

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ІНСТИТУТ  
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ  
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для виконання курсової роботи  
з дисципліни «Промислова база підприємства»  
на тему „Проектування цементобетонного заводу”  
для студентів спеціальності 6.092100 «Автомобільні дороги і аеродроми».

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ІНСТИТУТ  
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ  
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для виконання курсової роботи  
з дисципліни «Промислова база підприємства»  
на тему „Проектування цементобетонного заводу”  
для студентів спеціальності 6.092100 «Автомобільні дороги і аеродроми».

Затверджено  
на засіданні кафедри  
“Б та ЕАД”

Затверджено  
на засіданні методичної комісії  
факультету “Автомобільні дороги”

Протокол № 2 від «24» січня 2007 р

Протокол № від \_\_\_\_\_ 2007 р

ГОРЛІВКА — 2007

УДК 625.7 (071)

Методичні вказівки для виконання курсової роботи з дисципліни «Промислова база підприємства» на тему „Проектування цементобетонного заводу” для студентів спеціальності 6.092100 «Автомобільні дороги і аеродроми». / Укл.: І.В. Шилін, Ю.В. Грицук. – Горлівка: Автомобільно-дорожній інститут Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет», 2007. - 68с.

Методичні вказівки складені відповідно навчальної програми дисципліни "Будівельне матеріалознавство" та «Промислова база підприємства». Вказівки містять вихідні данні для виконання курсової роботи та необхідні теоретичні викладки методики підбору складу цементобетонів і будівельних розчинів. Метою курсової роботи є розробка технологічного процесу виготовлення бетону та розчину із підбором необхідного устаткування з обов'язковим складанням схеми генерального плану цементобетонного заводу.

Методичні вказівки складені для студентів спеціальності 6.092100 – «Автомобільні дороги і аеродроми» та можуть бути використані студентами інших спеціальностей, при розробці технологічних операцій промислової бази підприємств.

Укладачі: І.В. Шилін, доцент, к.т.н.  
Ю.В. Грицук, доцент, к.т.н.

Рецензент: В.В. Гончаренко, доцент, к.т.н

Відповідальний за випуск: зав. кафедри БтаЕАД                      Т.В. Скрипник

## ЗМІСТ

1	ВИХІДНІ ДАНІ .....	5
2	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЦЕМЕНТНО-БЕТОННІ ЗАВОДИ І БЕТОННІ СУМІШІ .....	8
2.1	Цементно-бетонні заводи .....	8
2.2	Цементобетонна суміш .....	8
3	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ЗАВОДУ .....	9
3.1	Визначення потрібної кількості бетонної суміші .....	9
4	ЦЕМЕНТОБЕТОН ТА ЦЕМЕНТНИЙ РОЗЧИН .....	10
4.1	Загальні відомості .....	10
4.1.1	Дрібний заповнювач .....	10
4.1.2	Великий заповнювач .....	11
4.1.3	Неорганічне в'язуче .....	11
4.2	Розрахунок вмісту цементного розчину .....	15
4.3	Розрахунок лабораторного складу важкого бетону. ....	15
4.4	Підбір складу важкого бетону з добавкою поверхнево-активних речовин .....	20
4.4.1	Загальні відомості .....	20
4.4.2	Розрахунок цементного бетону з добавками .....	24
4.5	Розрахунок кількості матеріалів для виконання річної програми .....	25
5	РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ЗАВОДУ .....	26
6	РОЗРАХУНОК СКЛАДІВ ЗАПОВНЮВАЧІВ І ЦЕМЕНТУ .....	29
6.1	Загальні відомості .....	29
6.2.1	Визначення площі складу щебеню та піску .....	32
6.2	Розрахунок складів матеріалів .....	32
6.2.2	Розрахунок складу неорганічного в'язучого .....	35
6.3	Вантажопотоки заводу .....	35
6.3.1	Розрахунок збірного стрічкового конвеєра .....	37
6.3.2	Продуктивність розвантажувальних машин .....	38
6.3.3	Транспортування неорганічного в'язучого .....	39
7	ОСНОВНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ УСТАТКУВАННЯ .....	41
8	ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ У ЕНЕРГОРЕСУРСАХ .....	45
8.1	Проектування електрозабезпечення .....	45
8.2	Розрахунок потреби у воді .....	46

8.3 Підігрів компонентів.....	48
9. ПРОЕКТУВАННЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ЗАВОДУ .....	49
ДОДАТОК А.....	52
ДОДАТОК В.....	54
Таблиця В.1 - Дані для вибору марки цементу при проектуванні складу бетонів.....	54
Таблиця В.2 - Рухливість бетонної суміші для виготовлення монолітних конструкцій .....	54
Таблиця В.3 - Значення коефіцієнта $\alpha$ для бетонних сумішей.....	55
Таблиця В.4 - Характеристика піску за крупністю.....	55
Таблиця В.5 - Характеристика цементу .....	55
Таблиця В.6 - Застосування цементу різних видів .....	56
Таблиця В.7 - Клас бетону за СТ СЭВ 1406-78.....	57
Таблиця В.8 - Дозування хімічних добавок в бетонах .....	59
Таблиця В.9 - Орієнтовна витрата підмільного лугу залежно від вмісту жирних кислот.....	59
Таблиця В.10 – Характеристика заповнювачів бетону .....	60
Таблиця В.11 - Водопотреба бетонної суміші .....	61
Таблиця В.12 - Класифікація бетонних сумішей за ступенем удобоукладальності .....	61
ДОДАТОК Д.....	62
Таблиця Д.1 - Дозатори циклічної дії.....	62
Таблиця Д.2 - Дозатори безперервної дії.....	62
Таблиця Д.3 - Характеристика силосних складів цементу .....	63
Таблиця Д.4 - Технічна характеристика бетонозмішувачів.....	63
Таблиця Д.5 - Технічна характеристика компресорів .....	64
Таблиця Д.6 - Пересувні компресори .....	64
Таблиця Д.7 – Норми добового запасу матеріалів .....	65
Таблиця Д.8 - Пересувні електростанції .....	65
Таблиця Д.9 –Характеристика автомобілів-самоскидів .....	66
Таблиця Д.10 – Технічна характеристика екскаваторів.....	67
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	68

## 1 ВИХІДНІ ДАНІ

Область будівництва цементобетонного заводу приймається згідно із порядковим номером студента по табл. 5.1.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для виконання курсової роботи

Параметри	Передостання цифра залікової книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Довжина дороги, км	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
Товщина шару покриття, см	18	19	20	21	22	23	24	18	20	23
Вологість піску, %	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1	1,5	2
Марка автосамоскида <sup>9</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип покриття дороги <sup>10</sup>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Дані для проектування складу важкого бетону (основного)										
Призначення <sup>1</sup>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Максимальний розмір зерен	10	20	40	10	20	40	10	20	40	10
Вид заповнювача <sup>2</sup>	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Вид цементу <sup>3</sup>	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Вид піску <sup>4</sup>	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3
Назва щебеню та піску <sup>8</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дані для проектування складу важкого бетону із використанням ПАР										
Назва ПАР <sup>5</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дані для проектування складу цементного розчину										
Призначення <sup>6</sup>	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1

Таблиця 1.2 – Вихідні дані для виконання курсової роботи

Параметри	Остання цифра залікової книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Ширина покриття, м	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
Вологість щебеню, %	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Площа території ЦБЗ, тис. м <sup>2</sup>	11	12	13	14	15	10	11	12	13	10
Дані для проектування складу важкого бетону (додаткового)										
Марка	300	400	450	500	300	400	450	500	300	400
Призначення <sup>7</sup>	8	7	6	5	4	3	2	1	8	1
Максимальний розмір зерен	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20
Вид заповнювача <sup>2</sup>	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Вид цементу <sup>3</sup>	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Вид піску <sup>4</sup>	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2
Назва щебеню та піску <sup>8</sup>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Дані для проектування складу важкого бетону з використанням ПАР										
Зміст кислот в підмільному лузі, %	0,5	1	1,5	2	0,5	1	1,5	2	0,5	1

*Примітка:*

- (1) – 1- основа дорожнього одягу автодоріг та аеродромів  
2 – покриття автодоріг та аеродромів  
3 – конструкції, які бетонуються в опалубці, що ковзає та при уцільненні вібратором  
4 - конструкції, які бетонуються в опалубці, що ковзає та при уцільненні вручну
- (2) – 1 – щебінь  
2 - гравій
- (3) – 1 – портландцемент  
2 – пуцолановий цемент  
3 - шлакопортландцемент
- (4) – 1 – дрібний  
2 – середній  
3 - великий
- (5) – 1- сульфіто-дрожжова бражка  
2 – бетонітова глина  
3 – милонафт  
4 – етілсиліконат натрію  
5 – смола нейтралізована повітряно-залучаюча  
6 – синтетична поверхнево-активна добавка  
7 – полігідросилоксан  
8 – сульфат натрію  
9 – нітрат кальцію  
10 – підмільний луг
- (6) – 1- для кладки  
2 – для зовнішньої штукатурки, цементний  
3 – для зовнішньої штукатурки, вапняковий
- (7) – 1 – укріплююча смуга вздовж покриття  
2 – водоперепускні труби  
3 – щогли опор  
4 – кільця водоприймальних колодязів  
5 – криволінійні елементи покриттів  
6 – блоки фундаментні  
7 – елементи підірних стінок  
8 – сходові марші та площадки

- (8) – 1 – граніт*
- 2 – сієніт*
- 3 – діабаз*
- 4 – базальт*
- 5 – вапняк*
- 6 – піщаник*
- 7 – доломіт*
- 8 – кварцити*
- 9 – кристалічні сланці*
- 10 – мармур*
  
- (9) – 1 – ЗІЛ-ММЗ-555*
- 2 – КамАЗ-5511*
- 3 – МАЗ-3503Б*
- 4 – МАЗ-5549*
- 5 – КрАЗ-256Б1*
- 6 – МоАЗ-522*
- 7 – МоАЗ-6507*
- 8 – БелАЗ-540*
- 9 – БелАЗ-548*
- 10 – БелАЗ-7510*
  
- (10) – 1 – асфальтобетонне покриття*
- 2 – цементобетонне покриття*
- 3 – бруківка*
- 4 – ґрунтові дороги*



## 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЦЕМЕНТНО-БЕТОННІ ЗАВОДИ І БЕТОННІ СУМІШІ

### 2.1 Цементно-бетонні заводи

Цементно-бетонні заводи (ЦБЗ) по терміну дії в зоні обслуговування можна поділити на стаціонарні, модульні та пересувні. Стаціонарні цементно-бетонні заводи призначені для цілорічного забезпечення бетонною сумішшю дорожньо-будівельних об'єктів у визначеному радіусі і на тривалі терміни. Продукцією стаціонарних цементно-бетонних заводів є готова бетонна суміш, суха суміш, цементні розчини. Стаціонарні заводи можуть бути самостійними або входити до складу заводу залізобетонних виробів. Строк служби та виробнича потужність їх встановлюються перспективним розвитком дорожнього будівництва в даному районі.

### 2.2 Цементобетонна суміш

*Бетоном* називають штучний кам'яний матеріал, який одержують в результаті твердіння правильно підбраної, ретельно перемішаної і ущільненої суміші мінеральної в'язучої речовини, води, заповнювачів і, у необхідних випадках, спеціальних добавок – поверхнево-активних речовин (ПАР). Суміш із указаних вище матеріалів до початку її твердіння називають *бетонною сумішшю*.

Найбільше застосування серед мінеральних в'язучих речовин мають цементні різних видів. Цемент і вода є активні складові бетонної суміші. Цементне тісто, що утворюється при змочуванні цементу водою, обволікає зерна піску, щебеню або, гравію, заповнює проміжки між зернами заповнювача та відіграє роль своєрідного мастила, що надає бетонній суміші необхідну рухливість. Цементне тісто під час твердіння, переходить у кам'яно-подібний стан і надійно зв'язує зерна заповнювача, останній утворює жорсткий кістяк бетону і зменшує усадку цементного каменю при твердінні. Застосовуючи різні заповнювачі, отримують бетони з різноманітними фізико-механічними властивостями: важкі, легкі, жаростійкі та ін.

На практиці використовують два склади бетону: номінальний (лабораторний), розрахований для матеріалів у сухому стані, і виробничий (польовий), розрахований для матеріалів у природно-вологому стані.

*Будівельним розчином* називають раціонально підбрану суміш в'язучого (цементу, гіпсу, вапна та ін.), піску, води та хімічних добавок. В залежності від призначення будівельні розчини бувають:

- кладочні – для будівництва стін, фундаментів, арок, в якості матеріалу, який скріплює цеглини, бутові камені, блоки в монолітну конструкцію;

- штукатурні – для штукатурки (придання рівності) внутрішніх та зовнішніх поверхонь конструктивних елементів будівель та споруд;
- розчини для виготовлення блоків, панелей, плит та підлоги;
- спеціальні – теплоізоляційні, гідроізоляційні, декоративні і т.п.

*За в'язучим* будівельні розчини бувають: цементні, гіпсові, вапнякові, прості (при використанні одного виду в'язучого), складні (при використанні двох або більше видів в'язучого).

*За умовами твердіння* розчини підрозділяють на гідравлічні (на цементі) та повітряні (на вапні, гіпсі, розчинному склі і т.п.)

### **3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ЗАВОДУ**

Велике значення при проектуванні ЦБЗ має вибір місця його розташування. При визначенні місця розташування ЦБЗ необхідно виходити з відповідних місцевих умов і враховувати: умови постачання заводу заповнювачами та в'язучими; забезпеченість електроенергією; забезпеченість стисненим повітрям і паливом; водопостачання; умови транспортування суміші; наявність території необхідного розміру, профілю і конфігурації.

Виходячи з умов мінімальної вартості транспортних і вантажно-розвантажувальних робіт ЦБЗ, необхідно розміщати таким чином, щоб транспортна робота з підвезення сировини та вивезення основної продукції на будівельні майданчики була мінімальною, якість під'їзних колій повинна бути досить високою, кількість перевантажень сировини і готової продукції з одних транспортних засобів в інші - мінімальною.

Для визначення оптимального рішення вибирають кілька варіантів розташування ЦБЗ. Для кожного варіанту складають калькуляції транспортних витрат на 1т складових, визначають вартість цементно-бетонної суміші на місці її укладання. Обрана для розміщення ЦБЗ територія повинна мати досить низький рівень стояння ґрунтових вод, гарний поверхневий стік, мінімальні обсяги земляних і планувальних робіт. Стосовно населених пунктів ЦБЗ варто розташовувати з підвітряного боку для пануючих вітрів і відокремлювати від житлових районів санітарно-захисними зонами, шириною більш 100м.

#### **3.1 Визначення потрібної кількості бетонної суміші**

При будівництві автомобільних доріг I і II технічних категорій проектами передбачається устрій дорожнього покриття з монолітного або армованого монолітного цементобетону товщиною 18÷24 см, на піщаній, піщано-гравійній, щебеневій, цементно-піщаній та інших основах з середньою товщиною шару 20-30 см.

Обсяг бетонної суміші (м<sup>3</sup>) для ділянки дороги заданої довжини можна

визначити за наступною формулою:

$$Q_{d.o.} = L \cdot b \cdot h \cdot k_e \cdot k_y, \quad (3.1)$$

де  $L$  - довжина ділянки дороги, м;

$b$  - ширина проїзної частини дороги, м;

$h$  - товщина шару бетонного покриття, м;

$k_e = 1.03$  - коефіцієнт, що враховує втрати при транспортуванні і укладанні бетонної суміші;

$k_y = 1$  - коефіцієнт ущільнення бетонної суміші.

Окрім цементобетону, що застосовується для будівництва жорстких дорожніх одягів (основного), цементобетони та цементні розчини використовуються для укріплення бортового каменю, крайової смуги асфальтобетонного покриття, устрою монолітних залізобетонних лотків, улаштування захисного та вирівнюючого шарів на мостових спорудах, об'єднання ланок водоперепускних труб, установки стовпів дорожніх знаків та огорожень і т.п.

У курсовій роботі крім основних обсягів продукції ЦБЗ прийнято визначити додаткові обсяги матеріалів у відсотковому відношенні до обсягу цементного бетону ( $m^3$ ) на улаштування покриття автомобільної дороги, тобто:

– обсяг додаткового важкого бетону -  $Q_{e.b} = 0,15 \cdot Q_{d.o.}$  ;

– обсяг складного розчину -  $Q_{c.p} = 0,02 \cdot Q_{d.o.}$  ;

– обсяг розчинів із застосуванням ПАР -  $Q_{ПАР} = 0,05 \cdot Q_{d.o.}$  ;

Загальний потрібний обсяг сумішей складає

– обсяг важкого бетону -  $Q_{ц.б} = Q_{e.b} + Q_{d.o.}$  ;

– обсяг складного розчину -  $Q_p = Q_{c.p}$  ;

– обсяг бетону із застосуванням ПАР -  $Q_o = Q_{ПАР}$  .

## 4 ЦЕМЕНТОБЕТОН ТА ЦЕМЕНТНИЙ РОЗЧИН

### 4.1 Загальні відомості

#### 4.1.1 Дрібний заповнювач

Якість піску, застосовуваного для виготовлення бетону, визначають мінералогічним складом, зерновим складом і вмістом домішок. Зерновий склад піску має важливе значення для одержання бетону заданої марки та довговіч-

ності при мінімальній витраті цементу. Найменша витрата цементу буде в тому випадку, якщо застосовують заповнювачі з мінімальним обсягом порожнеч і обмеженою кількістю дрібних зерен.

Для дорожнього бетону застосовують кварцові природні піски або піски, отримані подрібненням гірських порід з міцністю не нижче 40 МПа (400 кг/см<sup>2</sup>). Об'ємна вага в ущільненому стані дорівнює для рядового піску – 182 МПа (1820 кг/см<sup>2</sup>), для класифікованого піску – 168 МПа (1680 кг/см<sup>2</sup>).

