

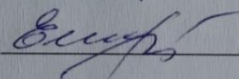
Міністерство освіти і науки України
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Будівельний факультет
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ, МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

Пояснювальна записка
до бакалаврської кваліфікаційної роботи
за освітньо-професійною програмою «Будівництво та цивільна інженерія»
спеціальність G19 – Будівництво та цивільна інженерія

Тема роботи: «Завод з випуску товарного важкого бетону заданої якості»

Виконала: студентка групи БІ-21 Ломака В.Ю.

Керівник випускної роботи  к.т.н., доц. Шишкіна О.О.

Нормоконтролер  Єгорова І.В.

В.о. завідувача кафедри  к.т.н., доц. Шишкіна О.О.

Кривий Ріг
2025 р.

Криворізький національний університет
Будівельний факультет
Кафедра технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій

Освітньо-кваліфікаційний рівень - **бакалавр**

Спеціальність – **G19 Будівництво та цивільна інженерія**

ОПП – «Будівництво та цивільна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри


"20" серпня 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
СТУДЕНТЦІ ГР. БІ-21
Ломаці Вікторії Юріївні

1. Тема роботи «Завод з випуску товарного важкого бетону заданої якості»

керівник роботи к.т.н., доц. Шишкіна О.О.

затверджені наказом університету від "21" 02 2025 року № 1850

2. Строк подання студентом роботи 13 06 2025

3. Вихідні дані до роботи

- Клас бетону за міцністю на стиск – С30/35;
- Клас умов експлуатації конструкцій, які будуть виготовлені з бетону – ХС1;
- Ступінь відповідальності будівель і споруд, для виготовлення конструкцій яких призначено бетон – III;
- Розрахункова температура зовнішнього повітря при експлуатації бетону – $t - 20 \dots - 40^{\circ}\text{C}$;
- Марка бетонної суміші – S3;
- Планова потужність підприємства – $P 17000 \text{ м}^3$.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Характеристика бетонної суміші, бетону та його компонентів
2. Режим роботи підприємства
3. Визначення складу бетону
4. Організація роботи підприємства
5. Проектування споруд підприємства
- 5.1. Вибір технологічної схеми виробництва
- 5.2. Проектування головного корпусу заводу
- 5.3. Проектування складів компонентів бетонної суміші
6. Контроль якості
7. Охорона праці та техніка безпеки

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 1 Поопераційний графік виготовлення бетонної суміші
 2 Технологічна схема виробництва
 3 Карта контролю якості виробництва
 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	к.т.н., доц. Шишкіна О.О.		
2	к.т.н., доц. Шишкіна О.О.		
3	к.т.н., доц. Шишкіна О.О.		
4	к.т.н., доц. Шишкіна О.О.		
5	к.т.н., доц. Шишкіна О.О.		
6	к.т.н., доц. Шишкіна О.О.		
7	к.т.н., доц. Шишкіна О.О.		

7. Дата видачі завдання 03 квітня 2025 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи (днів)	Примітка
	1. Характеристика бетонної суміші, бетону та його компонентів	1	
	2. Режим роботи підприємства	1	
	3. Визначення складу бетону	2	
	4. Організація роботи підприємства	3	
	5. Проектування споруд підприємства	5	
	6. Контроль якості	5	
	7. Охорона праці та техніка безпеки	4	

Студент

(підпис)

Ломака В.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Шишкіна О.О.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

бакалаврської кваліфікаційної роботи

студентки гр. БІ-21 Ломака В.Ю.

на тему: «Завод з випуску товарного важкого бетону заданої якості»

Актуальність теми. Актуальність теми зумовлена гострою потребою будівельної галузі України у великих обсягах якісних бетонних сумішей для відбудови інфраструктури та житлового фонду країни. Проектований важкий бетон класу міцності С30/35 є ключовим конструкційним матеріалом, що застосовується для зведення довговічних та надійних несучих елементів будівель і споруд. Зокрема, він є основним для виготовлення фундаментів, колон, балок та плит перекриття, що складають основу житлових, громадських та промислових об'єктів.

Метою кваліфікаційної роботи є проєктування заводу з випуску важкого товарного бетону заданої якості з врахуванням вимог нормативних документів та сучасних рішень та пропозицій в галузі технології бетону.

Об'єктом дослідження є завод з випуску важкого товарного бетону заданої якості.

Завдання: 1) окреслити характеристики бетонної суміш, завод з виготовлення якої підлягає проєктуванню, характеристики бетону,

характеристики компонентів, які будуть використані для виготовлення бетонної суміші; 2) встановити режим роботи підприємства; 3) визначити склад бетонної суміші; 4) проаналізувати вихідні дані для організації роботи підприємства та визначити необхідні параметри виробництва; 5) здійснити вибір технологічної схеми виробництва; 6) запроектувати головну будівлю заводу; 7) запроектувати склади компонентів бетонної суміші; 8) дослідити та описати методи та засоби контролю якості на підприємстві; 9) описати положення охорони праці та техніки безпеки на підприємстві.

Практичне значення отриманих результатів полягає у пропозиції по проектуванню заводу з випуску важкого товарного бетону заданої якості.

Ключові слова: важкий бетон, товарний бетон, проектування заводу, технологія виробництва, склад бетону, контроль якості, організація виробництва.

Обсяг кваліфікаційної роботи: Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, викладеної на 53 сторінках, яка складається зі вступу, семи розділів, які містять 2 рисунків, 8 таблиць, списку використаних джерел з 35 найменувань, та графічної частини, яка складається з 3 листів формату А3.

ЗМІСТ

Вступ	8
РОЗДІЛ 1. Характеристика бетонної суміші, бетону та його компонентів...	9
РОЗДІЛ 2. Режим роботи підприємства	12
2.1. Розрахунок фонду часу роботи обладнання	12
2.1.1. Річний номінальний фонд часу роботи обладнання (Тном)	12
2.1.2. Розрахунковий річний фонд часу роботи технологічного обладнання (Тріч)	13
2.1.3. Добовий фонд продуктивного робочого часу (Тдоб)	13
2.1.4. Місячний номінальний фонд часу роботи обладнання (Тм)	14
2.1.5. Місячний розрахунковий фонд продуктивного робочого часу (Тм Р) ..	14
2.1.6. Зведення показників робочого фонду часу	15
РОЗДІЛ 3. Визначення складу бетону	15
3.1. Визначення водоцементного відношення (В/Ц)	16
3.1.1. Розрахунок витрати води (В)	17
3.1.2. Розрахунок витрати цементу (Ц)	18
3.1.3. Розрахунок витрати пластифікуючої добавки (Д)	18
3.1.4. Розрахунок витрати щебеню (Щ) та піску (П)	18
3.1.5. Підсумковий склад бетону на 1 м ³	20
3.2. Коригування та оптимізація складу бетону	21
3.2.1. Лабораторні випробування	21
3.2.2. Коригування складу бетону за результатами випробувань	22
РОЗДІЛ 4. Організація роботи бетонозмішувального цеху.....	23
4.1. Вихідні дані та обґрунтування вибору обладнання.....	23
4.2. Розрахунок тривалості циклу та продуктивності одного змішувача.....	24
4.3. Розрахунок кількості змішувачів та продуктивності цеху.....	25
4.4. Розрахунок потреби в компонентах бетонної суміші.....	26
4.5. Поопераційний графік виготовлення бетонної суміші	28
РОЗДІЛ 5. ПРОЕКТУВАННЯ СПОРУД ЗАВОДУ	30
5.1. Вибір технологічної схеми виробництва	30

5.3. Розрахунок складів компонентів бетонної суміші	34
5.3.1. Розрахунок складу цементу	34
5.3.2. Розрахунок складів заповнювачів	35
РОЗДІЛ 6. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ	37
6.2. Карта контролю якості виробництва.....	40
РОЗДІЛ 7. Охорона праці та техніка безпеки	44
Література.....	52

Вступ

Актуальність теми зумовлена нагальними потребами у відбудові інфраструктурних, житлових та промислових об'єктів України. Ефективність відновлення безпосередньо залежить від стабільного забезпечення будівельної галузі якісними матеріалами, серед яких фундаментальну роль відіграє товарний важкий бетон. Відтак, розробка проектів сучасних автоматизованих заводів із випуску бетону заданої якості є важливим кроком для модернізації вітчизняного виробництва.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка проекту заводу з виробництва товарного важкого бетону класу C30/35 річною потужністю 17000 м³. Для досягнення мети в роботі наведено характеристику компонентів, розраховано склад бетонної суміші, а також визначено режим роботи та організаційну структуру бетонозмішувального цеху. Проектною особливістю є застосування сучасної баштової технологічної схеми та розрахунок ключових споруд (головного корпусу, складів), що закладає основу для подальшого проектування. Усі рішення обґрунтовані вимогами чинних нормативних документів України, гармонізованих з європейськими стандартами.

Відповідно до ДБН А.2.2-3:2014 [3] дана бакалаврська кваліфікаційна робота є технологічною частиною ПРОЕКТУ НА БУДІВНИЦТВО ОБ'ЄКТІВ ВИРОБНИЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ЛІНІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ ІНЖЕНЕРНО-ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.

РОЗДІЛ 1. Характеристика бетонної суміші, бетону та його компонентів

Характеристика вихідних матеріалів для бетону

Для виробництва високоякісного товарного важкого бетону необхідно ретельно підбирати компоненти, які відповідають вимогам відповідних стандартів. До таких компонентів належать цемент, дрібний заповнювач (пісок), крупний заповнювач (щебінь) та вода, а також, за необхідності, хімічні добавки. Вибір цих матеріалів ґрунтується на вимогах до кінцевого продукту – бетону класу С30/35, призначеного для експлуатації в умовах ХС1 (карбонізація) при розрахунковій температурі до -40°C , з рухливістю S3.

Характеристики бетону:

Клас бетону за міцністю – С30/35

Клас умов експлуатації навколишнього середовища бетону – ХС1;

Ступінь відповідальності будівель і споруд, для виготовленого бетону – II;

Розрахункова температура зовнішнього повітря при експлуатації бетонної суміші – від -20°C до -40°C ;

Марка бетону за водонепроникністю не нормується;

Марка бетону за морозостійкістю не нормується.

Характеристики бетонної суміші:

Бетонна суміш має марку за консистенцією **S3** (осадка конуса від 100 до 150 мм) згідно з ДСТУ EN 206:2022 [11] (EN 206:2013+A1:2016+A2:2017, IDT).

Для забезпечення оптимальної технологічності у виробничих умовах та зручності транспортування, вибрано рухомість **120 мм**.

Характеристики компонентів:

Цемент: Портландцемент СЕМ І

Клас по міцності: **42,5 R** згідно з ДСТУ Б EN 197-1:2019 [10] Цемент. Частина 1. Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів (EN 197-1:2011, IDT).

Вміст доменного гранульованого шлаку (ДГШ): 5 % згідно з ДСТУ Б EN 197-1:2019 [10].

