$L_{\text{ш}} = \frac{V_{\text{ск}}}{H^2 \cdot \text{ctg}\alpha \cdot K_3},$$

де $V_{\text{ск}}$ – об'єм складу (запас матеріалу), м^3 ;

H – висота штабеля, м; α – кут природного відкосу складуємих сипучих матеріалів, град. ($\alpha=40^\circ$); рекомендована довжина складу $L_{\text{ш}}$ повинна бути $<50\text{м}$ (абсолютні значення вказаних параметрів підбирають у відповідності з довідником [4]);

K_3 – коефіцієнт заповнення складу, $K_3=0,85\dots0,95$.

Площа штабельного складу, м²:

$$S_{\text{ск}} = \frac{2L_{\text{ш}} \cdot H}{\text{tg}\alpha}$$

Довжина фронту подачі вагонів для розвантаження заповнювачів:

$$L_{\text{под}} = 1,5(m \cdot l_{\text{в}} + l_{\text{лок}}),$$

де m – число вагонів, які подаються; $l_{\text{в}}$ – довжина вагону, $l_{\text{в}} = 14 \dots 16$ м;

$l_{\text{лок}}$ – довжина локомотива, $l_{\text{лок}} = 25$ м.

Довжина складських колій:

при пересувних розвантажувачах:

$$L_{\text{ск.к}} = L_{\text{под}} + l_{\text{лок}};$$

при стаціонарній розвантажувальній машині:

$$L_{\text{ск.к}} = 2L_{\text{под}} + l_{\text{лок}}.$$

Схеми складів крупного і мілкового заповнювачів проводять у відповідності з [1,2,4].

7.2.2. Параметри складу цементу.

Необхідний для бетонозмішувального цеху вміст складу цементу:

$$V_{\text{ск.ц}} = \frac{Q \cdot \text{Ц} \cdot n_x \cdot K_1}{\gamma_{\text{ц}} \cdot \Phi_n},$$

де Q – річна потужність бетонозмішувального цеху, м³;

Ц – витрата цементу на 1м³ бетонної суміші, кг;

n_x – нормативний запас зберігання цементу на складі 5...10діб;

K_1 – коефіцієнт можливих втрат цементу при розвантаженні та транспортних операціях ($K_1 = 1,04$).

Тип складу цементу підбирають у відповідності з довідником [4].

7.2.3. Параметри витратних бункерів змішувального відділення.

Вміст витратних бункерів змішувального відділення визначається виходячи із необхідності мати технологічний запас на дві години роботи змішувального відділення. Нормується кількість витратних бункерів: цементу – 2, піску – 2, щебеню (гравію) – 4.

Список використаних джерел

1. Волянський О.А. “Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій”: Підручник - Ч.І. “Технологія бетону” Київ: Вища шк., 1994-272с.
2. Гоц В.І. “Бетони і будівельні розчини”: Підручник – К:ТОВ УВПК “ЕксОб”, 2003-468с.
3. Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Гарніш Ю.В. “Проектування складів бетону із заданими властивостями” Рівне: Вид-во Рівненського державного технічного університету, 2000-215с.
4. Справочник по производству сборных железобетонных изделий (под ред. В.В.Михайлова – М.:Стройиздат, 1989-447с.)
5. Дворкин О.Л. “Проектирование составов бетона. Основы теории и методологии” Ровно: УГ УВХП, 2003-266с.
6. ДСТУ БВ.2.7-32-95. Будівельні матеріали. Пісок щільний природній для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови.
7. ДСТУ БВ.2.7-91-99. Будівельні матеріали. В’язучі матеріали. Класифікація.
8. ДСТУ БВ.2.7-75-98. Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови.
9. ДСТУ БВ.2.7-96-2000. Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Технічні умови.
10. ДСТУ БВ.2.7-112-2002. Будівельні матеріали. Цементи. Загальні технічні умови.
11. ДСТУ БВ.2.7-43-96. Будівельні матеріали. Бетони важкі. Технічні умови.
12. ГОСТ 27006-86. Бетоны. Правила подбора состава.
13. ДСТУ БВ.2.7-46-96. Будівельні матеріали. Цементи загально-будівельного призначення. Технічні умови.
14. ДСТУ БВ.2.7-114-2002. Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань.

