

Міністерство освіти і науки України
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Будівельний факультет
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ 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 кислототривкого бетону заданої якості

Виконав: студентка групи БІ-21 Яловенко Аліна Сергіївна

Керівник випускної роботи _____ доц. Астахова Н.В.

Нормоконтролер _____ Єгорова І.В.

В.о. завідувача кафедри _____ 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

Шишкіна О.О.

“20” червня 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
СТУДЕНТЦІ
Яловенко Аліні Сергіївні

1. Тема роботи **Завод з випуску товарного кислототривкого бетону заданої якості**
керівник роботи к.т.н., доц. Астахова Н.В.

затверджені наказом університету від “31” березня 2025 року №185с

2. Строк подання студентом роботи

3. Вихідні дані до роботи

- Клас бетону за міцністю на стиск – С;
- Клас умов експлуатації конструкцій, які будуть виготовлені з бетону – Х;
- Ступінь відповідальності будівель і споруд, для виготовлення конструкцій яких призначено бетон – I II III;
- Розрахункова температура зовнішнього повітря при експлуатації бетону – t;
- Марка бетонної суміші – S;
- Планова потужність підприємства – Р.

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. Астахова Н.В.		
2	к.т.н., доц. Астахова Н.В.		
3	к.т.н., доц. Астахова Н.В.		
4	к.т.н., доц. Астахова Н.В.		
5	к.т.н., доц. Астахова Н.В.		
6	к.т.н., доц. Астахова Н.В.		
7	к.т.н., доц. Астахова Н.В.		

7. Дата видачі завдання 3 квітня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи (діб)	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 _____ Яловенко А.С
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Астахова Н.В.

РЕФЕРАТ

бакалаврської кваліфікаційної роботи

студентки гр.. БІ-21 Яловенко Аліни Сергіївни

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

Актуальність теми. Тема кваліфікаційної роботи є актуальною умовах повномасштабного вторгнення. Так як відбудови потребуватимуть й різні промислові підприємства, в тому числі ті, на яких задіяні різні агресивні речовини, в тому числі кислоти.

Зі зростанням вимог до довговічності й надійності будівель, особливо в умовах агресивного середовища, зростає потреба у спеціалізованих бетонних сумішах, зокрема кислототривких. Такі бетони мають підвищену хімічну стійкість і використовуються для виготовлення конструкцій, що експлуатуються в умовах кислотного впливу, наприклад, на хімічних підприємствах, очисних спорудах, заводах із переробки сировини.

Метою кваліфікаційної роботи є проектування заводу з випуску кислототривкого 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 кислототривкого товарного бетону заданої якості.

Завдання: 1) окреслити характеристики бетонної суміш, завод з виготовлення якої підлягає проектуванню, 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 кислототривкого товарного бетону заданої якості.

Ключові слова: кислототривкий бетон; бетонна суміш; легкоукладальність бетону; якість бетону; якість бетонної суміші.

Обсяг кваліфікаційної роботи: Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, викладеної на 42 сторінках, яка складається зі вступу, семи розділів, які містять 3 рисунка, 7 таблиць, списку використаних джерел з 16 найменувань, та графічної частини, яка складається з 3 листів формату А3.

Зміст

Вступ	7
1. Характеристика компонентів бетонної суміші та бетону	9
2. Режим роботи підприємства	10
3. Визначення складу бетону	12
4. Організація роботи підприємства	13
5. Проектування споруд підприємства	20
5.1. Вибір технологічної схеми виробництва	20
5.2. Проектування головного корпусу заводу	22
5.3. Проектування складів бетонної суміші	27
5.3.1. Розрахунок складів в'язучої речовини	27
5.3.2. Розрахунок складів заповнювачів	28
6. Контроль якості	30
7. Охорона праці та техніка безпеки	38
Список використаної літератури	40

ВСТУП

Будівельна галузь відіграє ключову роль у розвитку інфраструктури, промисловості та житлового сектору будь-якої країни. Зі зростанням вимог до довговічності й надійності будівель, особливо в умовах агресивного середовища, зростає потреба у спеціалізованих бетонних сумішах, зокрема кислототривких. Такі бетони мають підвищену хімічну стійкість і використовуються для виготовлення конструкцій, що експлуатуються в умовах кислотного впливу, наприклад, на хімічних підприємствах, очисних спорудах, заводах із переробки сировини.

На сьогоднішній день вітчизняна промисловість бетону стрімко модернізується, впроваджуючи сучасні технології дозування, змішування та контролю якості. Виробництво товарного кислототривкого бетону стає актуальним напрямом через зростання попиту на конструкції з підвищеними експлуатаційними властивостями. Вітчизняні інженери й технологи досягли значних результатів у цій сфері, активно впроваджуючи технології, які дозволяють зменшити енерговитрати, покращити екологічні показники виробництва та стабілізувати якість продукції.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розглянуто проект виробництва кислототривкого бетону класу міцності C45/55, призначеного для експлуатації в умовах впливу слабоагресивного кислотного середовища (клас ХА1). Продукція заводу призначена для відповідальних будівель і споруд I категорії. Обсяг виробництва — 11 000 м³ на рік, що зумовлює необхідність чіткої організації режиму роботи підприємства, вибору оптимального складу бетонної суміші, ефективного компонування обладнання та забезпечення належного контролю якості.

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

Розділ 1. Характеристика бетонної суміші, бетону та його компонентів

1.1. Характеристика бетону:(ДСТУ Б В.2.7-288:2011 [1])

- Клас бетону за міцністю – С45/55
- Клас умов експлуатації конструкцій, які будуть виготовлені з бетону – ХА1
- Ступінь відповідальності будівель і споруд, для виготовлення конструкцій яких призначено бетон – І
- Розрахункова температура зовнішнього повітря при експлуатації бетону – від -5°C до -20°C
- Густина бетону – 2300 кг/м³
- Марка бетону за морозостійкістю – F300
- Коефіцієнт хімічної стійкості – $K_{xc} = 0,8$

1.2. Характеристики бетонної суміші:

- Марка за консистенцією – S1 (осадка конуса 20 мм)

1.3. Характеристики компонентів бетонної суміші:

Цемент:

- Вид – кислототривкий цемент
- Тип – лужний цемент ЛЦЕМІІ (ДСТУ Б В.2.7-181:2009 [2])
- Марка по міцності – М500
- Вміст клінкеру – 100%
- Вміст сполук натрію – 4%
- Насипна щільність – 1100 кг/м³
- Істинна щільність – 3100 кг/м³
- Початок тужавлення – не раніше 45 хвилин

Рідке натрієве скло:

- Щільність – 1450 кг/м^3
- Силікатний модуль – 2,2
- Вміст SO_2 – 25%

Пісок:

- Тип – очищений кварцовий пісок (ДСТУ Б.2.7-132-95 [3])
- Вміст Fe_2O_3 – не більше 0,10%
- Насипна щільність – 1600 кг/м^3
- Істинна щільність – 2600 кг/м^3
- Модуль крупності – 2,2
- Вміст зерен – не більше 5%
- Вміст глинистих і пилюватих часток – не більше 1%

Щебінь:

- Тип – щебінь гранітний (ДСТУ Б В.2.7-75-98 [4])
- Насипна густина – 1350 кг/м^3
- Міцність – не менше М1000
- Водопоглинання – не більше 1%
- Фракція – 10–20 мм

Вода:

- Тип – технічна очищена (ДСТУ Б В.2.7-273:2011[5])
- Вміст розчинних солей – не більше 5000 мг/л
- Іони (SO_4^{2-}) не більше 2700 мг/л
- Іони хлору – не більше 1200 мг/л
- Водневий показник (pH) – у межах 5-7

Розділ 2. Режим роботи підприємства

2.1 Значення встановлення режиму роботи

Організація стабільного та ефективного виробництва на заводі кислототривкого бетону передбачає ретельне планування режиму роботи. Від правильного встановлення графіку залежить безперервність технологічного процесу, збереження якості продукції, зниження витрат на експлуатацію обладнання та ефективність використання трудових ресурсів.