Вміст сульфату SO₃: не більше 3,5 % згідно з ДСТУ Б EN 197-1:2019 [10].

Вміст хлориду: не більше 0,10 % згідно з ДСТУ Б EN 197-1:2019 [10].

Насипна щільність: 1200 кг/м³ згідно з ДСТУ Б EN 197-1:2019 [10].

Істинна щільність: 3200 кг/м³ згідно з ДСТУ Б EN 197-1:2019 [10].

Початок тужавлення: не раніше 60 хвилин згідно з ДСТУ Б EN 197-1:2019 [10].

Пісок:

Тип: Природний, з вмістом Fe₂O₃ не більше 0,15 % згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22]. Заповнювачі для бетону (EN 12620:2002+A1:2008, IDT).

Насипна щільність: 1550 кг/м³ згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22] Заповнювачі для бетону (EN 12620:2002+A1:2008, IDT).

Істинна щільність: 2700 кг/м³ згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22] Заповнювачі для бетону (EN 12620:2002+A1:2008, IDT).

Модуль крупності: 2,2 (середній) згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22] Заповнювачі для бетону (EN 12620:2002+A1:2008, IDT).

Вміст пиловидних і глинистих частинок: не більше 3 % згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22] Заповнювачі для бетону (EN 12620:2002+A1:2008, IDT).

Вміст органічних домішок: не більше 0,25 % за вмістом гумусових речовин згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22] Заповнювачі для бетону (EN 12620:2002+A1:2008, IDT).

Щебінь:

Тип: Гранітний.

Розмір фракції: 5–20 мм згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22] Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови.

Насипна щільність: 1450 кг/м³ згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22].

Істинна щільність: 2600 кг/м³ згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22].

Марка за міцністю: 1200 згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22].

Марка за морозостійкістю: F200 (200 циклів) згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22].

Вміст пиловидних і глинистих частинок: не більше 1 % згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22].

Вміст зерен слабких порід: не більше 5 % згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22].

Вміст шкідливих домішок: Відсутність шкідливих домішок, що викликають внутрішню корозію бетону (наприклад, реакційноздатний кремнезем) згідно з ДСТУ EN 12620:2019 [22].

Вода:

вміст розчинних солей – не більше 5000 мг\л,

вміст іонів SO₄ – не більше 2700 мг\л,

вміст іонів хлору – не більше 1200 мг\л

водневий показник – 5,

згідно з ДСТУ EN 1008:2022 [14] Вода замішування для бетону. Технічні умови та методи випробувань (EN 1008:2002, IDT).

РОЗДІЛ 2. Режим роботи підприємства

Режим роботи підприємства – це сукупність параметрів, що визначають тривалість та інтенсивність використання виробничих потужностей заводу протягом певного періоду часу. Правильне встановлення режиму роботи є ключовим для ефективного планування виробництва, оптимізації використання обладнання та ресурсів, а також для розрахунку необхідної кількості сировини та енергії. Встановлення режиму роботи передбачає визначення річного, добового та змінного фондів часу роботи технологічного обладнання, враховуючи планові перерви, вихідні та святкові дні, а також час на технічне обслуговування та ремонт.

2.1. Розрахунок фонду часу роботи обладнання

Для визначення ефективності використання обладнання та планування виробничих процесів, необхідно розрахувати річний номінальний та розрахунковий фонди часу роботи обладнання, а також добовий фонд продуктивного робочого часу.

2.1.1. Річний номінальний фонд часу роботи обладнання ($T_{\text{ном}}$)

Річний номінальний фонд часу роботи обладнання визначається з урахуванням кількості робочих днів на рік, тривалості робочої зміни та кількості змін.

Приймаємо такі вихідні дані для розрахунку:

- Номінальний фонд часу роботи обладнання, добу ($T_{\text{н}}$): 260 діб .
- Тривалість робочої зміни ($t_{\text{зм}}$): 8 годин.
- Кількість змін на добу ($n_{\text{зм}}$): 2 зміни.
- Тривалість планових зупинок на ремонт ($T_{\text{рем}}$): 7 діб.

Річний номінальний фонд часу роботи обладнання розраховується за формулою (2.1):

$$T_{\text{ном}} = T_{\text{н}} * t_{\text{зм}} * n_{\text{зм}}$$

$$T_{\text{ном}} = 260 \text{ діб} * 8 \text{ год/зміна} * 2 \text{ зміни/добу} = 4160 \text{ год}$$

Отже, річний номінальний фонд часу роботи обладнання становить 4160 годин.

2.1.2. Розрахунковий річний фонд часу роботи технологічного обладнання ($T_{\text{річ}}$)

Розрахунковий річний фонд часу роботи технологічного обладнання враховує планові зупинки на ремонт. Згідно з рекомендаціями, для цехів та заводів з виготовлення бетонних та розчинних сумішей тривалість планових зупинок на ремонт ($T_{\text{рем}}$) становить 7 діб:

$$T_{\text{річ,діб}} = T_{\text{н,діб}} - T_{\text{рем,діб}} = 260 \text{ діб} - 7 \text{ діб} = 253 \text{ доби.}$$

Розрахунковий річний фонд часу роботи обладнання розраховується за формулою (2.2):

$$T_{\text{річ.год}} = (T_{\text{ном,діб}} - T_{\text{рем,діб}}) * n_{\text{зм}} * t_{\text{зм}}$$
$$T_{\text{річ.год}} = (260 \text{ діб} - 7 \text{ діб}) \cdot \frac{2 \text{ зміни}}{\text{добу}} \cdot \frac{8 \text{ год}}{\text{зміна}} = 253 \text{ діб} \cdot \frac{16 \text{ год}}{\text{добу}} = 4048 \text{ год}$$

Таким чином, розрахунковий річний фонд часу роботи технологічного обладнання складає 4048 годин .

2.1.3. Добовий фонд продуктивного робочого часу ($T_{\text{доб}}$)

Добовий фонд продуктивного робочого часу визначається з урахуванням кількості змін та тривалості робочої зміни.

Добовий фонд продуктивного робочого часу розраховується за формулою (2.3):

$$T_{\text{доб}} = n_{\text{зм}} * t_{\text{зм}}$$
$$T_{\text{доб}} = 8 \text{ год/зміна} \cdot 2 \text{ зміни} = 16 \text{ год}$$

Отже, добовий фонд продуктивного робочого часу становить 16 годин.

2.1.4. Місячний номінальний фонд часу роботи обладнання (T_m)

Місячний номінальний фонд часу роботи обладнання визначається з урахуванням номінального фонду часу роботи обладнання.

Місячний номінальний фонд часу роботи обладнання розраховується за формулою (2.4):

$$T_m = \frac{T_n}{12}$$

$$T_m = \frac{T_n}{12} = \frac{260}{12} = 21,7$$

Отже, місячний номінальний фонд часу роботи обладнання становить 21,7 діб.

Місячний номінальний фонд часу роботи обладнання у годинах розраховується за формулою (2.5):

$$T_m * t_{зм} * n_{зм} = 21,7 \text{ діб} * 2 \text{ зміни} * 8 \text{ год/зміна} = 347,2 \text{ год}$$

2.1.5. Місячний розрахунковий фонд продуктивного робочого часу (T_{MP})

Місячний розрахунковий фонд продуктивного робочого часу визначається з розрахунковим річним фондом часу роботи технологічного обладнання $T_{річ.год}$.

Місячний розрахунковий фонд продуктивного робочого часу розраховується за формулою (2.6):

$$T_{MP} = \frac{T_{річ.год}}{12}$$

$$T_{MP} = \frac{4048}{12} = 337,3$$

Отже, місячний розрахунковий фонд продуктивного робочого часу становить 337,3 годин.

2.1.6. Зведення показників робочого фонду часу

Отримані показники робочого фонду часу зведені у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Показники робочого фонду часу роботи обладнання

Термін	Показники			
	Номінальні		Розрахункові	
	діб	годин	діб	годин
зміна	–	8	–	8
доба	1	16	1	16
місяць	21,7	347,2	21,1	337,3
рік	260	4160	253	4048

РОЗДІЛ 3. Визначення складу бетону

Проектування складу бетону є ключовим етапом у технології його виробництва. Цей комплексний процес передбачає науково обґрунтований вибір компонентів та визначення їх оптимального співвідношення для досягнення заданих технологічних властивостей бетонної суміші та експлуатаційних характеристик затверділого бетону.

Метою даного розділу є обґрунтування вибору вихідних матеріалів та розробка методики підбору складу важкого бетону класу С30/35 відповідно до вимог нормативних документів та з урахуванням умов експлуатації.

3.1. Визначення водоцементного відношення (В/Ц)

Водоцементне відношення (В/Ц) є одним з найважливіших параметрів, що визначає міцність та довговічність бетону . Для попереднього визначення В/Ц для заданого класу міцності бетону без урахування пластифікуючих добавок, можна використовувати емпіричні формули. Одна з поширених формул, що пов'язує міцність бетону (R_b) з активністю цементу ($R_{цA}$) та В/Ц, має вигляд:

$$B/C = R_b + B \cdot R_{цA} \cdot R_{ц}$$

де:

- $R_{ц}$ – активність цементу (міцність цементу на стиск у 28 діб), МПа;
- R_b – необхідна проектна міцність бетону на стиск, МПа. Для класу бетону С30/35, характеристична міцність становить 35 МПа . На цьому етапі розрахунку приймаємо $R_b=35$ МПа.

- А та В – коефіцієнти, що залежать від якості заповнювачів. Для важкого бетону на гранітному щебені та річковому піску, приймають $A=0,6$ та $B=0,35$. Розрахунок орієнтовного водоцементного відношення без пластифікатора:

Значення $B/C \approx 0.51$ є орієнтовним для бетону класу С30/35 без застосування пластифікуючих добавок. Згідно з завданням, бетон призначений для експлуатації в умовах ХС1 (ризик корозії, спричиненої карбонізацією) . Для цих умов нормативні документи встановлюють максимальне В/Ц на рівні 0.65. Отримане значення 0.51 задовольняє цю вимогу.

Однак, для забезпечення необхідної рухливості бетонної суміші S3 (осадка конуса 120 мм) та оптимізації складу (наприклад, для зменшення витрати цементу або підвищення міцності/довговічності) передбачається використання пластифікуючої добавки . Застосування пластифікаторів дозволяє

значно знизити водопотребу бетонної суміші при збереженні або підвищенні її рухливості, що дає змогу отримати бетон з нижчим фактичним В/Ц.

Враховуючи вищезазначене, а також типові значення для бетону класу С30/35 з рухливістю S3 при використанні пластифікаторів, приймаємо остаточне проектне водоцементне відношення (В/Ц) = 0.42. Це значення забезпечує необхідну міцність, довговічність для умов ХС1 та бажану рухливість бетонної суміші з урахуванням дії пластифікатора, а також сприяє підвищенню щільності та зниженню пористості затверділого бетону.