#### 4.1.2 Великий заповнювач

Як великий заповнювач для виготовлення бетону жорстких покриттів застосовують гравій або щебінь. Гравій або щебінь, застосовуються як заповнювачі, та складаються з окремих зерен розміром від 5 до 70 мм. Фізико-механічні властивості великого заповнювача визначаються властивостями вихідної породи (її міцністю і морозостійкістю), зерновим складом і вмістом домішок. Межа міцності вихідної породи на стиск в насиченому водою стані повинна перевищувати марку бетону не менше, ніж в 1.5-2 рази, при цьому межа міцності вивержених порід повинна бути у всіх випадках не нижче 120 МПа (1200 кг/см<sup>2</sup>). Поверхня зерен щебеню більш кутаста і шорсткувата ніж у гравію, що сприяє кращому зчепленню зерен щебеню із цементним каменем. Тому для бетону з високою міцністю варто застосовувати щебінь.

Зерновий склад щебеню (гравію) підбирають, виходячи з умови одержання найменшого обсягу порожнеч у великому заповнювачі.

#### 4.1.3 Неорганічне в'язуче

**Портландцемент** - гідралічна в'язуча речовина, що твердіє у воді і на повітрі, одержувана шляхом сумісного тонкого помелу клінкеру і гіпсу. Клінкер виходить в результаті випалення до спікання сировинної суміші глини і вуглекислого кальцію при температурі 1450-1500°C складу, що забезпечує переважання в клінкері силікатів кальцію. Портландцемент виготовляють без добавок або з активними мінеральними добавками до 15% маси цементу.

Залежно від змісту основних клінкерних мінералів розрізняють портландцементи: *алітовий* - із змістом трикальцієвого силікату  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  більше 60%; *білітовий* - більше 35% двокальцієвого силікату  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ; *алюмінатний*, що містить трикальцієвий алюмінат  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  в кількості більше 12%, і *целітовий* - змістом двокальцієвого фериту  $2\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  і чотирікальцієвого алюмофериту  $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  більше 20%. Кожний з цих різновидів портландцементу має особливості.

Алітові цементи швидко тверднуть і набирають велику міцність, білітові менш активні і міцність їх наростає повільніше, алюмінатні і целітові цементи займають проміжне положення.

Портландцемент буває *пластифікований, гідрофобний, швидкотвердний, сульфатостійкий*.

*Пластифікований портландцемент* відрізняється від звичайного здатністю додавати бетонним сумішам підвищену рухливість і легкоукладальність, а затверділим розчинам і бетонам - підвищену морозостійкість.

*Гідрофобний портландцемент* відрізняється від звичайного зниженою гіроскопічністю, тому краще зберігається у вологих умовах; додає і бетонних сумішам, розчинам, підвищену рухливість і легкоукладальність, а затверділим розчинам і бетонам - підвищену морозостійкість.

*Швидкотвердний портландцемент* володіє інтенсивнішим, ніж звичайний, наростанням міцності в початковий період твердіння, що досягається тоншим помелом цементу і регулюванням його хімічного і мінералогічного складів.

*Сульфатостійкий портландцемент* в порівнянні із звичайним володіє підвищеною сульфатостійкістю і зниженою екзотермією при сповільненому твердінні в початкові терміни.

*Шлакопортландцемент* - гідравлічне в'язуче, одержуване шляхом сумісного тонкого помелу портландцементного клінкеру, природного гіпсу і доменного гранульованого шлаку (30÷60%) або ретельного змішування тих же матеріалів, подрібнених окремо.

*Швидкотвердний шлакопортландцемент* володіє інтенсивнішим, ніж звичайний, наростанням міцності в початковий період твердіння.

*Шлаковий магнезійний портландцемент* - гідравлічна терпка речовина, що твердне у воді і на повітрі, продукт сумісного тонкого подрібнення магнезійного портландцементного клінкеру, що отримується на основі вапняно-магнезійних і глинистих порід, гіпсу і доменного гранульованого шлаку (30÷50% маси цементу).

*Пуцолановий портландцемент* – в'язуча речовина, що отримується шляхом сумісного тонкого помелу цементного клінкеру, природного гіпсу і активної мінеральної добавки (20÷40% маси цементу) або ретельним змішуванням тих же матеріалів, подрібнених роздільно.

*Сульфатостійкий пуцолановий портландцемент* виготовляють з клінкеру нормованого мінералогічного складу. Призначається він для бетонних і залізобетонних конструкцій, що працюють в підводних або підземних частинах споруд в умовах сульфатної агресії.

*Портландцемент особливо швидкотвердний* відрізняється від швидкотвердного високою міцністю не тільки в першу добу твердіння, але і до 28<sup>-ї</sup> доби.

*Портландцемент білий* – в'язуча речовина білого кольору. Виготовляють шляхом сумісного тонкого подрібнення малозалізного клінкеру, активної мінеральної добавки (5÷6%), зокрема білого діатоміту і природного

гіпсу.

*Тампонажний портландцемент* виготовляється шляхом сумісного тонкого помелу клінкеру і гіпсу в кількості, необхідній для регулювання термінів схоплення і твердіння. Залежно від призначення буває двох видів: для холодних і гарячих свердловин.

*Портландцемент для виробництва азбоцементних виробів* виготовляють шляхом сумісного тонкого подрібнення клінкеру нормального складу і гіпсу.

*Цемент сульфатно-шлаковий* - гідравлічна в'язуча речовина, що отримується шляхом сумісного тонкого помелу гранульованого доменного шлаку і гіпсу.

*Цемент глиноземний* - швидкотвердна гідравлічна речовина, що отримується при тонкому помелі клінкеру, що готується випаленням до плавлення або спікання сировинної суміші відповідного складу, який забезпечує переважання в готовому продукті низькоосновних алюмінатів кальцію.

*Цемент, що водонепроникний та розширюється (ВРЦ)* - швидкотвердне і швидкотужавне гідравлічне в'язуче, одержуване ретельним змішуванням глиноземного цементу, високоміцного або будівельного гіпсу і меленого високо-основного алюмінату кальцію.

*Цемент водонепроникний незсідний (ВВЦ)* - швидкотвердне і швидкотужавне гідравлічне в'язуче, одержуване ретельним перемішуванням тих же компонентів, що і при отриманні ВРЦ, але в інших співвідношеннях.

*Гіпсо-цементопуцоланове в'язуче (ГЦПВ)* - швидкотвердна і швидкотужавна гідравлічна в'язуча речовина, що отримується шляхом ретельного змішування гіпсу напівводяного, цементу і активної мінеральної добавки (опоки, трепелу, діатоміту і ін.), що характеризується залишком на ситі 008 не більше 20%.

*Цемент вапняно-кварцовий* – в'язуча речовина автоклавного твердіння, що отримується шляхом тонкого помелу 30-50% вапню і 50-70% кварцового піску або шляхом ретельного змішування тих же матеріалів, подрібнених роздільно.

*Цемент нефеліновий* одержують з побічного продукту (шлаку) при виробництві глинозему з нефеліну. Головна складова нефелінового шлаку - бетадокальцієвий силікат. Домішками в ньому служать ферити кальцію, алюмінати натрію і ін.

*Карбонатний портландцемент* одержують шляхом сумісного помелу цементного клінкеру з 30% вапняку. При цьому бажано застосовувати високоглиноземний клінкер.

*Цементи для захисту від радіоактивних випромінювань* – це цементи, що розширюються і сульфатно-шлакові, а також в'язучі на основі глиноземного цементу. Застосовують також боровмістовні цементи, в яких в обмеже-

них кількостях містяться з'єднання бору.

*Сланцезольний портландцемент* - гідралічна в'язуча речовина, що одержується шляхом сумісного тонкого подрібнення портландцементного клінкера найдрібнішої фракції летючої золи пилоподібного спалювання горючого сланцю.

*Магnezійний портландцемент* характеризується підвищеним вмістом в клінкері (до 10%) окислу магнію і витримує в подрібненому з добавкою гіпсу вигляді випробування на рівномірність зміни об'єму в автоклаві.

*Ангидрито-глиноземний цемент* (АГ-цемент) - гідралічна в'язуча речовина, що одержується сумісним помелом високо-глиноземного шлаку (клінкеру) з штучно одержаним або природним ангидритом.

*Беліто-глиноземний цемент*. Для його виробництва застосовують анортозіти, що містять 22÷30%  $Al_2O_3$  і 45÷50%  $SiO_2$ . При цьому до складу шихти вводять гіпс (близько 10%) і особливий мінералізатор з суміші  $CaF_2$  і  $CaSO_4$ .

*Гипсоглиноземистий, що розширюється* (ГГРЦ) - гідралічне і швидкотвердне гідралічне в'язуче, одержуване сумісним помелом високо-глиноземного шлаку з двоводняним сірчаноокислим кальцієм або ретельним змішуванням тих же, але роздільно подрібнених матеріалів.

*Водонепроникний незсідний цемент* одержують сумісним помелом глиноземного цементу, напівводяного гіпсу і вапна-пушонки.

**Фосфатні в'язучі.** Фосфатними в'язучими називають всі з'єднання, що містять фосфати, під впливом яких композиції тверднуть. Під терміном затвердіння в технології фосфатних матеріалів звичайно розуміють процеси, що приводять до появи у виробів певних властивостей: водостійкості, міцності, мінімальної здібності до виділення летючих продуктів тощо.

Найбільш широко прийнята характеристика складу фосфатних в'язучих - молярне або вагове відношення  $P_2O_5/Me_nO_m$ . Необхідно вказати також загальну концентрацію розчинених речовин (або вміст  $H_2O$ ). Іноді в'язучі характеризуються відношенням  $Me_nO_m/P_2O_5$ , вираженим у відсотках; цю величину називають ступенем нейтралізації  $N_m$ . За деякими властивостями фосфати близькі до органічних в'язучих: вони утворюють високов'язкі розчини, володіють хорошою адгезією, еластичністю і тверднуть при температурі до 300°C. З термостійких фосфатів найбільше практичне застосування у вогнетривких бетонах знаходять склади, що містять фосфати магнію, алюмінію, хрому і кремнію.

**Клеї-цементи на основі фосфатних в'язучих.** Для отримання фосфатних клеїв-цементів можна використовувати самі різні з'єднання, при цьому залежно від складу їх можна розділити на дві групи: клеї-цементи, одержувані із застосуванням фосфорної кислоти, і клеї-цементи, одержувані із застосуванням фосфатних в'язучих.

Клеї-цементи, одержувані із застосуванням фосфорної кислоти, можна одержувати на основі наступних поєднань: оксид і фосфорна кислота; фосфат і фосфорна кислота; гідроксид і фосфорна кислота.

У багатьох клеях-цементях фосфорну кислоту застосовують разом з складними наповнювачами, до складу яких, окрім вказаних вище, можуть входити і інші з'єднання, такі як нітриди, силіциди, карбіди. Відомі також випадки введення до складу клеїв-цементів дрібно-дисперсійних порошоків різних металів. Використання складних наповнювачів дозволяє регулювати тривалентність схоплювання, коефіцієнт-лінійного термічного розширення, адгезійні і когезійні властивості і багато інших характеристик клеїв-цементів.

#### 4.2 Розрахунок вмісту цементного розчину

Для спрощення розрахунків у курсовій роботі прийнято три види цементного розчину, вміст матеріалів (кг/м<sup>3</sup>) для яких приймається з табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Вміст матеріалів у цементному розчині

Вид цементного розчину	Кількість матеріалів на 1 м <sup>3</sup> , кг			
	цемент	пісок	вода	вапно
для кладки з цегли або каменю	200	1400	140	0
штукатурний, для зовнішніх робіт	300	900	120	0
штукатурний, для внутрішніх робіт	200	1000	130	70

Результатом розрахунку є необхідна кількість (обсяг) мінеральних матеріалів, в'язучого та води для виконання виробничого завдання на будівельні потреби.

#### 4.3 Розрахунок лабораторного складу важкого бетону.

Для розрахунку складу важкого бетону необхідно мати наступні дані: задану марку бетону  $R_b$ , необхідну технологічність бетонної суміші, обумовлену осіданням конуса, см, а також характеристики вихідних матеріалів - вид і активність цементу  $R_u$ , насипну щільність складових  $\rho_{пц}$ ,  $\rho_{пс}$ ,  $\rho_{пц(з)}$  і їхню істинну щільність  $\rho_u$ ,  $\rho_n$ ,  $\rho_{пц(з)}$ , пустотність щебеню або гравію  $V_{н.пц(з)}$ , найбільшу крупність зерен і вологість заповнювачів  $W_n$ ,  $W_{пц(з)}$

Склад бетону для пробних замісів розраховують у наступній послідовності: обчислюють витрату води, витрату цементу, водо-цементне відношення, після чого визначають витрату великого та дрібного заповнювача на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші.

Всі розрахунки компонентів виконуються для основної та додаткової важкої бетонної суміші (для  $Q_{д.о}$  та  $Q_{в.б}$ )



Витрату води (водопотребу,  $B$ ), л/м<sup>3</sup>, орієнтовно визначають в залежності від максимальної фракції заповнювача та легкоукладальності суміші.

$$B = B_p + \Delta B_u \pm \Delta B_n, \quad (4.1)$$

де  $B_p$  – кількість води відповідно максимальній фракції щебеню та легкоукладальності суміші, л (згідно з табл. В.2 додатку В по табл. В.11 додатку В);

$\Delta B_u$  - додаткова кількість води, в залежності від виду цементу, л;

$\Delta B_n$  - додаткова кількість води, в залежності від розміру піску, л;

Витрату цементу ( $R_{\sigma}$ ) на 1 м<sup>3</sup> бетону визначають за відомою залежністю міцності бетону

$$R_{\sigma} = A \cdot R_u \cdot \left( \frac{Ц}{B} - 0,5 \right), \quad (4.2)$$

Тобто

$$Ц = \left( \frac{R_{\sigma}}{A \cdot R_u} + 0.5 \right) \cdot B, \quad (4.3)$$

де  $R_{\sigma}$  - марка бетону, МПа;

$R_u$  - активність цементу (табл. В.5 додатку В), МПа;

$A$  і  $A_1$  - коефіцієнти, що враховують якість матеріалів (табл. 4.1)

Якщо витрата цементу на 1 м<sup>3</sup> бетону виявиться менше мінімально припустимого (200-220 кг/м<sup>3</sup>), то з умови одержання щільного бетону витрата цементу збільшують до необхідної норми або вводять тонкомолоту добавку.

В/Ц обчислюють за наступною формулою:

$$B/Ц = \frac{B}{Ц}, \quad (4.4)$$

де  $Ц$ ,  $B$  - витрата цементу та води, кг/м<sup>3</sup>.

Таблиця 4.1 - Значення коефіцієнтів А і А<sub>1</sub>

Характеристика заповнювачів і цементу	А	А <sub>1</sub>
Високоякісні	0,65	0,43
Рядові	0,6	0,4
Зниженої якості	0,55	0,37

*Примітки:*

1. До високоякісних матеріалів відносять щебені із щільних гірських порід високої міцності, пісок оптимальної крупності, портландцемент високої активності без добавок або з мінімальною кількістю гідралічної добавки до його складу. Заповнювачі повинні бути чисті й фракціоновані.
2. До рядових матеріалів відносять заповнювачі середньої якості, у тому числі гравій, портландцемент середньої активності або високомарочний шлакопортландцемент.
3. До матеріалів зниженої якості відносять великі заповнювачі низької міцності, дрібні піски, цемент низької активності.

Витрата заповнювачів бетону (піску, щебеню або гравію), кг/м<sup>3</sup>, обчислюють, виходячи із двох умов:

– сума абсолютних обсягів всіх компонентів бетону дорівнює 1 м<sup>3</sup> ущільненої бетонної суміші;

– цементно-піщаний розчин заповнить порожнечі у великому заповнювачі з деяким розсуненням зерен.

Потреба у щебені (гравію) визначається за залежністю:

$$Щ(\Gamma) = \frac{V}{\left(\frac{\alpha}{\rho_n^{щ(\zeta)}}\right) \cdot V_n + \frac{V}{\rho_o^{щ(\zeta)}}}, \quad (4.5)$$

де  $\rho_o^{щ(\zeta)}$ ,  $\rho_n^{щ(\zeta)}$  - об'ємна та об'ємна насипна щільність щебеню/гравію (табл. В.10 додатку В), кг/м<sup>3</sup>;

$V = 1$  - об'єм суміші, м<sup>3</sup>;

$V_n = 1 - \frac{\rho_n^{щ(\zeta)}}{\rho_o^{щ(\zeta)}}$  - пустотність щебеню, частки одиниці;

$\alpha$  - коефіцієнт розсунення зерен щебеню (гравію), приймають залежно від витрати цементу й водо-цементного відношення (для пластичних сумішей за табл. В.3 додатку В, для жорстких – 1.05-1.2).

Після визначення витрати щебеню (гравію) розраховують витрату піску, кг/м<sup>3</sup>, як різницю між проектним обсягом бетонної суміші та сумою абсолютних об'ємів цементу, води і великого заповнювача за формулою

$$\ddot{I} = \rho_o^n \cdot \left[ V - \left( \frac{\ddot{O}}{\rho_o^{\ddot{o}}} + \frac{\dot{U}(\tilde{A})}{\rho_i^{\dot{u}(\tilde{a})}} + \frac{\hat{A}}{\rho_i^{\hat{a}}} \right) \right], \quad (4.6)$$

де  $V = 1$  - об'єм суміші, м<sup>3</sup>;

$\rho_i^{\ddot{o}}$  - об'ємна щільність цементу, кг/м<sup>3</sup> (для портландцементу - 3000, для шлакопортландцементу - 2900, для пуцоланового - 3300);

$\rho_i^{\hat{a}}$  - об'ємна щільність піску, кг/м<sup>3</sup> (таблиця В.9 додатку В).