На нашому підприємстві планується двозмінний режим роботи, що забезпечує цілодобову роботу обладнання. Такий підхід обґрунтований технологічною необхідністю безперервного виробництва кислототривкого бетону, особливо при виконанні великих замовлень для промислових об'єктів.

2.2 Номінальний річний фонд часу

Річний фонд часу роботи технологічного обладнання визначають за наступною формулою:

$$T_{рч} = T_n - T_{рем}, \text{ діб},$$

де T_n - номінальний фонд часу роботи обладнання, 260 діб;

$T_{рем}$ - тривалість планових зупинок устаткування ремонт, 7 діб;

Отже за формулою $T_{рч}$:

$$260 - 7 = 253 \text{ діб}$$

Добовий фонд продуктивного робочого часу визначають за такою формулою:

$$t_{доб} = n_{зм} \times t_{зм}, \text{ год}$$

де $n_{зм}$ – кількість робочих змін на добу становить 2 зміни;

$t_{зм}$ - тривалість робочої зміни, 8 год.

Отже за формулою $t_{доб}$ становить:

$$2 \times 8 = 16 \text{ год}$$

Показники робочого фонду часу зводимо в таблицю (табл. 2.1)

Таблиця 2.1

Показники робочого фонду часу

Термін	Показники			
	Номінальні		Розрахункові	
	діб	годин	діб	годин
зміна	—	$t_{зм}=8$	—	$t_{зм}$
доба	1	$T_{доб\ H}=t_{зм} \times n_{зм}$	1	$t_{доб}=t_{зм} \times n_{зм}$
місяць	$T_M = \frac{T_H}{12}$	$T_M \times t_{зм} \times n_{зм}$	$T_{MP} = \frac{T_{річ}}{12}$	$T_{MP}=T_{річ.год}/12$
рік	$T_H=260$	$T_H \times t_{зм} \times n_{зм}$	$T_{річ}=T_H-T_{рем}$	$T_{річ.год}=T_{річ} \times t_{доб}$

На підставі формул, поданих у таблиці 2.1, із урахування прийнятого для підприємства двозмінногорежиму роботи, підставляємо конкретні значення для розрахунку номінального та розрахункового фонду часу. Отримані розрахунки наведемо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Визначення показників робочого фонду часу

Термін	Показники			
	Номінальні		Розрахункові	
	діб	годин	діб	годин
зміна	—	$t_{зм}=8$	—	$t_{зм}=8$
доба	1	$T_{доб\ H}=8 \times 2=16$	1	$t_{доб}=8 \times 2=16$
місяць	$T_M = \frac{260}{12} = 21,67$	$21,67 \times 8 \times 2=346,67$	$T_{MP} = \frac{253}{12} = 21,08$	$T_{MP}=4048 \div 12=337,33$
рік	$T_H=260$	$260 \times 8 \times 2=4160$	$T_{річ}=260-7=253$	$T_{річ.год}=253 \times 16=4048$

Розділ 3. Визначення складу бетону

3.1 Загальні вимоги до складу кислототривкого бетону

Бетон, призначений для експлуатації в умовах кислотної агресії, повинен мати підвищену щільність, низьке водопоглинання, хімічну інертність і стабільну міцність.

Для цього приготування такої суміші потребує точного підбору матеріалів і дотримання технології.

Кислототривкий бетон застосовують у хімічній промисловості, каналізаційних мережах, резервуарах, лабораторіях, де звичайний бетон швидко руйнується. В цій роботі наведено приклад підбору складу такої суміші з урахуванням реальних технологічних умов.

Заповнювачі повинні бути хімічно стійкими та міцними. Найкращим варіантом є кварцовий пісок, оскільки він не вступає в реакцію з кислотами. Проектна об'ємна витрата кварцового піску - $0,60 \text{ м}^3/\text{м}^3$. щебеню- $0,75 \text{ м}^3/\text{м}^3$.(фракція 10-20мм), відповідно до прийнятого співвідношення компонентів у бетоні класу C45/55.

Ці компоненти забезпечують щільну структуру суміші та мінімальну кількість пор, що важливо для захисту від проникнення кислот.

3.2. Підбір складу кислототривкого бетону на 1 м^3

Щоб суміш була оброблюваною, але не мала зайвої води, що утворює пори після твердіння, важливо правильно визначити її кількість. Для бетонної суміші низької рухомості (марка S1 осадка конуса 20мм) і щебеню з розміром зерна 10-20мм, орієнтовано витрата води $160 \text{ л}/\text{м}^3$. що забезпечує $V/C \approx 40$.

З метою зменшення кількості води без втрати пластичності до складу додаються сучасні пластифікатори.

Для забезпечення потрібної міцності та кислототривкості застосовується портландцемент М500.

Орієнтовний склад суміші на 1 м³:

- Цемент М500 – 400 кг
- Вода – 160 л
- Кварцовий пісок – 960 кг
- Гранітний щебінь (10-20мм) – 1012,5
- Рідке скло – 3% від маси цементу – 12 кг
- Водцементне відношення (В/Ц) $\approx 0,40$

Розділ 4. Організація роботи підприємства

Важливо правильно організувати виробництво. Ефективна організація виробничого процесу — це запорука стабільної роботи підприємства, особливо якщо йдеться про виготовлення кислототривкого бетону. Такий бетон застосовується в особливо відповідальних конструкціях, тому якість, ритмічність та економічність виробництва мають ключове значення.

Правильне планування дозволяє зменшити простой, уникнути надмірних витрат сировини і забезпечити своєчасне виконання замовлень.

4.1. Дані для розрахунків:

- Тип продукції: кислототривкий важкий бетон класу С45/55, клас експлуатації ХА1
- Кількість змін: 2 на добу
- Тривалість зміни: 8 годин
- Річний фонд часу: 4048 годин
- Коефіцієнт виходу суміші: $K_v = 0,67$
- Коефіцієнт нерівномірності подачі: $K_n = 0,8$
- Річна програма виробництва: 11000 м³

4.2. Орієнтовна тривалість технологічних операцій під час виготовлення кислототривкого бетону.

На підприємстві бетон готується в примусових змішувачах за вертикальною потоковою схемою. Всі етапи — дозування, змішування, подача — автоматизовані, що дозволяє підтримувати стабільну якість суміші при великому обсязі робіт (11 000 м³ на рік).

Робота змішувача організована так, щоб кожен цикл був максимально чітким і передбачуваним. Тривалість технологічних операцій підібрана відповідно до рецептури бетону марки С45/55, класу ХА1 (стійкий до кислот), рухливостю S1 (осадка конуса 20 мм) та з водоцементним співвідношенням до 0,40.

Орієнтовно одна порція бетонної суміші виготовляється за 5 хвилин, що включає:

- Завантаження компонентів — приблизно 2 хвилини. На цьому етапі всі складники (вода, цемент, заповнювачі, рідке скло) потрапляють у змішувач через автоматичні дозатори.
- Перемішування — 2 хвилини. Всі компоненти ретельно перемішуються до однорідної маси з потрібною щільністю.
- Вивантаження готової суміші — 1 хвилина. Готова маса подається у спеціальну приймальну воронку, а далі — в автобетонозмішувач.