3.1.1. Розрахунок витрати води (В)

Витрата води (В) на 1 м³ бетонної суміші залежить від бажаної рухливості (консистенції) суміші, максимальної крупності заповнювача, вмісту в ньому дрібних фракцій, а також застосування хімічних добавок. Для рухливості S3 (осадка конуса 100-150 мм, в нашому випадку – 120 мм) та максимальної крупності щебеню 20 мм, без добавок, витрата води становить приблизно 195-205 л/м³ [1].

Оскільки ми використовуємо пластифікуючу добавку, яка дозволяє зменшити витрату води при збереженні або підвищенні рухливості, ми можемо очікувати зниження потреби у воді на 15-20% (типове зниження для суперпластифікаторів).

Прийmemo базову витрату води без добавки (В_{баз}) = 200 л/м³ (для S3 і В_{max} = 20 мм).

Зниження витрати води за рахунок пластифікатора (15%):

$$В_{\text{зниження}} = 200 \text{ л/м}^3 \cdot 0.15 = 30 \text{ л/м}^3$$

Розрахункова витрата води з урахуванням добавки (В):

$$В = В_{\text{баз}} - В_{\text{зниження}} = 200 \text{ л/м}^3 - 30 \text{ л/м}^3 = 170 \text{ л/м}^3$$

Для класу бетону С30/35 і рухливості S3 з застосуванням пластифікуючої добавки витрата води може бути прийнята 180 л/м³ . Це значення є більш обґрунтованим і враховує вплив добавки .

Таким чином, прийнята витрата води: $V = 180 \text{ л/м}^3$.

3.1.2. Розрахунок витрати цементу (Ц)

Витрата цементу (Ц) на 1 м³ бетону розраховується на основі водоцементного відношення та витрати води :

$$\text{Ц} = \left(\frac{V}{V / \text{Ц}} \right)$$

$$\text{Ц} = \left(\frac{180 \text{ л} / \text{м}^3}{0.42} \right)$$

$$\text{Ц} = 0.42180 \text{ л/м}^3 \approx 428.57 \text{ кг/м}^3$$

Приймаємо витрату цементу: $\text{Ц} = 429 \text{ кг/м}^3$

3.1.3. Розрахунок витрати пластифікуючої добавки (Д)

Витрата пластифікуючої добавки розраховується як відсоток від маси цементу . Як зазначено вище, приймається 0,8% від маси цементу.

$$Д = \text{Ц} \cdot 0.008$$

$$Д = 429 \text{ кг} \cdot 0.008 = 3.432 \text{ кг}$$

Приймаємо витрату пластифікуючої добавки: $Д = 3.43 \text{ кг/м}^3$.

3.1.4. Розрахунок витрати щебеню (Щ) та піску (П)

Для розрахунку витрати заповнювачів використовується метод абсолютних об'ємів . Сума абсолютних об'ємів усіх компонентів у 1 м³ бетонної суміші повинна дорівнювати 1 м³.

$$V_{\text{ц}} + V_{\text{в}} + V_{\text{п}} + V_{\text{щ}} + V_{\text{пов}} = 1 \text{ м}^3$$

Де $V_i = m_i / \rho_i$ – абсолютний об'єм і-го компонента, m_i – маса компонента, ρ_i – істинна щільність компонента .

Абсолютний об'єм цементу ($V_{\text{ц}}$):

$$V_{\text{ц}} = \text{Ц} / \rho_{\text{ц}} = \frac{\frac{429 \text{ кг}}{\text{м}^3}}{3100 \text{ кг/м}^3} \approx 0.14 \text{ м}^3$$

Абсолютний об'єм води ($V_{\text{в}}$):

$$V_{\text{в}} = \text{В} / \rho_{\text{в}} = \frac{\frac{180 \text{ кг}}{\text{м}^3}}{1000 \text{ кг/м}^3} \approx 0.180 \text{ м}^3$$

(де $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ для води)

Абсолютний об'єм повітря (пористості) $V_{\text{пов}}$): Для важких бетонів класу С30/35, з урахуванням застосування добавок та ущільнення, об'єм залученого повітря може становити 1-2% від об'єму. Прийmemo $V_{\text{пов}} = 0.01 \text{ м}^3$ (1% від 1 м^3).

Сумарний абсолютний об'єм твердих компонентів (цементу, піску, щебеню) ($V_{\text{ТВ.КОМП.}}$):

$$V_{\text{ТВ.КОМП.}} = 1 \text{ м}^3 - V_{\text{в}} - V_{\text{пов}} = 1 - 0.180 - 0.01 = 0.81 \text{ м}^3$$

Об'єм заповнювачів ($V_{\text{з}}$), тобто сума абсолютних об'ємів піску та щебеню:

$$V_{\text{з}} = V_{\text{ТВ.КОМП.}} - V_{\text{ц}} = 0.81 \text{ м}^3 - 0.1384 \text{ м}^3 = 0.6716 \text{ м}^3$$

Для розподілу об'єму заповнювачів між піском та щебенем використовується коефіцієнт розсунення зерен крупного заповнювача дрібним (r), або визначається оптимальне співвідношення піску та щебеню. У даному розрахунку прийнято, що частка щебеню в суміші абсолютних об'ємів заповнювачів становить r . Для важких бетонів на гранітному щебені з $D_{\text{max}} 20$ мм та піску з Мк 2.2, коефіцієнт r (частка щебеню) можна прийняти 0,65 - 0,7 (для класів В25-В35 при $D_{\text{max}} 20$ мм та Мк 2,0-2,5).

Прийmemo $r=0.67$.

Абсолютний об'єм щебеню ($V_{\text{щ}}$):

$$V_{\text{щ}} = V_{\text{з}} \cdot r = 0.6716 \text{ м}^3 \cdot 0.67 \approx 0.4500 \text{ м}^3$$

Маса щебеню ($M_{\text{щ}}$):

$$M_{\text{щ}} = V_{\text{щ}} \cdot \rho_{\text{щ}} = 0.4500 \text{ м}^3 \cdot 2790 \text{ кг/м}^3 = 1255.5 \text{ кг/м}^3$$

Приймаємо: $M_{щ}=1256 \text{ кг/м}^3$

Абсолютний об'єм піску ($V_{п}$):

$$V_{п} = V_з - V_{щ} = 0.6716 \text{ м}^3 - 0.4500 \text{ м}^3 = 0.2216 \text{ м}^3$$

Маса піску ($M_{п}$):

$$M_{п} = V_{п} \cdot \rho_{п} = 0.2216 \text{ м}^3 \cdot 2650 \text{ кг/м}^3 = 587.24 \text{ кг/м}^3$$

Приймаємо: $M_{п}=587 \text{ кг/м}^3$

3.1.5. Підсумковий склад бетону на 1 м³

За результатами розрахунків отримано такий орієнтовний склад важкого бетону класу С30/35, рухливості S3 з використанням пластифікатора:

Компонент	Витрата на 1 м ³ бетону
Цемент (Ц)	429 кг
Пісок (П)	587 кг
Щебінь (Щ)	1256 кг
Вода (В)	180 л (180 кг)
Пластифікуюча добавка	3.43 кг
В/Ц відношення	0.42
Щ/П відношення (за масою)	1256/587≈2.14

Перевірка об'єму (сума абсолютних об'ємів) :

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{ц}} + V_{\text{п}} + V_{\text{щ}} + V_{\text{в}} + V_{\text{пов}}$$

$$V_{\text{заг}} = 429/3100 + 587/2650 + 1256/2790 + 180/1000 + 0.01$$

$$V_{\text{заг}} \approx 0.1384 + 0.2215 + 0.4502 + 0.180 + 0.01 \approx 1.0001 \text{ м}^3$$

Розрахунок сходиться, що підтверджує правильність розподілу об'ємів.

3.2. Коригування та оптимізація складу бетону

Отриманий склад бетону є попереднім і потребує подальшого коригування та оптимізації на основі лабораторних випробувань. Це необхідно для досягнення всіх заданих властивостей бетону (міцність, рухливість, морозостійкість, водонепроникність тощо) з мінімальною витратою матеріалів.

3.2.1. Лабораторні випробування

На етапі лабораторних випробувань готуються пробні заміси з розрахованим складом . Визначаються наступні показники:

- Рухливість бетонної суміші: Осадка конуса повинна відповідати марці S3 (120 мм). У разі відхилень коригується витрата води та/або пластифікатора.
- Середня щільність бетонної суміші: Визначається для контролю якості ущільнення та виходу бетонної суміші.
- Міцність бетону на стиск: Визначається міцність зразків-кубів у віці 7, 28 діб та, за потреби, у проектному віці. Міцність у 28 діб повинна відповідати класу C30/35.
- Міцність бетону на розтяг при вигині (для дорожнього бетону): Не нормується для загальнобудівельного бетону класу C30/35 .
- Морозостійкість: Для бетонів, що експлуатуються в умовах низьких температур (до -40°C), морозостійкість є важливим показником, хоча для класу XC1 (карбонізація) вона може не нормуватися як основна вимога . Однак, при температурі до -40°C, це може впливати на довговічність.
- Водонепроникність: Не нормується для даного класу бетону, проте може бути перевірена за потребою.

- Повітровміст: Важливий показник для бетонів з добавками, особливо тих, що підвищують морозостійкість.

3.2.2. Коригування складу бетону за результатами випробувань

За результатами проведених випробувань може знадобитися коригування початково розрахованого складу . Основні принципи коригування:

- При недостатній міцності: Зменшують водоцементне відношення (шляхом зменшення води або збільшення цементу) або збільшують дозування пластифікатора.
- При надмірній міцності: Можна незначно збільшити водоцементне відношення або зменшити витрату цементу, оптимізуючи економічні показники.
- При недостатній рухливості: Збільшують кількість води або дозування пластифікатора. Важливо при цьому не перевищити оптимальне В/Ц.
- При надмірній рухливості (розшаруванні): Зменшують кількість води, або збільшують вміст піску .
- При відхиленнях морозостійкості: Коригують дозування повітрозалучаючих добавок .
- Коригування щодо температури експлуатації: Оскільки розрахункова температура зовнішнього повітря до -40°C , це може вимагати застосування протиморозних добавок або інших спеціальних заходів, що можуть впливати на кінцевий склад . Для даного класу умов експлуатації (XC1) такий температурний режим не є критичним для самої міцності бетону, але може впливати на швидкість тверднення та потребу у повітрозалучаючих добавках для забезпечення довговічності.

Остаточний склад бетону встановлюється після досягнення всіх заданих властивостей (рухливості, міцності, морозостійкості тощо) за результатами лабораторних досліджень. Усі зміни фіксуються, і остаточний, оптимізований склад затверджується.

