

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 легкого бетону заданої якості**

Виконав: студент групи БІ-21 Вологін Максим Геннадійович

Керівник випускної роботи _____ к.т.н., доц.. Астахова Н.В.

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

Шишкіна О.О.

“20” червня 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
СТУДЕНТУ

Вологіну Максиму Геннадійовичу

1. Тема роботи **Завод з випуску товарного легкого 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** 14 червня 2025 року

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 – І;
- Розрахункова температура зовнішнього повітря при експлуатації бетону – t -20...-40°C;
- Марка бетонної суміші – S1;
- Планова потужність підприємства – Р 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.. 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 03 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

_____ (підпис)

Вологін М.Г.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Астахова Н.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

бакалаврської кваліфікаційної роботи

студента гр.. БІ-21 Вологіна Максима Геннадійовича

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

Актуальність теми. Будівництво відіграє ключову роль в економіці України, оскільки напряду впливає на створення житлової, промислової та інфраструктурної бази держави. Якість і довговічність сучасних споруд значною мірою визначаються властивостями застосовуваних будівельних матеріалів, серед яких бетон займає провідне місце. В умовах зростаючих вимог до енергоефективності, екологічності та швидкості будівництва, все більшого поширення набувають легкі бетони, які дозволяють знизити навантаження на несучі конструкції та поліпшити теплоізоляційні властивості будівель.

Метою кваліфікаційної роботи є проєктування заводу з випуску легкого 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 легкого товарного бетону заданої якості.

Завдання: 1) окреслити характеристики бетонної суміш, завод з виготовлення якої підлягає проєктуванню, характеристики бетону, характеристики компонентів, які будуть використані для виготовлення бетонної суміші; 2) встановити режим роботи підприємства; 3) визначити склад бетонної суміші; 4) проаналізувати вихідні дані для організації роботи підприємства та визначити необхідні параметри виробництва; 5) здійснити вибір технологічної схеми виробництва; 6) запроектувати головну будівлю заводу; 7) запроектувати склади компонентів бетонної суміші; 8) дослідити та описати методи та засоби

контролю якості на підприємстві; 9) описати положення охорони праці та техніки безпеки на підприємстві.

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

Ключові слова: легкий 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 3 рисунка, 7 таблиць, списку використаних джерел з 29 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	11
3. Визначення складу бетону	14
4. Організація роботи підприємства	17
5. Проектування споруд підприємства	22
5.1. Вибір технологічної схеми виробництва	22
5.2. Проектування головного корпусу заводу	24
5.3. Проектування складів бетонної суміші	28
5.3.1. Розрахунок складів в'язучої речовини	28
5.3.2. Розрахунок складів заповнювачів	28
6. Контроль якості	30
7. Охорона праці та техніка безпеки	37
Список використаної літератури	41

ВСТУП

Будівництво відіграє ключову роль в економіці України, оскільки пряму впливає на створення житлової, промислової та інфраструктурної бази держави. Якість і довговічність сучасних споруд значною мірою визначаються властивостями застосовуваних будівельних матеріалів, серед яких бетон займає провідне місце. В умовах зростаючих вимог до енергоефективності, екологічності та швидкості будівництва, все більшого поширення набувають легкі бетони, які дозволяють знизити навантаження на несучі конструкції та поліпшити теплоізоляційні властивості будівель.

В Україні спостерігається сталий попит на якісні бетонні суміші, зокрема у житловому, промисловому та інженерному будівництві. У зв'язку з цим актуальним є проектування і впровадження сучасних бетонозмішувальних підприємств, здатних забезпечити стабільне постачання бетонної суміші заданих характеристик. Розвиток таких підприємств сприяє імпортозаміщенню, зменшенню логістичних витрат та створенню нових робочих місць.

Бетонна суміш класу LC25/28, що розглядається у цьому проєкті, є конструкційним легким бетоном з оптимальним поєднанням міцності та щільності. Такий бетон доцільно застосовувати для зведення огорожувальних конструкцій, заповнення порожнин у панельному будівництві, утеплення перекриттів, у тому числі на об'єктах із підвищеними вимогами до теплоізоляції та зменшеного навантаження на фундамент. Він придатний для використання у І кліматичному районі, де спостерігаються температури до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, і відповідає класу експлуатації ХО.

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є розроблення проєкту заводу з виробництва товарного легкого бетону класу LC25/28 річною потужністю 9500 м³.

Для досягнення цієї мети у бакалаврській кваліфікаційній роботі передбачено вирішення таких завдань:

- обґрунтування вибору сировинних матеріалів та вивчення їх характеристик;
- розрахунок складу бетонної суміші відповідно до нормативних вимог;
- розроблення технологічної схеми виробництва;
- підбір технологічного обладнання з урахуванням обсягів виробництва;
- визначення показників продуктивності та ефективності підприємства;
- опис системи контролю якості та охорони праці на виробництві.

Об'єктом дослідження є процес виготовлення товарного легкого бетону. Предметом дослідження — технологічна схема приготування бетонної суміші із заданими фізико-механічними характеристиками.

Відповідно до ДБН А.2.2-3:2014 [1] даний дипломний проект є технологічною частиною ПРОЕКТУ НА БУДІВНИЦТВО ОБ'ЄКТІВ ВИРОБНИЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ЛІНІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ ІНЖЕНЕРНО-ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУР.

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА БЕТОННОЇ СУМІШІ, БЕТОНУ ТА ЙОГО КОМПОНЕНТІВ

Характеристики бетону:

Клас бетону за міцністю – LC25/28.

Клас умов експлуатації навколишнього середовища бетону – ХО.

