

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## **БЕТОНИ І БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНИ**

Методичні вказівки  
до виконання курсової роботи  
для студентів, які навчаються за спеціальністю  
192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
спеціалізація «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

Київ 2019

УДК 691.32 (075.8)

Б54

Укладачі: В.І. Гоц, д-р. техн. наук, професор  
В.В. Павлюк, канд. техн. наук, доцент  
О.В. Ластівка, канд. техн. наук, доцент

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

Відповідальний за випуск В.І. Гоц, д-р. техн. наук, професор

В авторській редакції

*Затверджено на засіданні кафедри технології будівельних  
конструкцій і виробів, протокол № від*

Бетони і будівельні розчини: методичні вказівки до виконання курсової роботи / Б54 уклад.: В.І. Гоц, О.А. В.В. Павлюк, О.В. Ластівка. – Київ: КНУБА, 2019. – 34 с.

Розглянуто особливості розв'язання технологічних задач, пов'язаних із розрахунками складів важких бетонів, показано особливості розрахунків та підбору технологічного обладнання бетонозмішувального вузла (БЗВ), складів сировини та розглянуто особливості проектування БЗВ баштового типу та схеми генерального плану заводу залізобетонних виробів (ЗБВ). Наведено креслення бетонозмішувального вузла та схему генерального плану заводу ЗБВ.

Призначено для студентів, які навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізація «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

© КНУБА, 2019

## Загальні положення

Мета курсової роботи з дисципліни "Бетони і будівельні розчини" закріпити та поглибити знання, одержані студентами в процесі вивчення теоретичного курсу та здобути навички самостійного вирішення технологічних задач в сфері бетонознавства, які пов'язані з виконанням функцій технолога на заводах залізобетонних конструкцій і виробів, в будівельних, проектних та науково-дослідних організаціях.

Інформаційною базою для виконання курсової роботи є матеріал лекцій, підручники, учбові посібники та рекомендовані до самостійного вивчення літературні та нормативно-довідникові джерела, державні стандарти, інструкції та рекомендації, які пов'язані із застосуванням бетонів і розчинів в будівництві.

Основна інформація із нормативно-довідникових джерел наведена в додатках до даних методичних вказівок. Цією інформацією слід користуватися при виконанні курсової роботи.

Комплекс технологічних розрахунків та обґрунтувань рішень, які приймають в даній курсовій роботі, відповідають змісту основних етапів технологічної підготовки виробництва бетонної суміші на підприємствах будівельної індустрії в конкретних умовах, передбачених завданням.

Курсова робота складається з двох взаємопов'язаних частин. Зміст курсової роботи включає обґрунтування вибору вихідних (сировинних) матеріалів для приготування бетонної суміші та визначення оптимального складу бетону за критерієм, "вартість бетонної суміші" або "витрата цементу" з урахуванням спеціальних вимог до бетону, які впливають з особливостей технології виготовлення або зведення монолітних і залізобетонних конструкцій та умов їх експлуатації. На другому етапі виконання курсової роботи необхідно розрахувати склади сировинних матеріалів, продуктивність основного технологічного обладнання, підібрати технологічне обладнання та устаткування за продуктивністю, запроектувати бетонозмішувальний вузол та схему генерального плану заводу залізобетонних виробів з врахуванням особливостей розміщення складів сировинних матеріалів.

Основні розділи курсової роботи:

- Технологічний аналіз ситуації;
- Обґрунтування та вибір можливих варіантів вихідних (сировинних) матеріалів для приготування бетонної суміші;
- Оптимізація складу бетонної суміші за встановленим критерієм;
- Розрахунок складів сировинних матеріалів;
- Розрахунок технологічного обладнання;
- Проектування бетонозмішувального вузла, та схеми генерального плану заводу залізобетонних виробів.
- Висновки.

Обсяг курсової роботи – 15...25 сторінок пояснювальної записки та

креслення бетонозмішувального вузла і схеми генерального плану заводу.

Пояснювальна записка повинна бути набрана в текстовому редакторі Microsoft Word for Windows українською мовою на аркушах формату А4 з однієї сторони з відповідними рамками та штампами (див. дод. 1...3). Пояснювальну записку друкують на аркушах формату А4 з полями: ліворуч – 2,5 мм, праворуч – 2,0 мм, зверху – 10 мм, знизу – 25 мм, абзацні виступи – 1,25 см. Текст повинен бути набраний шрифтом 12 пт Arial або 14 пт Times New Roman, міжрядковий інтервал „множитель” – 1,2.

Креслення виконують на двох аркушах формату А2.

Схему складу заповнювачів виконують на аркуші формату А4.

Ілюстративний матеріал подають в чорно-білій лінійній графіці.

Креслення виконують в графічному редакторі AutoCAD або інших графічних редакторах.

## **Варіанти завдання на курсову роботу**

Варіант завдання видається в закодованому вигляді де літери і цифри означають основні параметри, спеціальні вимоги, особливості та умови виробництва і експлуатації залізобетонних конструкцій.

**А – річна виробнича потужність бетонозмішувального цеху, тис.м<sup>3</sup>:**

1) 50; 2) 75; 3) 100; 4) 125; 5) 150; 6) 175; 7) 200

**Б – клас бетону**

1) B15; 2) B20; 3) B25; 4) B30; 5) B35; 6) B40; 7) B45; 8) B50

**В – тип конструкції і особливості технології виготовлення:**

1) Збірні ЗБК з негайною розпалубкою, формування на вібростолах або вібронасадками;

2) Багатопорожнинні та інші типи плитних конструкцій, які формують в горизонтальному положенні на вібростолах;

3) Густоармовані і тонкостінні елементи, які виготовляють із застосування зовнішнього або внутрішнього вібрування;

4) ЗБК, які формують на ударно-вібраційних установках;

5) ЗБК, які формують в касетах;

6) ЗБК, які формують в центрифугах;

7) Гідропресовані труби;

8) Конструкції із монолітного бетону;

9) Тонкостінні густоармовані конструкції із монолітного бетону.

**Г – Найменші розміри: товщина виробу, відстань між арматурними стержнями і стінкою форми в мм:**

1) 20; 2) 40; 3) 50; 4) 60; 5) 80

**Д – Крупний заповнювач (вартість в гривнях за 1 т.):**

1) високоякісний: а) 350; б) 340; в) 330; г) 320;

2) середньої якості: а) 300; б) 290; в) 280; г) 270;

3) зниженої якості: а) 250; б) 240; в) 230; г) 220;

**Е – Вартість в гривнях за 1 т. дрібного заповнювача в залежності від модуля крупності:** -1)  $M_{кр} - 2,5...3,0 - 160$  грн.; 2)  $M_{кр} - 2,0...2,5 - 140$  грн. 3)  $M_{кр} - 1,0...1,5 - 120$  грн.;

**Ж – Спеціальні вимоги до бетону ЗБК:**

- 1) Морозостійкість, циклів: а) F200, б) F300, в) F400, г) F500;
- 2) Водонепроникність, марки: а) W6; б) W8; в) W10; г) W12.
- 3) Стійкість в агресивних середовищах експлуатації:
  - а) в прісній воді; б) в морській воді; в) стійкість до карбонізації;
  - г) стійкість до хлоридів.

**З – Умови твердіння бетону:**

- 1) при нормальній температурі;
- 2) теплова обробка;
- 3) низькі і від'ємні температури;
- 4) твердіння в літній період.

**І – Умови транспортування та укладання бетонної суміші:**

- 1) стрічковий конвеєр;
- 2) бункери, бадді, які переміщують кранами і т.п.;
- 3) бетононасоси;
- 4) автобетоновози, автосамоскиди, автобетонозмішувачі (товарна бетонна суміш, перевезення на далекі відстані).