РОЗДІЛ 4. Організація роботи бетонозмішувального цеху

Ефективна організація роботи бетонозмішувального цеху є визначальним фактором успішного функціонування підприємства. Вона являє собою цілісну систему, що інтегрує планування, управління та контроль над виробничими процесами. Належним чином організований процес дозволяє досягати планових обсягів випуску якісної продукції, раціонально використовувати ресурси, оптимізувати логістику, мінімізувати витрати, підвищувати продуктивність праці та гарантувати безпечні умови роботи. Водночас недооцінка важливості організаційних аспектів призводить до таких негативних наслідків, як простій обладнання, перевитрата сировини, погіршення якості продукції та значні фінансові збитки.

4.1. Вихідні дані та обґрунтування вибору обладнання

Для розрахунків приймаються наступні вихідні дані:

- Річна програма випуску бетонної суміші (P_{max}): 17000 м³.
- Тип бетонної суміші: важка.
- Марка бетонної суміші за рухливістю: S3 (осадка конуса 120 мм)
- Тип змішувача: Для приготування важкого бетону, з економічних міркувань та згідно з рекомендаціями, обираємо гравітаційний бетонозмішувач.
- Об'єм змішувача за завантаженням (V_6): 500 л (0,5 м³).
- Коефіцієнт виходу бетонної суміші (K_B): для важкого бетону приймається 0,6 .
- Годинний коефіцієнт нерівномірності видавання товарної бетонної суміші (K_H): 0,7.
- Розрахунковий річний фонд часу роботи заводу ($T_{річ.год}$): 4048 годин.
- Коефіцієнт річного використання обладнання ($K_{и}$): приймаємо 0,8.

Тривалість технологічних операцій для гравітаційного змішувача з об'ємом готового замісу 500 л та рухливістю бетонної суміші S3 приймається відповідно до стандартних технологічних параметрів :

- Завантаження компонентів бетонної суміші у бетонозмішувач ($t_{\text{зав}}$): 2,0 хв (120 с) .
- Перемішування компонентів бетонної суміші ($t_{\text{пер}}$): 2,0 хв (120 с) (для S3).
- Вивантаження бетонної суміші ($t_{\text{вив}}$): 1,0 хв (60 с) .
- Повернення змішувача у вихідне положення ($t_{\text{пов}}$): 1,0 хв (60 с) .

4.2. Розрахунок тривалості циклу та продуктивності одного змішувача

а) Тривалість циклу готування одного замісу ($t_{\text{ц}}$)

Розраховується за формулою, що враховує тривалість усіх основних операцій:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зав}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{вив}} + t_{\text{пов}}$$

$$t_{\text{ц}} = 2 \text{ хв} + 2 \text{ хв} + 1 \text{ хв} + 1 \text{ хв} = 6 \text{ хв}$$

б) Кількість замісів, що видається за годину роботи одним змішувачем

Розраховується з урахуванням годинного коефіцієнта нерівномірності ($K_{\text{н}}$):

$$n_{\text{зб}} = \frac{60}{t_{\text{ц}}} * K_{\text{н}}$$

(де $t_{\text{ц}}$ в хвиликах)

$$n_{\text{зб}} = \frac{60}{6 \text{ хв}} * 0.7 = 10 * 0.7 = 7 \text{ замісів/год}$$

в) Годинна продуктивність одного бетонозмішувача ($P_{\text{год}}$)

Розраховується за об'ємом завантажуваних матеріалів, кількістю замісів на годину та коефіцієнтом виходу суміші :

$$P_{\text{год}} = (V_{\text{б}} * n_{\text{зб}} * K_{\text{в}}) / 1000$$

(де $V_{\text{б}}$ в літрах)

$$P_{\text{год}} = 500 \text{ л} \cdot 7.00 \cdot 0.67 = 2345/1000 = 2.345 \text{ м}^3/\text{год}$$

Приймаємо $P_{\text{год}} = 2.35 \text{ м}^3/\text{год}$.

4.3. Розрахунок кількості змішувачів та продуктивності цеху

а) Необхідна розрахункова кількість робочих бетонозмішувачів ($n_{зр}$)
Визначається виходячи з річної програми випуску, річного фонду часу роботи та годинної продуктивності одного змішувача, з урахуванням коефіцієнта річного використання обладнання за формулою (4.4)

$$n_{зр} = P_{max} * K_n / T_{річ.год} * P_{год}$$

де:

- P_{max} – річна програма випуску виробів, 17000 м³.
- K_n – коефіцієнт річного використання устаткування (приймаємо 0,8).
- $T_{річ.год}$ – розрахунковий фонд часу, 4048 год.
- $P_{год}$ – годинна продуктивність одного бетонозмішувача, 2,35 м³/год.

$$n_{зр} = 17000 * 0.8 / 4048 * 2.35 = 13600 / 9512.80 \approx 1.43$$

б) Прийнята кількість робочих бетонозмішувачів (N_z)

Згідно з методичними вказівками, розрахункове число округлюється до більшого цілого: $N_z=2$ змішувачі.

Також приймається один запасний бетонозмішувач. Загальна кількість змішувачів в цеху = 2 (робочі) + 1 (резервний) = 3.

в) Річна продуктивність бетонозмішувального цеху ($P_{річ}$)

Визначається на основі годинної продуктивності одного змішувача, річного фонду часу та прийнятої кількості робочих змішувачів за формулою (4.5)

$$P_{річ} = P_{год} * T_{річ.год} * N_z$$

$$P_{річ} = 2.35 \text{ м}^3/\text{год} * 4048 \text{ год} * 2 = 19025.60 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Це значення перевищує планову річну програму (17000 м³), що забезпечує її виконання та наявність резерву потужності.

4.4. Розрахунок потреби в компонентах бетонної суміші

Розрахунок потреби в компонентах базується на складі бетону, визначеному в Розділі 3 (Цемент: 429 кг/м³; Пісок: 587 кг/м³; Щебінь: 1256 кг/м³; Вода: 180 л/м³ або 0.18 м³/м³; Пластифікуюча добавка: 3.43 кг/м³).

а) Річна потреба в компонентах (на $P_{max}=17000$ м³)

- Цемент: $429 \text{ кг/м}^3 \cdot 17000 \text{ м}^3 = 7293000 \text{ кг} = 7293.00 \text{ т}$.
- Пісок: $587 \text{ кг/м}^3 \cdot 17000 \text{ м}^3 = 9979000 \text{ кг} = 9979.00 \text{ т}$.
- Щебінь: $1256 \text{ кг/м}^3 \cdot 17000 \text{ м}^3 = 21352000 \text{ кг} = 21352.00 \text{ т}$.
- Вода: $0.180 \text{ м}^3/\text{м}^3 \cdot 17000 \text{ м}^3 = 3060.00 \text{ м}^3$.
- Пластифікуюча добавка: $3.43 \text{ кг/м}^3 \cdot 17000 \text{ м}^3 = 58310 \text{ кг} = 58.31 \text{ т}$.

б) Розрахунок потреби на зміну виконується множенням витрати компонента на 1 м³ на годинну продуктивність одного змішувача ($P_{год} = 2.35 \text{ м}^3/\text{год}$) та на тривалість зміни ($t_{зм} = 8 \text{ год}$).

Методика розрахунку добової та змінної потреби в сировинних компонентах базується на продуктивності однієї основної технологічної лінії. Таке проектне рішення прийнято для визначення базового режиму роботи заводу та розрахунку гарантованого мінімуму матеріальних запасів.

При цьому наявність другої, паралельної лінії забезпечує необхідну гнучкість виробництва. Вона виконує функцію резервної потужності, що залучається для задоволення пікового попиту. Перехід на роботу у дві лінії передбачає оперативне коригування планів постачання матеріалів відповідно до фактичного зростання портфеля замовлень.

Потреба на добу розраховується множенням потреби на зміну на кількість змін ($n_{зм} = 2$).

Розрахунок потреби для кожного компонента (для всього цеху):

$$\text{Потреба}_{зм} = (\text{Витрата}_{1\text{м}^3} * P_{год} * t_{зм}) * n_{зм}$$

де:

- Витрата_{1м³} – витрата компонента на 1 м³ бетону, кг/м³ або кг (л).
- $P_{год}$ – годинна продуктивність одного змішувача (2.35 м³/год) .
- $t_{зм}$ – тривалість зміни (8 год).

- $n_{зм}$ – кількість змін на добу.

Розрахунок потреби для кожного компонента (для всього цеху):

Цемент (Ц):

Потреба на зміну:

$$Ц_з = 429 * 2.35 * 8 = 8065.2 \text{ кг}$$

Потреба на добу:

$$Ц_д = 8065.2 * 2 = 16130.40 \text{ кг}$$

Пісок (П):

Потреба на зміну:

$$П_з = 587 * 2.35 * 8 = 11035.6 \text{ кг}$$

Потреба на добу:

$$П_д = 11035.6 * 2 = 22071.20 \text{ кг}$$

Щебінь (Щ):

Потреба на зміну:

$$Щ_з = 1256 * 2.35 * 8 = 23612.8 \text{ кг}$$

Потреба на добу:

$$Щ_д = 23612.8 * 2 = 47225.60 \text{ кг}$$

Вода (В):

Потреба на зміну:

$$В_з = 180 * 2.35 * 8 = 3384 \text{ кг (л)}$$

Потреба на добу:

$$В_д = 3384 * 2 = 6768 \text{ кг (л)}$$

Пластифікуюча добавка (Д):

Потреба на зміну:

$$Д_з = 3.43 * 2.35 * 8 = 64.484 = 64.48 \text{ кг}$$

Потреба на добу:

$$Д_д = 64.48 * 2 = 128.97 \text{ кг}$$

Результати розрахунків зведено в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1

Відомість потреби компонентів бетонної суміші

Компонент	Одиниця виміру	Потреба		
		$1 \frac{\text{кг}^3}{\text{м}}$	змiна	доба
Цемент	кг	429	8065.2	16130.4
Пісок	кг	587	11035.6	22071.2
Щебiнь	кг	1256	23612.8	47225.6
Вода	м ³	0.180	3384	6768
<u>Пластифікуюча</u> добавка	кг	3.43	64.48	128.97

4.5. Поопераційний графік виготовлення бетонної суміші

Поопераційний графік будується для одного замісу в гравітаційному змішувачі об'ємом 500 л, враховуючи прийняту тривалість операцій. Загальна тривалість циклу $t_{\text{ц}} = 6.00 \text{ хв} = 360 \text{ с.}$ (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Поопераційний графік виготовлення бетонної суміші (для одного гравітаційного змішувача)

Процес	Операція	Обладнання	Робочі		Термін операції, сек	Поточний час												
Виготовлення бетонної суміші			Професія	Кількість		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	
	Завантаження компонентів бетонної суміші у бетонозмішувач	Дозатори	Оператор	1	120													
	Перемішування компонентів бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	120													
	Вивантаження бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	60													
	Повернення перекинуттого змішувача у вихідне положення	Бетонозмішувач	Оператор	1	60													
	Усього				360													

РОЗДІЛ 5. ПРОЕКТУВАННЯ СПОРУД ЗАВОДУ

Проектування основних споруд заводу є фундаментальним завданням, від вирішення якого залежить ефективність виробничих процесів, раціональність логістики матеріальних потоків та загальна функціональність підприємства. У даному розділі представлено обґрунтування вибору технологічної схеми, проектні рішення щодо головного виробничого корпусу та розрахунки складських приміщень для компонентів бетонної суміші.

