

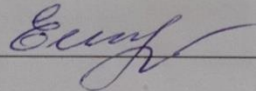
Міністерство освіти і науки України
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Будівельний факультет
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ, МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

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 дорожнього бетону
заданої якості

Виконав: студент групи БІ-21 Нечипоров Артем Юлійович

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

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

В.О.
"20" червня 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Нечипорову Артему Юлійовичу

1. Тема роботи **Завод з випуску товарного дорожнього бетону заданої якості**

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

затверджені наказом університету від "31" 03 2025 року № 185с

2. Строк подання студентом роботи 05 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи

- Клас бетону за міцністю на стиск – С45/55;
- Клас умов експлуатації конструкцій, які будуть виготовлені з бетону – XD3;
- Ступінь відповідальності будівель і споруд, для виготовлення конструкцій яких призначено бетон – I;
- Розрахункова температура зовнішнього повітря при експлуатації бетону – t -20...-40°C;
- Марка бетонної суміші – S1;
- Планова потужність підприємства – P 10000 м³.

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

5. 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 (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

(підпис)

Нечипоров А.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Шишкіна О.О.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

бакалаврської кваліфікаційної роботи

студента гр.. БІ-21 Нечипорова Артема Юлійовича

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

Актуальність теми. Тема кваліфікаційної роботи є актуальною в теперішній час, зважаючи на масштаби руйнувань в Україні в умовах повномасштабного вторгнення. Адже саме дороги є однією з найбільш важливих критичних інфраструктур, функціонування якої напрямку впливає на життєдіяльність усієї країни. Бетонні дороги мають високу довговічність, здатність витримувати значні навантаження та стійкість до деформацій, що робить їх ідеальним рішенням для інтенсивного руху та експлуатації в складних кліматичних умовах. Це дозволить відновити транспортне сполучення, забезпечити логістичні потреби та сприяти економічному розвитку країни в післявоєнний період.

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

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

Обсяг кваліфікаційної роботи: Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, викладеної на 43 сторінках, яка складається зі вступу, семи розділів, які містять 4 рисунки, 15 таблиць, списку використаних джерел з 23 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	12
3. Визначення складу бетону	15
4. Організація роботи підприємства	16
5. Проектування споруд підприємства	22
5.1. Вибір технологічної схеми виробництва	22
5.2. Проектування головного корпусу заводу	25
5.3. Проектування складів бетонної суміші	28
5.3.1. Розрахунок складів в'язучої речовини	28
5.3.2. Розрахунок складів заповнювачів	29
6. Контроль якості	31
7. Охорона праці та техніка безпеки	37
Список використаної літератури	43

ВСТУП

На світовому ринку сектор виробництва бетонних сумішей являється одним з найбільших у будівельній галузі. Він характеризується постійним зростанням обсягів та збільшенням інноваційних рішень. Попит на бетон от вже багато десятиків років не зменшує обертів, що зумовлено урбанізацією, розширенням транспортних мереж, реалізацією масштабних інфраструктурних проєктів, а також необхідністю відновлення та реконструкції існуючих об'єктів.

В Україні галузь виробництва бетонних сумішей також посідала одне з перших місць. Однак, військова агресія призвела до значних руйнувань промислових об'єктів та інфраструктури, що, зрозуміло, негативно вплинуло на обсяги виробництва товарного бетону та умови його постачання. Проте, якби це не було парадоксально, потреба в масштабній відбудові, в тому числі десятиків, якщо не сотень тисяч кілометрів доріг, створило величезний попит на товарний бетон (бетонні суміші).

Для кожної країни ознакою розвиненої інфраструктури є стан автомобільних доріг. Адже саме вони відіграють ключову роль у забезпеченні економічного розвитку, соціальної взаємодії та мобільності населення. Якість стану дорожнього покриття здійснює прямий вплив на те, наскільки є безпечним рух, якими є витрати на логістику, чи комфортно пересуватися дорогами. В цьому контексті, бетон як будівельний матеріал посідає одне з центральних місць завдяки своїм універсальним властивостям. Розвиток технологій виробництва бетону, зокрема дорожнього, є безперервним процесом, спрямованим на підвищення його експлуатаційних характеристик та зниження вартості життєвого циклу дорожнього полотна.

Особливості дорожнього бетону полягають у його специфічних властивостях та вимогах до нього, які відрізняються від властивостей та вимог до інших видів бетону. Дорожній бетон повинен витримувати динамічні навантаження від транспорту, що рухається, різкі коливання температури, вплив атмосферних опадів, а також агресивні речовини, що дуже часто

використовуються в зимових час. Тому до його складу пред'являються підвищені вимоги щодо якості цементу, крупного та дрібного заповнювачів, а також хімічних добавок.

З огляду на вищезазначене, проєктування заводу з випуску товарного дорожнього бетону заданої якості є надзвичайно актуальною та своєчасною темою.

Відповідно до ДБН А.2.2-3:2014 дана випускна 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 бетону

Продукцією даного заводу є суміш бетонна, який після твердіння перетвориться на бетон дорожній з такими показниками:

Клас бетону за міцністю при стиску	Клас впливу середовища експлуатації	Ступінь відповідальності будівель і споруд, для виготовлення конструкцій яких призначено бетон	Розрахункова температура зовнішнього повітря при експлуатації бетону
C45/55	XD3	I	-20...-40

Марка бетону по морозостійкості – F300

Марка бетону по водонепроникності – W8.

Характеристика бетонної суміші

Товарний бетон, що буде випускатися на даному підприємстві, робота якого проектується, матиме показник легкоукладальності – S1. Рухомість даної бетонної дорожньої суміші становить 20 мм.

Характеристика компонентів бетонної суміші

Для виготовлення високого міцного товарного бетону необхідно застосовувати відповідні вихідні компоненти, які забезпечать досягнення необхідних характеристичних показників. При цьому вони повинні відповідати вимогам відповідних нормативних документів.

Цемент

Цемент для дорожнього бетону обираємо згідно вимог, наведених в [1,2].

Портландцемент СЕМ І характеризується таким хімічним складом: 95-100% клінкеру, додаткових складників 0-5%

Вміст сульфату SO_3 – менше 4%

Вміст хлориду становить менше 0,1%

Втрати маси при прожарюванні не повинні перевищувати 5%

Марка цементу – 500.

Клас по міцності цементу – 52,5N. Рання міцність для таких цементів становить більше 20 МПа.

Активність цементу – 620 кгс/см².

Початок тужавлення – не раніше 2 годин.

Кінець тужавління – не пізніше 6 годин.

НГЦТ – 0,25

Рівномірність зміну об'єму цементу становить менше 10 мм

Щільність насипна цементу становить 1200 кг/м³

Щільність істинна становить 3100 кг/м³

Дрібний заповнювач

В якості дрібного заповнювачу буде використовуватися кварцовий збагачений пісок, який відповідає вимогам [3].

Хімічний склад піску: SiO_2 не менше 95%, Fe_2O_3 більше 0,25%

Найбільший розмір зерен – 3 мм

Модуль крупності – 1,8

Вміст глинистих і пилюватих часток становить не більше 1%

Щільність насипна 2500 кг/м³

Щільність істинна 1550 кг/м³

Крупний заповнювач

В якості крупного заповнювачу для виготовлення високоміцного товарного бетону буде використаний природний гранітний щебінь, який відповідає вимогам [4,5].

Розмір часток (фракція) – 20-40 мм

Марка щебеню за дробильністю – 1200

Форма зерен – кубовидна

Вміст зерен пластинчатої та голчатої форми становить 12%

Вміст зерен слабких порід становить 3%

Вміст пиловидних і глинистих часток не більше 0,6%

Порожнистість – 20%

Щільність насипна 2300 кг/м³

Щільність істинна 1400 кг/м³

Марка за морозостійкістю F200

Марка за стиранністю Ст-II

Вода

Вимоги до води для замішування цементнобетонних дорожніх сумішей встановлюються за [6]:

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

Добавки

Так як дана бетонна суміш має низький показник рухомості, для її виготовлення буде використана добавка суперпластифікатору полікарбоксилатного типу. Для виробництва даного виду товарного бетону буде застосована поліпропіленова фібра, яка має довжину відрізків 23 мм та діаметр відрізків 100 мкм.