**К – Критерії оптимальності рішення:**

- 1) мінімальна вартість вихідних сировинних матеріалів грн./м<sup>3</sup> для бетонної суміші;
- 2) мінімальна витрата цементу, кг/м<sup>3</sup>, бетонної суміші.

**Приклад виданого завдання в закодованому вигляді:** А2; Б4; В2; Г3; Д3б; Е2а; Ж3а;З2;І1; К2.

**Примітка.** Якщо по одному із матриці дозволяється вільний вибір, то цей пункт відзначають нулем (наприклад, Е0 означає, що до дрібного заповнювача для бетону не висувається спеціальних вимог).

## Технологічний аналіз ситуації

Технологічний аналіз має на меті чітко визначити особливості складу, обмеження на властивості і особливості структури сировинних матеріалів, параметрів процесу виготовлення і транспортування, на пряму пошуку оптимального складу бетонної суміші і т.п.

Результати аналізу можна навести у формі таблиці 1.

В правій частині таблиці, крім тексту, розрахункових формул і іншої інформації, можна наводити: графіки, таблиці і інші дані, необхідні для обґрунтування технологічних особливостей і обмежень.

**Альтернативні варіанти складу бетонної суміші**

Умови завдання	Одиниц і	Величина	Технологічні особливості і обмеження, які витікають з умов завдання
Наприклад: Б-1 Клас бетону	Кг/см <sup>2</sup>	15	Бетон важкий, середня густина 2200-2500 кг/м <sup>3</sup> . Марка цементу, який використовується для виготовлення бетонної суміші повинна бути не менше класу бетону, а бажано більше (виключення може бути при використанні сильних модифікуючих добавок). Тому можливими марками цементу можуть бути М400. Мінімальна допустима міцність щебеню повинна бути не менш ніж в два рази вищою за міцність бетону.

**Вибір сировинних матеріалів****1. Обґрунтування вибору крупного заповнювача**

Обмеження, встановлені в результаті технологічного аналізу заданої ситуації:

- максимальна крупність  $D_{нб}$  ... мм;
- мінімальна допустима міцність породи заповнювача ... кг/см<sup>2</sup>;
- мінімальна допустима морозостійкість ... циклів і т.д.

Висновок: приймаємо щебінь фракції ..., міцність при стиску породи ..., морозостійкість.... і т.д.

Властивості і показники прийнятого крупного заповнювача:

- середня густина зерен  $\rho_{щ}$  ... кг/л;
- насипна густина  $\gamma_{щ}$  ... кг/л;
- міжзернова пористість  $V_{п.щ}$ ....;
- вартість 1 т. ... грн.

Решта властивостей повинні відповідати вимогам державного стандарту (вказати номер).

**2. Обґрунтування вибору дрібного заповнювача**

Обмеження, встановлені в результаті технологічного аналізу:

- вид дрібного заповнювача .....
- вимоги до крупності  $M_{кр}$ .....

Висновок: приймаємо пісок .....

Властивості і показники дрібного заповнювача:

- середня густина зерен  $\rho_{п}$  ... кг/л;
- насипна густина  $\gamma_{п}$ ... кг/л;

- вартість 1 т. ... грн.

Решта властивостей повинна відповідати вимогам державного стандарту (вказати номер).

### 3. Обґрунтування вибору в'язучої речовини

Обмеження, встановлені в результаті технологічного аналізу:

- активність цементу не менше .....
- допустимі до застосування види цементів:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Обмеження витрат цементу на 1,0 м<sup>3</sup> бетонної суміші при крупності щебеню .... мм складає .... (...с);

- мінімальна витрата за умовою морозостійкості (... циклів) складає...;
- максимальна допустима витрата цементу - ... кг (... с).

Таблиця 2

### Властивості і показники вибраних для варіантного проектування складу бетонної суміші видів цементу:

Вид цементу	Середня густина кг/м <sup>3</sup>	Насипна густина кг/м <sup>3</sup>	Водопотреба тіста нормальної густини Н <sub>г</sub> %	Активність кг/см <sup>2</sup>	Вартість за 1 т грн.
1.					
2.					
3.					

Решта властивостей повинна відповідати вимогам державного стандарту (вказати номер).

Характеристики вихідних сировинних матеріалів для приготування бетонної суміші (нормативи, вимоги, обмеження) наведено в додатку 4.

### 4. Обґрунтування вибору хімічних і мінеральних добавок

Треба розглянути можливі варіанти виробу добавок і відібрати з них тільки ті, які відповідають результатам технологічного аналізу ситуації.

Добавка №1 - (назвати тип, назву і т.п.):

- призначення - ....;
- основний ефект -.....;
- властивості - .....

**Характеристика добавок**

Назва добавки	Показник основного ефекту	Оптимальна кількість в мас.% від цементу	Вартість 1т., грн.

**Визначення складу бетонної суміші****1. Загальні положення**

Склад бетонної суміші визначають за методом абсолютних об'ємів у відповідності з рекомендаціями [1]. При цьому в ході розрахунків здійснюють корегування отримання параметрів суміші з метою:

- забезпечення спеціальних властивостей бетону, зазначених в завданні на курсову роботу (морозостійкість, водостійкість, водонепроникність, стійкість до агресивної дії навколишнього середовища тощо);

- зниження витрати цементу;

- скорочення циклу теплової обробки бетону, прискорення його тверднення, забезпечення можливості бетонування при низьких температурах навколишнього середовища тощо.

Як правило, цього досягають застосуванням різних хімічних добавок та інших технологічних прийомів. В процесі виконання розрахунків необхідно обґрунтувати (з посиланням на відповідні нормативні вказівки) прийняті рішення про застосування тих чи інших технологічних прийомів в даній конкретній ситуації.

**2. Розрахунок складу бетонної суміші**

Розрахунок параметрів складу бетонної суміші – водоцементного відношення, водовмісту, витрати цементу, заповнювачів і добавок виконується за ДСТУ Б В.2.7-215:2009 з розрахунку на 1 м<sup>3</sup> в такій послідовності:

1. Визначення величини водоцементного відношення – В/Ц, як головної умови, при якій буде забезпечена задана міцність (марка) бетону R<sub>Б</sub> в даній конкретній ситуації.

Залежно від міцності бетону величину В/Ц визначають за наступними емпіричними формулами:

$$\text{при } f_{cm} \leq 1,2R_{ц}, \quad \frac{B}{Ц} = \frac{A \cdot R_{ц}}{f_{cm} + 0,5A \cdot R_{ц}}; \quad (1)$$

$$\text{при } f_{cm} > 1,2R_{ц}, \quad \frac{B}{Ц} = \frac{A_1 \cdot R_{ц}}{f_{cm} - 0,5A_1 \cdot R_{ц}}; \quad (2)$$

$$\frac{B}{Ц} = \frac{0,23 \cdot R_{ц} + 100}{f_{cm} + 80} - \text{формула ВНДІ залізобетону}; \quad (3)$$



де  $f_{cm}$  – проектна середня міцність бетону, кг/см<sup>2</sup>;  $R_c$  – активність цементу, яка визначається згідно ДСТУ Б В.2.7-187:2009;  $A$  і  $A_1$  – коефіцієнти, що залежать від якості заповнювачів, значення яких наведено в табл. 4.

Таблиця 4

**Коефіцієнт якості заповнювачів**

Заповнювачі	A	A <sub>1</sub>
Високоякісні	0,65	0,43
Рядові	0,60	0,40
Зниженої якості	0,55	0,37

2. Визначення водопотреби "В" бетонної суміші, як головного фактору її легкоукладальності (рухливості або жорсткості), здійснюють за таблицею 5, в якій для кожної марки бетонної суміші наведено орієнтовну витрату води на 1,0 м<sup>3</sup> суміші з урахуванням виду і розміру крупного заповнювача, модуля крупності піску та водопотреби для тіста нормальної густоти цементу.