Після визначення потрібної кількості заповнювачів уточнюємо витрату води з урахуванням вологості матеріалів. Тобто спочатку визначаємо кількість води, яка знаходиться у піску та щебені

$$B_n = \frac{\Pi}{100} \cdot W_n, \quad (4.7)$$

$$B_{u(z)} = \frac{\mathcal{W}(\Gamma)}{100} \cdot W_{u(z)}, \quad (4.8)$$

де  $\Pi$ ,  $\mathcal{W}(\Gamma)$  - розрахована кількість піску та щебеню на 1 м<sup>3</sup>, кг;

$W_n$ ,  $W_{u(z)}$  - вологість піску та щебеню.

Визначаємо остаточну кількість води:

$$B_p = B - (B_n + B_{u(z)}), \quad (4.9)$$

Визначаємо остаточну кількість піску:

$$\Pi_p = \Pi + B_n \quad (4.10)$$

Визначаємо остаточну кількість щебеню:

$$\dot{U}(\tilde{A})_{\delta} = \dot{U}(\tilde{A}) + \hat{A}_{u(\tilde{a})}, \quad (4.11)$$

Визначивши витрату компонентів  $\mathcal{W}$ ,  $B_p$ ,  $\Pi_p$ ,  $\mathcal{W}(\Gamma)_p$  на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші, обчислюють розрахункову середню щільність суміші

$\rho_{\delta.см} = Ц + B_p + П_p + Щ(\Gamma)_p$ , кг/м<sup>3</sup>, і коефіцієнт виходу бетону  $\beta$ . Коефіцієнт  $\beta$  визначається розподілом об'єму бетонної суміші (1 м<sup>3</sup>) в ущільненому стані на суму обсягів сухих складових, витрачених на її готування:

$$\beta = \frac{V}{V_u + V_n + V_{щ(\varepsilon)}} = \frac{V}{\frac{Ц}{\rho_n^u} + \frac{П_p}{\rho_n^n} + \frac{Щ(\Gamma)_p}{\rho_n^{щ(\varepsilon)}}}, \quad (4.12)$$

де  $V_u, V_n, V_{щ(\varepsilon)}$  - обсяг сухих складових, витрачених на готування 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші, м<sup>3</sup>;

$V=1$  - об'єм суміші, м<sup>3</sup>;

$Ц, П_p, Щ(\Gamma)_p$  - витрата сухих матеріалів на виготовлення бетону, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_n^u$  - насипна щільність цементу, кг/м<sup>3</sup> (для портландцементу -1400, для шлакопортландцементу – 1350, для пуцоланового – 1600).

$\rho_n^n, \rho_n^{щ(\varepsilon)}$  - насипна щільність піску та щебеню (гравію), кг/м<sup>3</sup> (табл. В.9 додатку В)

Значення коефіцієнту виходу бетону  $\beta$  перебуває в межах 0,55-0.75.

Результатом розрахунку є необхідна кількість (обсяг) мінеральних матеріалів, в'язучого та води для виконання виробничого завдання по будівництву ділянки автомобільної дороги та інших будівельних потреб. Тобто визначаємо необхідну кількість (кг) щебеню, піску, цементу, води, які необхідні для виробництва важкого бетону:

$$Щ(\Gamma)_{\delta.o} = Щ(\Gamma)_p \cdot Q_{\delta.o}, \quad (4.13)$$

$$П_{\delta.o} = П_p \cdot Q_{\delta.o}, \quad (4.14)$$

$$Ц_{\delta.o} = Ц \cdot Q_{\delta.o}, \quad (4.15)$$

$$B_{\delta.o} = B_p \cdot Q_{\delta.o}, \quad (4.16)$$

Для подальших розрахунків виникає потреба визначення обсягу мате-

ріалів для виготовлення загальної кількості важкого бетону, тобто

$$V_{\partial.o}^{u(z)} = \frac{\text{Щ}(\Gamma)_{\partial.o}}{\rho_o^{u(z)}}, \quad (4.17)$$

$$V_{\partial.o}^n = \frac{\Pi_{\partial.o}}{\rho_o^n}, \quad (4.18)$$

$$V_{\partial.o}^y = \frac{\text{Ц}_{\partial.o}}{\rho_o^{y(z)}}, \quad (4.19)$$

$$V_{\partial.o}^6 = \frac{B_{\partial.o}}{\rho_o^6}, \quad (4.20)$$

#### 4.4 Підбір складу важкого бетону з добавкою поверхнево-активних речовин

##### 4.4.1 Загальні відомості

Добавки застосовують для поліпшення властивостей в'язучих матеріалів, бетонів і будівельних розчинів. Їх вводять до складу в'язучих (шляхом попереднього змішування або сумісного помелу) або одночасно з іншими складовими безпосередньо в бетони і розчини при приготуванні сумішей. Добавки вводять як в сухому (порошкоподібному вигляді), так і у вигляді водних розчинів і дисперсій. Залежно від складу і призначення, добавки підрозділяються на наступні види:

- мінеральні: активні мінеральні; добавки-наповнювачі; добавки до кислотостійких, лугостійких і жаростійких бетонів і розчинів.

- хімічні: поверхнево-активні речовини (ПАР); для регулювання термінів схоплювання і твердіння; для підвищення водонепроникності бетонів і розчинів; для підвищення морозостійкості бетонів і розчинів; протиморозні, такі, що забезпечують твердіння бетонів і будівельних розчинів при низьких температурах; інгібітори корозії арматури; комплексні добавки. Деякі полімерні добавки підвищують спеціальні властивості бетонів: міцність за розтягом, опір удару і іншим динамічним діям, корозійну стійкість. Вони надають комплексну дію, тому їх виділяють звичайно в окрему групу.

*Активні мінеральні добавки.* Залежно від походження активні мінеральні добавки підрозділяють на природні і штучні. Природні, у свою чергу, ділять на добавки з порід осадового (діатоміти, трепели, опоки, глієжи) і вулканічного (попели, туфи, траси, пемзи, вітрофіри) походження. До групи штучних входить доменні гранульовані шлаки (кислі і основні), пелітовий (нефеліновий) шлам, золи-унос і ін. Активні мінеральні добавки підвищують щільність, водо- і солестійкість бетонів і будівельних розчинів, зменшуючи одночасно витрату клінкерного цементу. Витрата добавки повинна складати 10÷50% мас залежно від початкової марки в'язучого і необхідної марки бетону (розчину).

Мінеральна добавка вважається активною, якщо вона забезпечує кінець схоплювання тесту, приготованого на основі добавки і гідратного вапна, не пізніше ніж через сім діб після зачинення. Водостійкість зразка з цього ж тесту визначають у віці трьох діб після кінця його схоплювання.

В окремих випадках допустимо застосування мінеральних добавок, які не повністю відповідають показникам по хімічному складу. Це можливо, коли при додатковому дослідженні буде встановлено, що добавки покращують технічні властивості терпких, бетонів і будівельних розчинів.

*Добавки-наповнювачі* - це тонкомолоті мінеральні речовини, вживані для розбавлення цементу і інших в'язучих з метою їх економії у разі, коли марка терпкого значно перевищує марку бетону або розчину, а також для ущільнення останніх. Добавки-наповнювачі готують шляхом помелу або розведенням водою. Для цієї мети використовують вапняки, вивержені гірські породи, піски, а також відходи промисловості: доменні і паливні шлаки, золи тощо. Процентний зміст добавки-наповнювача встановлюється досвідченим шляхом.

*Добавки до кислото-, луго- і жаростійких бетонів і розчинів* - це мінеральні порошки, що отримуються подрібненням природних або штучних матеріалів. В якості кислотостійких добавок застосовують тонкомолоті андезит, діабаз, базальт, кварцовий пісок, граніт, сієніт, діорит, гнейс, кварцити і кремнеземні пісковики, природний пилоподібний кварц, відходи фарфору і кам'яне литво. Як лугостійкі добавки застосовують тонкомолоті вапняки, доломіт і магнезити. За тонкістю помелу лугостійкі добавки повинні задовольняти тим же вимогам, що і кислотостійкі. Як жаростійкі добавки застосовують наступні тонкомолоті і пилоподібні матеріали: бій керамічного виробництва, доменний гранульований шлак, золу-віднесення ТЕС, шамот, магнезит, хромитову руду, андезит, діабаз, пемзу, льос і льосоподібний суглинок. Добавки повинні задовольняти вимогам «Інструкції за технологією приготування і застосування жаростійких бетонів» (СН 156-67). Ступінь жаростійкості мелених наповнювачів повинен відповідати розрахунковій температурі, при якій вони експлуатуватимуться.

*Піно- і газо-утворювачі* застосовуються для приготування комірчастих і легких бетонів з комірчастим цементним каменем. До них належать клеєканіфольний, смоло-сапоніновий, алюмосульфонафтенний і ПО-6 піноутворювачі. Допускається також застосування інших піноутворювачів, наприклад, дьогтю-вапняного, рідинно-скляного, некалієвого, якщо піна і приготований на ній комірчастий бетон задовольняють вимогам технічних умов.

*Хімічні добавки* застосовують для управління фізико-механічними властивостями, реологією бетонної суміші і затверділого бетону. Хімічні добавки слід вводити у бетон в точно дозованих кількостях. Перевищення встановленої норми може викликати різке погіршення якості бетону і конструкцій з нього. Добавки вводять в бетонну суміш у вигляді розчинів робочої концентрації, які пригтовляються наперед в спеціальних ємкостях шляхом розчинення твердих, пастоподібних або рідких продуктів у воді, підігрітій до температури 50÷70°C (для прискорення процесу розчинення).

*Поверхнево-активні добавки* - це органічні речовини, застосування яких в невеликих кількостях (звичайно долі відсотка маси цементу) приводить до істотного поліпшення як технологічних властивостей бетонної (розчину) суміші, так і властивостей твердіючого бетону (розчину). Ці добавки вводять як в цемент (в процесі помелу клінкеру), так і в бетонні (розчини) суміші при перемішуванні їх в змішувачах.

Застосування поверхнево-активних добавок зменшує витрату цементу, знижує водопотребу, покращує легкоукладуваність і транспортабельність бетонних (розчинів) сумішей і підвищує щільність, водонепроникність, морозостійкість, а у ряді випадків і міцність затверділих бетонів (розчинів).

По характеру впливу поверхнево-активні речовини ділять на:

- пластифікуючі гідрофільні (сульфітно-дріжджова брага СДБ, сульфитно-спиртна барда ССБ, пластифікатор адіпіновий ПАЩ-1);
- пластифікуючі гідрофобні (милонафт, асидол, асидол-милонафт, окислений петролатум, обмилена водорозчинна смола ВЛХК, етілсиліконат натрію ГКЖ-10, метілсиліконат натрію ГКЖ-11, полігідросилоксан ГКЖ-94, нейтралізований натрієвий чорний контакт НЧК, контакт чорний нейтралізований рафінований КЧНР і ін.);
- пластифікуючі мікро-піноутворювачі (смола нейтралізована повітряно-залучаюча СНВ, обмилений деревний пек ЦНИПС-1, синтетична поверхнево-активна добавка СПД, відходи соапстока, мікро-піноутворювач ПО-6, БС і ін.).

*Прискорювачі схоплювання і твердіння* - це хлорид кальцію, сульфат натрію, сульфат калію, нітрат натрію, нітрат кальцію, нітрит-нітрат кальцію, нітрит-нітрат-хлорид кальцію, нітрит-нітрат-сульфат натрію, соляна кислота, хлорне залізо, сірчаноокислий глинозем, хлоралюмокальцій, будівельний гіпс (напівводняний) і комплексні добавки. Після попередньої експериментальної

перевірки допускається застосування сірчанокислового натрію, хлористого алюмінію, нітрату тривалентного заліза  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  і ін. Хімічні добавки-прискорювачі вводять для підвищення міцності в ранні терміни, зменшення витрати цементу, скорочення часу теплової обробки виробів і часу попередньої витримки.

*Сповільнювачі схоплення і твердіння.* Для отримання і збереження бетонної суміші з необхідними технологічними властивостями в її склад вводять добавки, що уповільнюють процеси схоплення і тужавіння суміші. Застосування добавок, що уповільнюють терміни схоплення, благотворно впливає на формувальні властивості і водопотребу сумішей; сповільнювач, як правило, є і пластифікатором. Проте дозування добавки і її вплив на терміни схоплення і міцність слід перевіряти досвідом. Збільшення добавки в порівнянні з оптимальною кількістю помітно знижує міцність бетону. Як сповільнювачі схоплення застосовують:

- гіпс і сірчанокиисле окисне залізо  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  до 1% маси цементу;
- сірчану кислоту 0.25÷0.50% до 1% маси цементу (у перерахунку на безводну)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
- поверхнево-активні речовини (сульфітно-дріжджова брага, мило-нафт, кератиновий замітник, тваринний клей і ін.) 0.3÷0.4% маси цементу.

В умовах сухого і жаркого клімату як добавка, що перешкоджає загустанню суміші (підвищенню жорсткості до укладання і ущільнення), рекомендується вводити кремнійорганічні речовини ГКЖ-10, ГКЖ-11 або ГКЖ-94. Сповільнювачі схоплення гіпсу діляться на три види:

- органічні високомолекулярні речовини, створюючи навколо частинок гіпсу колоїдні солі, які перешкоджають подальшому проникненню води в гіпс (клеї, казеїн, желатин, гуміарабік, кератин і т. п.);
- речовини, що знижують розчинність гіпсу (цукор, гліцерин, ацетон, ефір, оцтова, молочна і лимонна кислоти і їх натрієві, калієві солі, борна і фосфорна кислоти і їх натрієві і амонійні солі, бура);
- речовини, що уповільнюють кристалізацію двічі-водяного сірчанокислового кальцію, що знов утворюється (оцто- і вуглекислий кальцій і магній).

*Для підвищення водонепроникності бетону і розчину* найчастіше застосовують:

- ПАР - пластифікуючі гідрофільні (пептизатори), пластифікуючі гідрофобні, пластифікуючі мікро-піноутворювачі;
- бітумну емульсію;
- розчини деяких солей (азотнокислового кальцію, алюмінату натрію, сірчанокислового глинозему, гідроокису заліза, хлорного заліза, хлоралюмокальція і ін.), вживаних як прискорювачі твердіння, а також комплексні добавки.

Як добавки, що *підвищують морозостійкість бетонів і будівельних розчинів*, застосовують гідрофільні і гідрофобні ПАР і мікро-піноутворювачі.



Гідрофільні пластифікатори (СДБ і ін.) підвищують морозостійкість за рахунок поліпшення рухливості суміші, зменшення вмісту води і підвищення щільності. Гідрофобні добавки (ЦНИПС-1, СНВ, милонафт, асідоли, олеїнова кислота, відходи соапстока, ПО-6, кремнійорганічні рідини ГКЖ-10, ГКЖ-11, ГКЖ-94 і ін.) підвищують морозостійкість за рахунок додання матеріалу гідрофобних властивостей і підвищення водонепроникненості. Найбільш ефективні в цьому відношенні кремнійорганічні з'єднання типу ГКЖ. Для бетонів Мрз 100÷150 рекомендується вводити добавку СДБ або ССБ, або ПАЩ-1. При підвищенні вимог до бетону по морозостійкості до Мрз 300 рекомендується використовувати милонафт, обмилену розчинну смолу ВЛХК і кремнійорганічні рідини ГКЖ-10 і ГКЖ-11. Найбільш ефективними добавками, що рекомендуються для застосування при високих вимогах до бетону (Мрз 400÷500), є ГКЖ-94, СНВ, НЧК, КЧНР, СПД, ПГЄН і деякі поєднання добавок: СНВ з НК, СН, ННХК або ПАЩ-1; ГКЖ-94 або СПД з НК; НЧК або КЧНР з СН.

Щільність бетону також може бути збільшена добавкою бентонітової глини (20÷40 кг на 1 м<sup>3</sup>).

*Протиморозні добавки* - це розчини солей, кислот і лугів. Вони знижують температуру замерзання рідкої фази і сприяють наростанню міцності бетонів і будівельних розчинів при негативній температурі. Найчастіше для цієї мети застосовують хлористий кальцій, хлористий натрій, нітрит натрію і поташ.

*Полімерні добавки* додають бетонам і розчинам підвищені непроникність, морозостійкість, корозійну стійкість, опірність удару, динамічним діям, підвищену міцність на осьове розтягування і вигин. Найчастіше застосовують кремнійорганічні з'єднання типу силіконату натрію (ГКЖ-10 і ГКЖ-11) і полігідроксилосанів (ГКЖ-94), фуриловий спирт з солянокислим аніліном, полівінілацетатну емульсію (ПВАЄ) і латекси (СКС-65ГП, ДВХБ-70 і СКД-1). Добавки полімерів, за винятком ПВАЄ, підвищують корозійну стійкість бетону в умовах переважаючого розвитку процесів корозії I і III види і у меншій мірі при розвитку процесів корозії II виду.

#### **4.4.2 Розрахунок цементного бетону з добавками**

Кількість складових бетону з добавками визначається за методикою, вказаною у п. 4.3 (аналогічний за складом важкого бетону для будівництва покриття автомобільної дороги).

Розрахунок кількості добавок виконується в залежності від необхідного покращення характеристик будівельного розчину (із завдання) та виду мінерального в'язучого за табл. В.8 або В.9 додатку В.

Результатом розрахунку є необхідна кількість (кг та м<sup>3</sup>) мінеральних матеріалів, в'язучого, води та поліпшувачих добавок (кг або л) для виконан-

ня виробничого завдання на будівельні потреби.

$$Ш(\Gamma)_{ПАР} = Ш(\Gamma)_p \cdot Q_{ПАР}, \quad (4.21)$$

$$П_{ПАР} = П_p \cdot Q_{ПАР}, \quad (4.22)$$

$$Ц_{ПАР} = Ц \cdot Q_{ПАР}, \quad (4.23)$$

$$B_{ПАР} = B_p \cdot Q_{ПАР}, \quad (4.24)$$

$$ПАР = Ц \cdot n_{ПАР} \cdot Q_{ПАР}, \quad (4.25)$$

де  $n_{ПАР}$  - рекомендований відсоток кількості ПАР, в залежності від виду ПАР (табл. В.8 або В.9 додатку В).