РОЗДІЛ 2. РЕЖИМ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА

Режим роботи підприємства являє собою сукупність встановлених правил і норм, що регламентують час початку та закінчення робочого дня (зміни), тривалість різних виробничих перерв та зупинок. Встановлення чіткого та обґрунтованого режиму роботи є ключовим аспектом ефективної організації виробничого процесу на будь-якому підприємстві, зокрема на заводі з випуску високоміцного товарного бетону.

Визначення оптимального режиму роботи підприємства є необхідним для досягнення кількох важливих цілей:

1. Забезпечення безперебійного та ритмічного виробничого процесу: правильно спланований графік роботи дозволяє синхронізувати роботу всіх виробничих підрозділів, забезпечити своєчасне постачання сировини та відвантаження готової продукції, мінімізувати простой обладнання та оптимізувати використання виробничих потужностей. Для заводу з випуску бетону, де важлива безперервність технологічного циклу, чіткий режим роботи є критично важливим для забезпечення стабільної якості продукції та виконання замовлень споживачів у встановлені терміни.

2. Створення належних умов праці для персоналу: Режим роботи повинен відповідати вимогам трудового законодавства щодо тривалості робочого часу, часу відпочинку та перерв. Обґрунтований графік роботи сприяє збереженню працездатності працівників, запобігає перевтомі та підвищує рівень безпеки праці на виробництві. Для працівників бетонного заводу, які можуть бути залучені до фізично важкої праці або роботи зі спеціалізованим обладнанням, належний режим праці та відпочинку є запорукою їхнього здоров'я та продуктивності.

3. Оптимізація використання енергетичних та інших ресурсів: раціональний режим роботи дозволяє планувати споживання електроенергії, води та інших комунальних послуг, а також використання обладнання протягом доби або тижня, що може призвести до зниження витрат та підвищення

енергоефективності підприємства. Наприклад, планування виробничих процесів у години найменшого енергоспоживання може суттєво зменшити операційні витрати заводу.

Таким чином, розробка та впровадження оптимального режиму роботи є важливим етапом проектування будь-якого виробничого підприємства, включаючи завод з випуску високоміцного товарного фібробетону. Він безпосередньо впливає на ефективність виробництва, умови праці персоналу та економічні показники діяльності підприємства.

Завод з виготовлення фібробетонної суміші буде працювати за режимом, наведеним в табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Номінальний фонд часу роботи обладнання (робочих днів на рік), Тн	260 діб
Тривалість робочої зміни, t _{зм}	8 годин
Кількість робочих змін на добу n _{зм}	2
Кількість робочих змін по прийому матеріалів	2

Технологічне обладнання, що використовуватиметься на даному підприємстві має такий фонд робочого часу на рік:

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

де T_n - номінальний фонд часу роботи обладнання, добу;

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

Згідно рекомендаційних положень, $T_{рем}$ становить 7 діб на рік.

Тож:

$$T_n = 260 - 7 = 253 \text{ доби}$$

Робочий час, який вважають продуктивним, на добу складає:

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

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

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

Враховуючи дані, наведені в таблиці 2.1:

$$t_{\text{доб}} = 2 \cdot 8 = 16 \text{ год.}$$

Характеристики робочого фонду часу зводяться у таблицю (табл. 2.2)

Таблиця 2.2

Термін	Показники			
	Номінальні		Розрахункові	
	діб	годин	діб	годин
зміна	—	$t_{3M} = 8$	—	t_{3M}
доба	1	$T_{\text{доб н}} = t_{3M} \cdot n_{3M}$	1	$t_{\text{доб}} = t_{3M} \cdot n_{3M}$
місяць	$T_M = \frac{T_H}{12}$	$T_M \cdot t_{3M} \cdot n_{3M}$	$T_{MP} = \frac{T_{\text{річ}}}{12} = 21.1$	$T_{MP} = T_{\text{річ.год}} / 12$
рік	$T_H = 260$	$T_H \cdot t_{3M} \cdot n_{3M}$	$T_{\text{річ}} = T_H - T_{\text{рем}}$	$T_{\text{річ.год}} = T_{\text{річ}} \cdot t_{\text{доб}}$

Проводимо необхідні розрахунки.

Номінальні показники:

$$T_{\text{доб н}} = 8 \cdot 2 = 16 \text{ годин}$$

$$T_M = 260 / 12 = 21,7 \text{ діб}$$

$$T_M \text{ год} = 21,7 \cdot 8 \cdot 2 = 347,2 \text{ годин}$$

$$T_H \text{ год} = 260 \cdot 8 \cdot 2 = 4160 \text{ годин}$$

Розрахункові показники:

$$t_{\text{доб}} = 8 \cdot 2 = 16 \text{ годин}$$

$$T_{MP} = 253 / 12 = 21,1 \text{ діб}$$

$$T_{\text{річ год}} = 253 \cdot 16 = 4048 \text{ годин}$$

$$T_{MP} \text{ год} = 4048 / 12 = 337,3 \text{ годин}$$

Заповнюємо таблицю 2.2:

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

Користуючись [7], встановлюємо наступний склад товарного дорожнього бетону з полікарбосилатним суперпластифікатором та поліпропіленовою фіброю у складі:

Назва компоненту	Вміст в бетонній суміші, кг/м ³
цемент СЕМ І	380
пісок кварцовий	605
щебінь природний гранітний	1290
фібра поліпропіленова	1
суперпластифікатор полікарбосилатний	13,2
вода	138

РОЗДІЛ 4

ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ БЕТОНОЗМІШУВАЛЬНОГО ЗАВОДУ

Налагодження організації роботи заводу, що займається випуском товарного бетону, в даному випадку дорожнього, є прямим шляхом до забезпечення стабільного виробництва товарного бетону із заданою якістю. До показників якості в даному випадку буде відноситися і міцність затвердівшого бетону, і рухомість бетонної суміші, і її однорідність, а також інші показники, які регламентуються [1], а також показники, які диктуються потребами конкретного споживача.

Завод має гарантувати постійне постачання бетонної суміші для різноманітних будівельних проектів, забезпечуючи точне дотримання рецепту, контроль якості на всіх етапах виробництва та своєчасну доставку готової продукції до місця застосування.

Також до мети організації роботи бетонозмішувального заводу входить оптимізація використання матеріальних та часових ресурсів. Тобто необхідно зрозуміти яке обладнання та в якій кількості буде потрібно для виготовлення даної бетонної суміші, а також скільки часу буде займати її виробництво.

Для приготування дорожньої суміші бетонної із використанням суперпластифікатора та фібри, обираємо змішувач примусової дії. Адже для рівномірного розподілу фібри нам не підходить змішувач іншого принципу дії.

Продовжуваність одного циклу приготування товарного бетону включає наступні етапи:

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

де t_1 – продовжуваність змішування компонентів, хв. (с);

t_2 – тривалість загрузки компонентів в змішувач хв. (с);

t_3 – продовжуваність вивантаження готового товарного бетону, хв. (с);

t_4 – час, який потрібний для того, щоб змішувач перекинути у вихідне положення, хв. (с).

$$t_{ц} = 2 + 2 + 1 = 5 \text{ хв.}$$

Кількість замішувань, що буде здійснюватися за одну годину роботи одним змішувачем:

$$n_{зб} = \frac{60 \cdot K_H}{t_{ц}}, \text{ шт.}$$

де K_H – коефіцієнт нерівномірності, приймаємо рівним 0,7.

$$n_{зб} = \frac{60 \cdot 0,7}{5} = 8,4 \text{ шт.}$$

Тоді продуктивність змішувача бетону в одну годину становить:

$$P_{год} = \frac{V_б \cdot n_{зб} \cdot K_B}{1000}, \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

де $V_б$ – це об'єм барабана бетономішалки по об'єму матеріалів, що завантажуються, м^3 ;

K_B – коефіцієнт виходу товарного бетону у щільному тілі, що для даного типу суміші становить 0,67

Об'єм бетонозмішувача приймаємо 450 л.

$$P_{год} = \frac{450 \cdot 8,4 \cdot 0,67}{1000} = 2,53$$

Тоді нам знадобиться така кількість змішувачів для бетонної суміші:

$$n_{рз} = \frac{P_{max} \cdot K_H}{T_{річ.год} \cdot P_{год}}, \text{ шт.}$$

$$n_{рз} = \frac{10000 \cdot 0,7}{4048 \cdot 2,53} = 0,68 \text{ шт.}$$

Так як на заводі не може бути неціле число змішувачів, ми одержане число округлюємо у більшу сторону, тож нам потрібен буде один змішувач бетонний та ще 1, який буде вважатися запасним.