5.1. Вибір технологічної схеми виробництва

Вибір технологічної схеми виробництва ґрунтується на ключових проектних параметрах: плановій потужності (17000 м³/рік), типі продукції (важкий бетон класу С30/35) та вимозі до компактного розміщення виробництва. На основі цих критеріїв для проекту обрано вертикальну (баштову) технологічну схему. Такий вибір обґрунтований її перевагами, зокрема можливістю компактного розміщення обладнання та використанням гравітаційного принципу для транспортування матеріалів, що знижує енергоспоживання.

Обрана технологічна схема виготовлення товарного важкого бетону наведена на рисунку 5.1

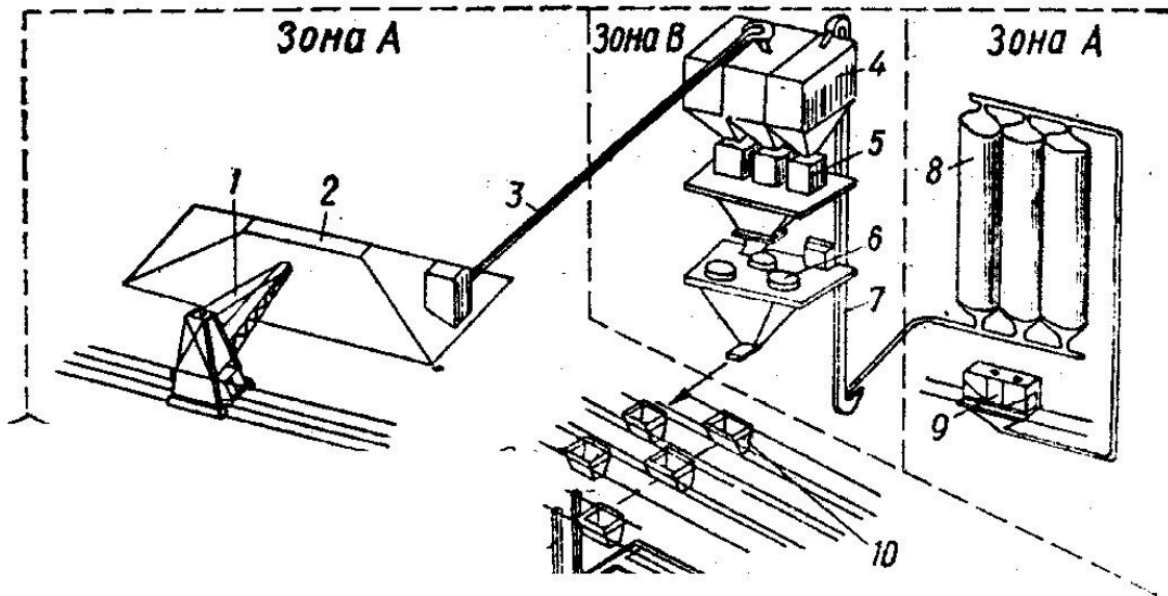


Рисунок 5.1 – Технологічна схема виробництва товарного бетону баштового типу

Детальний опис виробництва за технологічною схемою:

Виробничий процес на заводі з випуску товарного бетону за обраною баштовою схемою є комплексом послідовних та взаємопов'язаних операцій:

1. **Приймання та подача заповнювачів:** Заповнювачі доставляються автотранспортом та вивантажуються за допомогою розвантажувача (1) у бункер зберігання заповнювачів (2). Звідти стрічковим конвеєром (3) матеріали транспортуються на верхній ярус головного корпусу у витратні бункери (4).

2. **Приймання та подача цементу:** Цемент, що надходить у цементовозах, вивантажується у приймальний бункер цементу (9) і за допомогою пневмосистеми подачі (7) завантажується у силоси цементу (8) для зберігання. Із силосів (8) та ж пневмосистема (7) подає цемент до відповідного видаткового бункера (частина блоку 4).

3. **Дозування та змішування:** З витратних бункерів (4) усі компоненти надходять у вагові дозатори (5). Після точного дозування вони завантажуються у бетонозмішувачі (6).

4. **Відвантаження:** Готова бетонна суміш вивантажується у приймальні ємності (10), якими є автобетонозмішувачі.

Управління всіма процесами здійснюється з автоматизованого пульта оператора.

Обрана технологічна схема забезпечує безперервність процесу, високу точність дозування та якість перемішування, що є критично важливим для виробництва товарного бетону заданої якості.

5.2. Проектування головного корпусу підприємства

Головний корпус проектується як багатоповерхова споруда баштового типу . Проектування починається зі змішувального відділення на основі типу та кількості змішувачів (2 робочих гравітаційні змішувачі по 500 л) .

Схема розташування бетонозмішувачів: Для двох змішувачів приймається **однорядна схема розташування**

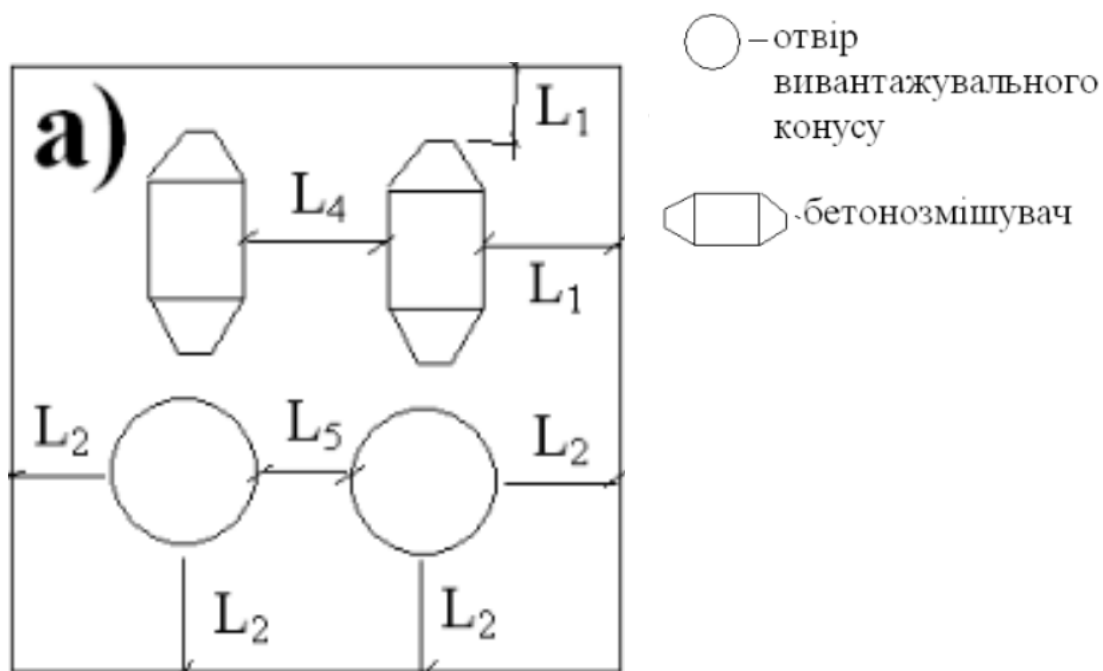


Рисунок 5.2 Схема розташування бетонозмішувачів у змішувальному відділенні

Для двох змішувачів найбільш раціональною є однорядна схема розташування або компактна дворядна, якщо це дозволяє оптимізувати подачу матеріалів та відвантаження. Для розрахунку габаритів приймемо однорядне розташування з можливістю вивантаження під кожним змішувачем.

Розрахунок габаритних розмірів змішувального відділення:

Розрахунок виконується з урахуванням розмірів обладнання (приймемо орієнтовні габарити змішувача 500 л: довжина $L_{зм} \approx 2.2$ м, ширина $W_{зм} \approx 1.8$ м) та нормативних вимог до проходів:

- Прохід по периметру приміщення: не менше 1.2 м.
- Робоча зона для обслуговування навколо змішувача: не менше 0.7 м.

Ширина змішувального відділення ($B_{від}$):

Визначається шириною змішувача та проходами по 1.2 м з обох боків.

$$B_{від} = 1.8 \text{ м} + 1.2 \text{ м} + 1.2 \text{ м} = 4.2 \text{ м}$$

Приймаємо уніфікований розмір, кратний кроку колон (6 м). Отже, ширина відділення $B_{від} = 6.0$ м.

Довжина змішувального відділення ($L_{від}$):

Визначається сумою довжин двох змішувачів, проходів по 1.2 м з торців та проходу між змішувачами (не менше 1.2 м).

$$L_{від} = 1.2 \text{ м} + 2.2 \text{ м} + 1.2 \text{ м} + 2.2 \text{ м} + 1.2 \text{ м} = 8 \text{ м}$$

Приймаємо довжину, кратну кроку колон.

Отже, довжина відділення $L_{від} = 9$ м

Проектування інших відділень головного корпусу: Інші відділення (дозаторне, бункерне, надбункерне) приймаються з такими ж розмірами в плані: 6.0 м×9.0 м.

- Висота дозаторного та надбункерного відділень: приймається не менше 2.2 м кожне. Приймаємо $H_{дв} = 3.5$ м та $H_{нбв} = 3.5$ м для розміщення обладнання та комунікацій.

- Висота бункерного відділення ($H_{\text{дв}}$): розраховується на основі добового запасу компонентів .

- Площа для бункерів (з урахуванням проходу 1.2 м по периметру):

$$S_{\text{бункерів}} = (6.0 - 2.4) * (9.0 - 2.4) = 23.76 \text{ м}^2$$

- Добова потреба в компонентах (насипний об'єм):

Цемент $\approx 26.88 \text{ м}^3$;

Пісок $\approx 28.48 \text{ м}^3$;

Щебінь $\approx 65.14 \text{ м}^3$.

- Площі під бункери розподіляються пропорційно об'ємам:

$$S_{\text{ц}} \approx 5.30 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{п}} \approx 5.62 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{щ}} \approx 12.84 \text{ м}^2$$

- Висота відділення визначається за формулою (5.1) :

$$H_{\text{бв}} = V_i / S_i \text{ (5.1)}$$

$$H_{\text{бв}} = 65.14 \text{ м}^3 / 12.84 \text{ м}^2 = 5.1 \text{ м.}$$

5.3. Розрахунок складів компонентів бетонної суміші

Розрахунок складів виконується для забезпечення безперебійної роботи заводу. Згідно з рекомендаціями, нормативний запас зберігання (n) для цементу та заповнювачів приймається однаковим — 10 діб.