Для подальших розрахунків виникає потреба визначення обсягу матеріалів із застосуванням ПАР для виготовлення загальної кількості важкого бетону, тобто

$$V_{ПАР}^{ш(\varepsilon)} = \frac{Ш(\Gamma)_{ПАР}}{\rho_o^{ш(\varepsilon)}}, \quad (4.26)$$

$$V_{ПАР}^n = \frac{П_{ПАР}}{\rho_o^n}, \quad (4.27)$$

$$V_{\dot{\Gamma} \dot{\Delta} \dot{D}}^{\ddot{O}} = \frac{\ddot{O}_{\dot{\Gamma} \dot{\Delta} \dot{D}}}{\rho_i^{\ddot{O}}}, \quad (4.28)$$

$$V_{ПАР}^e = \frac{B_{ПАР}}{\rho_o^e}, \quad (4.29)$$

#### 4.5 Розрахунок кількості матеріалів для виконання річної програми

За визначеною потребою у матеріалах для виконання виробничої про-

грамми визначаємо загальну потребу у матеріалах

$$\sum Ш(\Gamma) = Ш(\Gamma)_{\partial.o} + Ш(\Gamma)_{\partial\partial\partial} + Ш(\Gamma)_{ПАР}, \quad (4.30)$$

$$\sum \Pi = \Pi_{\partial.o} + \Pi_{\partial\partial\partial} + \Pi_{роз} + \Pi_{ПАР}, \quad (4.31)$$

$$\sum Ц = Ц_{\partial.o} + Ц_{\partial\partial\partial} + Ц_{роз} + Ц_{ПАР}, \quad (4.32)$$

$$\sum B = B_{\partial.o} + B_{\partial\partial\partial} + B_{роз} + B_{ПАР}, \quad (4.33)$$

$$\sum ПАР = ПАР, \quad (4.34)$$

Загальний річний обсяг матеріалів дорівнює

$$\sum V^{Ш(\Gamma)} = V_{\partial.o}^{Ш(\Gamma)} + V_{\partial\partial\partial}^{Ш(\Gamma)} + V_{ПАР}^{Ш(\Gamma)}, \quad (4.35)$$

$$\sum V^{\Pi} = V_{\partial.o}^{\Pi} + V_{\partial\partial\partial}^{\Pi} + V_{роз}^{\Pi} + V_{ПАР}^{\Pi}, \quad (4.36)$$

$$\sum V^{\text{Ц}} = V_{\partial.o}^{\text{Ц}} + V_{\partial\partial\partial}^{\text{Ц}} + V_{роз}^{\text{Ц}} + V_{ПАР}^{\text{Ц}}, \quad (4.37)$$

$$\sum V^B = V_{\partial.o}^B + V_{\partial\partial\partial}^B + V_{роз}^B + V_{ПАР}^B, \quad (4.38)$$

## 5 РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ЗАВОДУ

Основними даними для технологічного проектування ЦБЗ є: виробнича програма, номенклатура сумішей, що випускають, режим роботи підприємства, фонди часу роботи технологічного устаткування і робітників.

Основні параметри цементно-бетонних і розчинних заводів визначаються продуктивністю змішувальної установки, а також кількістю марок бетону і розчину, що підлягають одночасній видачі.

Продуктивність ЦБЗ при виробництві дорожніх робіт підраховується, виходячи з потокових методів будівництва з невеликим коефіцієнтом нерів-

номірності й високим коефіцієнтом змінної продуктивності (окремо для цементних розчинів та бетонів) і може бути визначена за залежністю

$$\Pi_{\text{год}} = \frac{Q_i \cdot k_1}{T_{\text{ч}} \cdot k_2}, \quad (5.1)$$

де  $\Pi_{\text{год}}$  - продуктивність заводу, м<sup>3</sup>/год;

$Q_i$  – загальна річна кількість розчину або загальної кількості важкого бетону, м<sup>3</sup>/рік;

$T_{\text{ч}} = (T_{\text{м}} - t_{\text{св}} - t_{\text{кл}} - t_{\text{об}}) \cdot T_{\text{зм}} \cdot k_{\text{зм}}$  - термін чистої роботи ЦБЗ, год/рік;

$T_{\text{зм}} = 8$  - тривалість робочої зміни, години;

$k_{\text{зм}}$  - коефіцієнт змінності на протязі року, приймається в залежності від району будівництва (табл. 5.1);

Таблиця 5.1 - Календарна тривалість будівельного сезону для основних видів дорожніх робіт

№ п/п	Область	Коефіцієнт змінності	№ п/п	Область	Коефіцієнт змінності
1	Вінницька	1.33	14	Миколаївська	1.42
2	Волинська	1.33	15	Одеська	1.6
3	Дніпропетровська	1.49	16	Полтавська	1.4
4	Донецька	1.64	17	Ровенська	1.18
5	Житомирська	1.3	18	Тернопільська	1.44
6	Запорізька	1.7	19	Сумська	1.32
7	Івано-Франківська	1.38	20	Ужгородська	1.45
8	Київська	1.6	21	Харківська	1.35
9	Кіровоградська	1.59	22	Херсонська	1.85
10	АР Крим	2	23	Хмельницька	1.15
11	Луганська	1.47	24	Черкаська	1.54
12	Луцька	1.42	25	Чернівецька	1.47
13	Львівська	1.4	26	Чернігівська	1.31

$t_{\text{св}} = 116$  - простої, які обумовлені святами (12) та вихідними (104) днями, діб/рік;

$t_{\text{кл}} = 18$  - простої, які обумовлені несприятливими кліматичними умовами, діб/рік;

$t_{\text{об}} = 12$  - простої, які обумовлені проведенням обслуговування машин,

механізмів та обладнання, діб/рік;

$T_m = 365$  діб - термін можливої роботи ЦБЗ, діб/рік;

$k_1 = 1.2$  - коефіцієнт нерівномірності витрати бетонної суміші;

$k_2 = 0.85$  - коефіцієнт змінної продуктивності.

Термін можливої роботи ЦБЗ приймається 365 діб у зв'язку із необхідністю випускати продукцію не тільки для будівництва покриття автомобільної дороги (температурна межа укладання цементного бетону в покриття не нижче +5°C).

Продуктивність бетонозмішувачів будь-яких типів залежить від ємності барабана, часу, затрачуваного на повний цикл готування суміші, і коефіцієнта використання машини за часом. За діючими стандартами тривалість готування одного замісу звичайних бетонних сумішей коливається в межах від 60 до 150 с, для твердих сумішей доходить до 240 с.

Кількість бетонозмішувачів визначається за формулою

$$N_{зм} = \frac{П_{год}}{П_{зм} \cdot \beta \cdot k_{вр}}, \quad (5.2)$$

де  $\beta$  - коефіцієнт виходу бетону;

$k_{вр} = 0.9$  - коефіцієнт використання машини за часом ;

$П_{зм}$  - продуктивність бетонозмішувальної установки (табл. Д.4 додатку Д), м<sup>3</sup>/год.

Кількість бетонозмішувальних установок округляємо до більшого цілого числа. Уточнюємо годинну продуктивність ЦБЗ

$$П_{год} = П_{зм} \cdot N_{зм}, \quad (5.3)$$

Потрібна добова продуктивність (у м<sup>3</sup>/добу) ЦБЗ визначається за залежністю:

$$П_{доб} = П_{год} \cdot T_{зм} \cdot k_{зм} \cdot k_c, \quad (5.4)$$

де  $П_{год}$  - годинна продуктивність ЦБЗ, м<sup>3</sup>;

$T_{зм}$  - тривалість зміни, год;

$k_{зм}$  - коефіцієнт змінності;

$k_c = 0.95$  - коефіцієнт використання устаткування.

Річна продуктивність (у м<sup>3</sup>/рік) змішувальної установки визначається за формулою

$$P_{\text{річ}} = P_{\text{год}} \cdot T_{\text{ч}} \cdot k_p, \quad (5.5)$$

де  $T_{\text{ч}}$  - кількість робочих днів у році;

$k_p = 0.8$  - коефіцієнт використання часу протягом року, що враховує втрати часу на ремонт.

## 6 РОЗРАХУНОК СКЛАДІВ ЗАПОВНЮВАЧІВ І ЦЕМЕНТУ

### 6.1 Загальні відомості

Запаси матеріалів на складах повинні гарантувати безперервну роботу заводу. Склади матеріалів класифікують за видами зовнішнього транспорту та методам розвантаження на склад, за методами зберігання і вивантаження зі складу, за вантажообігом і ємністю.

Залежно від типу зовнішнього транспорту розрізняють типи і розміри пристроїв для приймання матеріалів із залізничного, автомобільного, підвісного канатного, безперервного і водного транспорту. Значно поширені комбіновані схеми прийомних пристроїв, наприклад, для приймання матеріалу із залізничного та автомобільного транспорту.

Прийомні пристрої для сипучих навалочних матеріалів виконують за ємкісною схемою з розвантаженням по протяжному фронту, за без'ємкісною схемою з розвантаженням у фіксованій точці і за комбінованою схемою з розвантаженням по фронту та у фіксованій точці.

Для приймання заповнювачів із залізничного і автомобільного транспорту на цементно-бетонних і розчинних заводах найпоширені бункерні прийомні пристрої.

Прийомні пристрої з підбункерним траншейним конвеєром для вагонів-самоскидів виконують у вигляді протяжних коритоподібних призматичних бункерів, розташованих під залізничним шляхом або узбіч від нього.

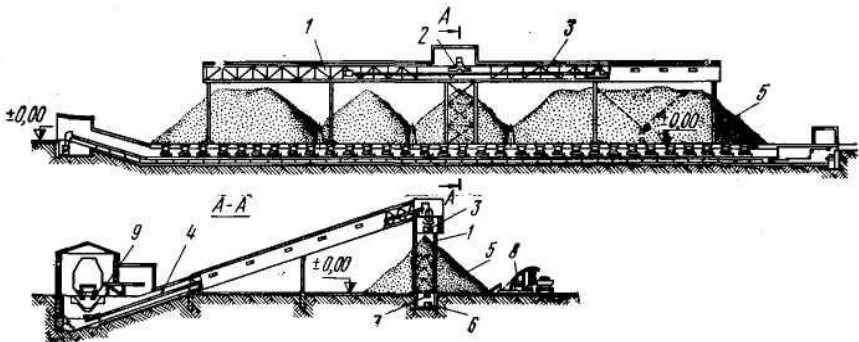
На цементно-бетонних і розчинних заводах застосовують розвантажувальні машини й пристрої як періодичної, так і безперервної дії.

На ЦБЗ найбільш поширеними схемами розвантаження сипучих матеріалів на склад є естакадно-траншейний спосіб розвантаження заповнювачів із човниковим стрічковим конвеєром (рис. 6.1) та розвантаження на складах з безбункерною естакадою (рис. 6.2).

Склади з безбункерними естакадами виконують із підвищеними коліями

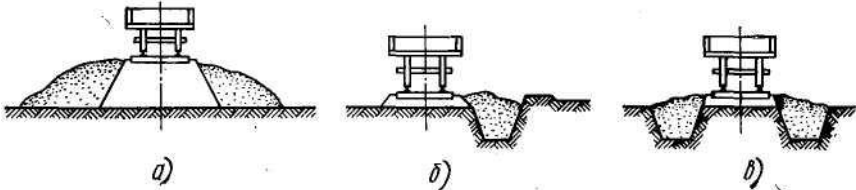
(розвантажувальними естакадами) і розвантажувальними коліями на нульовій позначці із прийомними бічними траншеями (рис. 6.2).

Низькі і високі естакади із прийомними траншеями призначаються для приймання вагонів-самоскидів. Заповнювачі з первинних штабелів, утворених уздовж естакади при розвантаженні залізничних вагонів, перевантажують у штабелі складського зберігання самохідними стріловими грейферними кранами, автонавантажувачами і т.п. Ці склади характеризуються конусними, призматичними конструкціями штабеля з бічними поверхнями, що утворюються гравітаційно під кутом природного укосу відповідно до матеріалу.



1- естакада; 2- скидальний візок; 3- транспортер на естакаді; 4- транспортер подачі на склад; 5- штабель заповнювачів; 6-траншейний транспортер; 7- за- твор; 8- одноковшевий навантажувач; 9- розвантажувальна установка

Рисунок 6.1 - Естакадно-траншейний склад заповнювачів із човниковим стрічковим конвеєром:



а - з піднесеною естакадою; б - з однією траншеєю; в - із двома траншеями  
Рисунок 6.2 - Схема складу з безбункрною естакадою:

При виборі типу складів для заповнювачів варто враховувати наступні вимоги:

- ✓ зберігання і складська переробка заповнювачів повинні здійснюватися без погіршення їхньої якості;

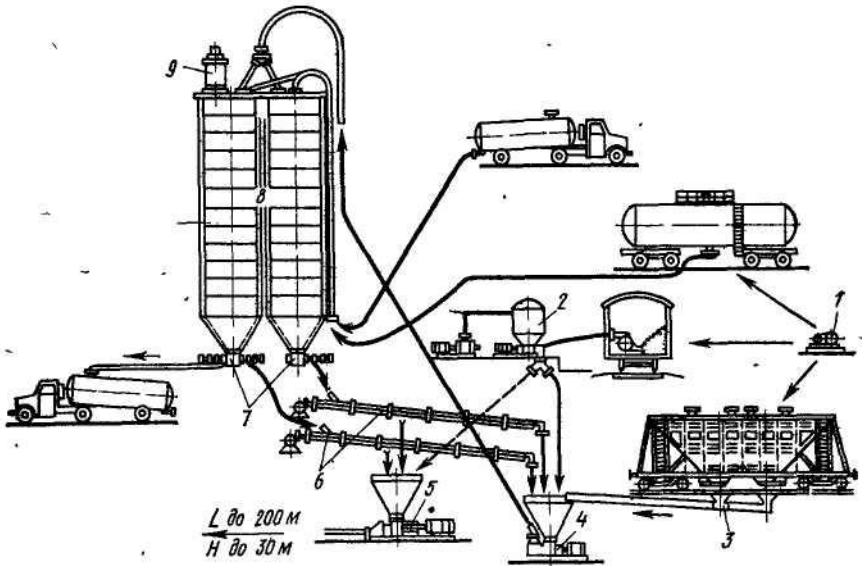
✓ з огляду на вимоги до якості заповнювачів, варто вважати за доцільне застосування покритих складів з використанням найбільш економічних конструктивних рішень;

✓ на вибір типу складу, окрім його ємності вантажообігу та кліматичних умов, істотний вплив здійснюють властивості матеріалів, що зберігаються і технологічні вимоги до їх якості;

✓ найбільш економічними варто вважати схеми штабелів з більшими висотами;

✓ при виборі схем і типів закритих складів варто враховувати переваги напівбункерних схем з кутом нахилу стінок, що забезпечують гравітаційне витікання заповнювачів на підштабельний конвеєр.

Поряд зі зберіганням заповнювачів до складу заводів по випуску цементно-бетонної та цементно-піщаної сумішей входять складські приміщення для зберігання цементу(рис. 6.3).



1 - маневрова лебідка; 2 - вакуумний розвантажник; 3 - гвинтовий конвеєр з очисною секцією; 4 - пневматичний підійомник; 5 - пневматичний гвинтовий насос; 6 - аерозолоб; 7 - донний розвантажувач; 8 - шість силосів; 9 - камера осадження з фільтром

Рисунок 6.3 - Склад цементу

Склади цементу, залежно від призначення, ємності, вантажообігу і ряду місцевих умов, виконують за різними схемами.

За конструктивними ознаками склади цементу підрозділяють на:



- капітальні, в залізобетонному або інвентарному виконанні;
- збірно-розбірні, в металевому виконанні.

По виду транспортних пристроїв - на склади з механічним (елеватори, шнеки) і пневматичним транспортом (гвинтові і камерні пневмонасosi, аероліфти, аерожолоби).

За типом склади підрозділяються на закриті, бункерні і силосні. Склади закритого типу не інвентарні і тому при відносно невеликих капітальних витратах вимагають значних трудових витрат на перевантажувальні та складські операції. Бункерні склади цементу характеризуються наявністю ряду відсіків, з яких цемент гравітаційно (самопливом) надходить у гвинтові конвеєри, елеватори та пневмонасosi для подальшого транспортування в змішувальні відділення. Для зберігання цементу на ЦБЗ застосовують силоси прямокутно-пірамідальні і циліндричні з вертикальними стінками і днищем у вигляді усіченої піраміди або конуса.

### 6.2.1 Визначення площі складу щебеню та піску

Оскільки щебінь доставляється залізничним транспортом, то нормативний запас щебеню на складі приймається згідно з табл. Д.7 додатку Д.

Для того щоб визначити площу складу, потрібно знайти його розміри, а для цього, у свою чергу, необхідно знати об'єм матеріалу, що зберігається, і тип машини, що відсипає матеріал.

Для розвантаження щебеню з вагонів приймаємо самохідну штабелюючу машину, яка відсипає щебінь у штабель прямолінійної форми з конусоподібними торцями (рис. 6.4). До початку розрахунків необхідно задатися способом формування штабелю: за фракціями або у суміші. Якщо за фракціями, то розрахунок виконують окремо для кожної фракції щебеню.