Таблиця 5

**Витрати води на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші**

Марка суміші	Показник легкоукладальності бетонної суміші		Втрата води, л/м <sup>3</sup> при крупності, мм							
	Рухливість О.К., см	жорсткість, с	гравію				щебеню			
			10	20	40	70	10	20	40	70
P4 (S4)	16...20	-	227	218	203	192	237	227	213	202
P3 (S3)	12...16	-	220	210	203	185	230	220	207	195
	10...12	-	215	205	190	180	225	215	200	190
P2 (S2)	8...10	-	205	190	175	170	215	205	190	185
	5...7	-	200	185	170	165	210	200	185	180
P1 (S1)	2...4	-	190	175	160	155	200	190	175	170
Ж2(V2)	-	10...15	175	160	145	140	185	175	160	155
	-	15...20	160	150	135	130	175	165	150	145
Ж3(V1)	-	25...35	160	145	130	125	170	160	145	140
Ж4(V0)	-	40...50	150	135	125	120	160	150	135	130

Примітка. Витрата води замішування наведена для бетонних сумішей, виготовлених на цементі з  $N_r = 26...28$  і піску з  $M_k = 2,0$ . При зміні  $N_r$  на кожний процент в менший бік витрату води треба зменшити на 3...5 л/м<sup>3</sup>, в більший бік –

збільшити на таке ж саме значення. В разі зміни модуля крупності піску в менший бік на кожні 0,5 його значення треба збільшувати, а в більший бік – зменшувати витрату води на 3...5 л/м<sup>3</sup>.

У випадку застосування пластифікуючих добавок одержану за таблицею витрату води відповідно зменшують в залежності від ефективності добавок.

3. Витрату цементу "Ц" на 1,0 м<sup>3</sup> бетонної суміші визначають за формулою:

$$Ц = \frac{B}{B/Ц}$$

4. Для визначення витрати заповнювачів спочатку встановлюють важливий геометричний параметр макроструктури бетону – коефіцієнт розсування зерен крупного заповнювача цементним розчином  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{V_p}{V_{n.з.}}$$

де –  $V_p$ - об'єм розчинної частини бетону;  $V_{n.з.}$ – об'єм пустот крупного заповнювача.

Коефіцієнт  $\alpha$  також визначають за таблицями або графіками. Його значення залежить від значення В/Ц, витрати цементу і заданої рухливості (жорсткості) бетонної суміші (табл. 6).

Таблиця 6

**Коефіцієнт розсування зерен крупного заповнювача при відповідній витраті цементу**

Витрата цементу, кг/м <sup>3</sup> суміші	Показник легкоукладальності			
	Осадка конуса, см			Жорсткість, с
	10 і більше	5...9	1...4	
200	1,26	1,22	1,18	1,1
250	1,34	1,28	1,22	1,12
300	1,40	1,34	1,28	1,14
350	1,46	1,40	1,34	1,16
400	1,56	1,48	1,40	1,18
500	1,72	1,60	1,48	1,2

5. Витрату щебеню в кг на 1,0 м<sup>3</sup> бетонної суміші визначають за формулою:

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

де  $\alpha$  - коефіцієнт розсування зерен крупного заповнювача цементним розчином в бетоні; для жорстких та рухливих сумішей його величину приймають - за таблицею 6.

6. Витрати піску "П" в кг на 1,0 м<sup>3</sup> бетонної суміші визначають за формулою абсолютних об'ємів:

$$П = \left[ 1000 - \left( \frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{Щ}{\rho_{щ}} + В \right) \right] \rho_{п},$$

де  $\rho_{ц}$ ,  $\rho_{щ}$ ,  $\rho_{п}$  - істина густина зерен відповідно цементу, щебеню і піску.

7. Коефіцієнт виходу бетонної суміші:

$$\beta = \frac{1000}{\frac{Ц}{\gamma_{ц}} + \frac{П}{\gamma_{п}} + \frac{Щ}{\gamma_{щ}}}.$$

8. Розрахунок собівартості "С" матеріалів на 1,0 м<sup>3</sup> бетонної суміші:

$$С = С_{ц} \cdot Ц + С_{п} \cdot П + С_{щ} \cdot Щ + С_{в} \cdot В + С_{д} \cdot Д,$$

де  $С_{ц}$ ,  $С_{п}$ ,  $С_{щ}$  і  $С_{д}$  – вартість відповідно 1 кг цементу, піску, щебеню і добавки (Д - витрата добавки на 1,0 м<sup>3</sup> бетонної суміші), в грн.

### 3. Модифікація складу бетонної суміші

В результаті вищенаведених розрахунків одержують варіанти так званого базового складу бетонної суміші. Ці варіанти відрізняються між собою сировинними (вихідними) матеріалами і мають різну вартість. На цій стадії потрібно вибрати оптимальний варіант складу за критеріями "вартість суміші" або "витрата цементу".

Далі необхідно модифікувати оптимальний склад бетонної суміші хімічними добавками і іншими заходами, з метою забезпечення спеціальних властивостей бетону з урахуванням умов його експлуатації, а саме:

- прискорення твердіння в початковий період (при ТВО і бетонуванні при низьких температурах);
- застосування протиморозних добавок і заходів при бетонуванні конструкцій взимку;
- регулювання параметрів структури бетону для забезпечення спеціальних властивостей бетону згідно з умовами завдання. (морозостійкість, водонепроникність, стійкість до хімічної агресії тощо);
- заходи при перевезенні на далекі відстані товарної бетонної суміші;
- заходи для зниження витрати цементу.

Кожен з вищенаведених заходів також може бути виконаний в

кількох варіантах, які відрізняються своєю ефективністю. Наприклад, для зниження витрати цементу одним із заходів є застосування різних хімічних добавок-пластифікаторів, які відрізняються своєю ефективністю і вартістю. Тому на другій стадії оптимізації потрібно шукати оптимальний варіант складу і модифікованого бетону.

Всі розглянуті варіанти базового складу потрібно подати у вигляді таблиці в якій повинні бути наведені необхідні дані для визначення найбільш ефективного складу за вартістю бетонної суміші, або за витратою цементу на 1 м<sup>3</sup> бетону.

В кінці першої частини роботи потрібно виконати аналіз даних, одержаної таблиці 7, і зробити висновки та рекомендації щодо оптимального складу бетонної суміші в даній конкретній ситуації.

Таблиця 7

### Зведені результати визначення складу бетону

Варіанти складу бетонної суміші	Керуючі фактори, їх параметри				Склад і характеристика суміші					
	Вид цементу, його активність	Якість заповнювача	Добавки, (витрати мас.% від цементу)		В/Ц	В	Ц	Щ	П	С, грн
			мінеральні	хімічні						
Вихідний склад										
1-ша ітерація										
2-га ітерація										
і т.д.										

### Проектування бетонозмішувального вузла та схеми генерального плану заводу

До схеми бетонозмішувального цеху входять склади заповнювачів, в'язучих матеріалів і добавок з вантажоприймальними пристроями і установками, транспортні пристрої і споруди для внутрішньо-цехового переміщення матеріалів і бетонозмішувальне відділення з необхідним технологічним обладнанням, розміщеним у спеціальній будівлі.

У структурі заводу залізобетонних виробів бетонозмішувальний цех є одним з головних підрозділів основного виробництва і виконує наступні функції:

- розвантаження, накопичення і зберігання нормативного запасу сировинних матеріалів на механізованих складах;
- підготовку сировинних матеріалів – підігрівання заповнювачів у

зимовий період, активізацію в'язучих, приготування спеціальних розчинів добавок та інші підготовчі операції;  
- приготування бетонних сумішей і транспортування їх до формувальних постів технологічних ліній.