Ступінь відповідальності будівель і споруд, для виготовленого бетону – І.

Розрахункова температура зовнішнього повітря при експлуатації бетонної суміші – від -5°C до -20°C .

Марка бетону за водонепроникністю не нормується.

Марка бетону за морозостійкістю не нормується.

Густину бетонної суміші — 1800 кг/м^3 .

Характеристики бетонної суміші:

Бетонна суміш з маркою за консистенцією S2 (осадка конуса від 50 до 90 мм). Це забезпечує оптимальну рухливість для використання в конструкціях з помірним армуванням та в умовах середньої складності укладання, відповідно до ДСТУ Б В.2.7-114:2002 Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань [2] та ДСТУ Б В.2.7-221:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Класифікація і загальні технічні вимоги [3].

Характеристики компонентів бетонної суміші:

Цемент – портландцемент марки 400, клас по міцності 42,5N. Вміст клінкеру – 94 %, домішок – 6 %, вміст сульфату SO_3 – не більше 3,5 %, хлориду – не більше 0,1 %. Насипна щільність – 1200 кг/м^3 , істинна щільність – 3100 кг/м^3 . Початок тужавлення – не раніше ніж через 50 хвилин.

ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Цементи. Загальні технічні умови [4]. ДСТУ Б EN 197-1:2015 Цемент. Частина 1. Склад, технічні вимоги та критерії відповідності для загальнобудівельного цементу [5]. ДСТУ Б В.2.7-185:2009 Цементи. Методи випробувань. [6].

Пісок – кварцовий. Вміст Fe_2O_3 – не більше 0,15 %. Насипна щільність – 1550 кг/м³, істинна щільність – 2500 кг/м³. Модуль крупності – 2. Вміст зерен розміром 5 мм – не більше 10 %, вміст глинистих і пилюватих часток – не більше 2 %.

ДСТУ Б В.2.7-131:2007 Будівельні матеріали. Пісок кварцовий. Технічні умови [7].

Щебінь – перлітовий спучений марки М350. Насипна густина – 330 кг/м³. Марка за міцністю – П100. Водопоглинання за масою – не більше 65 %. Фракція – 10–20 мм.

ДСТУ Б В.2.7-62-97 Щебінь і пісок перлітові для виробництва спученого перліту. Технічні умови (ГОСТ 25226-96) [8].

Вода – використовується технічна вода. Вміст розчинних солей – не більше 5000 мг/л, іонів SO_4 – не більше 2700 мг/л, іонів хлору – не більше 1200 мг/л. Водневий показник – 5.

ДСТУ Б В.2.7-273:2011 Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови [9].

Легкий бетон класу LC25/28 дозволяє поєднати конструкційну міцність із теплоізоляційними властивостями, що забезпечує ефективність при зведенні сучасних енергоощадних споруд.

РОЗДІЛ 2. РЕЖИМ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА

У цьому розділі виконується розрахунок режиму роботи підприємства з виробництва товарного легкого бетону. Параметри режиму роботи прямо впливають на виробничу потужність, розподіл ресурсів та планування використання сировини й обладнання. **Режим роботи підприємства** — це встановлений порядок організації трудового процесу, який визначає час початку та закінчення роботи, тривалість робочого дня (зміни), обідньої перерви, вихідних і святкових днів, а також графік змінності (у разі змінної роботи).

Основні елементи режиму роботи:

1. **Тривалість робочого часу** (повна або неповна зайнятість).
2. **Графік роботи** (п'ятиденний чи шестиденний робочий тиждень, змінна робота, гнучкий графік, вахтовий метод тощо).
3. **Початок і закінчення робочого дня.**
4. **Час і тривалість перерв.**
5. **Кількість і розподіл змін** (якщо підприємство працює позмінно).

Необхідність встановлення режиму роботи:

1. **Організація виробничого процесу.** Чітко визначений режим дозволяє ефективно планувати та координувати діяльність працівників, забезпечуючи безперервність та ритмічність виробництва.
2. **Дотримання трудового законодавства.** Встановлення режиму роботи є вимогою Кодексу законів про працю України (КЗпП), що гарантує права працівників на нормальні умови праці та відпочинку.
3. **Раціональне використання трудових ресурсів.** Оптимальний режим сприяє максимальній продуктивності працівників, зменшенню простоїв і втрат робочого часу.
4. **Забезпечення охорони праці.** Регламентований робочий час і обов'язкові перерви знижують фізичне та психоемоційне навантаження на працівників, що сприяє збереженню їх здоров'я.

5. Задоволення потреб ринку та споживачів. Гнучкий або позмінний режим дозволяє підприємству адаптуватися до попиту, працювати у зручний для клієнтів час, у тому числі вночі або у вихідні.

Таким чином, режим роботи є важливим елементом ефективного функціонування підприємства, що дозволяє поєднати виробничі інтереси з дотриманням прав працівників.

Розрахунки проводяться згідно з вимогами чинних нормативних документів. Параметри режиму роботи залежать від кількості робочих днів, тривалості змін, кількості змін та планових зупинок обладнання.

Річний фонд часу роботи обладнання визначається за формулою:

$$ТРІЧ = Тн - Трем,$$

де T_n — номінальний фонд часу (260 діб);

$T_{рем}$ — тривалість планових зупинок (7 діб).

$$ТРІЧ = 260 - 7 = 253 \text{ діб}$$

Розрахунок добового фонду продуктивного часу:

$$t_{доб} = n_{зм} \times t_{зм} = 2 \times 8 = 16 \text{ год.}$$

Розрахунковий річний фонд часу у годинах:

$$Тріч_{год} = Тріч \cdot t_{доб} = 253 \times 16 = 4048 \text{ год.}$$

Номінальний річний фонд часу в годинах:

$$Тріч_n = T_n \cdot t_{зм} \cdot n_{зм} = 260 \cdot 8 \cdot 2 = 4160 \text{ год}$$

Річна програма заводу - 9500 м³ бетону.