## 6.2 Розрахунок складів матеріалів

У цьому випадку довжина штабеля поверху  $L$ , м знаходиться за формулою:

$$L = \frac{\left( P_{щ}^{t_n} - \frac{\pi \cdot H^3}{3 \cdot \text{tg}^2 \varphi_{щ}} \right) \cdot \text{tg} \varphi_{щ}}{H^2}, \quad (6.1)$$

де  $H = 6$  м – висота штабеля, для щебеню;

$\varphi_{щ} = 35^\circ - 40^\circ$  – кут природного укосу, для щебеню;

$t_n$  - норми добового запасу матеріалів на складах, (табл. Д.7 додатку Д)

$$\Pi_{щ}^t = \frac{\sum V_{щ(\Gamma)} \cdot T_{щ} \cdot k_{щ} \cdot t_n}{T_{щ}} - \text{потрібний об'єм штабеля, } \text{м}^3 \cdot \text{дiб};$$

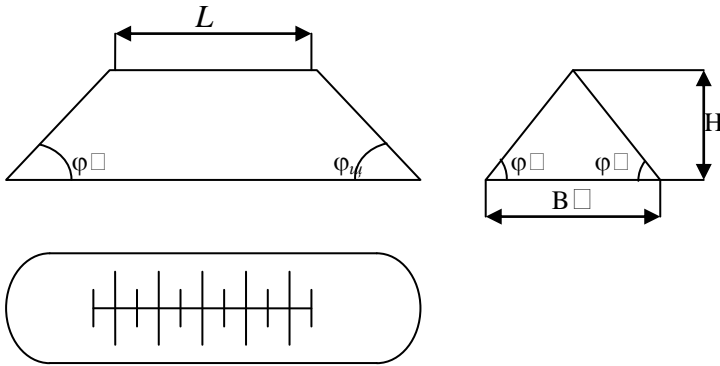


Рисунок 6.4 – Розрахункова схема штабеля щебеню

Ширина штабеля  $B$ , м по низу визначається за формулою:

$$B = \frac{2 \cdot H}{\text{tg } \varphi_{щ}}, \quad (6.2)$$

Площа, що займає штабель  $F$ ,  $\text{м}^2$ :

$$F = B \cdot L + \frac{\pi \cdot B^2}{4}, \quad (6.3)$$

Оскільки пісок транспортується автомобільним транспортом, то приймаємо для збереження піску склад у вигляді штабеля, формованого бульдозером (рис. 6.5).

Об'єм піску, що зберігається на складі,  $\text{м}^3$ :

$$\Pi_n^t = \frac{\sum V_n \cdot T_{щ} \cdot k_{щ} \cdot t_n}{T_{щ}}, \quad (6.4)$$

де  $V_n$  – годинна потреба піску,  $\text{м}^3$ ;

$t_n$  - норми добового запасу матеріалів на складах, (табл.Д.7 додатку Д)

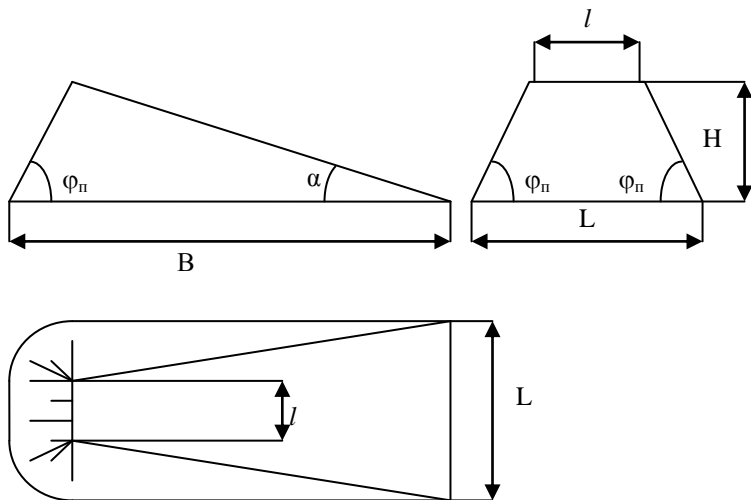


Рисунок 6.5 – Розрахункова схема штабеля піску

Ширина штабеля піску по низу, м:

$$B_n = \frac{H_n}{\operatorname{tg} \varphi_n} + \frac{H_n}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (6.5)$$

де  $\varphi_n = 30 \dots 35^\circ$  – кут природного укосу піску;

$H_n = 4$  м – висота штабеля для піску, м ;

$\alpha < 20^\circ$  – кут нахилу, подоланий бульдозером при формуванні штабеля.

Довжина штабеля піску по верху (м) визначається за формулою:

$$l = \frac{6 \cdot H_n^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi_n - H_n^2 \cdot (\pi \cdot \operatorname{tg} \alpha + 4 \cdot \operatorname{tg} \varphi_n)}{3 \cdot B_n \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi_n}, \quad (6.6)$$

Площа штабеля піску, м<sup>2</sup>:

$$F_n = B_n \cdot l + \frac{2 \cdot H_n^2}{\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi_n} + \frac{\pi \cdot H_n^2}{2 \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi_n}, \quad (6.7)$$

Корисна площа складу, необхідна для одночасного збереження запасу піску і щебеню, м<sup>2</sup>:

$$F' = F_{щ} + F_n, \quad (6.8)$$

Повна площа складів, з урахуванням проходів і проїздів, м<sup>2</sup>:

$$F = F' \cdot (1 + k_{пр}), \quad (6.9)$$

де  $k_{пр}$  – коефіцієнт, що враховує збільшення площі складів за рахунок проходів і проїздів (у засіках - 0.4-0.3; у штабелях – 0.68-0.4; у сте-лажах – 0.65-0.6; при відкритому зберіганні – 0.6-0.3; бункери і си-лоси – 0.3-0.8; бітумосховище – 0.4-0.3).

Довжина залізничного тупика для розвантаження вагонів, м:

$$L_{зал} = N_g \cdot L_g, \quad (6.10)$$

де  $N_g = 2 \div 5$  – кількість вагонів, що розвантажуються, шт;

$L_g = 15$  – довжина одного вагона, м.

### 6.2.2 Розрахунок складу неорганічного в'язучого

Цемент зберігається в складах силосного типу. Силосні ємності бувають металеві і залізобетонні, механізовані і автоматизовані, з механічною або пневматичною подачею. Запас цементу на складі має бути не меншим, ніж вказано в табл. Д.7 додатку Д. Найбільш поширеною доставкою цементу на ЦБЗ є доставка залізничним транспортом. Запас цементу на складі (т) визна-чається за формулою:

$$P_{Ц}^{т} = \frac{\sum Ц \cdot T_{зм} \cdot k_{зм} \cdot t_n \cdot k_g^{Ц}}{T_ч \cdot k_3}, \quad (6.11)$$

де  $t_n$  - норми добового запасу цементу на складах, (табл. Д.7 додатку Д)

$k_g^{Ц} = 1.01$ – коефіцієнт втрат при транспортуванні і розвантаженні;

$k_3 = 0,9$ – коефіцієнт, що враховує ступінь заповнення ємностей.

За необхідною місткістю складу цементу обирають типове обладнання із визначеною потужністю електроустаткування (табл. Д.3 додатку Д).

### 6.3 Вантажопотоки заводу

Вантажопотоки ЦБЗ діляться на зовнішні і внутрішні. До зовнішніх ван-тажопотоків входить доставка на завод всіх матеріалів, необхідних для виго-

товлення бетонної суміші, а також відправлення із заводу готової бетонної або розчинної суміші споживачам.

По залізничних коліях матеріали переправляють на платформах, у піввагонах, у критих вагонах і думпкарах. Застосування піввагонів і думпкарів значно спрощує операції вивантаження на складах матеріалів. Використання думпкарів також спрощує механізацію розвантажувальних робіт на складах, але характеризується високою вартістю, металоємністю, а також порожніми пробігами думпкарів у незавантаженому напрямку.

Добова потреба в автомобільному транспорті для доставки бетону споживачам можна визначається за формулою

$$N_{\text{дод}} = \frac{P_{\text{дод}}}{Q_a} \quad (6.12)$$

де  $N_{\text{дод}}$  - кількість автосамоскидів, необхідних для доставки бетону у добу;

$P_{\text{дод}}$  - змінна продуктивність заводу по виготовленню цементного розчину та бетону (розрахунки для бетонів та розчину виконуються окремо), т;

$$Q_a = \frac{8 \cdot q \cdot k}{2 \cdot l \cdot t + \frac{c_p}{v}}$$

$q$  - вантажопідйомність автомобіля (табл. Д.9 додатку Д), т;

$k=0.85$  – коефіцієнт використання автомобіля за зміну;

$t=0.17$  – тривалість завантаження матеріалу в автомобіль, год;

$v$  - швидкість руху автомобіля, км/год;

$l_{cp}$  - середня відстань транспортування матеріалу, км.

Заводи, що мають незакінчений технологічний цикл, доставляють споживачеві суху суміш і воду автомобільними бетонозмішувачами. Радіус дії цементно-бетонного заводу залежить у першу чергу від дальності транспортування готової суміші без погіршення її якості:

$$l_{cp} = \frac{v}{t_{\text{ог}}} \quad (6.13)$$

де  $t_{\text{ог}}=1$  година - тривалість транспортування до погіршення якості;

$v$  - швидкість руху автомобілів-самоскидів (при транспортуванні сумішей по ґрунтовій дорозі швидкість обмежується 15 км/год, в інших випадках швидкість транспортування приймається з табл. Д.9 додатку 9), км/год.

До внутрішніх вантажопотоків ЦБЗ відносять:

- ✓ подачу цементу зі складу в цементний дозатор змішувальної установки, періодичне перекачування цементу із силосу в силос;
- ✓ подачу заповнювачів (піску і щебеню) із прийомних пристроїв у вилаткові бункери ЦБЗ через склади або минаючи їх;
- ✓ подачу в бетонозмішувальне відділення води.

Внутрішній вантажообіг ЦБЗ характеризується коефіцієнтом складських операцій, обумовленим як відношення вантажообігу, що проходить через склад, на загальний вантажообіг заводу. Зниження цього коефіцієнта дає значний економічний ефект, зменшуючи завантаження механізмів, витрату електроенергії і т.п.

Завантаження конвеєрів здійснюється через рухомі або стаціонарні вирви, лотки або живильники. З конвеєра матеріал вивантажується за допомогою плужникових скидачів або розвантажувальних візків.

### 6.3.1 Розрахунок збірного стрічкового конвеєра

Викреслюється схема конвеєра і проставляються розміри (рис. 6.6)

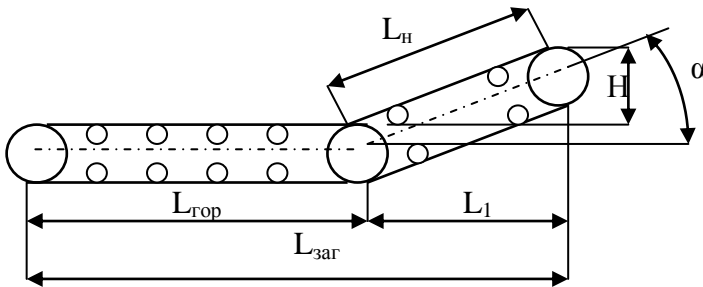


Рисунок 6.6 – Схема стрічкового конвеєра

Загальну довжину стрічкового конвеєра визначають за схемою генерального плану ЦБЗ. Довжину нахиленої ділянки конвеєра визначають за формулою

$$L_n = \frac{H}{\sin(\alpha)}, \quad (6.14)$$

де  $H$  – висота підйому матеріалу (приймається згідно з прийнятим типом

бетономішувача), м;

$\alpha = 20^\circ$  – кут нахилу конвеєра.

Довжину горизонтальної ділянки визначаємо як різницю між загальною довжиною конвеєра та горизонтальною проекцією нахиленої ділянки:

$$L_{гор} = L_{заг} - L_1 = L_{заг} - \frac{H}{\operatorname{tg}(\alpha)}, \quad (6.15)$$

де  $L = 100$  м – загальна довжина конвеєру (приймається згідно з генеральним планом ЦБЗ).

Підбір конвеєра робиться за шириною стрічки. Площа перетину матеріалу на стрічці ( $\text{м}^2$ ) розраховується в залежності від обсягу мінерального матеріалу, необхідного для виробництва асфальтобетонної суміші за наступною формулою:

$$S_i = \frac{\sum \Pi + \sum \text{Щ}(\Gamma)}{3600 \cdot T_q \cdot v \cdot \rho_p \cdot k_g \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}, \quad (6.16)$$

де  $v=0,6$  м/с - швидкість руху конвеєрної стрічки;

$\rho_p=1.5$  т/м<sup>3</sup> - середня щільність щебеню та піску;

$k_g=0.8$  - коефіцієнт використання часу;

$k_1$  - коефіцієнт нерівномірності завантаження стрічки конвеєра (для піску – 0.5, для щебеню - 0.6);

$k_2$  - коефіцієнт, який враховує ступінь розпушеності матеріалу (для піску – 1.2, для щебеню - 1.4);

$k_3$  - коефіцієнт, який враховує розміри породи (для піску – 0.9, для щебеню - 0.75);

Ширина стрічки транспортера дорівнює:

$$B_i = \sqrt{\frac{S_i}{0.05}}, \text{ м} \quad (6.17)$$

Згідно з ГОСТ 20-62 обирається найближча стандартна ширина стрічки: 400, 500, 650, 800, 1000, 1200 мм. У тому випадку, коли розрахункове значення ширини стрічки менше 400 мм, слід прийняти її ширину 400 мм.

### 6.3.2 Продуктивність розвантажувальних машин

Продуктивність розвантажувальних машин:

– періодичної дії

$$P = 3600 \cdot \frac{v_{\text{цикл}} \cdot \rho_p}{t_{\text{ц}}}, \quad (6.18)$$

де  $v_{\text{цикл}}$  - середній обсяг вантажу, що перевантажується за один робочий цикл машини, м<sup>3</sup> (табл. Д.10 додатку Д);

$t_{\text{ц}}=300$  - тривалість робочого циклу, с;

Експлуатаційна змінна продуктивність вибраної машини

$$Q_{\text{зм}} = k \cdot T_{\text{зм}} \cdot Q_{\text{год}}, \quad (6.19)$$

де  $k=0,6-0,75$  - коефіцієнт використання машини в часі;

$Q_{\text{год}}$ - годинна технічна продуктивність машини, м<sup>3</sup> (табл. Д.10 додатку Д).

– безперервної дії

$$P = 3600 \cdot S_i \cdot v \cdot \rho_p, \quad (6.22)$$

де  $S$  - площа поперечного переріза безперервного потоку переміщуваного вантажу, м<sup>2</sup>;

$v=0,6-1.5$  - швидкість руху потоку вантажу, м/с;

### 6.3.3 Транспортування неорганічного в'язучого

Для транспортування цементу на ЦБЗ застосовується пневматичний транспорт. Продуктивність пневмоустаткування

$$Q = 3.6 \cdot \rho_a \cdot \mu \cdot q_a, \quad (6.21)$$

де  $\rho_a = 2.0$  кг/м<sup>3</sup> - питома маса повітря для нагнітаючих пристроїв;

$\mu$  - масова концентрація суміші, кг цементу/кг повітря, (тобто це відношення маси транспортуючого матеріалу до маси повітря), яка визначається залежно від довжини транспортування матеріалу:

Таблиця 6.1 – Залежність  $\mu$  від довжини транспортування

$L_p, \text{м}$	100	200	400	800
$\mu$ ,	55	38	25	16

Розрахункова довжина трубопроводу (м):



$$L_p = \sum l_1 + \sum l_2 + \sum l_3 + \sum l_4, \quad (6.22)$$

де  $\sum l_1$  - сума довжини горизонтальних ділянок трубопроводу, м;

$\sum l_2$  - сума довжини вертикальних ділянок трубопроводу, м;

$\sum l_3 = n \cdot a$  - сума еквівалентної довжини колін трубопроводу, м;

$n = 6 \div 18$  - кількість колін трубопроводу;

$a = 6 \div 10$  - коефіцієнт прийнятий залежно від співвідношення радіуса коліна і діаметра трубопроводу:

Таблиця 6.2 – Визначення коефіцієнта  $a$

$R/d$	4	6	10	20
$a$	4-6	5-10	6-10	8-10

$\sum l_4 = 8 \cdot m$  - сума еквівалентної довжини перемикачів трубопроводу, м;

$m = 2 \div 4$  - кількість перемикачів трубопроводу.

$v_p = \alpha \cdot \sqrt{\gamma_m} + \beta \cdot L_p^2$  - робоча швидкість повітря

$\alpha = 17$  - коефіцієнт, враховуючий розмір зерен матеріалу

$\gamma_m = 0,9$  - питома маса матеріалів, т/м<sup>3</sup>

$\beta = 0,00002$  - коефіцієнт для сухих пилоподібних матеріалів

$d = 0,1$  - внутрішній діаметр трубопроводу, м

Витрата повітря компресором (м<sup>3</sup>/хв.) визначається за формулою

$$q_a = \frac{Q}{3.6 \cdot \rho_a \cdot \mu}, \quad (6.23)$$

Розрахункова продуктивність компресора

$$\Pi = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot k_n \cdot v_p \cdot 60, \quad (6.24)$$

де  $k_n = 1,1$  - коефіцієнт враховуючої втрати повітря в системі трубопроводів

За розрахованою продуктивністю компресора виконується підбір обладнання із табл. Д.5 або Д.6 у додатку Д.

Діаметр трубопроводів (м) уточнюємо згідно з продуктивністю компресора за залежністю:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot \Pi_k}{\pi \cdot k_n \cdot v_p \cdot 60}}, \quad (6.25)$$

де  $k_n = 1,1$  - коефіцієнт, враховуючий втрати повітря в системі трубопроводів;  
 $\Pi_k$  - продуктивність прийнятого типу компресора, м<sup>3</sup>/хв.;  
 $v_p$  - робоча швидкість повітря, м/с.

## 7 ОСНОВНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ УСТАТКУВАННЯ

Сталість і однорідність складу і консистенції бетонної суміші та розчину в значній мірі залежать від стабільності сировини, точності дозування і тривалості перемішування. Дозування компонентів (цементу, піску, щебеню, води та ін.) здійснюють дозатори, перемішування їх - бетонозмішувальні і розчино-змішувальні установки.