**Визначення параметрів і вибір основного обладнання бетонозмішувального відділення виконується в такій послідовності:**

1. Потужність змішувачів при заданій продуктивності визначають за формулою:

$$P_{\text{зод.}} = \frac{Q}{\Phi_n \cdot T} k_1 \cdot k_2,$$

де  $Q$  – річна потужність бетонозмішувального вузла, м<sup>3</sup>;  $\Phi_n$  – планова кількість робочих діб на рік;  $T$  – кількість робочих годин на добу;  $k_1 = 1,4$  – коефіцієнт годинної нерівномірності використання бетонної суміші;  $k_2 = 1,2$  – коефіцієнт запасу потужності.

2. Тривалість одного циклу роботи змішувача визначають за формулою:

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_3 + \tau_n + \tau_6,$$

де  $\tau_3$ ,  $\tau_n$ ,  $\tau_6$  – тривалість операції відповідно завантаження, перемішування і вивантаження готової суміші.

3. Число замісів бетонозмішувача за годину:

$$n = \frac{60}{\tau_{\text{ц}}}$$

4. Основний технологічний параметр змішувального відділення – необхідна для забезпечення заданої продуктивності цеху сумарна (загальна) місткість барабанів (чаш) усіх встановлених змішувачів:

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

Виходячи з цієї величини роблять підбір типів і конструкцій змішувачів, які серійно виготовляє промисловість з урахуванням властивостей і особливостей приготовлених сумішей. Кількість змішувачів повинна бути не менше двох [3].

Годинна продуктивність одного бетонозмішувача циклічної дії, м<sup>3</sup>/год:

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

де  $V_3$  - завантажувальна місткість змішувача, л;  $n$  – число замісів за годину;  $\beta$  – коефіцієнт виходу бетону.

5. Фактичну продуктивність бетонозмішувального цеху визначають за наступною формулою:

$$P_{\text{зод}}^{\phi} = \frac{V'_{\text{нб.}} \cdot n \cdot z \cdot \beta \cdot k_g}{1000},$$

де  $V'_{\text{нб.}}$  – геометричний об'єм бетонозмішувача, л;  $n$  – кількість змішувачів;  $z$  – кількість циклів роботи змішувача на годину;  $k_g=1,1$  – коефіцієнт використання технологічного обладнання з врахуванням часу на планово-попереджувальні ремонти.

Відповідно до прийнятого типу і кількості бетонозмішувачів підбирають тип дозаторів, використовуючи дані довідника [3].

**Розрахунок технологічних параметрів складів заповнювачів і цементу виконується в такій послідовності:**

Параметри складу заповнювачів.

Необхідний вміст складу заповнювачів визначають за формулою, м<sup>3</sup>:

$$V = \frac{Q \cdot g \cdot n_x \cdot k_1 \cdot k_2}{\gamma_3 \cdot \Phi_{\text{п}}}$$

де  $Q$  - річна виробнича потужність бетонозмішувального цеху;  $g$  - витрата заповнювачів на 1 м<sup>3</sup> бетону, кг;  $k_1$  - коефіцієнт розпушування заповнювача ( $k_1=1,2$ );  $k_2$  - коефіцієнт втрат ( $k_2=1,02$ );  $\gamma_3$  - насипна густина заповнювача;  $\Phi_{\text{п}}$  - число робочих днів в рік;  $n_x$  - нормативний запас на складі, в днях роботи цеха: а) для матеріалів місцевих кар'єрів, які доставляються автотранспортом – 4...5 діб; б) для матеріалів, які доставляються автотранспортом здалеку – 6...7 діб; в) для матеріалів, які доставляються залізничним транспортом – до 10 діб.

Визначають необхідний вміст складів окремо для крупного та дрібного 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 матеріалів), м<sup>3</sup>;  $H$  - висота штабеля, м;  $\alpha$  - кут природного відкосу складованих сипучих матеріалів, град. ( $\alpha=40^\circ$ ); рекомендована довжина складу  $L_{\text{ш}}$  повинна бути  $\leq 50$  м (абсолютні значення вказаних параметрів підбирають відповідно до довідника [3]);  $K_3$  – коефіцієнт заповнення складу,  $K_3 = 0,85 \dots 0,95$ .

Площа штабельного складу, м<sup>2</sup>:

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

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,  $l_{\text{в}}=14...16$  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:

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

Схеми складів крупного та дрібного заповнювачів проводять відповідно до [1; 2; 3].

Параметри складу цементу.

Необхідний вміст складу цементу розраховують за формулою:

$$V_{\text{ц.}} = \frac{Q \cdot \text{Ц} \cdot n_{\text{х}} \cdot k_1}{\Phi_{\text{п}} \cdot \gamma_{\text{ц}}}$$

де  $Q$  – річна потужність бетонозмішувального цеху,  $\text{м}^3$ ;  $\text{Ц}$  – витрата цементу на  $1 \text{ м}^3$  бетонної суміші, кг;  $n_{\text{х}}$  – нормативний запас цементу на складі, 5...10 діб;  $k_1 = 1,04$  - коефіцієнт можливих втрат в'язучого при розвантаженні;  $\Phi_{\text{п}}$  - число робочих днів в рік;  $\gamma_{\text{ц}}$  - насипна густина цементу.

Тип складу цементу підбирають відповідно до довідника [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.

## Компонування схеми генерального плану заводу

Схема генплану заводу компонується згідно завдання (див дод. 1) в три стадії. **Перша стадія** – визначення переліку об'єктів і елементів виробничої структури підприємства, який узгоджується з керівником курсової роботи. На цій стадії розробляється варіант внутрішньозаводських транспортних та інших комунікацій.

**Друга стадія** – зонування території підприємства; уточнення і обґрунтування кількості та ширини в'їздів на територію підприємства, розміщення залізничних колій, вантажоприймальних пристроїв та розвантажувальних фронтів. Розміщення всіх підрозділів на території підприємства необхідно виконувати за рекомендаціями [12], враховуючи при цьому довжину горизонтальних проєкцій транспортних галерей подачі сировинних матеріалів, а також висотне розміщення цих конструкцій над залізничними коліями і автошляхами на території підприємства.

Розроблену схему генерального плану підприємства зображують на

листі з урахуванням рекомендацій наведених вище.

### **Зміст графічної частини курсової роботи**

Графічна складова курсової роботи містить три частини: перша – повинна мати план бетонозмішувального вузла на відмітці розміщення бетонозмішувачів (М 1:50, 1:100), поздовжній та поперечний розрізи БЗВ, специфікацію обладнання БЗВ (див дод. 8), друга – повинна мати схему складів цементу, крупного та дрібного заповнювачів (див дод. 9), яку проводять згідно отриманих розрахунків у відповідності до [1; 2; 3]; третя – має вміщувати схему генерального плану підприємства М 1:400, 1:500, 1:1000, без геодезичних відміток, інженерних та енергетичних мереж. Наводять експлікацію будівель і споруд та умовні позначення (див дод.10).



Зразок оформлення титульної сторінки пояснювальної записки

Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет будівництва і архітектури  
Кафедра технології будівельних конструкцій і виробів

КУРСОВА РОБОТА  
З дисципліни «Бетони і будівельні розчини»

Виконав: студент  
групи ТБКВМ-31  
П.І.Б.  
Керівник:  
П.І.Б.

Київ – 201...

Зразок оформлення другої сторінки пояснювальної записки

Зміст пояснювальної записки

Blank area for the content of the explanatory note.