Річна продуктивність заводу в виготовлення товарного дорожнього бетону заданої якості становить:

$$P_{річ} = P_{год} \cdot T_{річ} \cdot n_{з}, \text{ м}^3$$

$$P_{\text{річ}} = 2,53 \cdot 4048 \cdot 1 = 10241,44 \text{ м}^3$$

В такому випадку у нас буде невеличке перевипускання продукції, в обсязі 2,41%. Це є цілком припустимим, бо економічно не було обтяжливо.

Наступним етапом є визначення потрібної кількості компонентів товарного дорожнього бетону заданої якості на одну зміну роботи підприємства та на одну добу роботи підприємства (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1

Компонент	Одиниця виміру	Потреба		
		1 кг/м ³	зміна	доба
цемент	кг	Ц	$Ц_3 = Ц \cdot P_{\text{зод}} \cdot t_{\text{зм}}$	$Ц_{\text{д}} = Ц_3 \cdot n_{\text{зм}}$
пісок	кг	П	$П_3 = П \cdot P_{\text{зод}} \cdot t_{\text{зм}}$	$П_{\text{д}} = П_3 \cdot n_{\text{зм}}$
щебінь	кг	Щ	$Щ_3 = Щ \cdot P_{\text{зод}} \cdot t_{\text{зм}}$	$Щ_{\text{д}} = Щ_3 \cdot n_{\text{зм}}$
вода	м ³	В	$В_3 = В \cdot P_{\text{зод}} \cdot t_{\text{зм}}$	$В_{\text{д}} = В_3 \cdot n_{\text{зм}}$
суперпластифікатор	кг	Д	$Д_3 = Д \cdot P_{\text{зод}} \cdot t_{\text{зм}}$	$Д_{\text{д}} = Д_3 \cdot n_{\text{зм}}$
Фібра	кг	Ф	$Ф_3 = Ф \cdot P_{\text{зод}} \cdot t_{\text{зм}}$	$Ф_{\text{д}} = Ф_3 \cdot n_{\text{зм}}$

Проводимо потрібні розрахунки:

Дані по витраті компонентів на один метр кубічний бетонної суміші беремо з Розділу 3.

Витрата компонентів на зміну:

$$Ц_3 = 380 \cdot 2,53 \cdot 8 = 7691,2 \text{ кг}$$

$$П_3 = 605 \cdot 2,53 \cdot 8 = 12245,2 \text{ кг}$$

$$Щ_3 = 1290 \cdot 2,53 \cdot 8 = 26109,6 \text{ кг}$$

$$В_3 = 138 \cdot 2,53 \cdot 8 = 2793,1 \text{ кг}$$

$$Д_3 = 13,2 \cdot 2,53 \cdot 8 = 267,2 \text{ кг}$$

$$Ф_3 = 1 \cdot 2,53 \cdot 8 = 20,24 \text{ кг}$$

Витрата компонентів на добу:

$$Ц_{\text{д}} = 7691,2 \cdot 2 = 15382,4 \text{ кг}$$

$$ПД = 12245,2 \cdot 2 = 24490,4 \text{ кг}$$

$$ЩД = 26109,6 \cdot 2 = 52219,2 \text{ кг}$$

$$ВД = 2793,1 \cdot 2 = 5586,2 \text{ кг}$$

$$ДД = 267,2 \cdot 2 = 534,4 \text{ кг}$$

$$ФД = 20,24 \cdot 2 = 40,48 \text{ кг}$$

Зводимо дані у єдину відомість потреби компонентів (табл. 4.2):

Таблиця 4.2

Компонент	Одиниця виміру	Потреба		
		на 1 м ³	зміна	доба
Цемент	кг	380	7691,2	15382,4
Пісок	кг	605	12245,2	24490,4
Щебінь	кг	1290	26109,6	52219,2
Вода	кг	138	2793,1	5586,2
Суперпластифікатор	кг	13,2	267,2	534,4
Фібра	кг	1	20,24	40,48

Поопераційний графік – це детальний план, який представляється в табличній формі та відображає послідовність виконання всіх операцій у виробничому процесі, їх продовжуваність, необхідне устаткування та відповідальних виконавців та їхню необхідну кількість. По суті, це така собі «дорожня карта» для кожного етапу виготовлення продукції, в нашому випадку – бетонної суміші. Графік розбиває весь процес на окремі операції. Для кожної операції вказується час початку та закінчення, що дозволяє візуалізувати завантаженість обладнання та персоналу, а також виявити можливі "вузькі місця" або простої у виробничому ланцюгу. Також у поопераційному графіку обов'язково наводиться які робітничі професії знадобляться для виконання тієї чи іншої технологічної операції. Додатково вказується за допомогою якого обладнання буде виконуватися кожна операція. Тож буде повна інформація хто, в якій кількості, протягом якого часу буде здійснювати виробничі дії для

отримання результату – готового товарного бетону.

На заводі з виготовлення бетонної суміші поопераційний графік є критично важливим інструментом для забезпечення ефективності та якості. Завдяки його побудові можна синхронізувати роботу всіх підрозділів – від відділу постачання до логістики, забезпечуючи своєчасне надходження сировини і відвантаження готової продукції; оптимізувати використання обладнання та зменшити час простоїв, що безпосередньо впливає на собівартість бетону; контролювати якість на кожному етапі, адже порушення технології навіть на одній операції може призвести до браку всієї партії. Завдяки такому графіку можна оперативно виявляти відхилення від плану, приймати коригуючі дії, раціонально розподіляти робочу силу та уникнути "заторів" у виробництві. Це дозволяє заводу працювати як добре налагоджений механізм, мінімізуючи ризики та максимізуючи продуктивність, що в кінцевому підсумку впливає на рентабельність та конкурентоспроможність підприємства на ринку.

Поопераційний графік виготовлення товарного дорожнього бетону, згідно розрахованої продовжуваності циклу виробництва товарного дорожнього бетону заданої якості приведений в таблиці 4.3.

Жирними лініями в правій частині графіку відображена тривалість кожної технологічної операції, що робить графік легким для читання.

Таблиця 4.3

Процес	Операція	Обладнання	Робочі		Термін операції сек.	Поточний час				
			Професія	Кількість		60	120	180	240	300
Виготовлен ня бетонної суміші	Завантаження компонентів бетонної суміші	Дозатор	Оператор	1	120					
	Перемішуванн я компонентів бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	120					
	Вивантаження бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	60					
Усього					300					

Поопераційний графік виготовлення дорожнього товарного бетону

РОЗДІЛ 5

ПРОЕКТУВАННЯ СПОРУД ЗАВОДУ

5.1. Вибір технологічної схеми виробництва

Виготовлення товарного бетону є комплексним технологічним процесом, до складу якого входять як визначені підготовчі операції, так і безпосереднє приготування бетонної суміші.

Після того, як проводяться необхідні розрахунки щодо того, якою буде продуктивність заводу за годину та впродовж року, необхідно обрати найбільш доцільну технологічну схему виробництва. Таку схему обирають виходячи з наступних міркувань:

- технологічна схема повинна включати в себе всі технологічні операційні етапи виробництва;
- технологічна схема повинна враховувати логістичні можливості місцевості, де розташований даний завод;
- розташування устаткування, пристроїв та агрегатів має бути компактним в плані, займати, по можливості якомога менше місця;
- вибір обладнання та устаткування для кожного відділення заводу повинно відповідати вимогам на здійснення технологічних процесів в конкретному відділенні;
- технологічна схема виробництва повинна забезпечувати плановану кількість продукції заводу (в даному випадку товарного дорожнього бетону) на зміну, добу, місяць, рік;
- технологічна схема повинна поєднувати в собі технологічну ефективність та економічність;
- організація технологічної схеми виготовлення повинна враховувати аспекти екологічної безпеки.

Для даного випадку – заводу з виготовлення товарного дорожнього бетону була обрана схема, яка наведена на рисунку 5.1.