Визначимо добову продуктивність заводу:

$$Q_d = Q_r / D_r = 9500 / 260 \approx 36,53 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахункова добова продуктивність заводу :

$$Q_{d, \text{розрах}} = Q_{\text{річна}} / T_{\text{річ.розрах}} \text{ де:}$$

$$Q_{\text{річна}} - \text{річна продуктивність заводу} = 9500 \text{ м}^3$$

$$T_{\text{річ.розрах}} - \text{розрахункова кількість робочих днів} = 253 \text{ дні}$$

$$Q_{d, \text{розрах}} = 9500 / 253 \approx 37,55 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунковий місячного фонду часу:

$$T_{\text{мр}} = 12/T_{\text{річ}} = 4048/12 \approx 337,33 \text{ год/місяць},$$

де $T_{\text{мр}}$ — розрахунковий місячний фонд часу,

$T_{\text{річ}}$ — розрахунковий річний фонд часу в годинах.

Номінальний місячний фонд часу:

$$T_{\text{мн}} = T_{\text{м}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}} = 21,66 \cdot 8 \cdot 2 = 346,56 \text{ год/місяць},$$

де $T_{\text{мн}}$ — номінальний фонд часу за місяць,

$T_{\text{м}}$ — кількість робочих днів у місяці,

$t_{\text{зм}}$ — тривалість однієї зміни (год),

$n_{\text{зм}}$ — кількість змін на добу.

На основі отриманих показників можна переходити до розрахунку кількості змішувачів, тривалості циклу приготування суміші, витрат компонентів, продуктивності та інших виробничих параметрів. Ці розрахунки будуть використані для подальших етапів проектування бетонного заводу.

Таблиця 2.1

Показники робочого фонду часу

Термін	Показники			
	Номінальні		Розрахункові	
	діб	годин	діб	годин
зміна	—	$t_{\text{зм}} = 8$	—	$t_{\text{зм}}$
доба	1	$T_{\text{доб н}} = t_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}}$	1	$t_{\text{доб}} = t_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}}$
місяць	$T_{\text{м}} = T_{\text{н}}/12$	$T_{\text{м}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}}$	$T_{\text{мр}} = T_{\text{річ}}/12 = 21,1$	$T_{\text{мр}} = T_{\text{річ.год}}/12$
Рік	$T_{\text{н}} = 260$	$T_{\text{н}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}}$	$T_{\text{річ}} = T_{\text{н}} - T_{\text{рем}}$	$T_{\text{річ.год}} = T_{\text{річ}} \cdot t_{\text{доб}}$

Таблиця 2.1

Показники робочого фонду часу

Термін	Показники			
	Номінальні		Розрахункові	
	діб	годин	діб	годин
зміна	–	$t_{3M} = 8$	–	$T_{3M} = 8$
доба	1	$T_{ДОБ\ H} = 16$	1	$t_{доб} = 16$
місяць	$T_M = 21.66$	$T_M = 345,56$	$T_{mp} = 21.1$	$T_{MP} = 337,33$
Рік	$T_H = 260$	$T_H = 4160$	$T_{річ.} = 253$	$T_{річ.год} = 4048$

РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ БЕТОНУ

У цьому розділі виконується підбір та розрахунок складу легкого бетону класу LC25/28 відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-215:2009 «Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу» [10]. Процес визначення складу здійснюється з урахуванням експлуатаційних умов, вимог до міцності, оброблюваності суміші, теплотехнічних властивостей та довговічності. Бетон призначений для використання в умовах навколишнього середовища ХО, тобто у середовищі без агресивного впливу, без вимог до морозостійкості та водонепроникності. Враховуючи це, особливу увагу приділено забезпеченню

необхідної міцності та зручності укладання бетонної суміші при пониженій температурі експлуатації – від -5°C до -20°C .

Вихідні дані для розрахунку

- Клас бетону за міцністю: LC25/28;
- Клас умов експлуатації навколишнього середовища: ХО
- Ступінь відповідальності споруди: І
- Розрахункова температура експлуатації: від -5°C до -20°C
- Тип цементу: Портландцемент ПЦ ІІ/А-Ш-400
- Тип легкого заповнювача: Щебінь перлітовий спучений марки М350
- Дрібний заповнювач: кварцовий пісок, модуль крупності 2,0
- Об'ємна маса бетону (розрахункова): 1800 кг/м^3
- Робоча консистенція: S2 (осад конуса 5–9 см)

Орієнтовний склад легкого бетону

Для класу LC25/28 з перлітовим заповнювачем і цементом ПЦ ІІ/А-Ш-400 орієнтовний склад (без добавок):

- Цемент – 340 кг/м^3
- Вода – 165 кг/м^3
- Пісок – 600 кг/м^3
- Щебінь перлітовий – 670 кг/м^3
- В/Ц = 0,49

Коригування складу з урахуванням умов укладання при зниженій температурі

Оскільки температура зовнішнього повітря під час укладання бетону може сягати -20°C , доцільно врахувати наступні заходи:

- Використання противоморозних добавок (наприклад, натрієвої або кальцієвої селітри);
- Підігрів компонентів (вода, пісок, цемент) до $+30\dots+40^{\circ}\text{C}$;
- Теплоізоляція опалубки та/або застосування електропрогріву;
- Контроль часу тужавіння для попередження замерзання до початку гідратації цементу.