Вихідні матеріали для приготування бетонної суміші (нормативи, вимоги, обмеження).

Таблиця 1.1.

Умовні позначення

Матеріали	Властивості або характеристики	Позначення	Одиниця виміру	Примірне значення
Цемент	Активність	$R_{ц}$	кг/см ²	300...700
	Середня густина	$\rho_{ц}$	кг/дм ³	3,1
	Насипна густина	$\gamma_{ц}$	кг/дм ³	1,3
	Водопотреба для тіста нормальної густини	$H_{г}$	%	25...30
Пісок	Середня густина	$\rho_{п}$	кг/дм ³	2,5...2,7
	Насипна густина	$\gamma_{п}$	кг/дм ³	1,4...1,6
	Пустотність (визначається розрахунком в залежності від $\rho_{п}$ і $\gamma_{п}$)	$V_{пн}$	час.один.	0,35...0,45
Крупний заповнювач (щебінь, гравій)	Середня густина	$\rho_{щ}$	кг/дм ³	2,2...2,7
	Насипна густина	$\gamma_{щ}$	кг/дм ³	1,4...1,6
	Пустотність (визначається розрахунком в залежності від $\rho_{щ}$ і $\gamma_{щ}$)	$V_{п.щ}$	част.один.	0,4...0,5
	Найбільша крупність	$D_{нб}$	мм	10...70

Таблиця 1.2.

Марки цементу для бетонів, які рекомендуються

Клас (міцність бетону, кг/см ²)	Марка цементу	
	Рекомендовані	Які допускаються
B7,5 (100)	300	400
B10 (150)	300	400
B15 (200)	400	400-500
B20 (250)	400	400-500
B25 (300)	400	500, 550
B27,5 (350)	400	500, 550
B30 (400)	500	550, 600
B35 (450)	500, 550	600, 400
B40 (500)	550, 600	500, 600
B47,5 (600)	550, 600	500

Примітка 1. У випадку використання цементу високої активності для бетонів низьких марок рекомендується використовувати тонкомелені мінеральні добавки - наповнювачі.

2. Для бетонів з міцністю 400-600кг/см² з використанням суперпластифікаторів можна використовувати цементи на марку нижче рекомендованої.

При виробництві армованих виробів мінімальна витрата цементу в бетонах на щільних заповнювачах повинна бути не менше 220кг/м³, максимальний (для бетонів М500) – не більше 600кг/м³.

Таблиця 1.3.

Допустима найбільша крупність заповнювача (НКЗ)

Вид конструкцій і спосіб укладання бетонної суміші	Допустима НКЗ
Плити покриття, перекриття Балки, колони, рами	Не більше 1/4 товщини плити Не більше 3/4 найменшої відстані між стержнями арматури
Укладання бетонної суміші у ковзаючу опалубку	Не більше 1/6 найменшого розміру поперечного перерізу конструкції
Подача і укладання бетонної суміші бетононасосами	Не більше 1/3 діаметра бетоноводу бетононасоса

Додаток 2

Нормативи, рекомендації, параметри для розрахунку

складу і приготування бетонної суміші

Таблиця 2.1.

Властивості бетонних сумішей для формування різних конструкцій

Конструкції і способи ущільнення суміші	Жорсткість, с	Рухливість, см
1	2	3
Збірні залізобетонні конструкції (ЗБК) з негайною розпалубкою, які формуються на віброплощадках або вібронасадками	10-30	-
Багатопорожнинні та інші типи плитних конструкцій, які формуються в горизонтальному положенні на віброплощадках з частковою негайною розпалубкою	5-10	1-4
Густо армовані елементи, які формуються з використанням зовнішнього або внутрішнього вібрування	-	5-9
ЗБК які формуються на ударно-вібраційних установках	20-30	-
ЗБК які формуються у касетних установках	-	7-10
Центрифуговані ЗБК	-	5-9
Гідропресовані труби	-	4-5
Монолітне бетонування масивних конструкцій	-	5-7
Монолітне бетонування густоармованих конструкцій	-	7-10

Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації

**Методичні вказівки
до індивідуального завдання
для студентів спеціальності 7.092501
„Автоматизоване управління технологічними
процесами”**

Укладачі: **ГОЦ** Володимир Іванович
ВОЛЯНСЬКИЙ Олександр Арсентійович

Київ 2013