Загальний час одного повного циклу становить 5 хвилин або 300 секунд. Ці показники будуть основою для подальшого поопераційного графіка (табл. 4.1) та розрахунку продуктивності змішувачів при двозмінному режимі роботи.

Таблиця 4.1

Поопераційний графік виготовлення товарного кислототривкого бетону

Процес	Операція	Обладнання	Робочі		Термін операції,сек	Поточний час (сек.)				
			професія	кількість		60	120	180	240	300
Виготовлення бетонної суміші	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 перекинутого змішувача у вихідне положення	Бетонозмішувач	Оператор	1	0					

4.3. Опис поопераційного графіка (табл. 4.2) виготовлення бетонної суміші

Поопераційний графік виготовлення бетонної суміші — це наочне представлення послідовності технологічних операцій, які виконуються під час приготування бетонної суміші на заводі. Такий графік дозволяє чітко бачити, скільки часу триває кожна операція, які працівники та обладнання задіяні, і в якій послідовності відбувається виробничий процес. У даному випадку мова йде про виготовлення кислототривкого бетону, що є особливим видом суміші, яка використовується в агресивних середовищах (наприклад, хімічні заводи або очисні споруди).

Графік складається з таблиці, яка містить кілька основних стовпців:

1. Процес – зазначено, що йдеться про виготовлення бетонної суміші.
2. Операція – детально описані всі етапи, які входять у виготовлення однієї порції суміші.
3. Обладнання – яке саме устаткування використовується на кожному етапі.
4. Робочі (професія та кількість) – хто виконує операцію і скільки працівників потрібно.
5. Термін операції (секунди) – скільки часу триває кожна операція.
6. Поточний час (у відрізках по 60 секунд) – графічне представлення у вигляді смуг, що показують, коли відбувається та чи інша операція.

Один стовпчик у графіку відповідає 60 секундам. Усього таких стовпчиків 13, тобто графік охоплює 300 секунд або 5 хвилин – саме стільки триває повний цикл виготовлення однієї порції бетонної суміші.

Детальний розбір операцій:

1. Завантаження компонентів бетонної суміші у бетонозмішувач
Операція триває 120 секунд (тобто 2 відрізки по 60 секунд). Вона починається на третьому відрізку і закінчується на шостому. Для цього використовується обладнання — дозатори, а виконує завантаження один

оператор. Цей етап включає подачу усіх необхідних складників (вода, цемент, заповнювачі, домішки) у бетонозмішувач.

2. Перемішування компонентів бетонної суміші

Починається одразу після завершення завантаження, триває 120 секунд (2 відрізків) — з 3-го по 4-й. На цьому етапі працює бетонозмішувач, який перемішує всі компоненти до отримання однорідної маси. За цей процес також відповідає оператор. Саме цей етап є ключовим для досягнення потрібної якості суміші, особливо зважаючи на специфіку кислототривкого бетону.

3. Вивантаження бетонної суміші

Цей етап триває 60 секунд (1 відрізок), починається на 5-му відрізку. Після того, як суміш приготована, її необхідно вивантажити з бетонозмішувача у транспортну тару або форму. Це також виконується оператором. Знову ж таки використовується бетонозмішувач, але вже в режимі вивантаження.

Призначення графіка:

Такий поопераційний графік використовується для:

- Оптимізації виробничого процесу — завдяки візуалізації можна уникнути простоїв між операціями.
- Розрахунку продуктивності — знаючи тривалість повного циклу, легко визначити, скільки замісів можна зробити за зміну чи добу.
- Організації праці — зрозуміло, скільки працівників і яке обладнання потрібно на кожному етапі.
- Планування технічного обслуговування — графік дає змогу заздалегідь передбачити навантаження на обладнання.
- Навчання персоналу — схема дозволяє швидко ознайомити нових працівників з технологічною послідовністю процесу.

Отже, поопераційний графік виготовлення бетонної суміші є важливим документом для організації чіткого, безперервного й ефективного виробництва. З кислототривким бетоном особливо важливо дотримуватись чіткої технології, адже від цього залежить якість кінцевого продукту. Такий графік дозволяє візуально зрозуміти всі етапи циклу, визначити оптимальну кількість

персоналу, уникнути непотрібних затримок та забезпечити максимальну ефективність роботи цеху.

Визначаємо необхідну кількість бетонозмішувача:

а) Тривалість циклу готування одного замісу змішувачем:

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \text{ хв.} \quad (4.1)$$

$t_1 = 2,5$ хв - час перемішування;

$t_2 = 2$ хв - час на завантаження компонентів;

$t_3 = 1$ хв - час на вивантаження готової суміші;

$t_4 = 1$ хв - повернення механізму

$$t_{\text{ц}} = 2,5 + 2 + 1 + 1 = 6,5 \text{ хв}$$

б) Кількість замісів за одну годину:

$$n_{\text{зб}} = (60 \times K_n) / t_{\text{ц}}, \text{ шт.} \quad (4.2)$$

$$n_{\text{зб}} = (60 \times 0,7) / 6,5 = 8,4 \text{ замісів/год}$$

де K_n - коефіцієнт нерівномірності, $K_n = 0,7$.

Ураховуючи цикл 5 хвилин і коефіцієнт нерівномірності, отримаємо 6,46 замісів на годину

в) Годинна продуктивність одного змішувача

$$P_{\text{год}} = (V_{\text{б}} \times n_{\text{зб}} \times K_v) / 1000 \quad (4.3)$$

де $V_{\text{б}}$ - ємність барабана змішувача по об'єму матеріалів, що завантажуються, м^3 ;

K_v - коефіцієнт виходу сумішей (у щільному тілі) (п. 4.1)

$$P_{\text{год}} = (500 \times 6,46 \times 0,67) / 1000 = 2,81 \text{ м}^3/\text{год}$$

При об'ємі $0,5 \text{ м}^3$ і коефіцієнті виходу $0,67$ продуктивність на годину роботи становить $2,81 \text{ м}^3/\text{год}$.

Виходячі із річної потреби програми 11000 м^3 товарного кислотостійкого бетону, розрахуємо необхідна кількість змішувачів:

$$n^{\text{РЗ}} = (P_{\text{max}} \times K_u) / (T_{\text{річ.год}} \times P_{\text{год}}) \quad (4.4)$$

де P_{max} - річна програма випуску виробів, м^3

$T_{\text{річ.год}}$ - розрахунковий фонд часу, год.;

K_u - коефіцієнт річного використання устаткування $0,7$.

$$n^p_z = (11000 \times 0,7) / (4048 \times 2,81) = 0,68$$

Округлюємо 0,68у більшу сторону та отримуємо ціле число змішувачів $N_z = 1$ та додаємо один запасній.

Річна продуктивність цеху:

$$P_{річ} = P_{год} \times T_{річ.год} \times N_z, (4.5)$$

$$2,81 \times 4048 \times 1 = 11374,9 \text{ м}^3/\text{рік}$$

При такій роботі завод з випуску товарного кислотостійкого бетону буде виробляти на 3% більше продукції за запланований обсяг. Такий показник є цілком прийнятний з економічних міркувань.