Остаточний склад бетонної суміші

- Цемент – 350 кг/м³
- Вода – 160 кг/м³
- Пісок – 590 кг/м³
- Щебінь перлітовий – 680 кг/м³
- Добавка противоморозна – ~8 кг/м³ (ДСТУ EN 934-2:2019[11].)

Перевірка відповідності складу нормативним вимогам та остаточне визначення витрат компонентів

Після попереднього розрахунку складу бетонної суміші перевіряють відповідність основних параметрів вимогам, наведених у нормативних документах, зокрема ДСТУ Б В.2.7-215:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу[10]:

- Мінімальний вміст цементу для бетону класу LC25/28.
- Максимально допустиме водоцементне відношення (В/Ц) — не більше 0,55.

Фактично для розрахованого складу:

- Вміст цементу: 350 кг/м³ (в межах нормативних значень);
- Водоцементне відношення: $V/C = 160 / 350 \approx 0,46$ (не перевищує допустимого).

Отже, склад бетонної суміші відповідає встановленим нормативним вимогам.

Остаточні витрати компонентів на 1 м³ бетонної суміші:

- Цемент (Ц) – 350 кг
- Вода (В) – 160 кг
- Пісок (П) – 590 кг
- Щебінь перлітовий (Щ) – 680 кг
- Противоморозна добавка – 8 кг

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА

Правильна організація роботи підприємства — це фундамент його ефективного функціонування, особливо якщо мова йде про підприємства будівельної галузі, як-от завод із випуску товарного бетону. Нижче наведено ключові причини, чому це надзвичайно важливо:

1. Забезпечення якісної та стабільної продукції

Вірно організовані технологічні процеси гарантують стабільні умови виробництва, що дає змогу отримувати бетон однорідної консистенції та міцності відповідно до заданих параметрів (наприклад, LC25/28, S2, XO).

2. Раціональне використання ресурсів

Організація впливає на оптимальне дозування сировини, уникнення її перевитрати, втрат при зберіганні або транспортуванні. Це знижує собівартість кожного кубічного метра бетону.

3. Підвищення продуктивності

Чіткий поопераційний графік, обґрунтовані розрахунки кількості змішувачів та режиму роботи забезпечують максимальне завантаження обладнання без перевантаження персоналу, що веде до виконання річного плану (9500 м³) без збоїв.

4. Запобігання простоям і аваріям

Планове обслуговування та резервування обладнання (наприклад, наявність резервного змішувача) унеможливорює зупинку всього виробництва у разі виходу з ладу одного вузла.

5. Безпечні умови праці

Правильна організація — це також *дотримання санітарних та технічних норм*, зручне розташування робочих місць, вентиляція, автоматизація процесів, що знижує навантаження на працівників.

6. Гнучкість і адаптивність

Організаційна структура повинна передбачати можливість оперативного переходу на інші марки бетонів або зміну графіка роботи в разі зміни попиту чи сезонних умов.

7. Відповідність нормативам і стандартам

Правильна організація гарантує, що виробництво відповідатиме вимогам ДСТУ, ДБН та технічних умов, що є обов'язковим для реалізації продукції.

Одже як підсумок:

Невірна організація роботи може призвести до зниження якості, зростання витрат, порушення строків поставки та навіть збитковості підприємства. Тому її проектування є критично важливою частиною підготовки до запуску заводу з випуску бетонної продукції.

Вибір змішувача та визначення його продуктивності

Обираємо бетонозмішувач примусової дії з об'ємом барабана $V_b = 250 \text{ л} = 0,25 \text{ м}^3$.

Коефіцієнт виходу суміші у щільному тілі $K_v = 0,67$ (для легкого конструкційного бетону).

Коефіцієнт нерівномірності $K_n = 0,75$ (приймаємо).

у змішувачах примусової дії бетонних сумішей (жорстких і рухливих):

- завантаження компонентів бетонної суміші у бетонозмішувач – 0.5 хв.;
- перемішування компонентів бетонної суміші – 2 хв.;
- вивантаження бетонної суміші – 0.5 хв.;
- необхідний для повернення перекинутого барабана у вихідне положення – 0 хв.

Розрахунок кількості замісів і вибір бетонозмішувачів

Розрахункова тривалість замісів на годину під час приготування (з автоматичним дозуванням) у змішувачах примусової дії легких бетонних сумішей з густиною бетону у висушеному стані, кг/м^3 : - понад 1700: 3,0 хв;

Для розрахунку роботи бетонозмішувального виробництва доцільно використовувати годинний коефіцієнт нерівномірності подачі бетонної суміші,

значення якого зазвичай коливається в межах 0,6 – 0,8. Продуктивність бетонозмішувальних і розчинозмішувальних підрозділів визначається, виходячи з максимальної потреби в суміші за одну годину, з урахуванням добового коефіцієнта нерівномірності, рекомендоване значення якого становить від 0,5 до 0,8. Планування діяльності бетонного цеху включає розрахунок необхідного обсягу суміші на годину, зміну, добу та рік, а також визначення оптимальної кількості бетонозмішувачів за результатами аналізу поопераційного графіка виготовлення суміші для основної конструкції. Визначимо розрахункову тривалість замісу для легкого бетону з густиною понад 1700 кг/м³, що відповідає вимогам для бетону класу LC25/28. Згідно з нормативними даними, тривалість одного циклу становить:

- t_1 — перемішування компонентів — **120 сек.**
- t_2 — завантаження компонентів — **30 сек.**
- t_3 — вивантаження бетонної суміші — **30 сек.**
- t_4 — повернення барабана — **0,0 хв**

Формула — Тривалість циклу:

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 2 + 0.5 + 0.5 + 0 = 3 \text{ хв}$$

Формула — Кількість замісів на годину роботи змішувачем:

$$n_{\text{зб}} = 60 \cdot K_n / t_{\text{ц}} = 60 \cdot 0,7 / 3 = 14 \text{ замісів/год}$$

K_n — коефіцієнт нерівномірності подачі = 0,7 (середнє значення для годинного режиму)

Вихід бетону з одного замісу:

$V_6 = 0,25 \text{ м}^3$ (об'єм змішувача), $K_v = 0,75$ (коефіцієнт ущільнення), де V_6 - ємність барабана змішувача по об'єму матеріалів, що завантажуються, м³

K_v - коефіцієнт виходу сумішей (у щільному тілі)

Формула — Годинна продуктивність:

$$P_{\text{год}} = V_6 \cdot n_{\text{зб}} \cdot K_v = 0,25 \cdot 14 \cdot 0,75 = 2,625 \text{ м}^3/\text{год}$$

Формула — Розрахунок кількості змішувачів:

Число бетонозмішувачів n_z у цеху розраховуємо, виходячи з річної програми потреби у бетонній суміші (бетоні):

$$n_{\text{зр}} = (P_{\text{мах}} \cdot K_{\text{и}}) / (T_{\text{річ.год}} \cdot P_{\text{год}}), \text{ де}$$

- $P_{\text{мах}} = 9500 \text{ м}^3$ - річна програма випуску виробів, куб. м.
- $K_{\text{и}} = 0,75$ - коефіцієнт річного використання устаткування (0,5 - 0,8).

$$T_{\text{річ.год}} = 4048 \text{ год} - \text{розрахунковий фонд часу, год.};$$

$$P_{\text{год}} = 2,625 \text{ м}^3/\text{год} - \text{годинна прородуктивність}$$

$$P_{\text{річ}} = P_{\text{год}} \cdot T_{\text{річ.год}} \cdot N_{\text{з}} = 2.625 \cdot 4048 \cdot 1 = 10\,623 \text{ м}^3$$

Компонен	Одиниця виміру	Потреба на 1 м ³ бетонної суміші	Потреба на зміну (ЦЗ, ПЗ, ЩЗ, ВЗ, ДЗ)	Потреба на добу (ЦД, ПД, ЩД, ВД, ДД)
Цемент	кг	350	$\text{ЦЗ} = \text{Ц} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}} = 350 \times 2.625 \times 8 = 7350$	$\text{ЦД} = \text{ЦЗ} \cdot n_{\text{зм}} = 7350 \times 2 = 14700$
Пісок	кг	590	$\text{ПЗ} = \text{П} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}} = 590 \times 2.625 \times 8 = 12390$	$\text{ПД} = \text{ПЗ} \cdot n_{\text{зм}} = 12390 \times 2 = 24780$
Щебінь	кг	680	$\text{ЩЗ} = \text{Щ} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}} = 680 \times 2.626 \times 8 = 14280$	$\text{ЩД} = \text{ЩЗ} \cdot n_{\text{зм}} = 14280 \times 2 = 28560$
Вода	л	160	$\text{ВЗ} = \text{В} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}} = 160 \times 2.625 \times 8 = 3360$	$\text{ВД} = \text{ВЗ} \cdot n_{\text{зм}} = 3.36 \times 2 = 6720$
Добавка	кг	8	$\text{ДЗ} = \text{Д} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}} = 8 \times 2.625 \times 8 = 168$	$\text{ДД} = \text{ДЗ} \cdot n_{\text{зм}} = 168 \times 2 = 336$

$$n_{\text{зр}} = (9500 \cdot 0,75) / (4048 \cdot 2,625) = 7125 / 10623 \approx 0,67$$

Приймаємо:

- 1 робочий змішувач

- +1 резервний (за вимогами безперебійності)

Річна продуктивність цеху:

Приймається ціле число змішувачів – Nз з округленням у більшу сторону та один запасний бетонозмішувач. Тоді річна продуктивність бетонозмішувального цеху дорівнює:

Поопераційний графік виготовлення бетонної суміші

Процес	Операція	Обладнання	Робочі		Термін операції,сек	Поточний час (сек.)					
			професія	кількість		30	60	90	120	150	180
Виготовлення бетонної суміші	Завантаження компонентів бетонної суміші у бетонозмішувач	Дозатори	Оператор	1	30						
	Перемішування компонентів бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	120						
	Вивантаження бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	30						
	Повернення перекинутого змішувача у вихідне положення	Бетонозмішувач	Оператор	1	0						

РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Технологічна схема випуску товарного легкого бетону

Для заводу з річною продуктивністю 9500 м³ вибрано типовий варіант технологічної схеми, яка забезпечує чіткий поділ зон та логічну послідовність процесів: зберігання – подача – дозування-змішування-транспортування.