Технологічні схеми готування бетонної суміші на стаціонарних заводах повинні передбачати комплексну механізацію всіх вантажно-розвантажувальних і транспортних робіт на складах, подачу матеріалів у видаткові бункери, дозування, готування і видачу бетонної та сухої суміші при погодженості роботи всіх виробничих і допоміжних цехів.

Основним технологічним устаткуванням заводів, що випускають бетонні та розчинні суміші є дозувальні і змішувальні машини (рис. 7.1). Змішувальні установки повинні безперервно забезпечувати суміші з незмінними якісними показниками, для чого якість і співвідношення компонентів, що знаходяться у змішувачі, а також режим перемішування, повинні бути стабільні для всіх робочих циклів при виготовленні бетону даної марки.

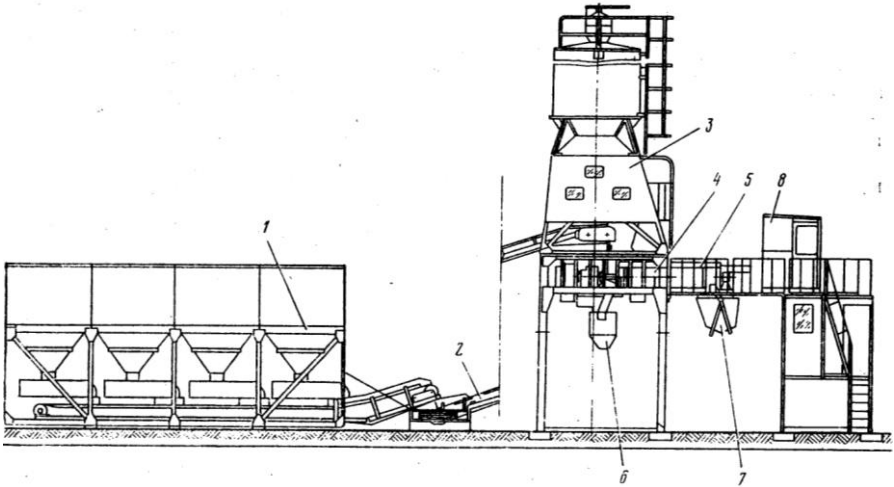
Бетонозмішувальні і розчино-змішувальні установки класифікують за наступними ознаками:

- ✓ за принципом роботи змішувальних машин - на установки періодичної і безперервної дії;

- ✓ за потужністю - на установки малої потужності з річною продуктивністю до 100 тис. м<sup>3</sup>, середньої потужності - від 100 до 300 тис. м<sup>3</sup> і великої потужності - понад 300 тис. м<sup>3</sup> у рік. В установці періодичної дії малої потужності переважно застосовуються змішувальні машини з обсягом готового замісу до 380 л, в установках середньої потужності - до 800 л, в установках великої потужності - вище 800 л;

- ✓ за компонованням відділень установок періодичної дії у вертикальній площині - на одноступінчасті (баштові) і двоступінчасті;

- ✓ за схемою розташування змішувальних машин у плані - на лінійні однорядні і дворядні та на гніздові (рис. 7.2).



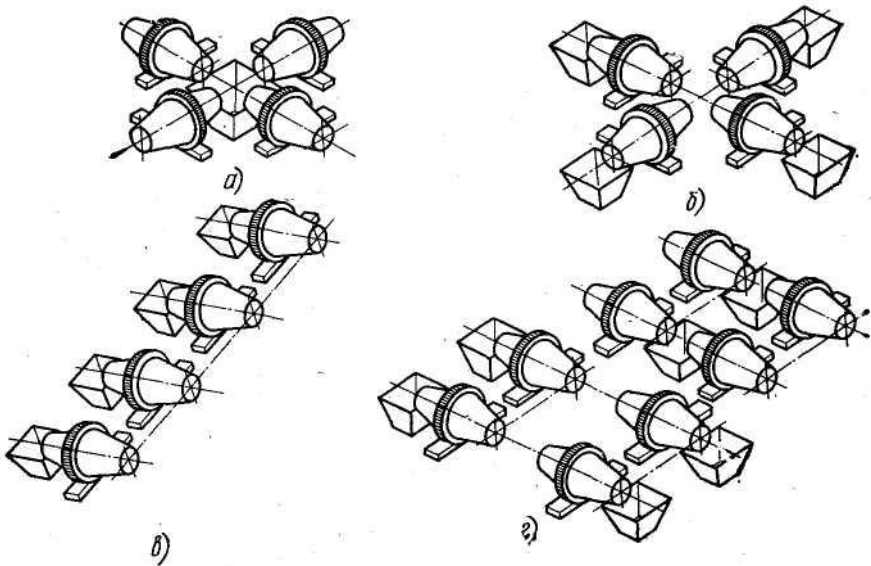
1 - блок дозування й живлення для піску й щебенів; 2 - похилий стрічковий конвеєр; 3 - дозатор для цементу із видатковим бункером; 4 - дозатор для води; 5 - бетономішалка лопатева двох вальна; 6 - тарувальний дозатор і бункер сухої суміші; 7 - бункер накопичувач для бетонної суміші; 8 - пульта керування

Рисунок 7.1 – Бетонозмішувальна установка СБ-78 продуктивністю 60 м<sup>3</sup>/годину

Змішувальні машини при лінійній схемі встановлюють в одну або дві лінії з однобічним або двостороннім розташуванням бетонозмішувачів. При гніздовому компонованні навколо вертикальної осі змішувальної установки концентрично розташовують 3-5 бетонозмішувачів і видаткові бункери заповнювачів і цементу, що обслуговують одним комплектом автоматичних дозаторів. Установки за лінійною схемою мають деякі експлуатаційні переваги в порівнянні з установками за гніздовою схемою. У них полегшується одночасна видача сумішей різних марок, скорочуються простоти, немінучі при ремонті єдиного комплекту дозаторів і поворотної вирви.

За способом дозування бетонозмішувальні установки бувають з об'ємним ручним дозуванням, напівавтоматичним і автоматичним дозуванням.

За методами керування їх можна підрозділяти на установки з місцевим механічним і електричним керуванням, з дистанційним керуванням, із частковою, комплексною та повною автоматизацією.



а, б – гніздове; в – однорядне; г - дворядне  
Рисунок 7.2 - Розташування бетонозмішувачів

За компонованням змішувальних установок щодо схем вивантаження суміші установки бувають: із зовнішнім однібічним вивантаженням на транспортні засоби; із центральним вивантаженням; із двостороннім зовнішнім вивантаженням; з комбінованим зовнішнім і внутрішнім вивантаженням.

Сучасні бетоно- і розчино-змішувальні установки складаються з:

- ✓ будівельних споруджень змішувальної установки;
- ✓ транспортних і розподільних пристроїв для подачі у видаткові бункери й резервуари в'язучого, ПАР і т.п.;
- ✓ видаткових бункерів і резервуарів для в'язучого, води і ПАР;
- ✓ дозувальних пристроїв;
- ✓ змішувальних машин;
- ✓ вузлів видачі готової бетонної та розчинної суміші;
- ✓ пристроїв підігріву матеріалів, опалення, вентиляції;
- ✓ пневматичної системи;
- ✓ електричної частини з апаратурами контролю і автоматичного керування (в автоматизованих установках).

Потужність змішувальної установки залежить від кількості та продуктивності бетонозмішувачів і від прийнятого для даної установки способу дозування та завантаження сировини.

При виборі змішувальних установок варто враховувати, що великі уста-

новки з бетонозмішувачами (розчино-змішувальні) великої ємності більше економічні за сумою капіталовкладень, собівартості продукції, за енерговитратами, за будівельною культурою виконання робіт і т.п. Але в той же час вони не завжди дають можливість видавати одночасно таку кількість бетонної суміші (розчину) різних видів, яка необхідна на будівництві. Для досягнення цієї мети при наявному на діючому заводі устаткуванні та апаратурі зручніше користуватися декількома невеликими установками. Наявність декількох змішувачів у змішувальній установці дозволяє видавати бетонну суміш (розчин) у випадку виходу з ладу одного зі змішувачів і робити ремонт без зупинки заводу в цілому.

При виборі типу дозаторів, бетоно- і розчино-змішувальних установок на бетонному заводі, бажано погоджувати їх ємність з ємністю транспортних засобів (автомобілів-самоскидів, автобетонозмішувачів та ін.).

У будівництві застосовують бетонозмішувачі з вільним (гравітаційним) і примусовим перемішуванням. Барабани змішувачів з вільним перемішуванням є більш довговічними, але час перемішування в них більше. Змішувачі примусового перемішування витрачають більшу потужність при меншому часі перемішування.

Бетоно- і розчино-змішувальні установки обладнуються видатковими бункерами заповнювачів і цементу. Кількість відсіків у бункерах пов'язано із сортністю матеріалів, а співвідношення ємностей відсіків різних фракцій щебеню повинно відповідати співвідношенню фракцій щебеню, прийнятих при дозуванні.

Для забезпечення цілорічної роботи бетонозмішувальної установки ЦБЗ обладнують спеціальними установками підігріву заповнювачів. Установки підігріву не є складовою частиною змішувальної установки, що дозволяє в теплу пору року транспортувати заповнювачі зі складу, минаючи бункери підігріву. Для відмірювання матеріалів, що становлять бетонну або розчинну суміш, змішувальні установки обладнують дозаторами із різними способами дозування: об'ємним, ваговим та комбінованим.

За призначенням дозатори розрізняють: для дозування води і для дозування мінеральних матеріалів - піску та щебеню або гравію. Керування дозаторами може бути ручне, напівавтоматичне і автоматичне.

Найбільше застосування знаходять дозатори з автоматичним дистанційним керуванням, тому що забезпечують більшу точність дозування, швидкість зважування і легкість керування.

Автоматичні вагові дозатори за технологічною ознакою поділяються на три групи: АВДІ, АВДЦ і АВДЖ. *Автоматичний ваговий дозатор* (АВДІ) призначений для дозування інертних матеріалів - піску, щебеню (гравію) різних фракцій. *Ваговий дозатор* (АВДЦ) призначений для дозування цементу. *Ваговий дозатор* (АВДЖ) - для дозування води і неагресивних ПАР.

## 8 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ У ЕНЕРГОРЕСУРСАХ

### 8.1 Проектування електрозабезпечення

Визначаємо кількість енергії (кВт), необхідної для внутрішнього освітлення приміщень:

$$\sum P = \frac{E \cdot S_1 \cdot k_3}{E_{cp}}, \quad (8.1)$$

де  $E = 10 \text{ Bm}/\text{м}^2$  - нормативна освітленість;

$S_1$  - площа приміщень яка потребує освітлення (адміністративний корпус, господарчий корпус, допоміжні служби, прохідна і т.п.);

$k_3 = 1.3$  - коефіцієнт, враховуючий зниження освітленості за рахунок забрудненості ламп та іншої освітлювальної апаратури;

$E_{cp}$  - середня питома горизонтальна освітленість при рівномірному розташуванні світильників по площі (при потужності ламп 100 Вт -  $E_{cp} = 2.7 \text{ лк}$ ).

На освітлення території біля змішувача витрата потужності складає до  $P_1 = 2 \text{ Bm}/\text{м}^2$ , для проходів та проїздів до  $P_2 = 3 \text{ Bm}/\text{м}^2$ , на іншій території ЦБЗ при середньому ступені освітленості витрата потужності на освітлення дорівнює  $P_3 = 0.5 \text{ Bm}/\text{м}^2$ . Площа проходів займає половину площі, на якій розташовані змішувачі.

Визначаємо площу ( $\text{м}^2$ ), на якій розташовані змішувачі:

$$S_2 = \sum L \cdot B \cdot n, \quad (8.2)$$

де  $L, B$  - розміри бетонозмішувальної установки, м;

$n$  - кількість бетонозмішувальних установок.

Тоді площа проходів та проїздів ( $\text{м}^2$ ) складає:

$$S_3 = \frac{S_2}{2}, \quad (8.3)$$

Площа іншої території ( $\text{м}^2$ ):

$$S_4 = S_{ЦБЗ} - S_1 - S_2 - S_3, \quad (8.4)$$

Потужність зовнішнього освітлення території ЦБЗ (кВт) дорівнює:

$$\sum P_3 = S_2 \cdot P_1 + S_3 \cdot P_2 + S_4 \cdot P_3, \quad (8.5)$$

Потужність силових установок (кВт):

$$\sum P_c = \sum P'_1 + \sum P'_2 + \sum P'_3 + \dots + \sum P'_i, \quad (8.6)$$

де  $\sum P'_1$  - потужність бетонозмішувальних та розчинозмішувальних установок, кВт;

$\sum P'_2$  - потужність складу цементу, кВт;

$\sum P'_3$  - потужність двигуна транспортеру, кВт;

$\sum P'_i$  - потужність іншого устаткування, кВт.

Загальна кількість необхідної електроенергії (кВт):

$$P_{заг} = 1.1 \cdot \left( k_c \cdot \frac{\sum P_c}{\cos \varphi} + \sum P_3 + \sum P \right), \quad (8.7)$$

де 1,1 – коефіцієнт, враховуючий втрати потужності в електромережі;

$k_c = 0.8$  - коефіцієнт попиту, що залежить від кількості споживачів;

$\cos \varphi = 0.75$  - коефіцієнт потужності.

Згідно з розрахованою потужністю обираємо комплексні трансформаторні підстанції із табл. Д.8 у додатку Д.

## 8.2 Розрахунок потреби у воді

Вода на ЦБЗ витрачається на виробничі, побутові, господарсько-питні потреби та пожежогасіння

Витрата води на промивання щебеню:

$$Q_{вод}^{щ} = Q_{зм}^{щ} \cdot q_{щ}, \quad \text{л/зміну}, \quad (8.8)$$

де  $Q_{зм}^{щ}$  - змінна потреба щебеню, т/зміну;

$q_{цз} = 500$  л - витрата води на промивання 1 т щебеню;  
 Витрата води на полив території заводу:

$$Q_{вод}^{тер} = S_{ЦБЗ} \cdot \frac{P_5}{k_{зм}} \text{ л/зміну}, \quad (8.9)$$

де  $P_5 = 1,5 \text{ л/М}^2$  - добова норма витрати на полив території;

$k_{зм}$  - коефіцієнт змінності роботи ЦБЗ.

Витрата води на господарсько-питні потреби:

$$Q_{вод}^{г.п.} = m \cdot p \cdot k_n \text{ л/зміну}, \quad (8.10)$$

де  $m = 25 \text{ л/зміну} \cdot \text{чол}$  - змінна потреба у воді для господарсько-побутових потреб на одного робітника;

$p$  - кількість робітників на ЦБЗ (при 2 змішувачах – 22 робітники, при 3 змішувачах – 28 робітників);

$k_n = 3$  - коефіцієнт нерівномірності використання води.

Витрата води на побутові потреби:

$$Q_{вод}^{ноб} = n_k \cdot P_6 + n_d \cdot P_7 \text{ л/зміну}, \quad (8.11)$$

де  $n_k = 6$  - кількість кранів (із розрахунку 1 кран на 4 робітники);

$n_d = 6$  - кількість душових кабінок (1 кабіна з краном на 4 робітники);

$P_6 = 200$  л/зміну - норма витрати води на один кран;

$P_7 = 375$  л/зміну - норма витрати води на одну душу.

Витрати води на пожежогасіння:

$$Q_{вод}^{нож} = 3600 \cdot t \cdot q_n \text{ л/зміну}, \quad (8.12)$$

де  $t = 1,5 \text{ години/зміну}$  - тривалість гасіння пожежі;



$q_n = 3 \div 5 \text{ л/зміна}$  - витрата води на гасіння пожежі.

Загальна витрата води:

$$\sum Q_{вод} = Q_{вод}^{щ} + Q_{вод}^{мер} + Q_{вод}^{2.п} + Q_{вод}^{поб} + Q_{вод}^{п.ж}, \text{ л/зміна} \quad (8.13)$$

Секундна витрата води:

$$\sum q = \frac{\sum Q_{вод} \cdot k_1 \cdot k_2}{3600 \cdot T_{зм}}, \text{ л/сек}, \quad (8.14)$$

$$\sum q' = \frac{\sum Q_{вод} \cdot k_1 \cdot k_2}{3600 \cdot T_{зм}} \cdot 0.001, \text{ м}^3/\text{сек}, \quad (8.15)$$

де  $k_1 = 1.1 \div 1.6$  - коефіцієнт, враховуючий нерівномірність використання води на протязі зміни;

$k_2 = 1.15 \div 1.25$  - коефіцієнт враховуючий втрату води.

Визначаємо діаметр магістрального трубопроводу:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot \sum q'}{\pi \cdot v_{вод}}}, \text{ м} \quad (8.16)$$

$$\text{або } d' = \sqrt{\frac{4 \cdot \sum q'}{\pi \cdot v_{вод}}} \cdot 1000, \text{ мм} \quad (8.17)$$

де  $v_{вод} = 1,5-2,0$  - швидкість руху води по трубах, м/с.

### 8.3 Підігрів компонентів

Для забезпечення цілорічного випуску бетонної й розчинної суміші на заводах передбачається підігрів заповнювачів і води.

Витрата пари ( $\text{кКал/м}^3$ ) на підігрів того або іншого матеріалу визначають за формулою

$$Q_n = \sum \Pi_{зод}^i \cdot \left[ c \cdot (t_k - t_n) \right] + \omega \cdot (-0.5 \cdot t_n + 80 + t_k), \quad (9.2)$$

де  $\Pi_{\text{зод}}^i$  - витрата матеріалу на  $1 \text{ м}^3$  бетону, кг;

$c$  - питома теплоємність заповнювачів у сухому стані (для піску – 0.4, для щебеню – 0.2), ккал/(г·°C);

$\omega$  - відносна вологість для заповнювачів;

80 - теплота плавлення льоду, ккал/кг;

$t_n = 10^\circ\text{C}$  і  $t_k = 40^\circ\text{C}$  - початкова й кінцева температури матеріалу, що підігрівається.