Тепер потрібно визначити, скільки всіх компонентів нам знадобиться на різні проміжки робочого часу. Такі дані зводять у відомість у потребі сировинних компонентів товарного кислотостійкого бетону (табл. 4.2)

Таблиця 4.2

Потреба в сировинних складових кислотостійкого товарного бетону

Компоненти	Одиниця виміру	На 1 м ³	Зміна (8 год)	Добова потреба (2 зміни)
Цемент	кг	400	$400 \times 2,81 \times 8 = 8992$	$8992 \times 2 = 17984$
Пісок	кг	960	$960 \times 2,81 \times 8 = 21580,8$	$21580,8 \times 2 = 43161,6$
Щебінь	кг	1012,5	$1012,5 \times 2,81 \times 8 = 22761$	$22761 \times 2 = 45522$
Вода	л	160	$160 \times 2,81 \times 8 = 3596,8$	$3596,8 \times 2 = 7193,6$
Рідке скло	кг	12	$12 \times 2,81 \times 8 = 269,8$	$269,8 \times 2 = 539,6$

На підставі проведених розрахунків можна зробити висновок, що для забезпечення річної програми виробництва кислототривкого бетону обсягом 11000 м³ достатньо одного бетонозмішувача об'ємом 0,5м³.

Другий змішувач виконує функцію резервного та забезпечує страхування від поломок або технічного обслуговування.

Розділ 5. Проектування споруд заводу

5.1 Вибір технологічної схеми виробництва

Процес виробництва бетонної суміші на підприємстві організований за вертикальною схемою компоновки, яка забезпечує ефективне гравітаційне переміщення компонентів згори вниз і відповідає ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016 [6].

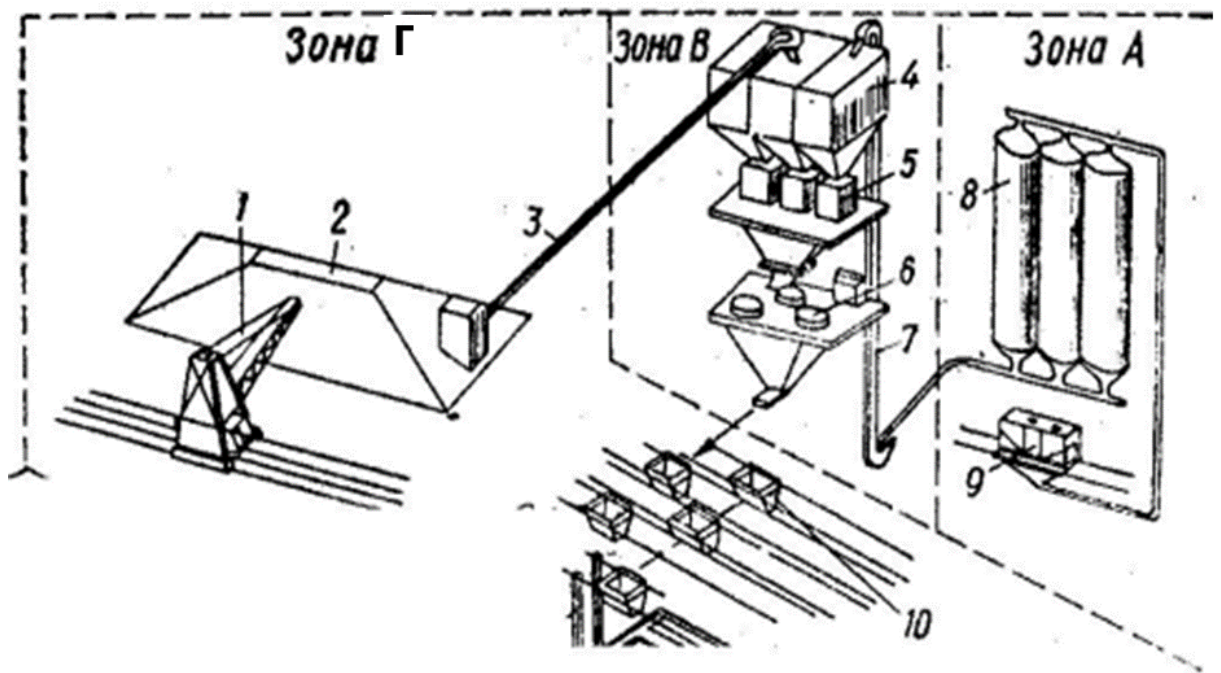


Рисунок 5.1. Технологічна схема виробництва

Зона А-складська:

8-Силоси для цементу (вертикальні ємності для зберігання цементу);

9-Шнековий живильник цементу (подає цемент у силос);

Зона В технологічна:

4-Бункери для інертних (забезпечує накопичення інертних перед дозуванням);

5-Вагові дозатори;

6-Замішувач;

7-система транспортування цементу;

10-Лінія подачі (транспортування)

Зона Г складська:

1-Козловий кран (подає інертні матеріали зі складу до завантажувального бункера);

2-Склади інертних матеріалів (зберігання піску та щебню);

3-Похилений стрічковий транспортер (подає інертні матеріали в бункери);

Детальний опис виробничого процесу за схемою (рисунок 5.1)

Етап 1: Подача інертних матеріалів Автотранспорт доставляє пісок і щебінь до відкритих складів (2). Звідти за допомогою козлового крану (1) матеріали завантажуються в приймальний бункер і подаються далі похиленим стрічковим транспортером (3) у накопичувальний бункери (4).

Етап 2: Подача інертних

З бункерів пісок і щебінь потрапляють у вагові дозатори (5), де кожен компонент зважується відповідно до рецептури. Паралельно цемент із силосів (8) через шнековий живильник (9) подається у власний дозатор, де також проходить зважування.

Етап 3: Змішування

Усі дозовані компоненти потрапляють у гравітаційний змішувач (6). Тут відбувається інтенсивне перемішування протягом 5 хвилин, що забезпечує рівномірність структури товарного кислототривкого бетону. У представленій схемі технологічного процесу передбачено один робочий бетонозмішувач, який забезпечує проектну продуктивність. Окрім нього, конструктивно передбачено місце для встановлення резервного змішувача, який нормальному режимі не задіяний, але може бути уведений в роботу у разі аварії чи обслуговування основного обладнання.

Аналогічно, запроектовано другий (резервний) вивантажувальний отвір із приймальною воронкою, що не функціонує постійно, але забезпечує технологічну гнучкість і безперервність виробництва.

Етап 4: Вивантаження готової суміші подається у бетонозмішувач. Подальше транспортування здійснюється по лінії подачі (10).

5.2 Проектування головного корпусу заводу

Головний корпус бетонозмішувального вузла виконується як багаторівнева вертикальна конструкція відповідно до технологічної схеми (рисунок 5.1).

Схема розміщення

Зважаючи на те, що передбачено один робочий бетонозмішувач (об'ємом $0,5 \text{ м}^3$) та один запасний, а також реалізується один напрям транспортування бетонної суміші та один запасний, застосуємо однорядну схему розміщення змішувачів. Така схема найкомпактніша, дозволяє зменшити площу, яку займає виробнича зона, та спростує обслуговування обкладення.