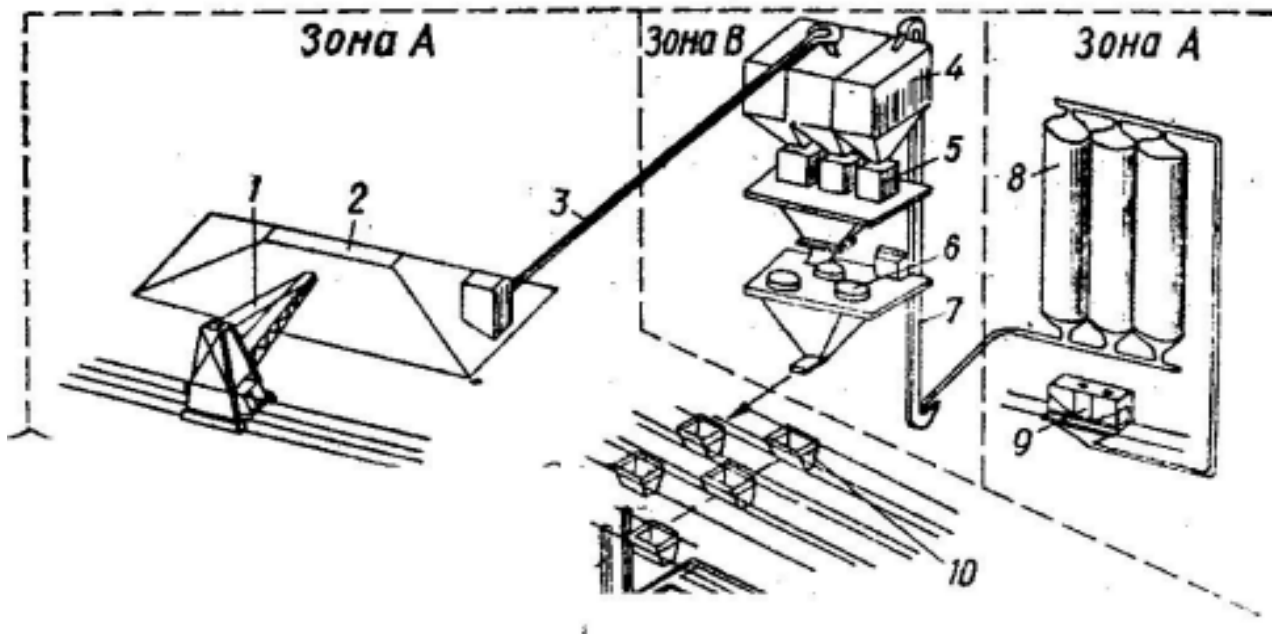


Рис. 5.1. Технологічна схема випуску товарного легкого бетону:

1. Навантажувач інертних матеріалів — забезпечує механізоване завантаження піску та щебеню у склади (бункери).
2. Склади інертних матеріалів — відкриті бункери для тимчасового зберігання піску і щебеню (перлітового), з яких вони подаються на транспортер.
3. Стрічковий конвеєр — транспортує пісок і щебінь із складів у зону дозування (зона В).
4. Бункери заповнювачів — накопичувачі над дозаторами, в яких формуються порції заповнювачів згідно рецептури.
5. Дозатори — автоматичні вагові пристрої для точного зважування цементу, води, піску, щебеню та добавок.

6. Примусовий бетонозмішувач — серце установки, де всі компоненти змішуються до отримання однорідної бетонної суміші. Змішування триває 3–5 хвилин.

7. Шнековий або пневмотранспортер — подає цемент із силосів у дозатор цементу.

8. Силоси для цементу — вертикальні герметичні ємності, в які цемент подається автоцементовозами і зберігається до дозування.

9. Транспортний засіб доставки цементу.

10. Площадка навантаження — місце, де автобетонозмішувачі приймають готову бетонну суміш і доставляють її на будівельний майданчик.

Технологічний процес виробництва бетонної суміші складається з таких етапів:

1. Постачання сировини:

- Пісок і щебінь (перлітовий) доставляються на підприємство самоскидами та за допомогою навантажувача (1) завантажуються у відкриті склади (2)

- Цемент надходить автоцементовозами (9) і закачується в силоси (8), звідки подається в дозатор через шнековий або пневмотранспортер (7)

2. Подача заповнювачів:

- Інертні матеріали транспортуються стрічковим конвеєром (3) у бункери заповнювачів (4).

3. Дозування:

- Цемент, пісок, щебінь, вода і добавки зважуються в дозаторах (5) згідно з рецептурою, з урахуванням консистенції S2.

4. Змішування:

- Усі компоненти потрапляють у примусовий бетонозмішувач (6), де змішуються до отримання однорідної маси.

- За потреби додаються добавки (наприклад, противоморозні).

5. Приймання готової суміші:

- Готова суміш надходить у бункер-накопичувач або лійку.

6. Відвантаження:

- З бункера бетон потрапляє у автобетонозмішувач, що очікує на площадці навантаження (10).

- Автобетонозмішувач доставляє суміш на місце укладання.

5.2 Проектування головного корпусу підприємства

Вибір схеми головного корпусу

Для забезпечення ефективного виробничого процесу обрана вежова схема розташування обладнання. Такий тип планування дозволяє використовувати силу тяжіння для переміщення компонентів бетонної суміші, що знижує енерговитрати, підвищує продуктивність та спрощує технологічний процес.

Головний корпус складається з п'яти основних технологічних поверхів:

1. Поверх дозування цементу і добавок (+18.200...+23.700):

- Цементні бункери з аераторами та шнековими живильниками;
- Дозатори хімічних і мінеральних добавок;
- Вагові системи з високою точністю дозування.

2. Поверх змішування (+12.200...+18.200)

- Два бетонозмішувачі примусового типу
- Система керування бетонозмішувальним вузлом (пульт керування)
- Вузли зважування цементу, заповнювачів і води
- Бункери готової суміші для подачі в автобетонозмішувачі

3. Поверх накопичення заповнювачів і подачі цементу (+7.200...+12.200):

- Бункери для заповнювачів (щебінь, пісок)
- Вібраційні живильники
- Шнекові транспортери або пневмотранспорт цементу.

4. Транспортний поверх (+4.200...+7.200):

- Ковшовий елеватор для заповнювачів;
- Приймальні бункери;
- Стрічкові транспортери;
- Засоби контролю вологості заповнювачів.