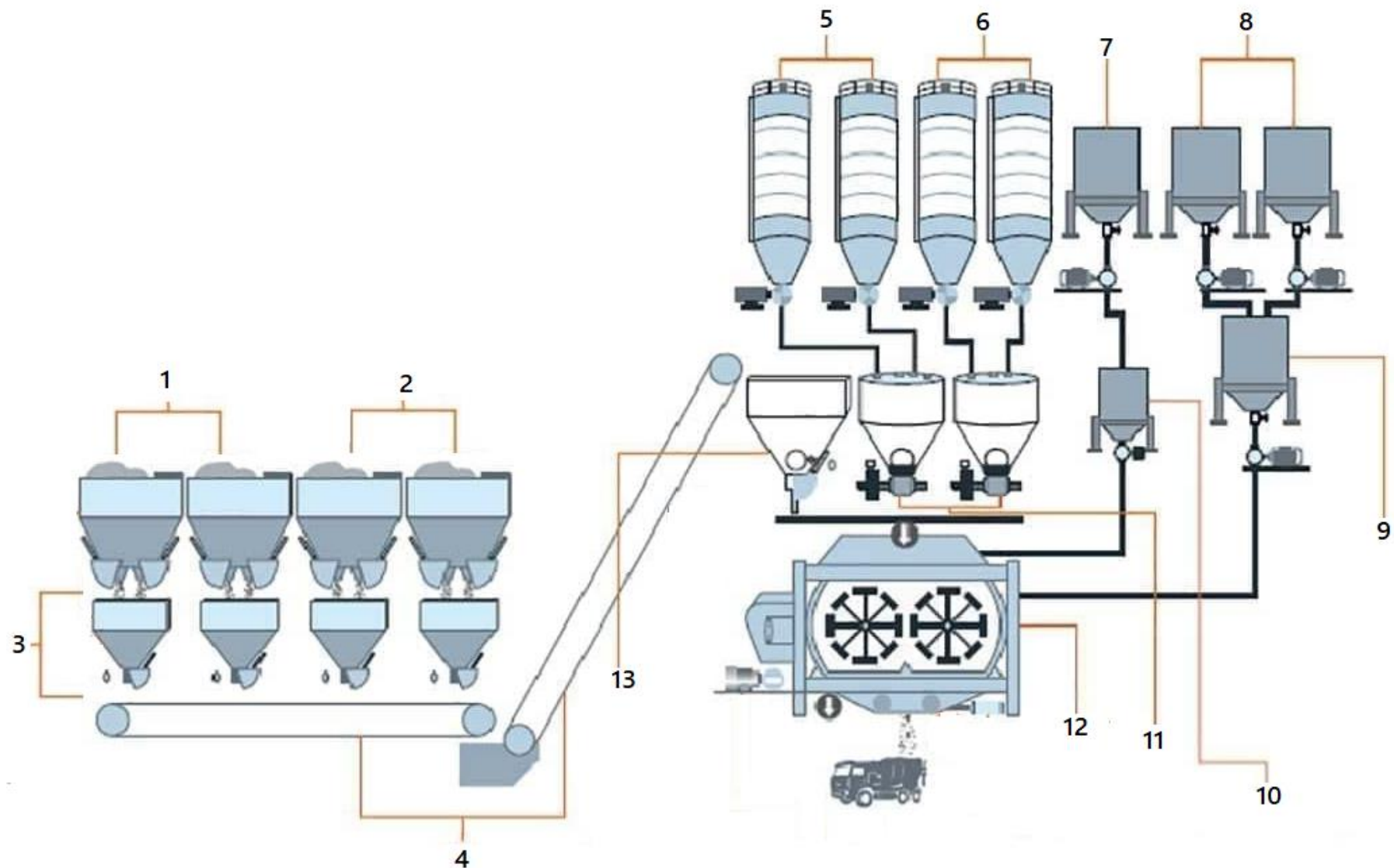


Рис. 5.1. Технологічна схема заводу з виготовлення товарного дорожнього бетону:

1 – склад щебеню; 2 – склад піску; 3 – дозатори щебеню та піску; 4 – стрічковий конвеєр; 5 – цементний силос; 6 – силос фібри; 7 – склад суперпластифікатору; 8 – вода;
 9 – дозатор води; 10 – дозатор суперпластифікатору; 11 – дозатори цементу та фібри; 12 – змішувач; 13 – розхідний бункер щебеню та піску

Доставка вихідних необхідних обраних компонентів на завод з виробництва товарного дорожнього бетону буде відбуватися автомобільним транспортом. Такий вибір зумовлений тим, що логістично під'їзди для автотранспорту легше організувати. До того ж завод за потужністю відноситься до підприємств малої потужності (адже продуктивність на рік заводу становить менше 50000 м³), тож автомобільний транспорт зможе ефективно забезпечувати безперебійне постачання компонентів на завод.

Інертні компоненти – щебінь гранітний та пісок кварцовий після розвантаження гравітаційним способом потрапляють у відповідні відділення складів для щебеню (1) та піску (2). Портландський цемент та поліпропіленова фібра розвантажують пневматичними засобами у відповідні силоси (5 та 6 на рисунку 5.1). Окремо на заводі відводиться місце для зберігання добавки – суперпластифікатору полікарбоксилатного типу (7). Наявність води на заводі забезпечується підведенням водопроводу.

Наступним етапом є відважування потрібної кількості кожного матеріалу-компоненту. Для щебеню та піску застосовують об'ємні дозатори (3), для цементу СЕМ І, фібри, суперпластифікатору та води – вагові дозатори (9,10,11 на рисунку 5.1). Після відважування інертні матеріали (щебінь та пісок) по стрічковому конвеєру (4) потрапляють у розхідний бункер (13).

Першими до змішувача (12) засипають дисперсні матеріали, далі інертні матеріали, а вода подається порційно. В змішувачі відбувається безпосередньо процес виготовлення товарного дорожнього бетону заданої якості, тобто бетонної суміші дорожньої.

На заводі передбачається високий ступінь автоматизації, що дасть змогу мінімізувати негативний вплив людського фактору на досягнення заданої якості товарного дорожнього бетону.

5.2. Проектування основного (головного) корпусу заводу

Заводи, які займаються виготовленням товарного бетону за принципом дії можуть бути такими, що виробляють бетонну суміш безперервно або ж порційно (циклічно). Зазвичай перший варіант застосовується для заводів, які виробляють великі обсяги товарного бетону. В даному випадку, зважаючи на планову річну продуктивність заводу з виготовлення товарного дорожнього бетону з плановою потужністю 10000 м³, більш доцільно використовувати циклічну схему виробництва.

Бетонні заводи циклічної дії розрізняють в залежності від компоновання устаткування головного корпусу заводу:

- баштова компоновка (одноступенева або вертикальна);
- партерна компоновка (двоступенева або горизонтальна).

Особливістю баштової компоновки є те, що компоненти бетону всі відразу підіймаються на певну висоту (башту) та розташовуються в спеціальних бункерах. Звідти під дією сили гравітації та власної ваги компоненти поступово переміщуються в дозатори, а звідти потрапляють у змішувачі. Звідти відбувається вигризка готової суміші у приймальне відділення та перевантаження у транспортний засіб. Така схема доцільна для великих заводів, адже вона ефективно дозволяє економити площу заводу. Адже головний корпус заводу – це висока споруда, де одним над одним розташоване устаткування.

Партерна компоновка особлива тим, всі основні агрегати розташовані на рівні землі та технологічні процеси відбувається як би у два етапи. Спершу дозують заповнювачі та змішують їх (це може відбуватися на спеціальному конвеєрі). А на наступному етапі суміш заповнювачів переміщується на другу ступінь, де відбувається завантаження цієї суміші заповнювачів, віддозованих в'язучої речовини, води та добавок у змішувач. Така компоновка основного корпусу хоча і займає дещо більшу площу, більш проста в обслуговуванні, легше піддається переналаджуванню. До того ж устаткування за такої компоновки зазнає меншого впливу вібрацій. Для заводів малої потужності така компоновка вбачається більш доцільною, тож проєктуємо головний корпус

заводу з виготовлення товарного дорожнього бетону заданої якості за партерною схемою (рис. 5.2).