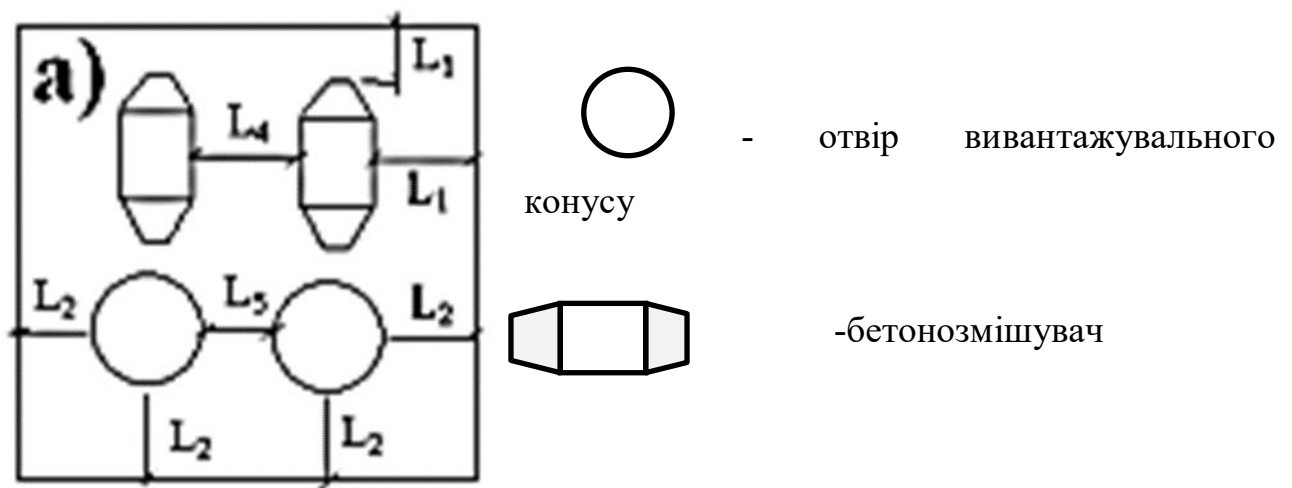


Рисунок 5.2. Однорядна схема розташування змішувачів

Основні габаритні розміри змішувального відділення визначено ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016 та технологічної схеми розташування обладнання (рисунок 5.1):

- L_1 – відстань від змішувача до стіни: 1,9 м
- L_2 – відстань від отвору вивантажувального конусу до стіни: 1,9 м
- L_3 – відстань від одного напрямку вивантаження до другого: 2,6 м

- L_4 – відстань між двома змішувачами: 2,6 м
- L_5 – відстань між отворами вивантажувальних конусів: 2,6 м

Отже внутрішня ширина змішувального відділення :

$$1,9+1,5+2,6+1,5+1,9=9,4\text{м}$$

Структура корпусу включає п'ять функціональних рівнів: розвантажувальний, змішувальний, дозаторний, бункерний і надбункерний.

Перший, розвантажувальний рівень H_1 , розташований на відмітці ± 0.000 . Він призначений для вивантаження готової бетонної суміші у міксери або форми через приймальну воронку. Висота цього рівня приймається 4,0 метри з урахуванням габаритів міксера, бетоноприймача та зони обслуговування. Нормативне обґрунтування – ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016.

Другий, змішувальний рівень H_2 , є основним технічним ядром корпусу, де розміщено гравітаційні бетонозмішувачі. Висота цього рівня визначається за формулою:

$$H_2 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4;$$

Де

- h_1 – висота найбільш високого змішувача (3,0 м),
- h_2 – висота другого за висотою змішувача (2,0 м),
- h_3 – висота вантажозахватного пристрою (1,0 м),
- h_4 – висота вантажопідіймального механізму (1,0 м).

Усього: $H_2 = 7,0$ м, але з урахуванням стандартного обслуговування приймається висота 5,0 м. Нормативне обґрунтування – ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016.

Третій, дозаторний рівень H_3 , забезпечує точне дозування компонентів бетонної суміші (інертні матеріали, цемент, добавки). Він має висоту 9,0 метрів, що обумовлено необхідністю розміщення силосів, шнекових живильників та системи вагових дозаторів. Нормативне обґрунтування – ДСТУ Б В.2.7-215:2009, який регламентує компонування та автоматизацію бетонозмішувальних вузлів.

Четвертий, бункерний рівень H_4 , слугує для зберігання добового запасу інертних матеріалів. Висота приймається 2,2 м, що відповідає мінімальній допустимій висоті для розміщення бункерів і обслуговування згідно з вимогами ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016.

П'ятий, надбункерний рівень H_4 , використовується для подачі матеріалів із транспортера у відповідні бункери. Висота також приймається 2,2 м згідно з тими ж нормативами – ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016.

Таким чином, загальна висота головного корпусу становить:

$$H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 = 4,0 + 5,0 + 9,0 + 2,2 + 2,2 = 22,4\text{м}$$

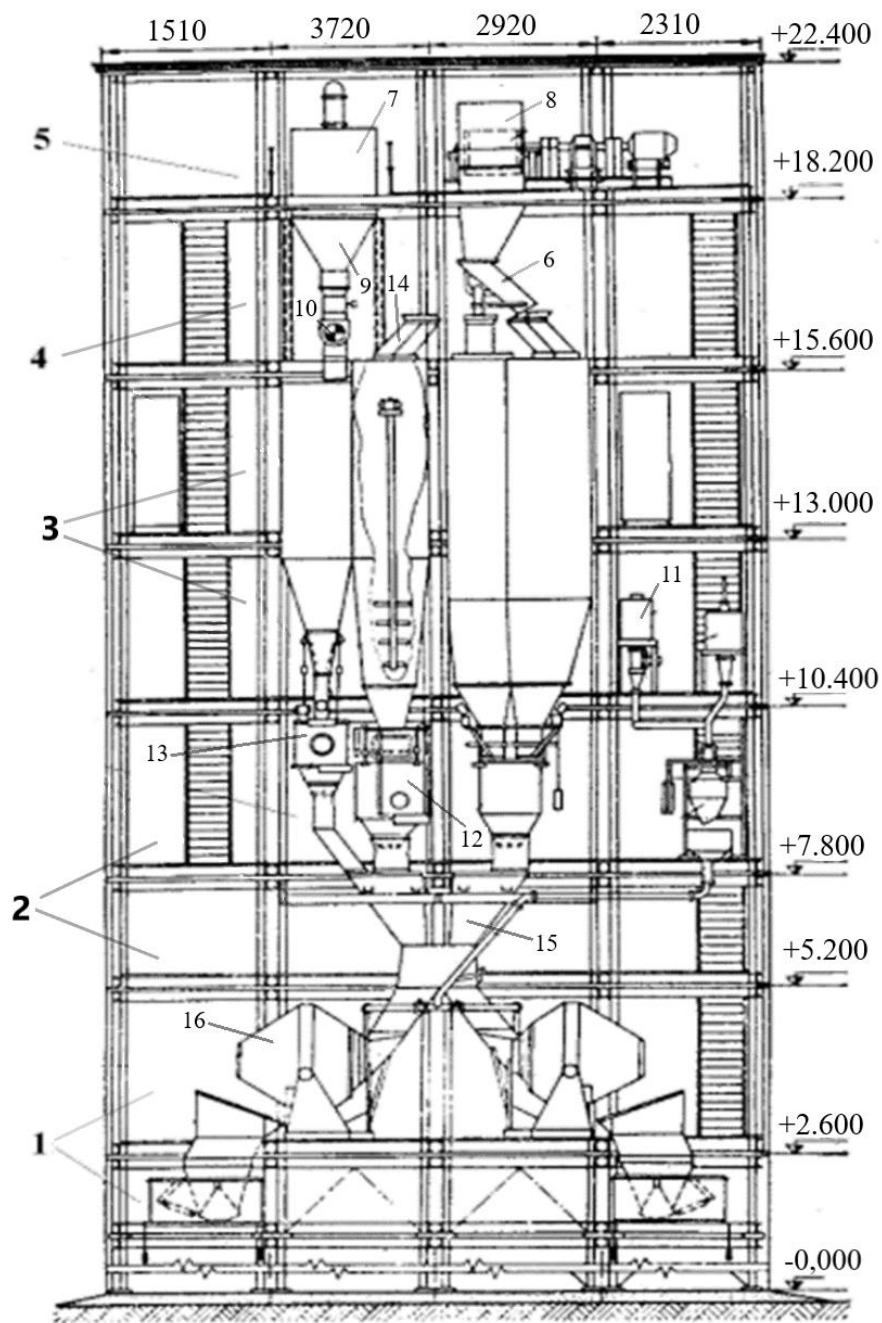


Рисунок 5.3.Схема головного корпусу:

Рівні конструкцій (1-5): 1-розвантажувальний рівень;2- змішувальний рівень;3- рівень дозування;4- рівень бункерів;5- надбункерний рівень.