Загальна витрата пари на підігрів матеріалів дорівнює сумі витрат, розрахованих на кожний вид матеріалу. Для забезпечення заводу паром, при неможливості використання діючих у даному районі котельнь, застосовують тимчасові інвентарні пересувні котельні установки.

## 9. ПРОЕКТУВАННЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ЗАВОДУ

У генеральному плані ЦБЗ повинні бути вирішені питання найвигіднішого розташування будинків і споруд із погляду пов'язування технологічних процесів з дотриманням санітарно-протипожежних заходів, підземних і наземних інженерних мереж, колій внутрішнього та зовнішнього транспорту.

При проектуванні генеральних планів варто дотримуватися БНіП П-М.1-71 «Генеральні плани промислових підприємств. Норми проектування». При вирішенні генерального плану заводу розташування будинків і споруд, а також транспортних колій на території заводу повинні забезпечувати самий економічний і доцільний виробничий процес на мінімальній площі обраної території з урахуванням застосування найбільш ефективної технології, прогресивних видів транспорту, з максимально можливою уніфікацією споруджуваних будинків і технологічних вузлів.

Для площадки заводу варто вибирати порівняно рівну поверхню з похилом, що забезпечує відвід поверхневих вод, але при плануванні площадки зменшити обсяги земляних робіт.

Відповідно до населених пунктів заводи необхідно розташовувати з підвітряного боку. При виборі території для заводу потрібно враховувати можливість використання існуючих водних і залізничних колій та автомобільних доріг. Автомобільний транспорт застосовують для заміни залізничних перевезень вантажів на короткі відстані, а також зв'язку підприємства з базами і джерелами постачання, для вивозу готової продукції в райони і на об'єкти споживання. Траси під'їзних автомобільних доріг і залізничних колій варто вибирати, уникаючи перетинань із магістральними залізничними і автомобільними дорогами.

При розміщенні будинків і споруд на території заводу необхідно враховувати наступні основні положення:

- будинки і споруди з виробництвами підвищеної пожежної небезпеки варто розташовувати з підвітряної сторони відносно інших будинків;
- будинки і споруди допоміжного виробництва повинні розташовуватися в зоні цехів основного виробництва;
- складські споруди необхідно розташовувати з урахуванням максимального використання фронту залізничних і інших під'їзних колій для вантажно-розвантажувальних операцій та забезпечення подачі матеріалів до основних цехів найкоротшими шляхами;
- енергетичні об'єкти потрібно розташовувати відносно основних споживачів з найменшою довжиною трубопроводів і ліній електропередач.

При проектуванні заводу вибирають найбільш раціональний вид внутрішньозаводського транспорту. Наприклад, широко застосовують автомобілі, автонавантажувачі, стрічкові конвеєри, підвісні канатні дороги, трубопровідний пневматичний і гідравлічний транспорт.

При пристрої тупикових доріг необхідно передбачати наприкінці тупика маневрові площадки розміром не менш  $12 \times 12$  м для розвороту автомобілів.

При розміщенні доріг у плані виходять із наступних мінімальних відстаней від краю проїзної частини дороги: до забору 1,5 м, до зовнішньої стіни будинку 1,5 м при відсутності в'їзду в будинок і при довжині будинку до 20 м; 3 м при довжині будинку більше 20 м; до платформ для стоянки автомобілів під навантаженням і розвантаженням - 3 м; до осі залізниці нормальної колії - 3,75 м.

До будинків і споруд, розташованих на території заводу, повинен бути забезпечений під'їзд пожежних автомобілів: з однієї сторони при ширині будинку або споруди до 18 м та з двох сторін - при ширині більше 18 м. Найменші відстані між будинками і спорудами приймають залежно від ступеня їхньої вогнестійкості: 9-12 м при I і II ступеня вогнестійкості; 9-15 м - при III ступеня вогнестійкості; 12-18 м - при IV і V ступенях вогнестійкості.

Розміри будинків та споруд приймаються з табл. 8.1. Відстані між відкритими технологічними установками, агрегатами й устаткуванням, а також від них до будинків і споруд варто приймати за технологічними вимогами.

Найменша щільність забудови (коефіцієнт забудови) площадки цементно-бетонного заводу становить 35-40% і визначається як відношення площі забудови до загальної площі, зайнятої заводом.

Площа забудови визначається як сума площ, зайнятих будинками і спорудами усіх видів, включаючи: відкриті технологічні, санітарно-технічні та енергетичні установки, навіси, відкриті склади або площадки для зберігання матеріалів, естакади і галереї, площадки вантажно-розвантажувальних пристроїв. У площу забудови не включаються автомобільні та залізничні дороги, тротуари, вимощення навколо будинків і споруд, санітарні зони, площадки для відпочинку.

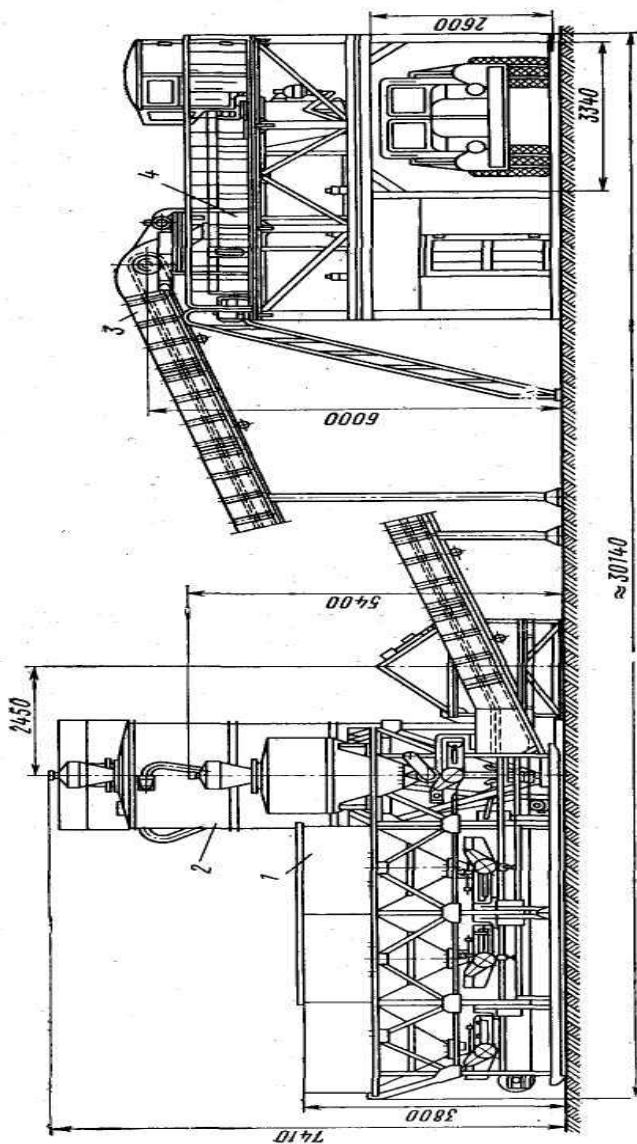
Таблиця 9.1 – Типові розміри будинків та споруд ЦБЗ

№ п/п	Найменування об'єкту	Розміри в плані, м
1	Адміністративний корпус	(5×18)×108
2	Допоміжні служби: зарядна, столярна майстерня, склад матеріально-технічного постачання.	18×72
3	Склад ПАР	3×6
4	Склад ГММ	6×6
5	Компресорна	9×24
6	Господарчий корпус	24×36
7	Прохідна	3×4
8	Майданчик відпочинку	20×30

Важливим фактором при виборі площадки для цементно-бетонного заводу є наявність водопостачання, стисненого повітря, водяної пари.

На рис. А.2 додатку А наведено приклад рішення генерального плану ЦБЗ, що займає територію 3,0 га. На генеральному плані заводу розміщено: склад заповнювачів 1, сортувально-мийне відділення 14, дозувальне відділення 13, бункерний склад цементу 4, силосний склад цементу 3, бетонозмішувальне відділення 10, компресорна 2, склад пально-мастильних матеріалів 7, зважувальна 16, трансформаторна підстанція 5, протипожежний резервуар 12, убиральня 11, котельня 6, відділення по готуванню ПАР 8, відділення для готування добавок сульфітно-спиртової барди 9, контора, лабораторія, побутові приміщення 17, ремонтне відділення 15.

## ДОДАТОК А



1 - дозувальне відділення; 2- склад цементу ємністю 25 т; 3- конвєр; 4- змішувальне відділення  
Рисунок А.1 - Конструктивна схема цементно-бетонного заводу

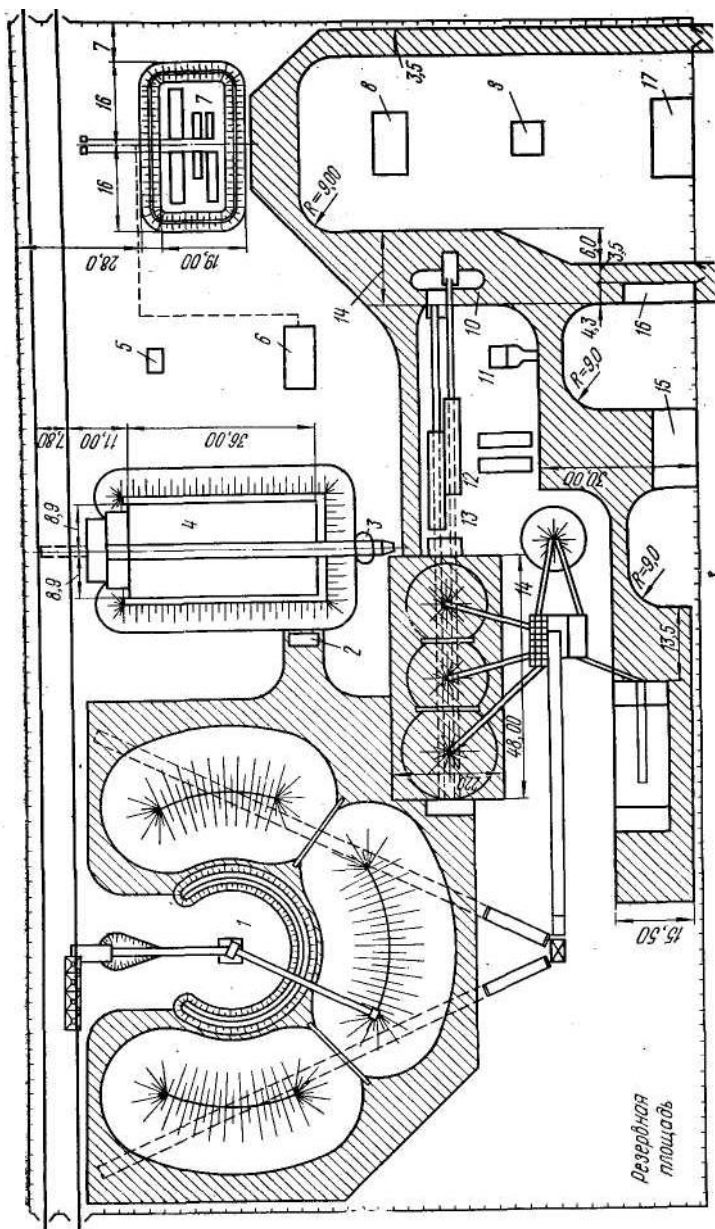


Рисунок А.2 – Схема генерального плану цементно-бетонного завода

## ДОДАТОК В

**Таблиця В.1 - Дані для вибору марки цементу при проектуванні складу бетонів**

Проектна марка бетону	Марки цементу при твердінні в нормальних умовах	
	що рекомендуються	допустимі
100	300	200
150	300	200, 400
200	400	300, 500
250	409	300, 500
300	400	500
350	400	500
400	500	600
450	600	600
500	600	500

**Таблиця В.2 - Рухливість бетонної суміші для виготовлення монолітних конструкцій**

Вид конструкції	Осадка конуса, см
Підготовка під фундаменти і підлогу, основи доріг	0 - 1
Покриття доріг і аеродромів	2 - 4
Підлоги, масивні неармовані або малоармовані конструкції (підпірні стіни, фундаменти, блоки масивів)	1 - 3
Масивні армовані конструкції, плити, балки, сходові марші та площадки	3 - 6
Залізобетонні конструкції, сильно насиченні арматурою, тонкі стінки і колони, щогли опор, бункери, силоси, балки і плити таврового перетину:	
горизонтальні елементи	6 - 8
вертикальні елементи	8 - 10
Конструкції, які бетонуються в ковзної опалубці:	
при ущільненні вібратором	6 - 8
при ручному ущільненні	8 - 10
Блоки фундаментні, стінові та подібні їм вироби простої форми	10-12
Криволінійні елементи покриття, тунельні елементи	12-16
<b>Водо-перепускні труби, кільця колодязів, водовідвідні лотки</b>	<b>20-40</b>

**Таблиця В.3 - Значення коефіцієнта  $\alpha$  для бетонних сумішей**

Витрата цементу, кг/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт $\alpha$ при В/Ц				
	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	1,4	1,46	-	-	-

*При інших значеннях Ц и В/Ц коефіцієнт  $\alpha$  знаходять інтерполяцією.*

**Таблиця В.4 - Характеристика піску за крупністю**

Група піску	Якість заповнювача	Модуль крупності Мк
Крупний	висока	Більше 2.5
Середній	середня	2.5-2.0
Дрібний	низька	2,0-1.5
Дуже дрібний	низька	1.5-1.0

*Примітка: 1. Якщо при визначенні групи піску за крупністю він не відповідає повністю вимогам табл. В.4, то вирішальною є величина Мк. 2. Піски з Мк < 1.00 не можна застосовувати для бетонів і будівельних розчинів*

**Таблиця В.5 - Характеристика цементу**

Вид цементу	Марка	Міцність на стиск, МПа	Термін схоплення (початок/кінець)
Портландцемент	300	30	45 хв/10 годин
	400	40	
	500	50	
	600	58	
Пластифікований портландцемент	200	30	45 хв/10 годин
	400	40	
	500	50	
Білий, кольоровий портландцемент	400	40	45 хв/12 годин
	500	50	
Глиноземистий цемент	400	40	30 хв/12 годин
	500	50	
	600	60	
Портландцемент, що розширюється	400	40	45 хв/10 годин
	500	50	
Пуцолановий та гідрофобний портландцемент. Шлакопортландцемент	300	30	45 хв/10 годин
	400	40	
	500	50	



**Таблиця В.6 - . Застосування цементу різних видів**

Вид цементу	Допускається застосовувати	Не допускається застосовувати
Портландцемент, що швидко твердіє та портландцемент із мінеральними добавками	Для виготовлення звичайних і високоміцних збірних попередньо-напружених конструкцій, а також для будівництва монолітних залізобетонних споруд	У монолітних, збірних бетонних і залізобетонних конструкціях, що піддаються дії мінералізованих вод зі ступенем мінералізації, що перевищує норми агресивності
Пластифікований і гідрофобний портландцемент	Для виготовлення збірних і монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій, при систематичному послідовному заморожуванні та відтаванні	Теж
Шлакопортландцемент і шлакопортландцемент, що швидко твердіє	Для виготовлення надземних, підземних, а також підводних бетонних і залізобетонних конструкцій; готування усередині масивного бетону гідротехнічних споруд	Для виготовлення бетонних і залізобетонних конструкцій, що піддаються систематичному послідовному заморожуванню й відтаванню або зволоженню й висиханню. Для робіт при температурі нижче 10°C без штучного обігріву,
Портландцемент білий	У лицевальному шарі штукатурних покриттів. Для опоряджувальних робіт у вигляді розчинів, побілок і бетонів	Для виготовлення звичайних будівельних бетонів і розчинів, у яких не використовуються властивості цього цементу
Глиноземистий	Для бетонних і залізобетонних конструкцій для одержання високої міцності бетону в короткий термін твердіння при температурі нижче 25°C, а також при постійному послідовному заморожуванні й відтаванні або зволоженні й висиханні. Для зимового бетонування. При аварійних і ремонтних роботах	У всіх спорудах, де тепловиділення в початковий термін твердіння або в результаті нагріву в наступний термін температура бетону підвищується більш ніж на 25-30°C

Таблиця В.7 - Клас бетону за СТ СЭВ 1406-78

Показник	Вид бетону	Клас бетону
Міцність на стиск $B$ , МПа	Важкий	B1; B1.5; B2; B 2.5, B3.5; B5; B7.5; B10, B12.5; B15; B20; B22.5; B25; B27.5; B30; B35; B40; B45; B55; B60
	Легкий	B1; B1.5; B2.5; B3.5; B5; B7; B10, B12.5; B15; B20; B25; B30; B35; B40
	Дрібнозернисті бетони групи: А - природного твердіння або із тепловою обробкою при атмосферному тиску, на піску з модулем 2,1 і більше	B3.5; B5; B7.5; B10; B12.5; B15; B20; B25; B30
	Б - природного твердіння або із тепловою обробкою при атмосферному тиску, на піску з модулем крупності менш 2,1	B3.5; B7.5; B10; B12.5; B15; B20, B25, B30
	В - при автоклавній обробці, на піску з модулем крупності не менш 1	B15; B20; B22.5; B25; B27.5; B30, B35, B40; B45; B55; B60
Міцність на стиск $B$ , МПа	Ніздрюваті бетони	
	автоклавні	B1; B1.5; B2; B 2.5, B3.5; B5, B7.5, B10, B12.5; B15
	неавтоклавні	B1; B1.5; B2; B 2.5, B3.5; B5; B7.5; B10; B12.5
Міцність на розтягання $B_r$ , МПа	Важкі, дрібнозернисті й легкі	$B_r 0.8$ ; $B_r 1.2$ ; $B_r 1.6$ ; $B_r 2.2$ ; $B_r 2.4$ ; $B_r 2.8$ ; $B_r 3.2$
Морозостійкість $F$ , число циклів	Важкі й дрібнозернисті	F50; F75; F100; F200; F300; F400; F500
	Легкі	F25; F35; F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500
	Ніздрюваті і поризовані	F15; F25; F35; F50; F75; F100
Водонепроникність, МПа	Важкі, дрібнозернисті й легкі	W2; W4; W6; W8; W10; W12