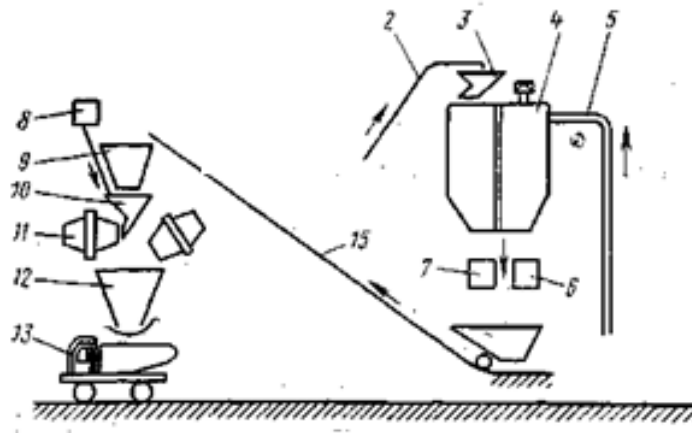


Рис. 5.2. Схема основного корпусу заводу:

1 – конвеєр складу заповнювачів, 2 – конвеєр подачі заповнювачів в витратні бункери, 3 – поворотна воронка; 4 – витратні бункери; 5 – труба подачі цементу; 6 – дозатори цементу та фібри; 7 – дозатор заповнювачів; 8 – дозатор води; 9 – направляюча воронка; 10 – розподільча воронка; 11 – змішувач; 12 – накопичувач; 13 – автобетоновоз; 15 – скиповий підйомник.

Технологічні операції по безпосередньому готуванню товарного бетону виконуються в головному (або основному) корпусі заводу. Тож проєктування цього відділення заводу наряду буде мати вплив на досягнення поставленої мети – отримання товарного бетону заданої якості. Це все справедливо і для даного випадку – виробництву товарного дорожнього бетону із заданими показниками якості.

Як було визначено в Розділі 4, власне процес приготування товарного бетону включає наступні технологічні операції:

- відважування сировинних компонентів – портладського цементу, фібри, щебеню, піску, добавки, води;
- загрузка компонентів в змішувач – поетапний процес;
- вивантажування приготованого товарного бетону.

Відділення основного корпусу, що називають «змішувальним»

організують виходячи з кількості змішувачів, яка буде там розташована. В Розділі 4 було визначено, що для того, щоб виконати план по потужності заводу буде достатньо одного основного змішувача. Ще один буде запасним, який повинен бути в наявності на випадок поломки основного. Виходячи з наведених положень, розташовуватися комплекс змішувачів буде по однорядній схемі (рис. 5.3)

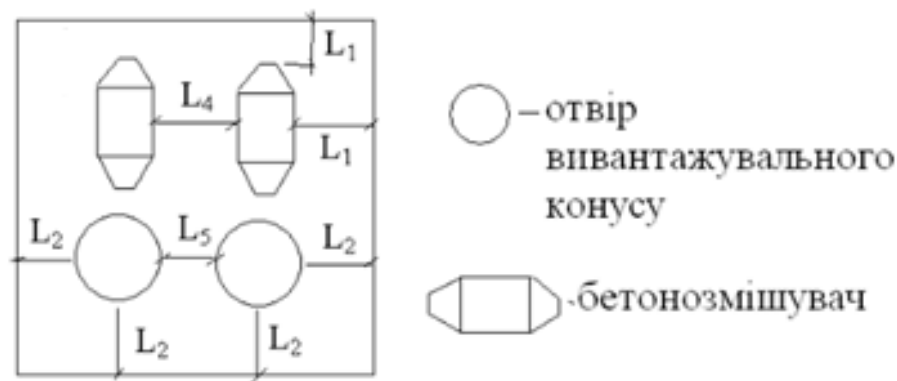


Рис. 5.3. Схема розміщення змішувачів

На схемі позначені розміри габаритів відділення змішування:

Габаритний розмір	Позначення на схемі
дистанція між змішувачам та стіною	L_1
дистанція між конусом вивантаження та стіною	L_2
дистанція між змішувачами	L_4
дистанція між отворами вивантажувальних конусів	L_5

Величина цих розмірів приймається відповідно до нормативних документів та рекомендацій щодо проєктування змішувального цеху:

$$L = 1,9 + 1,9 + 2,6 + 2,6 = 9 \text{ м.}$$

Зважаючи на те, в Розділі 4 було визначено, що для роботи даного заводу потрібен змішувач з об'ємом чаші 450 л, в змішувальному відділенні буде встановлений змішувач РСП-450. Це є примусовий змішувач з чотирма

лопатями. Обрано саме такий вид змішувача через те, що до складу товарного бетону входить поліпропіленова фібра. Для якісного вмішування фібри в бетонну суміш, необхідно докласти зусиль.

При розрахунку висоти відділення змішування враховуються висота змішувача (h_1), що є найвищим, висота змішувача (h_2), що є другим за висотою, висота вантажозахватного устаткування (h_3), висота вантажопідіймального устаткування (h_4):

$$H = 1,75 + 1,75 + 2,6 + 2,2 = 8,3 \text{ м}$$

5.3. Проектування складів компонентів бетонної суміші

5.3.1. Розрахунок складів в'язучої речовини

Для складування в'язучої речовини (в даному випадку цементу СЕМ І марки 500) буде використовуватися силос металевий. Такий тип складу забезпечує герметичне середовище для зберігання, що є однією з основних вимог до збереження цементу.

Силос зберігання цементу характеризують за його ємністю (місткістю). Цей показник розраховується за такою формулою:

$$V_{\text{ц}} = \frac{Ц_{\text{д}} \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5}{\rho_{\text{в}}}, \text{ м}^3$$

де $Ц_{\text{д}}$ - витрата в'язучого даного виду і марки на добу, кг;

n - нормативний запас збереження в'язучого;

K_1 - коефіцієнт нерівномірності надходження в'язучого на склад;

K_2 - коефіцієнт нерівномірності споживання в'язучого;

K_3 - коефіцієнт можливих утрат в'язучого при розвантаженні;

K_4 - коефіцієнт використання технологічного устаткування;

K_5 - коефіцієнт заповнення ємності складу;

$\rho_{\text{в}}$ - густина в'язучого в насипному стані.

$Ц_{\text{д}}$ – розраховано у Розділі 4;

n – приймаємо 7 діб;

K_1 – для автомобільного транспорту постачання приймаємо 1,1;

K_2 – приймаємо 1,4;

K_3 – приймаємо 1,04;

K_4 – дорівнює 0,943;

K_5 – дорівнює 0,9;

P_v – для розрахунків приймаємо 1000 кг/м³.

$$V = \frac{15382,4 \cdot 7 \cdot 1,1 \cdot 1,4 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9}{1000} = 146,4 \text{ м}^3.$$

Для зберігання цементу обираємо типовий силос СП-250.

5.3.2 Склади заповнювачів

Тип складів для збереження заповнювачів повинен забезпечувати належне їх зберігання – запобігання їхнього зволоження, перемішування, забруднення.

Число ємностей (відсіків) в складах для заповнювачів приймаються виходячи з того, скільки фракцій заповнювачів використовуються для даного виду товарного бетону, якою буде потужність заводу, які транспортні засоби використовують для постачання заповнювачів на склади. Кожен вид заповнювачу та кожна його фракція повинні зберігатися в окремому відсіку.

Склади зберігання щебеню та піску характеризують за їх ємністю (місткістю), що розраховується за такою формулою:

$$V_3 = \frac{Z_d \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4}{P_3}, \text{ м}^3$$

де Z_d - витрата заповнювача даного виду на добу, кг;

n - запас збереження заповнювача, діб.

K_1 - коефіцієнт нерівномірності надходження заповнювача на склад;

K_2 - коефіцієнт нерівномірності споживання заповнювача;

K_3 - коефіцієнт можливих утрат заповнювача при розвантаженні;

K_4 - коефіцієнт використання технологічного устаткування, рівний;

Π_3 - густина заповнювача в насипному стані, кг/м³.

Z_d – розраховано у Розділі 4;

n – приймаємо 7 діб;

K_1 – для автомобільного транспорту постачання приймаємо 1,1;

K_2 – приймаємо 1,4;

K_3 – приймаємо 1,04;

K_4 – дорівнює 0,943;

Π_3 – приймаємо згідно Розділу 1.