5. Завантажувальна зона (0.000...+4.200):

- Автобетонозмішувачі для вивезення суміші;
- Приймальні майданчики;
- Ваги для контролю готової продукції.

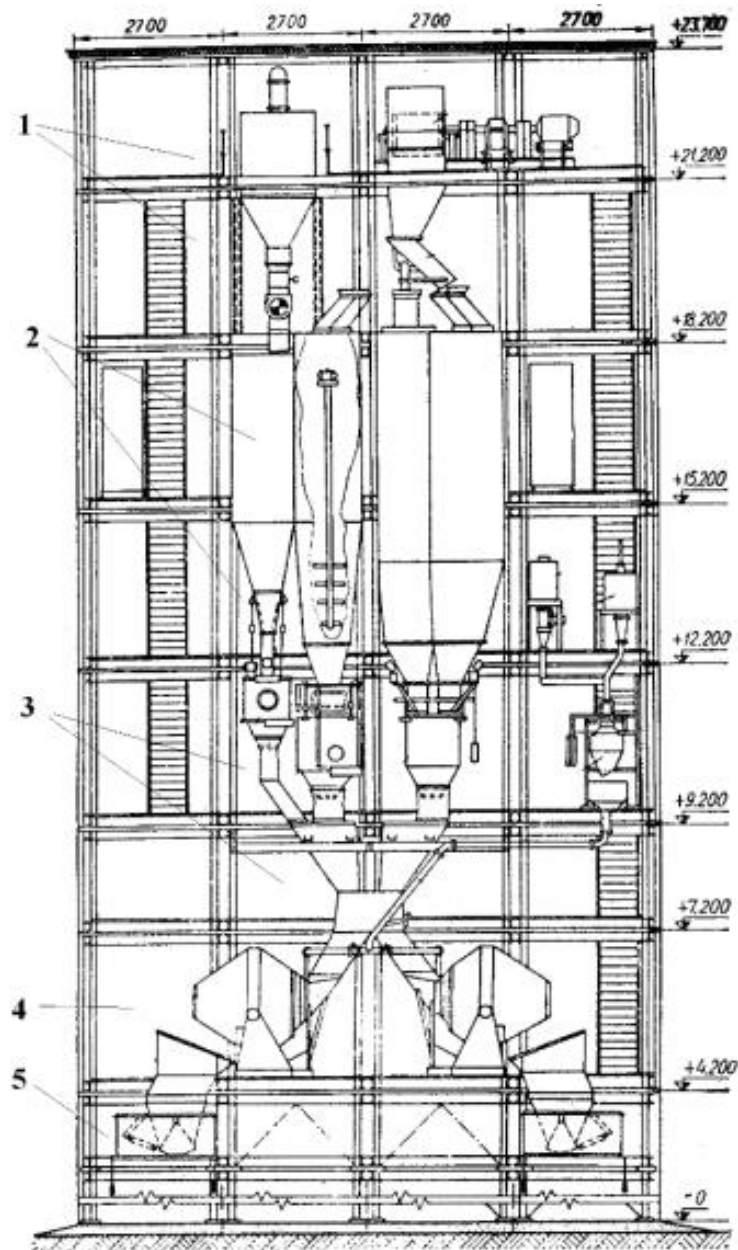


Рис.5.2. Схема головного корпусу заводу

Проектування головного корпусу заводу ґрунтується на необхідній кількості і виді змішувачів та їх продуктивності. Ці показники визначаються з урахуванням добової потреби в бетонній суміші. Проектування починається зі змішувального відділення, як найважливішого функціонального вузла.

Вихідними даними для проектування є:

- кількість змішувачів кожного виду;
- тип змішувачів;
- кількість напрямів транспортування бетонної суміші.

При цьому вибрано 2 змішувачі по $0,25 \text{ м}^3$, що обслуговують один напрям транспортування, отже, доцільною є схема розташування бетонозмішувачів –
однорядна

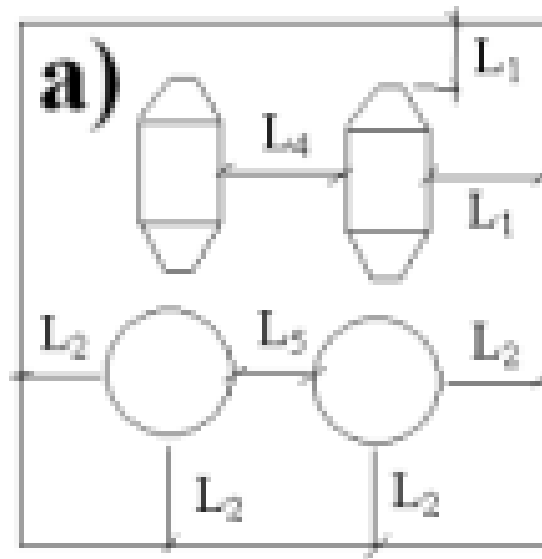


Рис.5.3. Розташування бетонозмішувачів – однорядна

Основні габаритні розміри змішувального відділення:

$L1 = 1,9 \text{ м}$ (відстань від змішувача до стіни);

$L2 = 1,9 \text{ м}$ (від отвору вивантаження до стіни);

$L3 = L4 = L5 = 2,6 \text{ м}$ (відстані між змішувачами та напрямками).

Висота приміщення змішувального відділення визначається за формулою:

$H = h1 + h2 + h3 + h4$ де:

$h1$ – висота бетонозмішувача ($\sim 2,1 \text{ м}$);

$h2$ – висота дозаторів ($\sim 1,5 \text{ м}$);

$h3$ – висота вантажозахватного пристрою ($\sim 1,2 \text{ м}$);

$h4$ – висота підйомного обладнання ($\sim 1,8 \text{ м}$).