Елементи технологічного обладнання(6-16):6- стрічковий похилий транспортер;7- бункер для щебню;8- бункер для піску;9- ваговий дозатор інертних матеріалів;10- цементний силос;11- ваговий дозатор цементу;12- змішувач робочий (примусовий, об'єм 0,5 м³);13- змішувач запасний (примусовий, об'єм 0,5 м³);14-надбункерне обслуговування;15- приймальна воронка для бетонної суміші;16- бетонозмішувальний пост.

Загальна габаритна ширина головного корпусу визначена на основі структурного поділу технологічної схеми (рис. 5.3) на чотири функціональні секції. Для кожної секції прийнято індивідуальну ширину відповідно до складу обладнання, яке в ній розміщено, а також з урахуванням вимог до зон обслуговування, безпечних проходів і конструктивних норм згідно з ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016.

Перша секція (ліва) включає лише вивантажувальний пристрій бетонної суміші (поз. 16) на рівні +2.600, без вертикального технологічного обладнання на вищих рівнях. Вона виконує допоміжну функцію та приймає ширину 1200 мм, що достатньо для розміщення воронки і обслуговування.

Друга секція є найнасиченішою за функціоналом. У ній розміщено цементний силос (поз. 7), шнек подачі цементу (10), ваговий дозатор цементу (9), фільтр (14), а також основні змішувачі бетонної суміші (12 і 13). З огляду на вертикальну побудову та потребу в зоні обслуговування, ширина цієї секції прийнята 3600 мм.

У третій секції знаходяться бункери інертних матеріалів — щебеню та піску (поз. 6 і 8), а також приймальна воронка (поз. 15). Цей блок об'ємний, але менш насичений обладнанням, тому його ширина обґрунтовано прийнята 2800 мм.

Четверта секція включає ваговий дозатор інертних матеріалів (поз. 11), розташований вертикально в межах одного рівня. Ширина секції встановлена 2000 мм, що достатньо для розміщення обладнання та обслуговуючого персоналу.

Між секціями передбачено три внутрішні перегородки по 120 мм, розподілені згідно з конструктивними вимогами. Зовнішні стіни корпусу прийнято товщиною по 250 мм з кожного боку відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010. Таким чином, загальна габаритна ширина корпусу становить:

1200 мм (вивантаження) + 3600 мм (цемент і змішування) + 2800 мм (інертні) + 2000 мм (дозатор) + 3 × 120 мм (перегородки) + 2 × 250 мм (стіни) = 10 460 мм, або 10,46 м.

Всі позначення обладнання (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16) відповідають позиціям на рисунку 5.2.2 , які взяті з типового технологічного розрізу вертикального бетонозмішувального вузла, адаптованого до обраної вертикальної схеми виробництва.

5.3. Проектування складів компонентів бетонної суміші

5.3.1. Розрахунок складів в'язучих.

Щоб забезпечувати безперервну роботу підприємства необхідно передбачувати достатній запас цементу на складі. Основним є місткість складу, розраховуємо за формулою:

$$V = \frac{Ц_0 \times n \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5}{П_в}$$

де:

- $Ц_д$ - добова потреба цементу (з табл. 4.2)
- n -10діб-нормативний запас зберіганняцементу,
- $K_1=1,2$ -коефіцієнт нерівномірності надходження автотранспорт
- $K_3=1,4$ - коефіцієнт нерівності споживання,
- $K_3=1,04$ - коефіцієнт втрат при розвантаженні,
- $K_4=0,943$ -коефіцієнт використання обладнання,

- $K_5=0,9$ - коефіцієнт заповнення ємності,
- $P_v=1100\text{кг/м}^3$ - насипна густина цементу.

Підставимо дані у формулу:

$$V = \frac{17984 \times 10 \times 1,2 \times 1,4 \times 1,04 \times 0,943 \times 0,9}{1100} = 242,43 \text{ м}^3$$

Отже для цементу потрібна місткість 242,4 м³. Беремо один силос об'ємом 270 м³ що, з урахуванням коефіцієнту споживання, надходження, можливих втрат забезпечує нормативний 10-денний запас.

5.3.2.Розрахунок складів заповнювачів

Запаси основних заповнювачів — піску та щебню. Їх кількість у складах визначається з урахуванням середньодобової потреби та ряду коефіцієнтів, які враховують можливі втрати, нерівномірне постачання й використання, а також ефективність заповнення складів.

Місткість кожного складу розраховується за такою формулою

$$V = \frac{P_d(\text{Щ}_d) \times n \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4}{P_3}, \text{ м}^3$$

де:

- $P_d(\text{Щ}_d)$ - витрата заповнювача на кг/добу (таблиця 4.2)
- n - запас у днях (приймається 10діб);
- K_1 — коефіцієнт нерівномірності постачання(1,2 для автотранспорту);
- K_2 — коефіцієнт нерівномірності споживання заповнювача, (1.4);
- K_3 —втрати при перевантаженні (1,04);
- K_4 — коефіцієнт використання об'єму складу (0,943);
- P_3 — густина заповнювача в насипному стані, кг/м³.(розділ 1.2)

Розрахунок складу піску:

Місткість складу:

$$V_{\text{пісок}} = \frac{43161,6 \times 10 \times 1,2 \times 1,4 \times 1,04 \times 0,943}{1600} = 444,4 \text{ м}^3$$

Розрахунок складу щебню:

Місткість складу:

$$V_{\text{щебню}} = \frac{45522 \times 10 \times 1,2 \times 1,4 \times 1,04 \times 0,943}{1350} = 555,5 \text{ м}^3.$$

Згідно розрахункам, для повноцінної роботи на обсяг 11000 м³ бетонної суміші потрібен 10-дневний запас інертних матеріалів. Для цього необхідно:

- два бункери для піску по 225 м³ (загальним об'ємом 450 м³);
- два бункери для щебню по 280 м³ (загальним об'ємом 560 м³).

Разом потрібно 4 окремі бункери загальної місткістю 1010 м³. Такий поділ дозволяє зберігати матеріали окремо уникати змішування та забезпечувати безперервне живлення дозаторів згори.

Розділ 6. Контроль якості

Контроль якості бетонної суміші на підприємстві є важливим етапом забезпечення відповідності продукції встановленим технічним вимогам і нормативним документам. Для виготовлення кислототривкого бетону марки С45/55 щоденно проводиться широкий спектр випробувань, які здійснює виробнича лабораторія.