Тоді ємність складу піску буде становити:

$$V_{\text{п}} = \frac{24490,4 \cdot 7 \cdot 1,1 \cdot 1,4 \cdot 1,04 \cdot 0,943}{1550} = 167 \text{ м}^3$$

Ємність складу щебеню буде становити:

$$V_{\text{щ}} = \frac{52219,2 \cdot 7 \cdot 1,1 \cdot 1,4 \cdot 1,04 \cdot 0,943}{2300} = 323,1 \text{ м}^3$$

Ємність складу для зберігання фібри розраховуємо за аналогічною формулою:

$$V_{\text{ф}} = \frac{40,48 \cdot 7 \cdot 1,1 \cdot 1,4 \cdot 1,04 \cdot 0,943}{910} = 0,47 \text{ м}^3$$

Обраний тип складів для складування піску та щебеню а також фібри поліпропіленової наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Класифікація	Тип складу
по тривалості	постійні
по призначенню	розхідні
по ємності та вантажообігу	малі
по надійності	стаціонарні
по виду транспортних засобів	безрельсові
по способу складування і збереження	бункерні

РОЗДІЛ 6. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ

Виробництво жодної продукції не можливе без здійснення контролю якості. Адже саме завдяки йому виробник може бути впевненим, що його продукція відповідає як вимогам споживача (замовника), так і вимогам відповідних нормативних документів на дану продукцію.

Контроль якості на заводі з виробництва товарного дорожнього бетону є невід’ємною та важливою складовою всього технологічного процесу виготовлення бетонної суміші. Цей процес – контролювання якості, є безперервним та багатоетапним.

Основною метою контролю якості є надання гарантій щодо досягнення кожної партії товарного дорожнього бетону заданих показників якості. Без належного контролю якості існує високий ризик виготовлення неякісного товарного дорожнього бетону, що може призвести до руйнування доріг, що в свою чергу може нести загрозу безпеці дорожнього руху, а також значних фінансових втрат.

Окрім зазначеного, належно організований та здійснюваний контроль якості дає змогу своєчасно виявляти відхилення від заданих показників якості товарного дорожнього бетону та вживати коригуючі заходів. Це в свою чергу дасть змогу запобігти появі бракованої продукції. В результаті будуть зменшуватися розміри відходів, знижуватимуться витрати на переробку або утилізацію некондиційного товарного бетону та знижується потреба у частому ремонті дорожнього покриття з даного бетону при його експлуатації.

Варто згадати і про те, що ефективний контроль якості дає змогу заводу набути позитивної репутації в сегменті виробництва бетонних сумішей, що дасть постійний потік замовників.

Отже, контроль якості на заводі з виготовлення товарного дорожнього бетону – це не просто формальна процедура, а інтегрована система, що забезпечує стабільну якість продукції, довговічність виробів з нього. Він є основою для успішної та відповідальної діяльності в будівельній галузі.

На заводі з виготовлення товарного дорожнього бетону є спеціальний відділ, на який покладається місія здійснення контролю якості – це лабораторія.

Як вже згадувалося, контроль якості є багатоскладовим процесом. На рис. 6.1 наведені види контролювання якості, які здійснює лабораторія заводу.

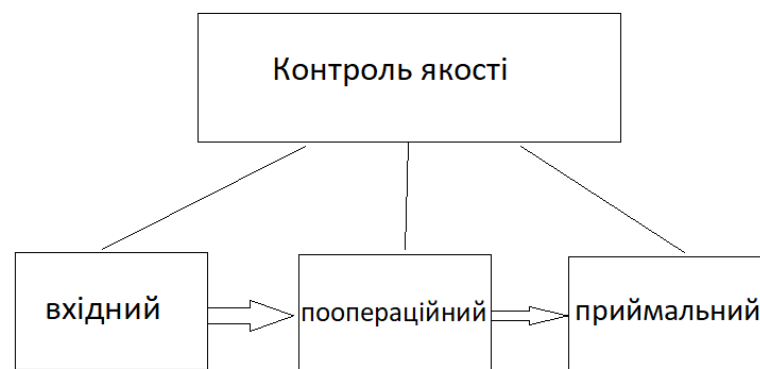


Рис. 6.1. Види контролю якості на заводі з виготовлення товарного дорожнього бетону

Опис складових процесу контролю якості, який здійснює лабораторія заводу наведений в таблиці 6.1.

З вхідного контролю починається процес контролювання якості на заводі. На цьому етапі дослідженню якісних показників підлягають сировинні компоненти.

Операційний контроль призначений для стеження за дотриманням вимог та рекомендацій щодо безпосереднього виробництва товарного бетону.

Приймальний контроль якості є фінальним етапом. За результатами цього виду контролю приймається рішення щодо придатності товарного бетону до відвантаження його споживачеві. Вимоги до проведення приймального контролю – характеристики, які підлягають контролюванню, відповідні нормативні документи, періодичність здійснення відображені в таблицях 6.2 та 6.3.

Для ефективної роботи в лабораторії повинен бути наявний певний перелік лабораторного обладнання та устаткування. Сюди відноситься обладнання та устаткування для визначення фізико-механічних властивостей вихідних компонентів, дослідження властивостей бетонної суміші, визначення заданих параметрів якості дорожнього бетону.

Таблиця 6.1

Вид контролю	Матеріали та процеси що контролюються	Показники що контролюються
Вхідний	Сировинні компоненти	Фізико-механічні показники компонентів
Поопераційний	Розвантаження сировинних компонентів	Виконання розвантаження
	Зберігання сировинних компонентів	Умови зберігання компонентів
	Дозування компонентів	Точність дозування
	Виготовлення бетонної суміші	Перемішування компонентів Однорідність бетонної суміші
Приймальний	Бетонна суміш, бетон	Реологічні та технологічні властивості бетонної суміші Фізико-механічні показники бетону

Таблиця 6.2.

Показник, що контролюється	Нормативний документ, де вказані		Контролююча служба, періодичність контролю
	технічні вимоги до показника	методи контролю та випробувань	
Вид суміші	ДСТУ 8858:2019 Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-114-2002 Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань	Лабораторія, Кожну партію
Легкоукладальність	ДСТУ 8858:2019 Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-114-2002 Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань	Лабораторія, кожна партію
Середня температура	ДСТУ Б В.2.7-96-2000 Суміші бетонні. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-114-2002 Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань	Лабораторія, за потреби

Важливим елементом при здійсненні контролювання якості товарного дорожнього бетону є карта контролю якості.

Карта контролю якості – це документ, який містить систематизовану інформацію про процеси перевірки та оцінки якості товарного дорожнього бетону на всіх етапах його виробництва. Вона є важливим інструментом для забезпечення відповідності товарного бетону встановленим стандартам та заданим параметрам якості.

Цей документ (карта контролю якості) складається з метою дотримання всіх вимог стандартів та інших нормативних документів, а також досягнення заданих показників якості товарного дорожнього бетону.

Карта контролю якості виготовлення товарного дорожнього бетону представлена у вигляді таблиці (табл. 6.4)

Показник, що контролюється	Нормативний документ, де вказані		Контролююча служба, періодичність контролю
	технічні вимоги до показника	методи контролю та випробувань	
Клас (марка) бетону. Відпускна міцність бетону	ДСТУ 8858:2019 Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови, ТР 218-02071168-403:2009 Технологічний регламент на виготовлення бетонних сумішей з поліпропіленовою фіброю і виробів на їх основі	ДСТУ Б В.2.7-214:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками	Лабораторія, кожну партію
Якість структури бетону	ДСТУ 8858:2019 Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови, ТР 218-02071168-403:2009 Технологічний регламент на виготовлення бетонних сумішей з поліпропіленовою фіброю і виробів на їх основі	ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Бетони. Правила контролю міцності	Лабораторія, кожну партію
Морозостійкість бетону	ДСТУ 8858:2019 Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови, ТР 218-02071168-403:2009 Технологічний регламент на виготовлення бетонних сумішей з поліпропіленовою фіброю і виробів на їх основі	ДСТУ Б В.2.7-47-96 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення морозостійкості. Загальні вимоги	Лабораторія, кожну партію
Водонепроникність бетону	ДСТУ 8858:2019 Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови, ТР 218-02071168-403:2009 Технологічний регламент на виготовлення бетонних сумішей з поліпропіленовою фіброю і виробів на їх основі	ДСТУ Б В.2.7-170:2008 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності	Лабораторія, кожну партію
Стиранність бетону	ДСТУ 8858:2019 Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови, ТР 218-02071168-403:2009 Технологічний регламент на виготовлення бетонних сумішей з поліпропіленовою фіброю і виробів на їх основі	М 218-02071168-631:2007 Методика визначення стирання дорожнього цементного бетону	Лабораторія, кожну партію
Водопоглинання бетону	ДСТУ 8858:2019 Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови, ТР 218-02071168-403:2009 Технологічний регламент на виготовлення бетонних сумішей з поліпропіленовою фіброю і виробів на їх основі	ДСТУ Б В.2.7-170:2008 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності	Лабораторія, кожну партію
Пористість бетону	ДСТУ 8858:2019 Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови, ТР 218-02071168-403:2009 Технологічний регламент на виготовлення бетонних сумішей з поліпропіленовою фіброю і виробів на їх основі	ДСТУ Б В.2.7-170:2008 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності	Лабораторія, кожну партію