5.3.1. Розрахунок складу цементу

Цемент зберігається у спеціальних силосах. Місткість складу визначається за формулою з методичних вказівок :

де:

$$V = \frac{(C_{\text{дб}} * n * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5)}{\rho_{\text{в}}}$$

- $C_{\text{дб}}$ — добова витрата цементу, 16130,4 кг/добу.

- n – нормативний запас зберігання, приймаємо $n=10$ діб .
- K_1 – коеф. нерівномірності надходження (для автотранспорту приймаємо $K_1=1.15$)

- K_2 – коеф. нерівномірності споживання (приймаємо 1.3)
- K_3 – коеф. втрат при розвантаженні (приймаємо 1.04)
- K_4 – коеф. використання устаткування (приймаємо 0.943)
- K_5 – коеф. заповнення ємності (приймаємо 0.9)
- ρ_v – насипна густина в'язучого, 1000 кг/м³.

$$V = \frac{(16130.40 * 10 * 1.15 * 1.3 * 1.04 * 0.943 * 0.9)}{1000} \approx 213.83 \text{ м}^3$$

Розрахований об'єм $V = 213.83 \text{ м}^3$ є необхідною **корисною** місткістю складу. Приймаємо до використання силоси геометричним об'ємом 60 м³.

Корисний об'єм одного силоса: $60 \text{ м}^3 \cdot 0.9 = 54 \text{ м}^3$. Необхідна кількість силосів: $213.83 \text{ м}^3 / 54 \text{ м}^3 \approx 3.96$. Приймаємо 4 силоси по 60 м³.

5.3.2. Розрахунок складів заповнювачів

Для заповнювачів обираємо відкритий склад бункерного типу, який класифікується як постійний, розхідний, стаціонарний, безрейковий . Місткість складу для кожного заповнювача визначається за формулою з методичних вказівок:

де:

$$V = \frac{(Z_{дб} * n * K_1 * K_2 * K_3 * K_4)}{\rho_z}$$

- $Z_{дб}$ – добова витрата заповнювача, кг/добу.
- n – запас зберігання, приймаємо $n=10$ діб .
- K_1 коеф. нерівномірності надходження (для автотранспорту приймаємо $K_1=1.15$)
- K_2 коеф. нерівномірності споживання (приймаємо 1.3)
- K_3 коеф. втрат при розвантаженні (приймаємо 1.04)
- K_4 коеф. використання устаткування (приймаємо 0.943)

- ρ_3 – насипна густина заповнювача, кг/м³.

Розрахунок складу піску ($V_{\text{п}}$):

$$V_{\text{п}} = 22071.20 \cdot 10 \cdot 1.15 \cdot 1.3 \cdot 1.04 \cdot 0.943 / 1550 \approx 209.77 \text{ м}^3$$

Приймаємо об'єм складу для піску 210 м³.

- **Розрахунок складу щебеню ($V_{\text{щ}}$):**

$$V_{\text{щ}} = 47225.60 \cdot 10 \cdot 1.15 \cdot 1.3 \cdot 1.04 \cdot 0.943 / 1450 \approx 480.15 \text{ м}^3$$

Приймаємо об'єм складу для щебеню 480 м³.

5.3.3. Розрахунок складу хімічних добавок

Пластифікуюча добавка зберігається у спеціальних ємностях, що захищають її від впливу температури та забруднень.

- Добова потреба пластифікатора ($D_{\text{д}}$): 128.97 кг/добу.
- Приймаємо запас добавки на 10 діб.
- Приймаючи щільність рідкого пластифікатора $\rho \approx 1100$ кг/м³,

розрахуємо необхідний об'єм:

$$V_{\text{доб}} = \frac{D_{\text{д}}}{\rho_{\text{д}}} \cdot 15 \text{ діб} = \frac{128.97}{1100} \cdot 10 \text{ діб} \approx 1.17 \text{ м}^3$$

Приймаємо ємність для зберігання пластифікатора об'ємом 4 м³.

РОЗДІЛ 6. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ

Забезпечення стабільно високої якості товарного бетону є пріоритетним завданням виробництва. Кінцевий результат визначається якістю вихідних компонентів та суворим дотриманням технологічних параметрів на всіх етапах виробничого циклу. Гарантом цього виступає комплексна система управління якістю, що реалізується атестованою виробничою лабораторією та ґрунтується на вимогах чинних стандартів, зокрема ДСТУ EN 206:2022 [11]. Дана система передбачає три основні види контролю: вхідний (сировинних матеріалів), операційний (технологічних процесів) та приймальний (готової продукції).

Для випуску продукції європейського рівня та зміцнення ринкових позицій підприємства, проект передбачає впровадження системи менеджменту якості (СМЯ), сертифікованої за міжнародним стандартом ISO 9001. Сертифікація за цим стандартом дозволяє не лише систематизувати всі процеси управління та контролю, але й підвищити довіру споживачів та конкурентоспроможність заводу. Ключовими принципами такої системи є чітка регламентація всіх процедур, від вхідного контролю сировини до відвантаження продукції, та належне документування результатів контролю.

Основні показники, що підлягають контролю, наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Показники матеріалів, процесів і продукції, що контролюються

№ з/п	Показники, що контролюються	Контролююча служба
1	Перевірка відповідності нормативним документам сировини, що надходить	Лабораторія заводу
2	Контроль якості в процесі приготування бетонних сумішей, розчинів, мастик, добавок, змащувачів тощо	Лабораторія заводу

Вхідний контроль якості матеріалів

Вхідний контроль є першим і одним з найважливіших етапів забезпечення якості. Його мета – не допустити до виробництва матеріали, що не відповідають вимогам стандартів та проектній документації. Контроль здійснюється лабораторією заводу для кожної партії матеріалів і включає:

1. **Перевірку супровідних документів:** аналіз паспортів якості та сертифікатів відповідності.
2. **Зовнішній огляд:** візуальна оцінка стану, відсутності забруднень та сторонніх домішок.
3. **Контрольні лабораторні випробування** для підтвердження ключових характеристик:
 - **Цемент (СЕМ І 42,5):** перевірка активності, нормальної густоти та строків зберігання згідно з ДСТУ EN 196-1:2019 [8] та ДСТУ EN 196-3:2022 [9].
 - **Заповнювачі (пісок та щебінь фр. 5-20 мм):** визначення зернового складу (ДСТУ EN 12620:2019 [22]), вмісту пиловидних та глинистих частинок (ДСТУ EN 933:1-2021 [12]), вологості (ДСТУ EN 1097-5:2021 [15]). Для щебеню додатково контролюється марка за міцністю та вміст зерен пластинчастої форми.
 - **Вода для замішування:** періодичний хімічний аналіз на відповідність вимогам ДСТУ EN 1008:2022 [14].
 - **Хімічні добавки (пластифікатор):** перевірка густини та відповідності заявленим характеристикам згідно з ДСТУ EN 934-2:2019 [13].

Особлива увага приділяється контролю вологості заповнювачів, оскільки цей показник безпосередньо впливає на фактичне водоцементне відношення (В/Ц) у замісі. Вимірювання вологості проводиться за допомогою сучасних вологомірів або шляхом висушування проби в сушильній шафі не рідше двох разів на зміну, а також після сильних опадів. Дані про вологість вносяться в автоматизовану систему управління, яка автоматично коригує кількість води для

змішування на кожен заміс, що дозволяє підтримувати стабільність В/Ц і, як наслідок, якість бетону.

Усі результати вхідного контролю фіксуються у відповідних журналах. Також здійснюється постійний контроль за дотриманням правил і термінів зберігання матеріалів на складах .

Операційний контроль технологічних процесів

Операційний контроль, що здійснюється безпосередньо під час виробництва, має на меті забезпечення відповідності технологічному регламенту та запобігання відхиленням у якості. Основою цього контролю є автоматизована система управління технологічним процесом (АСУТП), яка гарантує високу точність дозування та виконує безперервний моніторинг і архівування ключових параметрів кожного замісу (маса компонентів, тривалість перемішування, час роботи затворів). Таке протоколювання даних забезпечує повну простежуваність виробничого процесу, дозволяючи оперативно виявляти та аналізувати причини будь-яких відхилень.

Контролю підлягають:

- **Стан технологічного обладнання:** періодична перевірка та калібрування вагодозувального обладнання, контроль стану лопатей та броні змішувачів.
- **Процес дозування:** постійний контроль за точністю дозування всіх компонентів бетонної суміші з урахуванням фактичної вологості заповнювачів.
- **Процес перемішування:** суворе дотримання встановленого часу перемішування, візуальна оцінка однорідності суміші в кожному замісі.
- **Температура бетонної суміші:** контроль температури, особливо в зимовий та літній періоди.

Приймальний контроль якості продукції

Приймальний контроль є фінальним етапом виробничого циклу, що здійснюється перед відвантаженням продукції споживачу. Його метою є

підтвердження відповідності характеристик бетонної суміші (свіжого бетону) та затверділого бетону вимогам нормативної документації та специфікаціям замовлення.

Приймальний контроль якості бетонної суміші

Здійснюється для кожної партії виготовленої бетонної суміші. Контрольовані показники, що мають відношення до важкого бетону класу С30/35 з рухливістю S3, наведено в таблиці 6.2.

Приймальний контроль якості затверділого бетону. Здійснюється шляхом випробування контрольних зразків, виготовлених з проб бетонної суміші. Контрольовані показники, що мають відношення до важкого бетону класу С30/35, наведено в таблиці 6.3.

6.2. Карта контролю якості виробництва

Для систематизації та наочного представлення всіх контрольних операцій на підприємстві розробляється Карта контролю якості виробництва. Цей документ слугує робочим інструктажем для персоналу лабораторії, операторів АСУТП, майстрів та керівництва цеху.

У карті детально регламентуються об'єкти, місця, методи, періодичність та відповідальні особи для кожної контрольної операції, а також визначаються форми для реєстрації результатів.

Приклад Карти контролю якості для проектного заводу наведено в таблиці 6.4.

Таким чином, представлена Карта контролю якості є не просто інструкцією, а системоутворюючим документом. Її впровадження забезпечує прозорість процесів, чіткий розподіл відповідальності та створює механізм для гарантованого досягнення проектних характеристик продукції, зокрема класу бетону С30/35.