Основна увага приділяється приймальному контролю, що проводиться безпосередньо перед відвантаженням бетонної суміші споживачеві. Контроль охоплює перевірку виду суміші, її рухливості (осадка конуса), температури, а також інших показників, визначених нормативними документами. При потребі або за вимогою замовника здійснюються додаткові випробування, зокрема на міцність, морозостійкість, водопроникність, стиранність тощо.

У цьому розділі представлено загальні принципи організації контролю якості, перелік основних показників, нормативні посилання та періодичність перевірок. Для зручності наведено заповнені таблиці 6.1 і 6.2 з відповідними ДСТУ та даними, що підтверджують системний підхід підприємства до забезпечення стабільної якості бетонної продукції.

Таблиця 6.1

Показники, що контролюються для товарного кислототривкого бетону

Найменування контрольованого показника	Нормативний документ, що		Контролююча служба і періодичність контролю
	Встановлює технічні вимоги до показника якості	встановлює методи контролю та випробувань	
1. Вид суміші	ДСТУ Б В.2.7-288:2011. Бетони хімічно стійкі. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-114-2002. Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань	Виробнича лабораторія. Кожна партія суміші
2. Легкоукладальність (рухливість чи жорсткість)	ДСТУ Б В.2.7-96-2000 Суміші бетонні. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-114-2002 Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань	Виробнича лабораторія, кожен заміс
3. Середня температура суміші (за необхідності)	ДСТУ Б В.2.7-96-2000 Суміші бетонні. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-114-2002 Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань	Виробнича лабораторія кожен заміс

Опис приймального контролю якості бетонних та розчинних сумішей (таблиці 6.1)

Приймальний контроль якості на підприємстві виконується виробничою лабораторією і включає постійну перевірку основних характеристик бетонної суміші перед її відвантаженням споживачу. Всього підприємство виготовляє 11 000 м³ бетонної суміші на рік, що становить близько 43,5 м³ на добу (при 253 робочих днях).

Для забезпечення такого обсягу використовується 1 робочий бетонозмішувач об'ємом 0,5 м³, що виконує 8,4 замісів/год, або приблизно 134,4 замісів за добу.

На кожен із цих 134 замісів виконується контроль рухливості суміші (осадка конуса 20 мм — S1), що становить 134 перевірок щодня за п. 2 таблиці 6.1. Ці випробування проводяться згідно відповідних нормативних документів.

Контроль виду суміші (п. 1) здійснюється для кожної партії, яка, згідно з технологією, формується з декількох замісів (наприклад, партія у 5 м³ = 10 замісів). Тобто при добовому випуску 43,5 м³ відбувається близько 8 партій на день — і, відповідно, 8 приймальних випробувань виду суміші щодня.

Контроль температури суміші (п. 3) проводиться вибірково для кожного замісу, якщо температура повітря на момент виробництва виходить за межі нормального (наприклад, нижче -5°C або вище +30°C). У холодний або спекотний період кількість перевірок зростає до 100% замісів, тобто до 134 вимірів щодня.

Таблиця 6.2

Приймальний контроль кислототривкого бетону

Найменування контрольованого показника	Нормативний документ, що встановлює		Контролююча служба, періодичність та обсяг контролю
	встановлює технічні вимоги до показника якості	встановлює методи контролю та випробувань	
Водопроникність бетону	ДСТУ Б В.2.7-288:2011	ДСТУ Б В.2.7-170:2008	Один раз на 500 м ³
Клас (марка) бетону та розчину за міцністю. Відпускна міцність бетону та розчину	ДСТУ Б В.2.7-288:2011	ДСТУ Б В.2.7-214:2009	Виробнича лабораторія. Кожна партія
Морозостійкість бетону	ДСТУ Б В.2.7-288:2011	ДСТУ Б В.2.7-47-96	Один раз на квартал
Показник пористості бетону	ДСТУ Б В.2.7-288:2011	ДСТУ Б В.2.7-170:2008	Один раз на місяць
Стиранність бетону	ДСТУ Б В.2.7-288:2011	ДСТУ Б В.2.7-212:2009	При вимогах замовника або раз на квартал
Щільність важкого бетону	ДСТУ Б В.2.7-288:2011	ДСТУ Б В.2.7-214:2009	Виробнича лабораторія. Кожна партія
Якість структури бетону	ДСТУ Б В.2.7-288:2011	ДСТУ Б В.2.7-212:2009	Кожна партія або при виявленні візуальних дефектів

Опис до таблиці 6.2

Водопоглинання бетону: це важливий показник для кислототривких бетонів, оскільки він демонструє, наскільки бетон вбирає вологу, яка може містити агресивні речовини. Згідно з нормативами, водопоглинання для кислототривкого бетону не повинно перевищувати 4–5%. Контроль проводиться раз на місяць, за ДСТУ Б В.2.7-170:2008 [7]. Це дозволяє виявити зміни в структурі матеріалу, що можуть вплинути на його довговічність. Водопроникність бетону: показник, що вказує, наскільки глибоко вода здатна проникнути у бетон. Для нашої суміші класу C45/55 він має відповідати не нижче W8. Контроль виконується раз на кожні 500 м³ продукції, що для підприємства з річною програмою у 11 000 м³ означає приблизно 22 випробування на рік. Випробування здійснюється згідно з ДСТУ Б В.2.7-170:2008 [7].

Клас (марка) бетону за міцністю. Відпускна міцність: це основний показник, що визначає надійність бетону. Для заводу застосовується бетон C45/55, тобто із розрахунковою міцністю 45 МПа на циліндрі та 55 МПа на кубі. Контроль відпускної міцності здійснюється на кожну партію, що складає приблизно 8 партій щодня. Здійснює виробнича лабораторія за ДСТУ Б В.2.7-214:2009[8].

Морозостійкість бетону (F300): цей показник демонструє, скільки циклів заморожування і розморожування витримає бетон без руйнування. Для хімічно активних середовищ, як у нашому випадку, застосовується F400. Контроль проводиться раз на квартал, відповідно до ДСТУ Б В.2.7-47-96[9].

Показник пористості бетону: цей показник пов'язаний із водопоглинанням і характеризує частку пористого об'єму в бетоні. Для нашої суміші граничний рівень не більше 12% відкритих пор. Контроль виконується раз на місяць, методика — згідно з додатком В ДСТУ Б В.2.7-170:2008[7].

Стиранність бетону: показник, що демонструє стійкість бетону до стирання, актуальний для дорожніх або промислових покриттів. Для конструкцій у хімічному середовищі він менш критичний, але перевіряється раз на квартал або за вимогою замовника, особливо якщо бетон використовують у зонах з абразивними впливами. Норматив — ДСТУ Б В.2.7-212:2009[10].

Щільність важкого бетону: це один з основних показників для приймального контролю. Згідно з ДСТУ, щільність важкого бетону має бути не менше 2200 кг/м³. Виробнича лабораторія проводить контроль для кожної партії, оскільки щільність прямо впливає на міцність, водонепроникність і морозостійкість.

Якість структури бетону: цей контроль передбачає візуальний огляд та мікроструктурний аналіз бетону на предмет наявності тріщини, пустот або розшарування. Згідно з ДСТУ, контроль виконується для кожної партії або при виявленні дефектів під час зовнішнього огляду. У випадку візуального браку лабораторія проводить додаткові дослідження за ДСТУ Б В.2.7-212:2009.

Карта контролю якості (таблиця 6.3)

Для забезпечення стабільної якості продукції на підприємстві з виробництва кислототривкого бетону передбачено багаторівневу систему контролю. Одним із ключових інструментів управління якістю є карта контролю основних операцій, яка містить деталізований перелік усіх етапів виробництва, що підлягають контролю з боку відповідальних осіб. У ній вказано методи перевірки, періодичність, місце виконання контролю, а також документи, де фіксуються результати.