Таблиця 6.4

Основні операції, що підлягають контролю	Комплектація робочих креслень, НД, карт	Виготовлення бетонної суміші
Склад контролю	Наявність технічної документації (НД, робочі креслення й ін.)	1 Точність дозування 2. Час перемішування 3. Консистенція 4. Температура
Місце контролю	Цех	Дозатори Бетонозмішувачі
Метод і засоби контролю	Порівняння із проектом	1. Спостереження за приладами 2. Перевірка, тарування приладів 3. Відбір проб і випробування 4. Термометр
Періодичність і обсяг контролю	Раз на місяць і при виготовленні нової партії виробів	1. Раз у зміну 2. Кожний заміс 3. 2 рази в зміну й при новому складі суміші
Особа, що контролює операцію	Інженер ВТВ	1-4 Лаборант 2 Оператор
Документ, у якому реєструються результати контролю	Журнал обліку документації	Журнал лабораторних випробувань
Особа, відповідальна за забезпечення технології	Начальник ВТВ	Зав. лабораторією, Начальник бетонозмішувального цеху

Завод з виготовлення товарного дорожнього бетону буде мати ефективність тоді, коли на ньому буде впроваджена система управління якістю. При її організації керівники та працівники відповідних структурних підрозділів повинні спиратися на певні нормативні документи [1, 8, 9, 10].

Відповідно до цих нормативів, на заводі з виготовлення товарного дорожнього бетону повинні бути розроблені політика, методики та документація, які будуть регулювати системний підхід до якості на даному заводі.

За якість отримуваної продукції – товарного дорожнього бетону, відповідальними є керівництво заводу, працівники, що здійснюють виробничий процес, працівники лабораторії.

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Комфортні та безпечні умови роботи працівників заводів з виготовлення бетонних сумішей забезпечуються дотриманням норм та правил охорони праці. В Україні існує ціла низка законодавчих, нормативних та рекомендаційних документів, які встановлюють та регулюють правила та вимоги в цій галузі. І в першу чергу це Закон України «Про охорону праці» [11].

В статті 1 розділу I цього Закону міститься наступне визначення: «Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності» [11]. Тож дотримання правил, норм та вимог щодо забезпечення охорони праці є обов'язковим елементом роботи будь-якого підприємства.

Відповідно до цього Закону, відповідальність за забезпечення охорони праці на підприємстві лежить в першу чергу на керівництві [11]. На підприємстві обов'язково повинна бути створена та належна функціонувати відповідна служба.

Техніка безпеки, у свою чергу, є складовою частиною охорони праці, що включає комплекс виконуваних заходів та застосовуваних засобів, які спрямовані на запобігання виробничим травмам, професійним захворюванням та аваріям на виробництві. Її мета – створення безпечних умов праці шляхом усунення або зменшення дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Працівники бетонних заводів в обов'язковому порядку повинні регулярно проходити інструктаж щодо техніки безпеки на робочому місці, який організовується та проводиться працівниками відповідних підрозділів на підприємстві.

Санітарно-гігієнічні вимоги до роботи заводу з виготовлення товарного дорожнього бетону

Відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.2.1:2007 [12], сировинні компоненти для виготовлення товарного дорожнього бетону підлягають радіаційному контролю.

Відповідно до Тлумачного документу №2 «Пожежна безпека», на заводі повинні бути забезпечена пожежна безпека: в разі виникнення пожежі для працівників має бути забезпечена можливість покинути локацію, на заводі повинні бути забезпечені заходи та засоби пожежної охорони.

На заводі з виготовлення товарного дорожнього бетону із застосуванням поліпропіленової фібри використовуються матеріали, які можуть нести шкоду для організму працівників, які відносяться до 4(цемент, заповнювачі) та 3 (фібра, хімічна добавка) класу небезпечності. Токсикологічні показники цих речовин наведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Найменування показника	Норма для класу небезпечності			
	1-го	2-го	3-го	4-го
Гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м ³	менше 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	більше 10,0
Середня смертельна доза при введенні в шлунок, мг/кг	менше 15	15-150	151-5000	більше 5000
Середня смертельна доза при нанесенні на шкіру, мг/кг	менше 100	100-500	501-2500	більше 2500
Середня смертельна концентрація у повітрі, мг/м ³	менше 500	500-5000	5001-50000	більше 50000

Вміст наявності шкідливих речовин у повітрі виробничих приміщень заводу регулярно контролюють та порівнюють з нормованими показниками (табл.7.2).

Згідно [13] встановлюються параметри мікроклімату у робочих приміщеннях заводу з виготовлення товарного дорожнього бетону, які будуть найбільш комфортними для самопочуття працівників (табл.7.3). Слід зауважити, що на даному заводі повинна бути обладнана загально обмінна припливно-витяжна вентиляція [7].

Вимоги щодо рівня освітленості на заводі з виготовлення товарного дорожнього бетону висвітлені в ДБН В.2.5-28:2018 [14].

Таблиця 7.2.

Найменування речовини (пара, газ)	Гранично допустима концентрація, мг/м ³ згідно з ГОСТ 12.1.005	Приклади ділянки, зони, де можлива наявність шкідливих речовин
Кремнію діоксид аморфний (аеросил - 175)	1	При виробництві і застосуванні будівельних матеріалів і виробів
Кремнію діоксид кристалічний при вмісті його в пилю від 10 до 70 % (граніт, шамот, слюда-сирець тощо)	2	
Силікатовміщуючий пил: - азбесту природні - асбестоцемент - азбестопородний пил при вмісті у ньому азбесту менше 10 %	2/0,5 6/4 4/2	При виконанні будівельних і опоряджувальних робіт
Цемент, шамот каоліновий	6	
Цеоліт природний та штучний	2	
Штучне мінеральне волокно, мінеральна вата, шлаковата, скловолокно	2	
Піноутворювачі ППК-30, КЧНР	5	
Фарбники органічні	5	
Луги їдкі (розчини у перерахунку на NaOH)	0,5	
Примітка. Постанова МОЗ України від 12.12.2005 № 17		

Таблиця 7.3

Період року	Категорія робіт	Температур а повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна пора року	Легка Ia	22-24	60-40	0,1
	Легка Ib	21-23		0,2
	Середньої важкості IIa	19-21		
	Середньої важкості IIб	17-19		0,3
	Важка III	16-18		
Тепла пора року	Легка Ia	23-25	60-40	0,1
	Легка Ib	22-24		0,2
	Середньої важкості IIa	21-23		0,3
	Середньої важкості IIб	20-22		
	Важка III	18-20		0,4

Згідно [14], приміщеннях як виробничих, так і адміністративно-побутових повинно бути обов'язково забезпечено наявність природного світла.

Штучне освітлення може бути робочим, аварійним, черговим та охоронним. При цьому повинні використовуватися засоби освітлення, які відповідають вимогам [14].

Рівень шумового навантаження на організм працівників повинен відповідати вимогам [15,16] та зведений у таблицю 7.4.

Таблиця 7.4

Робоче місце	Рівень звуку та еквівалентний рівень звуку, дБА
1 Приміщення конструкторських бюро, розрахувачів, лабораторій для теоретичних робіт та оброблення експериментальних даних, приймання хворих в здоровпункті	50
2 Приміщення управління, робочі місця в конторських кімнатах і лабораторіях	60
3 Кабіни нагляду та дистанційного керування:	
а) без мовного зв'язку телефоном	75
б) з мовним зв'язком телефоном	65
4 Приміщення та дільниці точного складання, диспетчерської служби, майстрів	65
5 Приміщення лабораторій для проведення експериментальних робіт	75
6 Постійні робочі місця та робочі зони у виробничих приміщеннях та на території підприємств	80
Примітка. Таблицю подано у скороченому вигляді, без зазначення рівня звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.	