Таблиця 6.2

Приймальний контроль якості бетонних сумішей

Найменування контрольованого показника	Нормативний документ, що встановлює технічні вимоги до показника якості	Нормативний документ, що встановлює методи контролю та випробувань	Контролююча служба і періодичність контролю
1. Вид суміші	ДСТУ EN 206:2022 [11]	Візуально, за супровідними документами	Лабораторія заводу, кожна партія
2. Легкоукладальність (рухливість) бетонної суміші (марка S3)	ДСТУ EN 206:2022 [11]	ДСТУ EN 12350-2:2022 [17] (Метод визначення осадки конуса)	Лабораторія заводу, кожна партія
3. Середня температура бетонної суміші (за необхідності)	ДСТУ EN 206:2022 [11]	ДСТУ Б В.2.7- 114-2002 [35] Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань	Лабораторія заводу, періодично (в зимовий/літній періоди)

Таблиця 6.3

Приймальний контроль якості бетони

Найменування контрольованого показника	Нормативний документ, що встановлює технічні вимоги до показника якості	Нормативний документ, що встановлює методи контролю та випробувань	Контролююча служба, періодичність та обсяг контролю
1. Клас бетону за міцністю на стиск (С30/35). Відпускна міцність бетону.	ДСТУ EN 206:2022 [11]	ДСТУ EN 12390-1:2022 [18]; ДСТУ EN 12390-2:2022 [19]; ДСТУ EN 12390-3:2022 [20]	Лабораторія заводу, кожна партія (або серія партій), згідно з планом контролю
2. Щільність важкого бетону	ДСТУ EN 206:2022 [11]	ДСТУ EN 12390-7:2022 [21]	Лабораторія заводу, періодично (разом з визначенням міцності)
3. Водопоглинання бетону	ДСТУ EN 206:2022 [11] (як показник довговічності)	ДСТУ Б В.2.7-170:2008 [23]	Лабораторія заводу, періодично
4. Морозостійкість бетону	Не нормується згідно з завданням	-	Не контролюється
5. Водонепроникність бетону	Не нормується згідно з завданням	-	Не контролюється

Таблиця 6.4

Карта контролю якості виробництва товарного бетону

Основні операції, що підлягають контролю	Комплектація технічної документації	Вхідний контроль матеріалів	Виготовлення бетонної суміші	Контроль готової продукції та відвантаження
Склад контролю	Наявність та відповідність нормативних документів (ДСТУ), затверджених складів бетону, замовлень на партію.	1.Відповідність даних у супровідних документах (паспортах). 2.Відсутність сторонніх домішок 3.Вологість заповнювачів 4.Зерновий склад заповнювачів.	1. Точність дозування компонентів. 2. Час перемішування 3. Рухливість бетонної суміші (осадка конуса). 4. Температура суміші.	1. Однорідність суміші в автобетонозмішувач. 2. Відбір проб для виготовлення контрольних зразків. 3. Правильність оформлення документа про якість (паспорта).
Місце контролю	Операторська, лабораторія.	Склади цементу та заповнювачів, лабораторія.	Пульти керування, бетонозмішувач, лоток вивантаження.	Майданчик відвантаження, лабораторія.
Метод і засоби контролю	Візуальна перевірка, звірка з базою даних.	1.Перевірка документів 2.Візуальний огляд. 3.Вологомір, сушильна шафа. 4.Набір стандартних сит.	1. Дані з тензодатчиків на пультах керування. 2. Секундомір, таймер системи керування. 3. Стандартний конус, лінійка (ДСТУ EN 12350-2:2022 [17]). 4. Термометр (ДСТУ EN 12350-6:2022[34]).	1. Візуальний огляд. 2. Відбір згідно з ДСТУ EN 12350-1:2022 [16] , виготовлення зразків згідно з ДСТУ EN 12390-2:2022 [19]. 3. Перевірка заповненого бланка.
Періодичність і обсяг контролю	Початок зміни, при отриманні нового замовлення.	1, 2. Кожна партія 3. Не рідше 2 разів на зміну та при зміні погоди. 4. Періодично, згідно з планом.	1, 2. Кожен заміс. 3, 4. Перший заміс, далі не рідше 2 разів на зміну та при зміні матеріалів.	1, 3. Кожен автобетонозмішувач 2. Згідно з планом контролю (напр., на кожні 50-100 м³ продукції).
Особа, що контролює операцію	Майстер зміни, оператор.	Комірник, лаборант.	Оператор, лаборант.	Лаборант, майстер ВТК (відділу технічного контролю).
Документ, у якому реєструються результати	Журнал замовлень, змінне завдання.	Журнал вхідного контролю матеріалів.	Журнал виробництва, журнал лабораторних випробувань.	Журнал відвантаження продукції, журнал виготовлення контрольних зразків, документ про якість.
Особа, відповідальна за забезпечення технології	Начальник виробництва.	Начальник лабораторії, начальник складу.	Начальник бетонозмішувального цеху, начальник лабораторії.	Начальник лабораторії, начальник ВТК.

РОЗДІЛ 7. Охорона праці та техніка безпеки

Охорона праці є невід'ємною складовою організації виробничого процесу на заводі з випуску товарного бетону. Створення безпечних та належних умов праці, а також запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням, є пріоритетним завданням, що суворо регламентується законодавством України.

Система охорони праці на підприємстві охоплює комплекс заходів: дотримання санітарно-гігієнічних норм, виконання вимог безпеки до обладнання і технологій, раціональну організацію робочих місць, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), а також їхнє систематичне навчання та інструктаж. Ефективне функціонування цієї системи не тільки мінімізує ризики для здоров'я персоналу, але й сприяє підвищенню продуктивності праці та забезпеченню стабільної роботи підприємства.

Законодавча та нормативна база охорони праці

Основним законодавчим актом, що регулює відносини у сфері охорони праці в Україні, є Закон України "Про охорону праці" [1]. Цей Закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності. Він встановлює єдиний порядок організації охорони праці на підприємствах, в установах, організаціях незалежно від форм власності та видів діяльності.

Крім Закону, існують численні нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП), які конкретизують вимоги для різних галузей та видів робіт. Для заводу з виробництва бетону особливе значення мають:

- Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України від 19.06.2012 № 870 "Про затвердження Правил охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг" [30]. Хоча документ стосується доріг, його положення щодо роботи з будівельними матеріалами та технікою, включаючи бетонозмішувачі та автотранспорт, є релевантними.

- Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України від 26.01.2005 № 10 "Про затвердження Правил безпеки при роботі з інструментом та пристроями" [29]. Цей документ містить загальні вимоги щодо безпечного поводження з ручним та механізованим інструментом, що використовується на підприємстві.

- Державні будівельні норми України ДБН В.2.2-28:2010 "Будинки та споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення" [5]. Ці норми встановлюють вимоги до проектування та будівництва адміністративних та побутових приміщень, які є частиною будь-якого промислового підприємства, включаючи завод бетону.

- Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць. ДСанПіН 145-2010 [24]. Вони визначають санітарні вимоги до території заводу.

- Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. ДСП 173-96 [25]. Ці правила стосуються загальних вимог до розміщення промислових об'єктів.

- Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені Наказом МВС України від 30.12.2014 № 1417 [31]. Ці правила є обов'язковими для всіх підприємств та установ.

Санітарно-гігієнічні норми на виробництві бетону

Виробництво бетону пов'язане з утворенням пилу (цементного, піщаного, щебеневого), шумом від працюючого обладнання, вібрацією, а також впливом хімічних речовин (цемент, добавки). Тому на заводі необхідно дотримуватися суворих санітарно-гігієнічних норм:

1. Повітря робочої зони:

- Вміст пилу в повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК) відповідно до Державних санітарних норм та правил "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та

небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості¹ трудового процесу", затверджені Наказом МОЗ України від 08.04.2014 № 248 [32]. Особливу увагу слід приділяти контролю за вмістом цементного пилу, який є фіброгенним.

- Необхідна наявність ефективної припливно-витяжної вентиляції в закритих приміщеннях (бетонозмішувальний цех, склади цементу). На ділянках, де відбувається завантаження сипучих матеріалів та вивантаження готової суміші, повинні бути передбачені локальні відсмоктувачі пилу.

- Регулярне вологе прибирання виробничих приміщень для запобігання вторинному пилоутворенню.

2. Шум та вібрація:

- Рівень шуму на робочих місцях не повинен перевищувати допустимі значення, встановлені Державними санітарними нормами виробничого шуму, вібрації, ультразвуку та інфразвуку. ДСН 3.3.6.037-99 [26]. Для зниження шуму застосовується шумоізоляція обладнання, віброізоляція фундаментів, а також забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (навушники, беруші).

- Рівень вібрації на робочих місцях повинен відповідати нормам ДСН 3.3.6.037-99 [26].

3. Освітлення:

- Виробничі та допоміжні приміщення повинні мати достатнє природне та штучне освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 "Природне і штучне освітлення" [7]. Недостатнє освітлення може призвести до зорової втоми та підвищити ризик травматизму.

4. Мікроклімат:

- Температура, вологість та швидкість руху повітря на робочих місцях повинні відповідати нормам, встановленим Санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень. ДСН 3.3.6.042-99 [27]. Особливо важливо це для

виробництва в холодний період (до -40°C), де необхідно забезпечити обігрів приміщень та/або спеціальний одяг.

5. Побутові приміщення:

- Наявність облаштованих побутових приміщень (роздягальні, душові, умивальники, туалети, кімнати для приймання їжі) відповідно до ДБН В.2.2-28:2010 [5]. Забезпечення питною водою.

Правила роботи з обладнанням

Безпечна експлуатація технологічного обладнання є пріоритетом на виробництві. Тому ключовою вимогою є проходження всіма залученими працівниками спеціалізованого навчання та інструктажів з охорони праці. Допуск до самостійної роботи з обладнанням надається лише за наявності відповідних посвідчень та розпорядчої документації.

1. Бетонозмішувальне обладнання:

- Перед початком роботи необхідно перевірити справність бетонозмішувача, наявність та цілісність захисних огорожень рухомих частин (ремні, шестерні), справність запірних пристроїв.

- Забороняється проводити очищення, ремонт або технічне обслуговування бетонозмішувача під час його роботи. Змішувач повинен бути повністю зупинений та знеструмлений.

- Забороняється перебувати в зоні дії завантажувальних та розвантажувальних механізмів під час їх роботи.

- Необхідно використовувати засоби індивідуального захисту: захисні окуляри, респіратори (при роботі з цементом), рукавиці, спецодяг, спецвзуття згідно з Типовими нормами безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам хімічної промисловості, затвердженими Наказом Міністерства соціальної політики України від 26.04.2018 № 617 [2] (або іншими релевантними нормами для будівельної галузі).

2. Транспортні засоби (автомобілі-бетонозмішувачі, навантажувачі):

- Водії повинні мати відповідні категорії посвідчення водія та регулярно проходити медичні огляди.
- Перед виїздом автомобілі-бетонозмішувачі та навантажувачі повинні проходити обов'язковий технічний огляд.
- Рух транспортних засобів по території заводу повинен здійснюватися відповідно до розроблених схем руху та правил дорожнього руху.
- Зони завантаження/розвантаження повинні бути чітко позначені та мати достатнє освітлення. Забороняється перебування сторонніх осіб у цих зонах під час проведення робіт.
- Під час роботи навантажувача з сипучими матеріалами необхідно дотримуватися безпечної відстані, уникати перевантаження ковша та контролювати стійкість машини.