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Назва роботи</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акришів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>П.І.Б.</i>						18	31
<i>Перевір.</i>	<i>П.І.Б.</i>					Організація		
<i>Реценз.</i>	<i>П.І.Б.</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>П.І.Б.</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>П.І.Б.</i>				18			

Зразок оформлення пояснювальної записки

Текст пояснювальної записки

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Адк.
Змн.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дата		19

Характеристики вихідних матеріалів для приготування бетонної суміші (нормативи, вимоги, обмеження)

Таблиця Д 4.1

## Умовні позначення

Матеріал	Властивості або характеристики	Позначення	Одиниці вимірювання	Орієнтовна величина
1. цемент	активність	$R_{ц}$	кг/см <sup>2</sup>	400...600
	істина густина	$\rho_{ц}$	кг/л	3,0...3,1
	насипна густина	$\gamma_{ц}$	кг/л	1,2...1,3
	водопотреба тіста нормальної густоти	$H_{г}$	%	25...30
	істина густина	$\rho_{п}$	кг/л	2,5...2,7
2. пісок	насипна густина	$\gamma_{п}$	кг/л	1,4...1,6
	пустотність	$V_{п.п.}$	%	35...45
	модуль крупності	$M_{кр.}$	-	1,1...2,6
	істина густина	$\rho_{п}$	кг/л	2,2...2,7
3. щебінь	насипна густина	$\gamma_{п}$	кг/л	1,3...1,6
	пустотність	$V_{п.п.}$	%	40...50
	крупність	-	мм	5...70

Таблиця Д 4.2

Галузі застосування цементів залежно від умов експлуатації конструкцій

Умови експлуатації бетону	Вид цементу			
	портланд-цемент	шлако-портланд-цемент	сульфатостійкий П/Ц	пуцолановий портланд-цемент
всередині будівель з вологістю повітря: до 60	Р	Р	Д	Н
більше 60	Р	Р	Д	Д
на відкритому повітрі	Д	Н	Р	Н
в зоні змінної дії води і морозу	Д	Н	Р	Н
При дії сульфатної агресії	Н	Н	Р	Н
В підземних і підводних спорудах	Д	Р	Д	Р

Примітка: «Р» - рекомендовано до застосування; «Д» - допустимо; «Н» - не допустимо

Таблиця Д 4.3

**Рекомендовані марки цементів для бетонів**

Проектний клас бетону	Марки цементу	
	рекомендовано	допустимо
V7,5	300	-
V12,5	300	400
V15	400	300...500
V20	400	300...500
V25	400	500...550
V30	500	550...600
V35	550	550...600
V40	600...700	650...700

Примітки:

1. При необхідності застосування цементу високої активності для бетонів відносно низьких марок рекомендовано застосовувати тонкомелені мінеральні добавки.
2. Для бетонів класу V30...V40 з добавкою суперпластифікаторів можна застосувати цемент на одну марку нижче рекомендованої. При виготовленні армованих виробів мінімальна витрата цементу в бетонах на щільних заповнювачах для забезпечення нерозшаровуваності бетонної суміші повинна бути у відповідності з додатком 5 (таблиця Д 5.4).

Таблиця Д 4.4

**Допустима найбільша крупність заповнювачів (НКЗ)**

Вид конструкції та спосіб укладання бетонної суміші	Допустима НКЗ
плити покриття і перекриття	Не більше 1/2 товщини плити
Балки, колони, рами	Не більше 3/4 найменшої відстані між стержнями арматури
Укладання бетонної суміші в ковзну опалубку	Не більше 1/6 найменшого розміру поперечного перерізу конструкції
Подача суміші бетононасосом	Не більше 1/3 діаметра бетоноводу

Нормативи, рекомендації, параметри для розрахунку складу і приготування бетонної суміші

Таблиця Д 5.1

**Легкоукладальність бетонних сумішей при формуванні різних конструкцій залежно від способу укладання та ущільнення бетонної суміші**

Конструкція, спосіб формування і ущільнення бетонної суміші	Легкоукладальність	
	Жорсткість Б, с	Рухливість, см
Збірні ЗБК, які формують на вібростолах або вібронасадками з негайною розпалубкою	10...30	-
Багатопорожнинні та інші типи плитних конструкцій, які формують в горизонтальному положенні на вібростолах	5...10	1...4
Густоармовані елементи, які виготовляють із застосуванням зовнішнього або внутрішнього вібрування	3...5	1...4
ЗБК, які формують на ударно-вібраційних установках	20...30	-
ЗБК, які формують в касетах	-	7...10
Центрифуговані ЗБК	-	5...7
Гідропресовані труби	5...10	-
Бетонування монолітних масивних конструкцій	-	10...15
Бетонування монолітних тонкостінних густоармованих конструкцій	-	20...25

Таблиця Д 5.2

**Обмеження величини В/Ц для бетону при дії води і морозу**

Марка бетону за морозостійкістю, цикл	В/Ц не більше
F 100	0,6
F200	0,55
F300	0,50
F 400	0,45
F 500	0,40

Таблиця Д 5.3

**Обмеження величини В/Ц для бетонів при дії морської та прісної води**

Умови експлуатації бетону	В/Ц для бетону немасивних ЗБК у воді:		В/Ц для бетону зовнішньої зони гравітаційних споруд	
	В зоні змінного рівня води при кліматичних умовах:			
-особливо суворих,	0,42	0,47	0,45	0,48
-суворих,	0,45	0,50	0,47	0,52
-помірних	0,50	0,55	0,55	0,56
У підводних спорудах:	0,55	0,58	0,56	0,58
-напірних,				
-безнапірних	0,60	0,62	0,62	0,62
У внутрішніх зонах споруд	Приймати за умов забезпечення водонепроникності, міцності, обмеження тепловиділення, зміни об'єму, але не більше 0,75.			

Таблиця Д 5.4

**Мінімальна витрата цементу, кг/м<sup>3</sup> бетону, для забезпечення нерозшаровуваності бетонної суміші.**

Марка за легкоукладальністю бетонної суміші	Мінімальна витрата цементу, кг/м <sup>3</sup> , при граничній крупності заповнювачів, мм			
	10	20	40	70
Ж4	170	160	150	140
Ж3	180	170	160	150
Ж2	190	175	165	155
Ж1	200	180	170	160
П1	220	200	190	165
П2	230	210	200	170
П3	240	220	210	180
П4	250	230	220	190
П5	260	240	230	200

## Добавки в бетонну суміш.

Таблиця Д.6.1

Вил добавки	Назва	Умовне скорочення	Рекомендована кількість добавки, % від маси цементу
1	2	3	4
пластифікуючі	(сульфіто-дрожжева бражка)	(СДБ)	0,15...0,50
	Sika BV 3M	ЛСТ	0,30...1,50
	Ecoplast LS	ЛСТ-М	0,30...1,50
	суперпластифікатори	СП	0,2...1,50
	Realplast 3N	СПМ	0,2...2,00
пластифікуючі повітрявтягуючі	милонафт	М	0,1...0,2
	омилена розчинна смола	ВЛХК	0,1...0,2
	пластифікатор адипінований	ПАЩ-1	0,1...0,2
	етилсиліконат натрію	ГКЖ-10	0,1...0,2
	метилсиліконат натрію	ГКЖ-11	0,1...0,2
повітрявтягуючі	смола нейтралізована повітрявтягуюча синтетична поверхневоактивна добавка	СНВ	0,005...0,35
	смола деревинна омилена омилений деревинний пек	СПД СДО	0,005...0,035 0,005...0,035
		ЦНПС-1	0,005...0,35
	пудра алюмінієва	ПАК	0,01...0,03
ущільнюючі	нітрат кальцію	НК	1,5...3,0
	сульфат алюмінію	СА	0,5...2,0
	хлорид заліза	ХЗ	0,5...2,0
	нітрат заліза	НЗ	0,5...2,0
	алюмінат натрію	АН	0,5...2,0
	діетиленгліколева смола	ДЕГ-1	1,5
уповільнювачі тужавлення	меляс (цукрова патока)	СП	до 0,3
	лігносульфонат технічний	ЛСТ	до 0,3
	етилсиліконат натрію	ГКЖ-10	0,1...0,2
	Lingering	ЛН	0,1...0,3
	метилсиліконат натрію	ГКЖ-11	0,1...0,2
прискорювачі твердіння	сульфат натрію	СН	1,0...2,0
	нітрат натрію	НН	до 3,0