Обов'язком керівництва заводу є забезпечення працівників засобами індивідуального захисту органів дихання (захисні респіратори), зору (захисні окуляри в шкіряній оправі), спецодягом, засобами захисту шкіри рук (рукавиці).

На заводі з виготовлення товарного дорожнього бетону для працівників повинен бути забезпечений безперешкодний доступ до питної води [17]. Для комфортних умов праці на території заводу передбачаються побутові приміщення – душові, гардеробні, місця відпочинку. Також до організаційної структури заводу повинен входити пункт надання медичинської допомоги. Задля контролю виникнення професійних захворювань, на заводі повинні бути організовані щорічні медичні огляди для всіх робітників та адміністративного персоналу.

Технічні вимоги до роботи заводу з виготовлення товарного дорожнього бетону

На заводі з виготовлення товарного дорожнього бетону заданої якості повинна бути розроблена документація, в якій викладені технічні вимоги до здійснення технологічних процесів [18].

Згідно встановлюється така ширина проходів при встановленні устаткування:

Вид проходу	Не менше, м
основний	1,5
між устаткуванням	1,2
між конструкціями будівель та устаткуванням	1,0
до устаткування для його обслуговування та ремонту	0,7

На заводі повинна діяти система сигнального оповіщення.

При роботі з устаткуванням, яке призначене для підйому та переміщення вантажів повинні дотримуватися вимоги НПАОП 0.00-1.80-18 [19].

Робота з електроустановками повинна відбуватися відповідно до діючих нормативних актів з електробезпеки.

Для обслуговування обладнання, яке знаходиться на 0,5 метрів та вище рівня підлоги повинні бути зроблені площадки, які огорожують перилами, що мають висоту не менше одного метра.

Механізація виробництва товарного дорожнього бетону заданої якості забезпечується встановленням талей, лебідок, кранів [18].

Огляд, очистка та ремонт бетонозмішувальних установок здійснюється тільки за нарядом-допуском.

Робота транспортного обладнання матеріалів, що пилять, повинна бути узгоджена з роботою аспіраційної системи заводу.

Технологічні процеси перевантаження, подавання, дозування повинні здійснюватися дистанційно [18].

У відділеннях заводу, де відбувається використання хімічної добавки (полікарбоксилатного суперпластифікатору в даному випадку) повинні бути розвішені на видних місцях інструкції щодо пожежної безпеки та правила надання першої медичної допомоги [18].

Бункери для зберігання вихідних компонентів повинні бути обладнані драбинами та спеціальними площадками для їх обслуговування. Якщо на заводі передбачене застосування витратних бункерів, в яких отвори завантаження розташовані на рівні підлоги, то задля того щоб не допустити падіння робітників всередину, повинні бути встановлені спеціальні захисні пристрої [18].

Дозування цементу повинно відбуватися при включенні його в аспіраційну систему заводу [18].

Робітникам користуватися внутрішньозаводським вантажним транспортом для особистого переміщення забороняється [18].

Конвеєри повинні бути обладнані реле швидкості [16].

В тих місцях, де ведуться роботи по розвантаженню та вивантаженню повинні бути розвішені пояснюючі знаки: «Працювати в касці!» [18].

Працівники лабораторії також повинні дотримуватися правил та вимог по техніці безпеки при виконанні досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 8858:2019. Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови. На заміну ДСТУ Б В.2.7-92-99, СОУ 45.2-00018112-037:2009 ; чинний від 2020-07-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2020. 16 с.
2. ДСТУ Б EN 197-1:2015. Цемент. Частина 1. Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів (EN 197-1:2011, IDT). На заміну ДСТУ Б EN 197-1:2008 ; чинний від 2016-07-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 59 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-131:2007. Будівельні матеріали. Пісок кварцовий. Технічні умови. На заміну ГОСТ 22551-77, ГОСТ 22552.0-77, ГОСТ 22552.1-77, ГОСТ 22552.2-77, ГОСТ 22552.3-77, ГОСТ 22552.4-77, ГОСТ 22552.5-77, ГОСТ 22552.6-77, ГОСТ 22552.7-77 ; чинний від 2008-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2007. 50 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. На заміну ГОСТ 8267-82, ГОСТ 8268-82, ГОСТ 10260-82, ГОСТ 23254-78, ГОСТ 26873-86 ; чинний від 1999-01-01. Вид. офіц. Київ : Держ. комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 1999. 16 с.
5. ДСТУ Б В.2.7-74-98. Будівельні матеріали. Крупні заповнювачі природні, із відходів промисловості, штучні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Класифікація. З Поправкою. На заміну ГОСТ 25137-82 (СТ СЭВ 5445-85) у частині вимог до великих заповнювачів ; чинний від 1999-01-01. Вид. офіц. Київ : Держбуд України, 1999. 16 с.
6. ДСТУ Б В.2.7-273:2011. Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови (ГОСТ 23732-79, MOD). На заміну ГОСТ 23732-79 ; чинний від 2012-12-01. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку будівництва, та житлово-комунального господарства України, 2012. 5 с.

7. ТР 218-02071168-403:2009. Технологічний регламент на виготовлення бетонних сумішей з поліпропіленовою фіброю і виробів на їх основі. Дата прийняття 2009-12-08. Видання: УКРАВТОДОР, ХНАДУ, 2009. 13 с.

8. ДСТУ-Н Б А.3.1-24:2013. Настанова з організації системи управління якістю будівництва. Чинний від 2014-10-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 53 с.

9. ДСТУ Б А.1.1-11-94. Система стандартизації та нормування в будівництві. Показники якості і методи оцінки рівня якості продукції. Терміни та визначення. Чинний від 1994-10-01. Вид. офіц. Київ : Мінбудархітектури України, 1994. 53 с.

10. ДСТУ EN ISO 9001:2018. Системи управління якістю. Вимоги (EN ISO 9001:2015, IDT; ISO 9001:2015, IDT). Чинний від 2018-12-05. Брюссель : CEN, 2015. 40 с.

11. Закон України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 року № 2694-ХІІ (зі змінами та доповненнями) : станом на 04.04.2025р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 30.05.2025)

12. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007. Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. Чинний від 2007-12-01. Вид. офіц. Київ : Мінбуд України, 2007. 25 с.

13. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Чинний від 1999-12-01. Київ, 1999. 10 с.

14. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. На заміну ДБН В.2.5-28-2006 ; чинний від 2019-10-03. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 137 с.

15. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Чинний від 1999-12-01. Київ, 1999. 27 с.

16. ДСТУ-Н Б А.3.1-35:2016. Настанова з проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів. На заміну ДБН А.3.1-8-96 ; чинний від

2017-04-01. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку будівництва, та житлово-комунального господарства України, 2016. 34 с.

17. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Чинний від 2025-01-17. Київ : МОЗ, 2010. 27 с.

18. НПАОП 26.6-1.02-00. Правила охорони праці для працівників бетонних і залізобетонних заводів (укр). На заміну Правила техніки безпеки і виробничої санітарії у виробництві збірних залізобетонних і бетонних конструкцій та виробів ; чинний від 2001-02-01. Вид. офіц. Київ : Мінрпаці України, 2000, 96с.

19. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. На заміну НПАОП 0.00-1.01-07, НПАОП 0.00-1.01-18 ; чинний від 2018-04-10. Вид. офіц. Київ : Мінрпаці України, 2018, 83с.

20. Шишкін О.О., Хільченко О.П. Технологія бетону : підручник. Кривий Ріг : «Видавничий дім», 2007. 376 с.

21. Шишкін О.О., Шишкіна О.О. Технологія монолітних бетонних та залізобетонних виробів : підручник. Кривий Ріг : «Видавничий центр КНУ», 2013. 392 с.

22. Дворкін О. Л. Технологія бетону : навчальний посібник. Рівне : РДТУ, 2001. 165 с.

23. Високоміцні швидкотверднучі бетони та фібробетони / Л. Й. Дворкін та ін. Рівне : НУВГП, 2017. 331 с.