Продовження таблиці В.6

Показник	Вид бетону	Клас бетону
Марки по середній щільності $D$ , кг/м <sup>2</sup>	Важкі	D2300; D2400; D2500
	Дрібнозернисті	D1800; D1900; D2000; D2100; D2200; D2300; D2400
	Легкі	D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D1400; D1500; D1600; D1700; D1800; D1900; D2000; D2100
	Ніздрюваті	D500; D600; D700; D800; D900; D1000; D1100; D1200
	Поризовані	D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D1400
Марки по самонапрузі $S_p$ , МПа	Бетони на цементі, що напружує	$S_p0.6$ ; $S_p0.8$ ; $S_p1.2$ ; $S_p1.5$ ; $S_p2$ ; $S_p3$ ; $S_p4$

**Таблиця В.8 - Дозування хімічних добавок в бетонах**

Вид цементу	СДБ, ПАЩ-1	М1, ВЛХК, ГКЖ-10, ГКЖ-11, НЧК, КЧНР	СНВ, СПД ЦНИПС-1	ГКЖ-94, ПГЭН	СН, НН1 ХАК	НК, ННСН. ННХК
	відсоток маси цементу в перерахунку на суху речовину					
Портландцемент, швидкотвердний портландцемент	0.15- 0.25	0.1-0.2	0.01- 0.02	0.05-0.1	0.5-1	1-2
Шлакопортландцемент, пуцолановий портландцемент	0.2-0.3	0.1-0.2	0.005- 0.02	0.04- 0.06	1-1.5	1,5-2,5
Сульфатостійкий портландцемент	0.1-0.2	0.05- 0.15	0.01-0.02	0.05-0.1	0.5-1	1-2
Пластифікований портландцемент	Не вводять	0.05- 0.15	0.005- 0.015	0.05- 0.08	0.5-1	1-2
Гідрофобний портландцемент	0.1-0.2	Не вводять		0.05- 0.08	0.5-1	1-2.5

*Примітки:*

- Вказані дозування приймають і для комплексних добавок.*
- Протиморозні добавки та інгібітори корозії можна вводити в іншій кількості.*

59

**Таблиця В.9 - Орієнтовна витрата підмильного лугу залежно від вмісту жирних кислот**

Вміст кислот в підмильному лугу, відсоток	Витрата підмильного лугу, л на 100 кг цементу, в бетонах марок			
	100	150	200	300
0.5	10	10	10	7.5
1.0	7.5	7.5	7.5	5
1.5	5	5	5	4
2.0	4	4	4	2

**Таблиця В.10 – Характеристика заповнювачів бетону**

Найменування	Міцність на стиск, МПа	Щільність щебеню (гравію), кг/м <sup>3</sup>		
		об'ємна	об'ємна насипна	
			піску	щебеню
<b>Характеристика природних порових заповнювачів</b>				
Дрібнопоровий туф, вапняк-черепашник, дрібнопорова пемза	15-23	1200-2370	950	700-1300
Вулканічний шлак, опоковідна порода, деякі вапняки-черепашники	10-15	950- 2000	850	650-1200
Крупнопоровий туф (артикський), вулканічний шлак, деякі вапняки-черепашники	5-10	300- 1900	570	450-900
Крупнопорова пемза, вулканічний шлак, деякі вапняки-черепашники	1-5	550	140	100-760
<b>Характеристика заповнювачів із магматичних порід</b>				
Граніт	80	2500	1500	1400
Сієніт	100	2600	1600	1500
Діабаз	180	2700	1800	1600
Базальт	200	2650	1900	1800
<b>Характеристика заповнювачів із осадових порід</b>				
Вапняк	90	2400	1400	1300
Піщаник	40	1200	450	200
Доломіт	60	2800	1200	1700
<b>Характеристика заповнювачів із метаморфічних порід</b>				
Кварцити	110	2600	1350	1700
Кристалічні сланці	50	1300	600	800
Мармур	70	2700	1300	1800

**Таблиця В.11 - Водопотреба бетонної суміші**

Технологічність бетонної суміші			Витрата води, кг/м <sup>3</sup> , при найбільшому розмірі					
Осаду конусу, см	Жорсткість, с		гравію			щебеню		
	за ДСТУ	по технічному віскозиметру	10	20	40	10	20	40
0	31	120-90	150	135	125	160	145	135
0	30-20	80-60	160	145	130	170	155	145
0		50-30	165	150	135	175	160	150
0	10-5	15-30	175	160	145	185	170	155
1-2	-	-	185	170	155	195	180	165
3-4	-	-	195	180	165	205	190	175
5-6	-	-	200	185	170	210	195	180
7-8	-	-	205	190	175	215	200	185
9-10	-	-	215	200	185	225	210	195
10-12			220	205	190	235	220	205
12-16			225	210	195	245	230	215
>16			300	275	250	325	300	275

*Примітка. Дані справедливі для портландцементу. При використанні пуцоланового портландцементу витрата води збільшується на 20 л. У випадку застосування дрібного піску замість середнього витрата води збільшується на 10 л, а при використанні крупного піску зменшується на 10 л.*

**Таблиця В.12 - Класифікація бетонних сумішей за ступенем удобоукладальності**

Суміш	Рухливість, см	Жорсткість, с
Дуже жорстка	0	> 600
Особо жорстка	0	200-600
Жорстка	0	60-200
Помірно жорстка	0	30-60
Малорухлива	1-5	15-30
Рухлива	5-15	5-15
Лита	> 15	-

**Таблиця Д.1 - Дозатори циклічної дії**

Найменування показників	Для цементу			Для заповнювачів			Для рідини	
	АВДЦ-425М	АВДЦ-1200М	АВДЦ-2400М	АВДЦ-425М	АВДЦ-1200М	АВДЦ-2400М	АВДЖ-425 АВДЖ-1200М	АВДЖ-2400М
Межі зважування, кг	30-150	100-300	100-700	80-600	200-1200	250-1300	20-200	50-500
Місткість бункеру, м	0,18	0,36	0,94	0,36	0,87	0,8f	0,21	0,54
Цикл дозування, с, не більше	60	90	90	60	90	90,	45	90
Тиск у пневмосистемі, МПа	0,5 -0,6	0,5-0,6	0,3-0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5-0,6
Габаритні розміри, м								
довжина	1.81	1,81	2,85	2,06	2,06	2,06	1.55	1,86
ширина	0.96	0,96	1,12	1,17	1,17	1,17	0,94	1,1
висота	2.07	2.15	2.69	2.66	2.66	2.66	2,1	2.75
Маса, кг	490	505	1070	560	560	650	350	540

ДОДАТОК Д

**Таблиця Д.2 - Дозатори безперервної дії**

Найменування показників	СБ-71А	СБ-90	СБ-26А	СБ-110	СБ-106	СБ-111
Дозований матеріал	Цемент			Заповнювачі		
Продуктивність, т/годину	4...25	25...100	8...40	5...50	10...100	2...200
Потужність двигуна, кВт	1,18	3,5	0,6	0,6	1,6	1,6
Габаритні розміри, м						
довжина	2	2,51	1,37	1.72	2.67	2,67
ширина	1.02	1.27	1,04	1.20	2,1	2.15
висота	1,46	1.71	0,66	0,91	1.49	1.49
Маса, кг	960	340	340	520	340	480

**Таблиця Д.3 - Характеристика силосних складів цементу**

Найменування показників	Місткість складів, т							
	240	360	480	720	1100	1700	2500	4000
Кількість силосів	4	6	4	6	4	6	4	6
Місткість одного силосу, т	60	60	120	120	275	275	625	625
Потужність електродвигунів, кВт								
Діаметр силосу, м	3	3	3	3	6	6	6	6
Висота силосів, м	4	6	4	6	14,74	14,74	25,54	25,54
Годинна продуктивність складу, т								
----- по завантаженню цементу	50	50	50	50	70	100	100	100
----- по розвантаженню цементу	45	45	45	45	40	40	40	40

**Таблиця Д.4 - Технічна характеристика бетонозмішувачів**

Найменування показників	Гравітаційні змішувачі					Змішувачі примусової дії			
	СБ-101	СБ-37	С-230	С-206	С-333	СБ-80	СБ-35	СБ-75	СБ-78
Продуктивність, м <sup>3</sup> /год	98,6	10	15,5	5	7,25	24,5	54,3	30	60
Найбільший розмір заповнювача, мм	40	40		40		40	70		70
Частота обертання барабана, хв <sup>-1</sup>	27	20	18	17	12,6	31	32	26	22,6
Потужність, кВт	3,75	32,2	60	15,5	18	55,5	13	37	58
Габаритні розміри, м									
довжина	36,6	30,1	36,6	22,5	25,5	40,5	36,6	32,5	36,6
ширина	3,75	6,0	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
висота	14,13	12,5	14,13	14,13	14,13	14,13	14,13	14,13	14,13
Маса, кг	2130	8000	40000	15000	17000	51700	20000	22500	33000



**Таблиця Д.5 - Технічна характеристика компресорів**

Показник	Од. вим.	КВ-200	200В-20/8	160В-20/8	2СГ-8	В-360-2К
Продуктивність	<i>м<sup>3</sup>/хвил</i>	4.5	10	20	25	40
Робочий тиск	<i>атм</i>	6	8	8	8	8
Витрата води	<i>м<sup>3</sup>/год</i>	1.5	3	4.5	7.2	8.5
Потужність електричного двигуна	<i>кВт</i>	37	75	155	190	250
Розміри:						
довжина	<i>мм</i>	2400	2825	3475	2570	3300
ширина	<i>мм</i>	665	962	1890	1400	1820
висота	<i>мм</i>	1190	1430	1425	2540	2200

**Таблиця Д.6 - Пересувні компресори**

Марка та тип компресора	Кількість циліндрів і ступенів стиску	Продуктивність, м <sup>3</sup> /хв	Двигун		Об'єм ресивера, л	Маса компресора, кг
			Потужність, кВт	Тип		
СО-62, вертикальний, одноступінчастий	1 і 1	0,5	2,8	АТ-2-41-4	10	160
АПКС-6, ВКС-6А, поршневий, простої дії	1 і 2	4	75	ГАЗ-52	200	600
ЗІФ-ПР6, ротаційний, двоступінчастий	2 і 2	6	75	СМД-14А	200	2300
ПКС-6М, V-подібний, дворядний, двоступінчастий	2 і 2	6.5	100	ЗІЛ-120	200	2600
ЗІФ-ВКС-6, V-подібний, дворядний, двоступінчастий	2 і 2	7	120	ЯАЗ-204	260	3550
КС-9, ДО-9М, вертикальний, двоступінчастий	2 і 2	8	65-75	КДМ-43	520	6100
ДК-9М, вертикальний, двоступінчастий	2 і 2	10	108	Д-108	500	5500
ПК-10, V-подібний, дворядний, двоступінчастий	2 і 2	15	100	КДМ-100	350	5000

**Таблиця Д.7 – Норми добового запасу матеріалів**

Вид продукції	Спосіб доставки		
	Залізничним транспортом	Автомобільним транспортом на відстань	
		до 50 км	більше 50 км
Бітум, дьоготь, паливно-мастильні матеріали	25-30	8-12	15-20
Цемент	20-25	8-12	10-15
Мінеральний порошок	20-25	8-12	10-15
Щебінь	15-20	5-10	7-12
Пісок	15-20	5-10	7-12
Арматурна сталь	25-30	8-12	15-20

**Таблиця Д.8 - Пересувні електростанції**

Марка машини (двигун)	Номінальна потужність, кВт	Об'єм паливного баку, л	Гарантійний строк служби, ч	Маса станції, кг	Тип шасі
ЕСД-10-Т/230 (2ДМ-12)	10	28	3000	2040	1АП-1.5
ЕСД-20-Т/230 (Д-40А)	20	58	1000	3750	2ПН-2
ЕСД-30-Т/230 ДЕСМ-30 (ЯАЗМ-204М/Д-60Р)	30	80	2000	3770	2ПН-4
ЕСД-50-Т/230; ДЕСМ-50; ДГМА-48 (АД6-100-АД або Д-108-1)	50	138	$\frac{2000}{4000}$	$\frac{6650}{3250}$	2ПН-4
ДУС-50Е; ПЕС-60 (Д-108 або 1Д-6)	50/60	138	2000	$\frac{4500}{3550}$	2ПН-4
ДГ-75-2; ЕДС-75ВР (Д-108 або АД-75)	75	138	3500	$\frac{3150}{8650}$	2ПН-6
КЕС-75 (2Д-6)	75	160	3500	4000	2ПН-6
ЕСД-100(1Д6-Б)	100	450	3000	9000	МАЗ-530У
ДЕ-100М (1Д6-150АД)	100	400	3000	8500	2ПН-6
ДЕС-100П (ЯМЗ-238)	100	450	3000	5300	ГП6М

Таблиця Д.9 –Характеристика автомобілів-самоскидів

Показник	ЗІЛ-ММЗ-555	КамАЗ-5511	МАЗ503Б	МАЗ-5549	КрАЗ-256Б1	МоАЗ-522	МоАЗ-6507	БелАЗ-540	БелАЗ-548	БелАЗ-7510	БелАЗ-7525	БелАЗ-7540
Вантажопідйомність, т	5,25	10	7	8	12	18	20	27	40	27	40	50
Кількість мостів	2*1	3*2	2*1	2*1	3*2	2*2	2*2	2*1	2*1	2*1	2*1	2*1
Місткість кузова, м <sup>3</sup>	3	7,2	3,8	5,1	6	10	11,5	15	21	19	27,3	15
Час на підйом кузова, сек.	15	19	30	15	20	25	20	25	25	25	25	25
Марка двигуна	ЗІЛ-130	ЯМЗ-7401	ЯМЗ-236	ЯМЗ-236	ЯМЗ-238	ЯМЗ-238	ЯМЗ-238	ЯМЗ-240	ЯМЗ-240	ЯМЗ-240	ЯМЗ-240	ЯМЗ-240
Потужність двигуна, кВт	110	158	132	132	176	176	221	265	383	265	368	309
Максимальна швидкість, км/год	90	80	75	75	70	60	50	50	50	50	50	50
Розміри, мм												
..... довжина	5475	7140	5785	5785	8100	7700	7540	7250	8120	7435	8395	7250
..... ширина	2420	2500	2600	2500	2640	3150	3245	3480	3787	3480	3787	3480
..... висота	2500	2700	2640	2785	2830	3300	3350	3580	3910	3620	4135	3550
Мінімальний радіус повороту, м	7,6	8,5	7,5	7,0	12,3	9,8	8,5	8,5	10	8,5	10	8,5

**Таблиця Д.10 – Технічна характеристика екскаваторів**

Показник	ЕКГ-4.6	ЕКГ-5	ЕКГ-6.3	ЕКГ-8	ЕКГ-12.5	ЕВГ-4	ЕВГ-6	ЕВГ-15	ЕВГ-35
Місткість ковша, м <sup>3</sup>	4,6	5	6,3	8	12,5	4	6	15	35
Радіус завантаження на горизонті встановлення, м	8,7	9,3	13,5	11,7	15,1	13,6	21,5	20,5	37
Максимальний радіус завантаження, м	14	14,3	19,8	17,5	22,5	22,7	35	40	65
Максимальна висота завантаження, м	10,2	11,2	17,1	12,6	16,9	20,4	26,8	30	50
Максимальний радіус розвантаження, м	13,65	12,5	17,9	15,5	19,9	20,9	32,9	37,8	62
Максимальна висота розвантаження, м	6,3	6,9	7,7	8,4	11,7	16	22,2	26	45
Висота екскаватора без стріли, м	7,5	8,1	11,2	-	-	-	-	-	-
Ширина, м	5,5	5	6,5	7,2	7,5	-	-	-	-
Швидкість пересування, км/год	1,5	0,55	0,42	0,9	1,3	1,4	0,43	1,3	0,15
Технічна годинна продуктивність, м <sup>3</sup>	400	740	600	900	1100	450	600	1300	2300

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Грушко И.М. Дорожно-строительные материалы. М: Транспорт, 1983.
2. Дубовин Е.Н. Проектирование предприятий дорожного строительства. М.Транспорт, 1975.
3. Глыбин В.С. Технология дорожного цементобетона. М: Транспорт, 1972,
4. Дворкин Л.Й., Дворкин О.Л. Проектирование составов бетона с заданными свойствами. –Ровно: РДТУ, 1999.
5. Сизов В.П. Проектирование составов тяжелого бетона. –М.: Стройиздат, 1980.
6. Руководство по подбору составов тяжелого бетона. –М.: Стройиздат, 1979.
7. Руководство по применению химических добавок в бетоне. М.: Стройиздат, 1980.
8. Чехов А.П., А.М. Сергеев, Г.Д. Дибров. Справочник по бетонам и растворам. –К.: Будівельник, 1983.
9. Бойко В.Е., Еременко В.А. Расчет и подбор составов легких бетонов. –К.: Будівельник, 1974.

Методичні вказівки з дисципліни «Промислова база підприємства» на тему „Проектування цементобетонного заводу” для студентів спеціальності 6.092100 «Автомобільні дороги та аеродроми».

Ігор Володимирович Шилін  
Юрій Валерійович Грицук

Підписано до друку

Тираж 30 примірників

Замовлення 12-07

Формат 70x90/16

Ум. друк. аркушів 4,68

АДІ ДВНЗ ДонНТУ  
84646, м. Горлівка, вул. Кірова 51