3. Електробезпека:

- Все електричне обладнання повинно бути заземлене.
- Електропроводка повинна бути цілою, без пошкоджень ізоляції.
- Ремонт та обслуговування електрообладнання повинні виконувати лише кваліфіковані електромонтери з відповідною групою допуску.
- Використання переносних електричних інструментів повинно здійснюватися з дотриманням вимог Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджених Наказом Держнаглядохоронпраці України від 09.01.1998 № 4 [28].

4. Пожежна безпека:

- На підприємстві повинна бути розроблена та затверджена інструкція з пожежної безпеки, а також план евакуації.
- Всі приміщення та територія повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, пожежні щити).

- Регулярно проводити навчання та інструктажі з пожежної безпеки для всіх працівників.
- Зберігання легкозаймистих та горючих рідин повинно здійснюватися у спеціально відведених місцях, з дотриманням відповідних норм.

Права та обов'язки робітників у сфері охорони праці

Відповідно до Закону України "Про охорону праці" [1], кожен працівник на заводі має наступні права та обов'язки:

Права працівників:

- **На безпечні та здорові умови праці:** Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо умови праці не відповідають вимогам законодавства з охорони праці і створюють загрозу для його життя чи здоров'я, або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Про це він негайно повідомляє безпосереднього керівника або роботодавця.
- **На інформацію:** Працівник має право на повну та достовірну інформацію про умови праці, наявність на робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів та їх можливий вплив на здоров'я.
- **На засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):** Працівник має право на отримання безоплатно спеціального одягу, спеціального взуття та інших ЗІЗ відповідно до встановлених норм.
- **На навчання та інструктаж:** Працівник має право на навчання та інструктаж з питань охорони праці за рахунок роботодавця.
- **На медичний огляд:** Працівники певних професій та категорій, а також ті, що працюють у шкідливих та небезпечних умовах, мають право на періодичні медичні огляди за рахунок роботодавця.
- **На відшкодування шкоди:** У разі ушкодження здоров'я або смерті працівника під час виконання ним трудових обов'язків, він (або його сім'я) має право на відшкодування шкоди.

Обов'язки працівників:

- **Дотримуватися вимог нормативно-правових актів з охорони праці:** Це включає правила внутрішнього трудового розпорядку, інструкції з охорони праці, правила пожежної безпеки.
- **Використовувати засоби індивідуального та колективного захисту:** Працівник зобов'язаний використовувати надані йому ЗІЗ за призначенням.
- **Піклуватися про особисту безпеку та здоров'я, а також про безпеку та здоров'я оточуючих людей:** Це передбачає не лише дотримання правил, а й свідоме ставлення до потенційних ризиків.
- **Негайно повідомляти безпосереднього керівника або роботодавця про виникнення небезпечної ситуації:** У разі виявлення порушень, несправностей обладнання або інших небезпечних факторів, працівник зобов'язаний негайно проінформувати про це відповідальну особу.
- **Пройти навчання та інструктаж з охорони праці:** Працівник повинен пройти навчання, інструктаж та перевірку знань з питань охорони праці.
- **Проходити попередні та періодичні медичні огляди:** Якщо цього вимагають умови праці.

Відповідальність та контроль за дотриманням охорони праці

Відповідальність за організацію та дотримання вимог охорони праці на заводі покладається на роботодавця. На підприємстві повинна функціонувати служба охорони праці, яка здійснює контроль за дотриманням законодавства, розробляє інструкції, організовує навчання та проводить розслідування нещасних випадків.

Державний контроль за дотриманням законодавства про охорону праці здійснює Державна служба України з питань праці (Держпраці).

За порушення вимог охорони праці, невиконання приписів органів державного нагляду, створення перешкод для їх діяльності посадові особи та

працівники несуть відповідальність відповідно до законодавства України (адміністративну, дисциплінарну, кримінальну).

Таким чином, системний підхід до організації охорони праці є фундаментальною умовою не лише для дотримання законодавства, але й для забезпечення стабільності та ефективності виробничого процесу.

Впровадження сучасних стандартів безпеки, регулярне навчання персоналу та дієвий контроль створюють безпечне робоче середовище, що мінімізує ризики травматизму та професійних захворювань. У свою чергу, це безпосередньо сприяє підвищенню загальної культури виробництва та є запорукою сталого функціонування підприємства.

Література

1. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 12.06.2025).
2. Про затвердження Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці : Наказ Міністерства соціальної політики України від 29.11.2018 № 1804. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0054-19> (дата звернення: 12.06.2025).
3. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. 30 с.
4. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Чинний від 2019-10-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2019. 191 с.
5. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. Чинний від 2011-10-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010.
6. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Чинний від 2019-04-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2018. 48 с.
7. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Чинний від 2019-03-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2018. 88 с.
8. ДСТУ EN 196-1:2019. Методи випробування цементу. Частина 1. Визначення міцності (EN 196-1:2016, IDT). На заміну ДСТУ EN 196-1:2007 ; чинний від 2020-01-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2020. 44 с.
9. ДСТУ EN 196-3:2022. Методи випробування цементу. Частина 3. Визначення строків тужавлення та нормальної густоти (EN 196-3:2016, IDT). На заміну ДСТУ Б В.2.7-187:2009 ; чинний від 2023-01-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2022. 16 с.
10. ДСТУ EN 197-1:2019. Цемент. Частина 1. Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів (EN 197-1:2011, IDT). На заміну ДСТУ Б В.2.7-46:2010 ; чинний від 2021-01-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2020. 52 с.
11. ДСТУ EN 206:2022. Бетон. Технічні умови, експлуатаційні характеристики, виробництво та критерії відповідності (EN 206:2013+A2:2021, IDT). На заміну ДСТУ EN 206:2017 ; чинний від 2023-07-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2023. 96 с.
12. ДСТУ EN 933-1:2021. Випробування на визначення геометричних характеристик заповнювачів. Частина 1. Визначення зернового складу.

- Ситовий метод (EN 933-1:2012, IDT). На заміну ДСТУ Б В.2.7-75-98 ; чинний від 2022-05-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2022. 16 с.
13. ДСТУ EN 934-2:2019. Добавки до бетону, будівельного розчину та ін'єкційного розчину. Частина 2. Добавки до бетону. Визначення, вимоги, відповідність, маркування та етикетування (EN 934-2:2009+A1:2012, IDT). На заміну ДСТУ EN 934-2:2012 ; чинний від 2021-01-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2020. 56 с.
 14. ДСТУ EN 1008:2022. Вода замішування для бетону. Технічні умови та методи випробувань (EN 1008:2002, IDT). На заміну ДСТУ Б В.2.7-213:2009 ; чинний від 2023-01-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2022. 20 с.
 15. ДСТУ EN 1097-5:2021. Випробування на визначення механічних і фізичних властивостей заповнювачів. Частина 5. Визначення вмісту води висушуванням в сушильній шафі (EN 1097-5:2008, IDT). На заміну ДСТУ Б В.2.7-75-98 (у частині визначення вологості) ; чинний від 2022-05-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2022. 8 с.
 16. ДСТУ EN 12350-1:2022. Випробування бетонної суміші. Частина 1. Відбирання проб та загальне обладнання (EN 12350-1:2019, IDT). Уведено вперше ; чинний від 2023-04-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2022. 16 с.
 17. ДСТУ EN 12350-2:2022. Випробування бетонної суміші. Частина 2. Визначення консистенції. Випробування на осадку конуса (EN 12350-2:2019, IDT). На заміну ДСТУ Б В.2.7-114-2002 (у частині визначення рухомості) ; чинний від 2023-04-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2022. 12 с.
 18. ДСТУ EN 12390-1:2022. Випробування затверділого бетону. Частина 1. Форма, розміри та інші вимоги до зразків для випробування і форм (EN 12390-1:2021, IDT). Уведено вперше ; чинний від 2023-04-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2022. 12 с.
 19. ДСТУ EN 12390-2:2022. Випробування затверділого бетону. Частина 2. Виготовлення та догляд за зразками для випробування на міцність (EN 12390-2:2019, IDT). На заміну ДСТУ Б В.2.7-214:2009 (у частині виготовлення зразків) ; чинний від 2023-04-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2022. 12 с.
 20. ДСТУ EN 12390-3:2022. Випробування затверділого бетону. Частина 3. Міцність на стиск зразків для випробування (EN 12390-3:2019, IDT). На заміну ДСТУ Б В.2.7-214:2009 (у частині визначення міцності) ; чинний від 2023-04-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2022. 16 с.

21. ДСТУ EN 12390-7:2022. Випробування затверділого бетону. Частина 7. Густина затверділого бетону (EN 12390-7:2019, IDT). На заміну ДСТУ Б В.2.7-214:2009 (у частині визначення густини) ; чинний від 2023-04-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2022. 8 с.
22. ДСТУ EN 12620:2019. Заповнювачі для бетону (EN 12620:2002+A1:2008, IDT). На заміну ДСТУ Б В.2.7-32-95, ДСТУ Б В.2.7-75-98, ДСТУ Б В.2.7-29-95 ; чинний від 2021-01-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2020. 52 с.
23. ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності. На заміну ГОСТ 12730.1-78, ГОСТ 12730.2-78, ГОСТ 12730.3-78, ГОСТ 12730.4-78 ; чинний від 2009-06-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 15 с.
24. Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць. Затверджено Наказом МОЗ України від 17.03.2011 № 145. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0457-11> (дата звернення: 12.06.2025).
25. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (ДСП 173-96). Затверджено Наказом МОЗ України від 19.06.1996 № 173. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96> (дата звернення: 12.06.2025).
26. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 № 37.
27. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 № 42.
28. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Затверджено Наказом Держнаглядохоронпраці України від 09.01.1998 № 4.
29. НПАОП 0.00-1.71-13. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Затверджено наказом Міністерства надзвичайних ситуацій України від 26.01.2005 № 10 (у редакції наказу МНС від 19.04.2013 № 252).
30. НПАОП 63.21-1.01-09. Правила охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг. Затверджено наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 28.12.2009 N 218.
31. Правила пожежної безпеки в Україні. Затверджено Наказом МВС України від 30.12.2014 № 1417.

32. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. Затверджено Наказом МОЗ України від 08.04.2014 № 248.
33. Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій: Наказ МОЗ України від 21.05.2007 № 246. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07> (дата звернення: 12.06.2025).
34. ДСТУ EN 12350-6:2022. Випробування бетонної суміші. Частина 6. Густина (EN 12350-6:2019, IDT). На заміну ДСТУ Б В.2.7-114-2002 (у частині визначення густини) ; чинний від 2023-04-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2022. 8 с.
35. ДСТУ Б В.2.7-114-2002. Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань. На заміну ГОСТ 10181.0-81, ГОСТ 10181.1-81, ГОСТ 10181.2-81, ГОСТ 10181.3-81, ГОСТ 10181.4-81 ; чинний від 2003-04-01. Вид. офіц. Київ: Держбуд України, 2003. 40 с.