Карта контролю дозволяє не лише підтримувати високу якість бетонної суміші, а й швидко виявляти відхилення у процесі дозування, змішування, транспортування або зберігання компонентів. Це дає змогу оперативно вносити коригування в технологічний процес. Вона також є частиною графічної документації та дублюється у відповідному кресленні у вигляді графічної схеми на аркуші формату А3.

Таблиця 6.3

Карта контролю якості

Основні операції, що підлягають контролю	Склад контролю	Місце контролю	Метод і засоби контролю	Періодичність і обсяг контролю	Особа, що контролює операцію	Документ, у якому реєструються результати контролю	Особа, відповідальна за забезпечення технології
Вхідний контроль компонентів бетонної суміші	1. Якість цементу (М500) 2. Характеристики піску 3. Щебінь 4. Якість води	Склади цементу, інертних, лабораторія	1. Візуальна перевірка 2. Випробування зразків 3. Хімічний аналіз	Перед кожною поставкою Кожна нова партія	Лаборант Зав. лабораторією	Журнал вхідного контролю	Зав. лабораторією, начальник складу
Виготовлення бетонної суміші	1. Точність дозування 2. Час перемішування 3. Консистенція суміші 4. Температура	Дозатори Змішувач	1. Спостереження за приладами 2. Тарування дозаторів 3. Відбір проб 4. Термометр	1. Раз у зміну 2. Кожен заміс 3. 2 рази/зміну 4. Кожен заміс при $t < -5^{\circ}\text{C}$ чи $> +30^{\circ}\text{C}$	Лаборант Оператор змішувача	Журнал лабораторних випробувань	Зав. Лабораторією Начальник змішувального цеху
Відвантаження бетонної суміші	1. В/Ц 2. Щільність і рухливість 3. Візуальний контроль партії	Місце вивантаження	1. Відбір проб 2. Осадка конуса 3. Візуальний огляд	Кожна партія (≈ 8 партій/доба)	Лаборант	Паспорт якості Журнал контролю партій	Зав. лабораторією

Контроль готової продукції (бетону)	1. Міцність 2. Морозостійкість 3. Водопоглинання 4. Водонепроникність 5. Пористість	Лабораторія	Випробування зразків: преси, сушарки, установки ВП	1. Щомісяця 2. Щокварталу 3. Щомісяця 4. Раз на 500 м³ 5. Щомісяця	Лаборант	Журнал випробувань бетону	Зав. лабораторією
Технічний стан обладнання	1. Дозатори 2. Змішувачі 3. Силоси, транспортери	Виробнича зона	Візуальний огляд, техобслуговування , техпаспорт	1. Щодня (оператор)2. Щомісяця (механік) 3. <u>Щопівроку</u> (перевірка)	Оператор, механік	Журнал техобслуговуван ня	Головний механік, начальник цеху

Розділ 7. Охорона праці та техніка безпеки

Технологічний процес виробництва кислототривкого бетону на підприємстві повинен відповідати вимогам охорони праці та безпеки згідно нормативів України. Під час виконання робіт дотримуються умови, що забезпечують безпечне середовище для працівників, мінімізацію професійних ризиків і зниження шкідливих факторів.

Всі виробничі приміщення обладнуються з урахуванням норм природного та штучного освітлення (ДБН В.2.5-28:2018[11]), а також вентиляції та опалення. Комплекс заходів із забезпечення безпечних умов праці та охорони навколишнього середовища ДСТУ-Н Б А.3.1-35:2016[12]. Подання матеріалів відбувається по герметичних системах транспортування.

Усі основні операції — приготування та транспортування суміші- згідно з ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016 [13]. Дільниці, де працює обладнання з рухомими частинами (змішувачі, скіпові витяги), огорожені і мають запобіжні пристрої. ГОСТ 12.2.062-811 [14].

Заборонено перебування людей у напрямках при роботі витягів або під час чищення, ремонту та профілактики. Траси руху ковшів мають бути захищені металевою сіткою, встановлюються уловлювачі й кінцеві вимикачі. Роботи в силосах і бункерах дозволяються лише з нарядом-допуском та із застосуванням лебідок і страхувальних пристроїв. Всі люки мають герметичні кришки, ключі від яких зберігаються у відповідальній особи.

Роботи всередині повинні виконуватися з відповідним інструктажем і попередженням персоналу за допомогою табличок «Не включати — працюють люди» (ДСТУ ISO 7010:2021 [15]).

Подача сипких матеріалів (щебеню, піску) допускається лише зверху, під кутом природного укосу. Починати вибірку знизу заборонено. На відкритих майданчиках встановлюються обмежувачі та заборонні знаки. У разі доставки залізницею швидкість руху вагонів на естакадах не повинна перевищувати 5 км/год, а перебування людей у зоні подачі заборонене.

Організація робочих місць передбачає наявність шаф для інструменту, заборону залишення сторонніх предметів на обладнанні, постійне утримання чистоти та регулярні профілактичні огляди. Усі працівники проходять навчання з питань охорони праці та дій у надзвичайних ситуаціях згідно з Постановою КМУ №44 від 26.01.2022 [16].

Комплекс заходів охорони праці гарантує безпеку функціонування підприємства, зниження виробничих ризиків та збереження здоров'я працівників у будь-яких режимах роботи.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ Б В.2.7-288:2011 Бетони хімічно стійкі. Технічні умови. Чинний з 2013-03-01. – Вид. офіц. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 20 с.
2. ДСТУ 9183:2022 Цементи. Загальні технічні умови. Чинний від 2023-01-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2023. 36 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-131:2007 Будівельні матеріали. Пісок кварцовий. Технічні умови. Чинний з 2008-01-01. – Вид. офіц. – Київ: Мінрегіонбуд, 2007. – 14 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-75-98 Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови. Чинний з 1999-01-01. – Вид. офіц. – Київ: Держбуд України, 1998. – 20 с.
5. ДСТУ Б В.2.7-273:2011 Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови (ГОСТ 23732-79, MOD). Чинний з 2012-12-01. – Вид. офіц. – Київ: Мінрегіон України, 2012. – 14 с.
6. ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016 Настанова з виробництва бетонних і залізобетонних виробів. Чинний з 2017-04-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2017. 45 с.
7. ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності. Чинний від 2009-07-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 32 с.
8. ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками. Чинний від 2010-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 24 с.
9. ДСТУ Б В.2.7-47:96. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення морозостійкості. Загальні вимоги. Чинний від 1997-04-01. Вид. офіц. Київ : Держбуд України, 1997. 9 с.
10. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Бетони. Правила контролю міцності. Чинний від 2010-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 19 с.
11. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Чинний від 2019-03-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 56 с.

12. ДСТУ-Н Б А.3.1-35:2016 Настанова з проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів. Чинний з 2017-04-01. – Вид. офіц. – Київ: Мінрегіонбуд, 2017. – 40 с.
13. ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016 Настанова з виробництва бетонних і залізобетонних виробів. Чинний з 2017-04-01. – Вид. офіц. – Київ: Мінрегіонбуд, 2017. – 45 с.
14. ДБН А.3.2-2:2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. (НПАОП 45.2-7.02-12) Чинний від 2012-04-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 44 с.
15. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Чинний з 2020-07-01. – Вид. офіц. – Київ: УкрНДНЦ, 2020. – 46 с.
16. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 104 с.