Продовження таблиці Д 6.1

1	2	3	4
прискорювачі твердіння	тринатрійфосфат	ТНФ	до 3,0
	хлорид кальцію	ХК	до 3,0
	Resifrost	ФН	до 3,0
	нітрат кальцію	НК	до 3,0
	нітрит-нітрат-хлорид кальцію	ННХК	до 3,0
	хлорид натрію	ХН	до 3,0
	нітрит натрію	НН	до 3,0
	нітрит-нітрат кальцію	ННК	до 3,0
Інгібітори корозії	нітрит натрію	НН	до 3,0
	тетраборат натрію	ТБН	до 3,0
	біхромат натрію	БХН	до 3,0
	біхромат калію	БХК	до 3,0
	нітрит-нітрат кальцію	ННК	до 3,0

Примітки: можливо використання інших хімічних модифікуючих добавок, що забезпечують (покрощують) технологічні властивості бетонної суміші та бетону і присутні на ринку України. Останні повинні відповідати вимогам ДСТУ чи ТУ, що діють на території України (ТМ «Sika», «Melflux», «Марей», «МС Ваушеміе», «Екобілд ЛТД» та інші).

Схеми розміщення основних виробничих цехів та складів

Схема 1

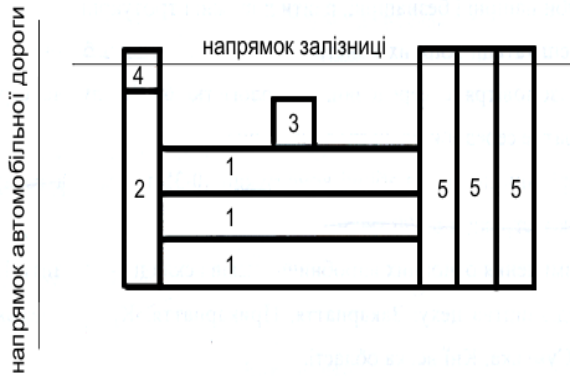


Схема 4

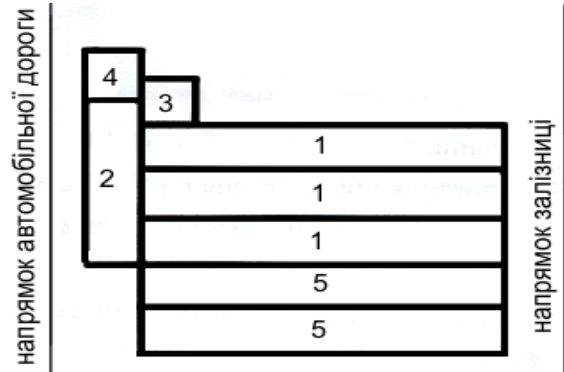


Схема 2

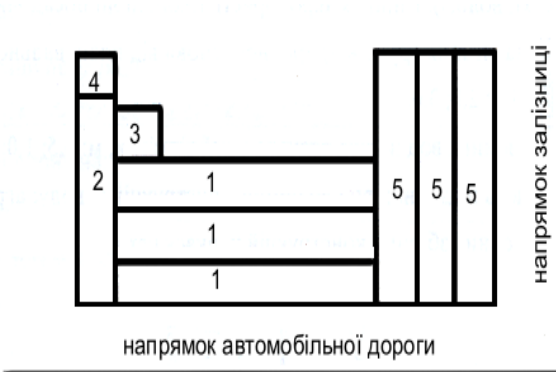


Схема 5

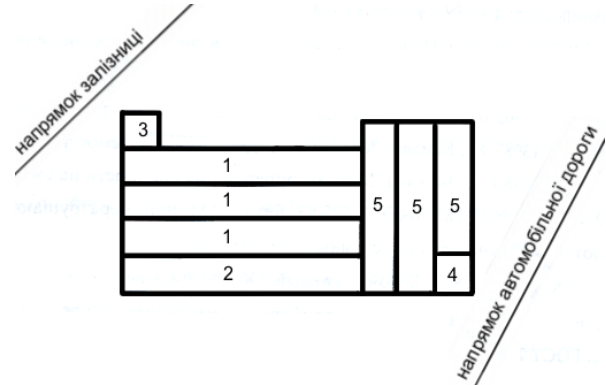


Схема 3

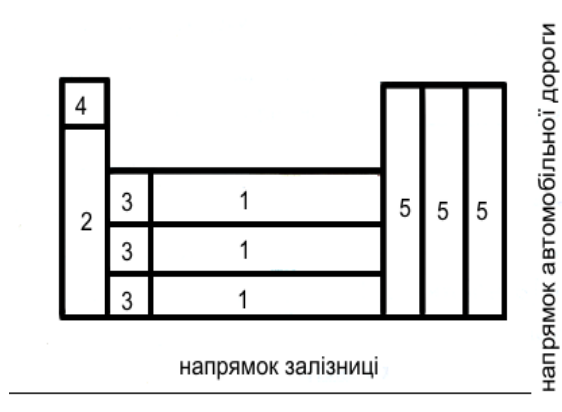
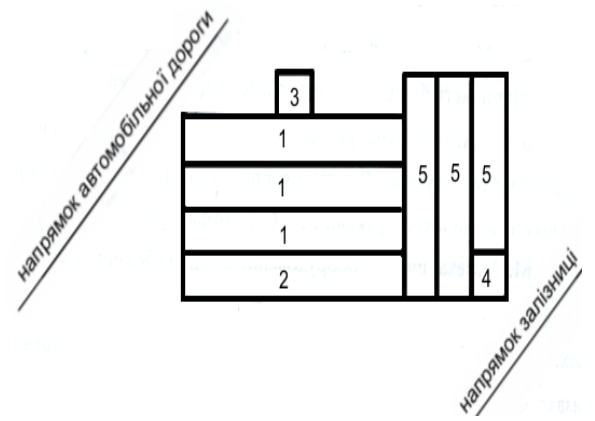
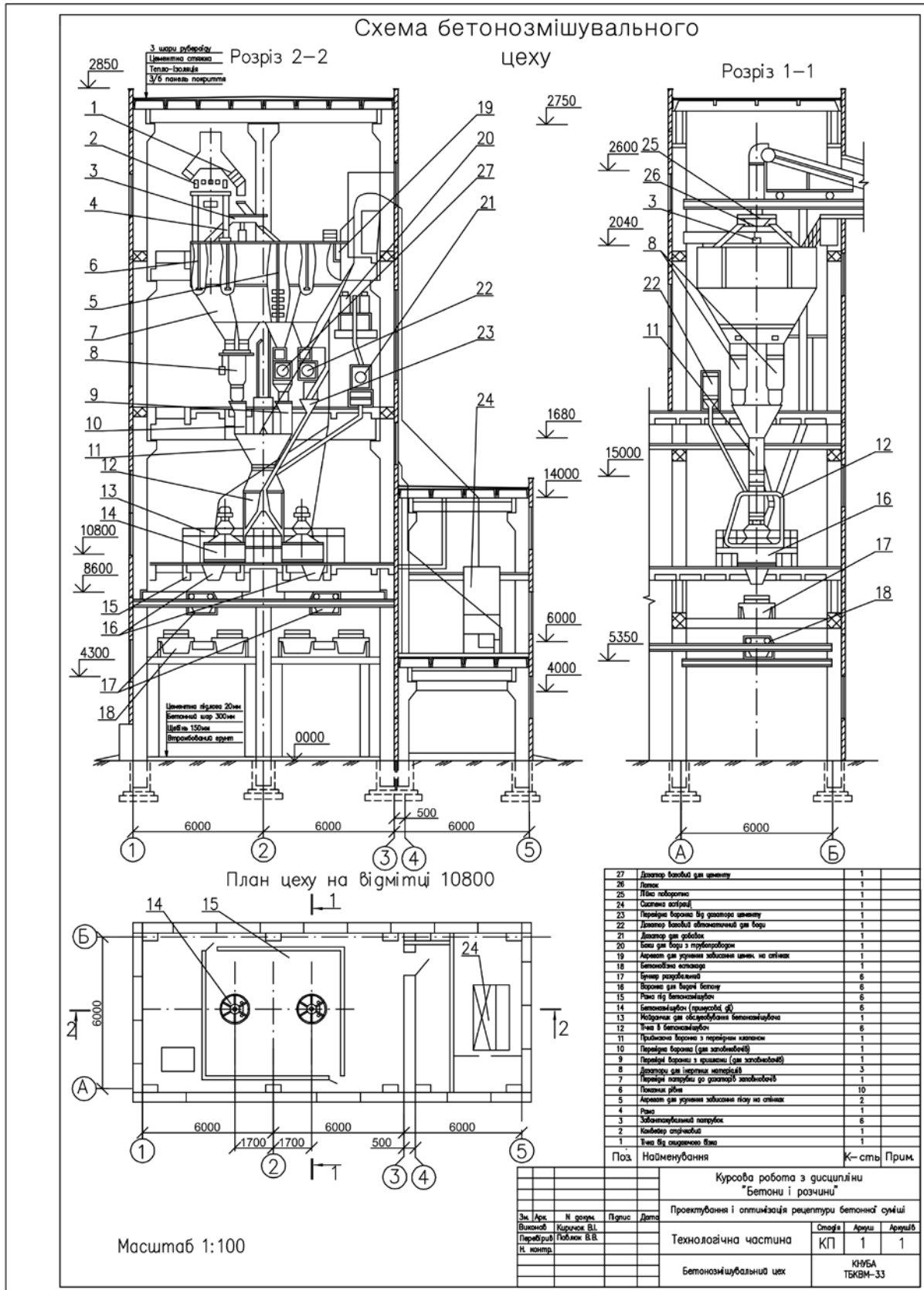


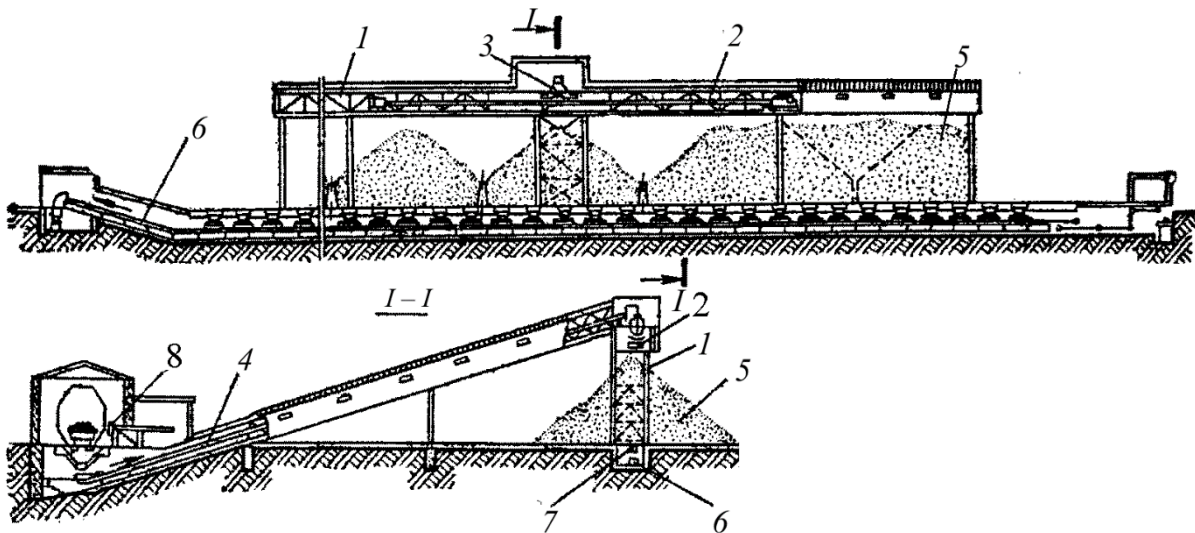
Схема 6



1 – формувальний цех; 2 – арматурний цех; 3 – бетонозмішувальний цех; 4 – склад арматури; 5 – склад готової продукції.

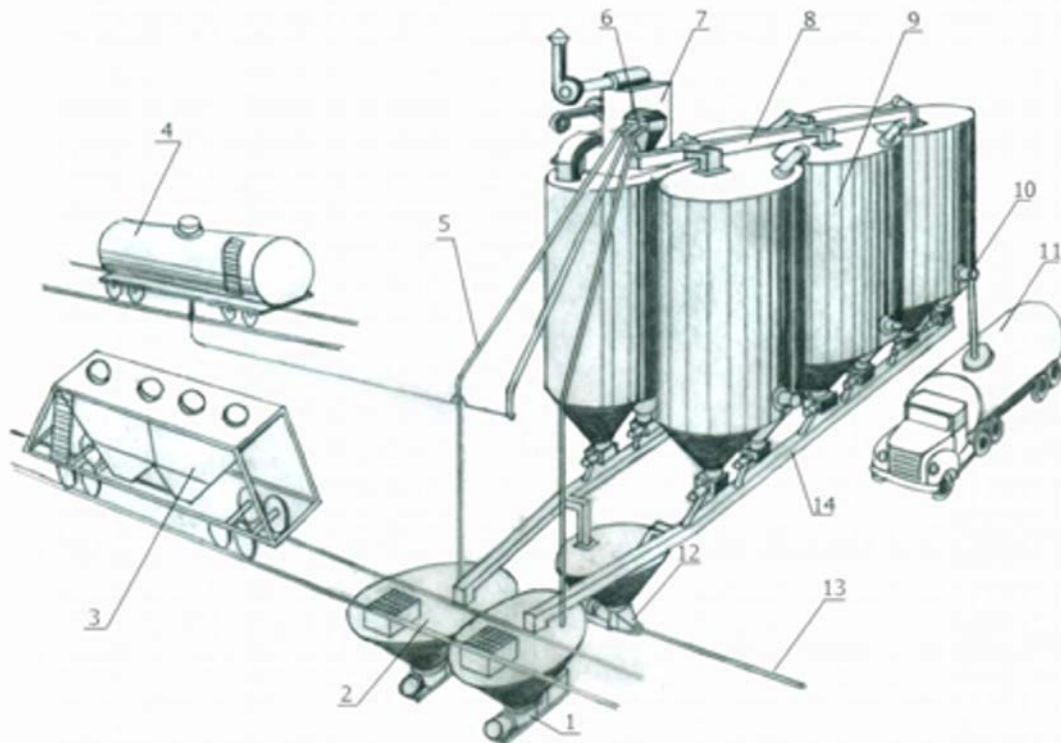


## Схеми складу заповнювачів



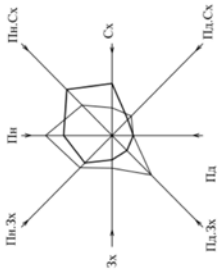
## Схема естакадно-штабельного складу заповнювачів:

1 – естакада; 2 – стрічковий конвеєр на естакаді; 3 – поперечний механічний направляючий над кожним напівбункером; 4 – похилий стрічковий конвеєр подачі заповнювачів на склад; 5 – штабель заповнювачів; 6 – траншейний (підштабельний) стрічковий конвеєр; 7 – живильник; 8 – розвантажувальний вузол заповнювачів на залізничній колії; 9 – критий склад



## Схема складу цементу бетонозмішувального цеху:

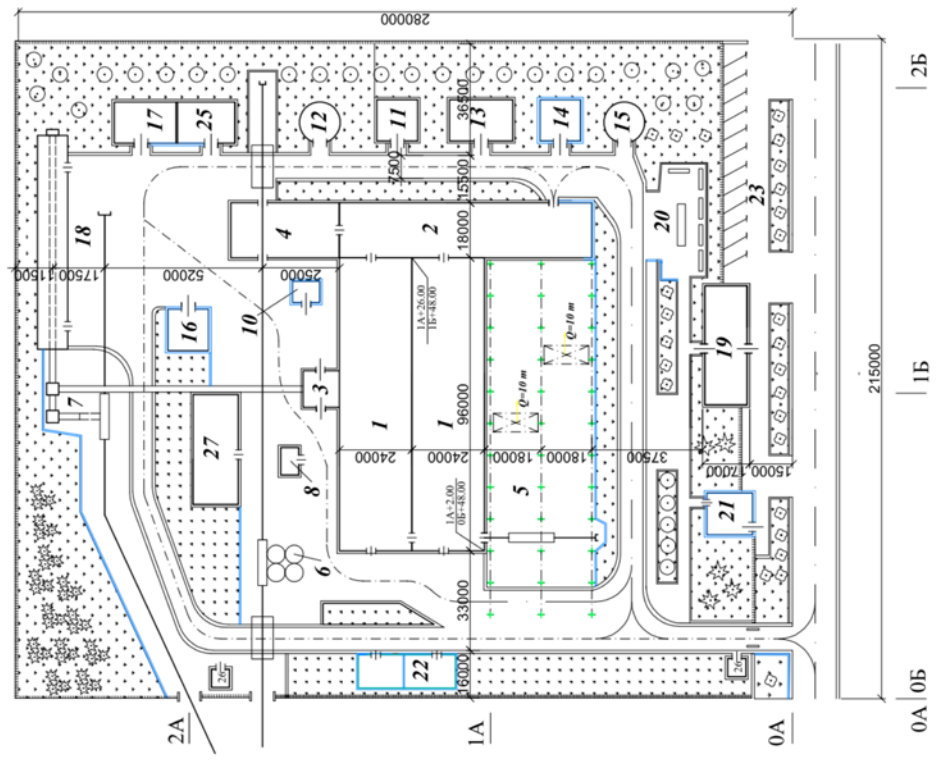
1 – пневматичний підйомник цементу; 2 – приймальний бункер; 3 – вагон бункерного типу (вагон-хопер); 4 – вагон-цементовоз; 5 – нагнітальний цементопровід; 6 – бункер-осаджувач (циклон); 7 – фільтр; 8 – аерожолоб; 9 – силос; 10 – боковий розвантажувач; 11 – автоцементовоз; 12 – пневмогвинтовий насос; 13 – нагнітальний матеріалопровід; 14 – аерожолоб



Січень  
Липень

Січень		Липень	
Пн	Пд	Пс.Зх	Пс.Сх
16	23	17	12
7	8	10	22
14	9	5	7
18	10	15	

# Генеральний план



Умовні позначення

Позначення	Найменування
[Symbol]	Залишки
[Symbol]	Автомобільна дорога
[Symbol]	Огорова територія
[Symbol]	Дерева листяного родючого насадження
[Symbol]	Газон
[Symbol]	Будівлі і споруди
[Symbol]	Дерева хвойні групового насадження
[Symbol]	Куші групового насадження

№	Показники	Величина
1	Площа території	66289 м <sup>2</sup>
2	Площа забудови	11159 м <sup>2</sup>
3	Площа озелені	5212 м <sup>2</sup>
4	Площа під заплановані копії	2499 м <sup>2</sup>
5	Площа автодорі	6659 м <sup>2</sup>
6	Площа озеленення	16259 м <sup>2</sup>
7	Щільність забудови	0,23
8	Коефіцієнт використання території	0,63
9	Коефіцієнт озеленення	0,37

## Специфікація

№	Назва
27	Професійний с/во
26	Парковка
25	Залишки паркувальних місць
24	Газова подача напівпарковочні
23	Автомобільна
22	Кіоск допоміжних служб
21	Іванова
20	Майданчик для відпочинку
19	Адміністративний корпус
18	Склад заготовочні
17	Ремонтно-механічний цех
16	Склад ПММ
15	Резервуар для води
14	Водостікна стовпів
13	Склад твердого палива
12	Гридування
11	Котельня
10	Склад і відділення для приготування хлібних добавок
9	Матеріальний с/во
8	Колгоспирська
6	Вантажоприймальний пристрій с/во заготовочні
5	Склад заготовочні
4	Склад заготовочні
3	Вантажоприймальний цех
2	Арматурний цех
1	Формувальний цех

## Примітка

КУРСОВА РОБОТА	
Літера	Масштаб
Генеральний план заводу	М 1:1000
Бетони і будівельні розчини	КНУБА
	ТБКВМ-32

## Список літератури

1. Гоц В. І. Бетони і будівельні розчини :/ навчальний посібник / В. І. Гоц, В. В. Павлюк, П. С. Шилук; КНУБА. – [2-ге вид., допов. і перероб.]. – Київ: Основа, 2016. – 567 с.
2. Волянський О.А. Технологія бетону :/ навчальний посібник / Волянський Олександр Арсентійович. – К.: Вища шк., 1994. – 271 с.
3. Михайлов К.В. Производство сборных железобетонных изделий :/ справочник / под ред. К.В. Михайлова и К.М. Королева. – М. Стройиздат, 1989. – 148 с.
4. Дворкін Л.Й. Проектування складів бетону із заданими властивостями :/ навчальний посібник / Дворкін Л.Й., Дворкін Л.О., Гарніш Ю.В. – Рівне: вид-во Рівненського державного технічного університету, 2000. – 215 с.
5. Кривенко П.В. Будівельне матеріалознавство: підручник / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, В.Б. Барановський та ін. - К.: ТОВ УВПК “ЕксОб”, 2006. – 704 с.
6. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-46-2010. – [чинний від 2010-12-14]. –К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 14 с. – (Національний стандарт України).
7. 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).
8. 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).
9. 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).
10. Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу бетону. ДСТУ Б В.2.7-215:2009 – [чинний від 2010-09-01]. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 10 с. – (Національний стандарт України).

11. 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).
12. ДБН А.3.1-8-96 Проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів. – К.: 1998.
13. СНиП II-89-80. Генеральные планы промышленных предприятий. Нормы проектирования.
14. СНиП 2.05.02. – 85. Автомобильные дороги.
15. СНиП 2.05.07. – 91. Промышленный транспорт.

## **БЕТОНИ І БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНИ**

Методичні вказівки  
до виконання курсової роботи  
для студентів, які навчаються за спеціальністю  
192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
спеціалізація «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

Укладачі **ГОЦ** Володимир Іванович  
**ПАВЛЮК** Віталій Володимирович  
**ЛАСТІВКА** Олесь Васильович