$H \approx 2,1 + 1,5 + 1,2 + 1,8 = 6,6 \text{ м}$.

Відповідно, змішувальне приміщення проєктується з розмірами в плані: довжина – 6,5 м, ширина – 4 м, висота – не менше 6,6 м. Ці розміри приймаються за основу для суміжних приміщень головного корпусу.

Висота надбункерного і дозаторного відділень – не менше 2,2 м.

Висота бункерного відділення визначається з добового запасу компонентів бетону за формулою:

$$H_{бв} = V_i / S_i$$

де V_i – об'єм i -го компоненту, S_i – площа бункеру.

Ширина проходів навколо бункерів — не менше 1,2 м.

Конструктивні рішення

- Колони – збірні залізобетонні, розраховані на навантаження від обладнання;
- Перекриття – металеві настили на сталевих балках;
- Огороджувальні конструкції – сендвіч-панелі або залізобетонні стіни з утепленням;
- Фундаменти – стрічкові або плитні, з урахуванням вібраційного навантаження;
- Висота корпусу – близько 14–16 м (5 поверхів по 2.7–3.2 м).

Обладнання

- Бетонозмішувач БП-250 – об'єм 0.25 м³;
- Дозатори води, цементу, заповнювачів і добавок з автоматичним управлінням;
- Бункери заповнювачів – з вібраційними живильниками;
- Елеватори – для вертикального транспортування;
- Системи автоматичного управління та обліку – встановлені на другому технологічному рівні.

5.3. Проектування складів компонентів бетонної суміші

Розрахунок складів в'язучих

Виконується розрахунок складів компонентів бетонної суміші. Основною характеристикою складу в'язучого є його місткість, яка визначається за формулою:

$$V = (\text{ЦД} \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5) / \rho_v [\text{м}^3] \text{ де:}$$

- ЦД – 14700 добова витрата цементу, кг (з табл. 4.1);
- n – нормативний запас цементу, діб (приймаємо 5 діб);
- $K_1 = 1.2$ – коефіцієнт нерівномірності надходження цементу, автотранспорт;
- $K_2 = 1.3$ – коефіцієнт нерівномірності споживання;
- $K_3 = 1.04$ – коефіцієнт можливих утрат при розвантаженні;
- $K_4 = 0.943$ – коефіцієнт використання технологічного обладнання;
- $K_5 = 0.9$ – коефіцієнт заповнення ємності складу;
- $\rho_v = 1200 \text{ кг/м}^3$ – насипна густина цементу.

Розрахунок:

$$V = (14700 \cdot 5 \cdot 1.2 \cdot 1.3 \cdot 1.04 \cdot 0.943 \cdot 0.9) / 1200 \approx 84.33 \text{ м}^3$$

Отже, необхідна місткість складу цементу становить не менше 85 м^3 .

Склади заповнювачів

Типологія складів заповнювачів

Склади для зберігання заповнювачів класифікують за кількома ознаками:

За тривалістю функціонування: поділяються на довготривалі (постійні) та короткострокові (тимчасові);

Залежно від призначення: розрізняють основні (базисні), робочі (розхідні), а також комбіновані — резервно-розхідні склади;

За масштабом і рівнем вантажообігу: виділяють склади з малим, середнім і значним обсягом зберігання;

З точки зору конструктивної надійності: бувають пересувні (інвентарні) або стаціонарні;

За способом транспортного забезпечення: класифікуються як залізничні (прирельсові), безрейкові або комбіновані;

За методом зберігання матеріалів: застосовуються штабельні, бункерні, напівбункерні та силосні типи складів.

Обрано: постійний, розхідний, стаціонарний, безрельсовий штабельний склад відкритого типу.

Формула місткості: $V = (ЗД \cdot n \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4) / \rho_z$ [м³] де:

- ЗД – добова витрата заповнювача, кг;
- n – запас у днях (5 діб);
- K1 = 1.2 – коеф. нерівномірності надходження (автотранспорт);
- K2 = 1.3 – коеф. нерівномірності споживання;
- K3 = 1.04; K4 = 0.943;
- ρ_z – насипна густина заповнювача, кг/м³.

Розрахунок для щебеню:

ЩД = 28560 кг/добу, $\rho_z = 330$ кг/м³

$$V = (28560 \cdot 5 \cdot 1.2 \cdot 1.3 \cdot 1.04 \cdot 0.943) / 330 \approx 662.3 \text{ м}^3$$

Розрахунок для піску:

ПД = 24 780 кг/добу, $\rho_z = 1550$ кг/м³

$V = (24780 \cdot 5 \cdot 1.2 \cdot 1.3 \cdot 1.04 \cdot 0.943) / 1550 \approx 122.3 \text{ м}^3$ Одже, для забезпечення виробництва бетонної суміші продуктивністю 9500 м³/рік передбачено:

- Склад цементу місткістю не менше 85 м³;
- Склади заповнювачів:
 - щебінь — 670м³,
 - пісок — 125 м³.

Компоненти зберігаються у відкритому штабельному складі у окремих відсіках з 5-добовим запасом.

РОЗДІЛ 6

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ВИРОБНИЦТВА БЕТОННОЇ СУМІШІ

Якість бетонної суміші є критичним фактором у забезпеченні надійності, довговічності та безпеки об'єктів, що зводяться. Недотримання вимог до міцності, щільності, морозостійкості або консистенції може призвести до серйозних наслідків — від появи тріщин і зниження несучої здатності до повного руйнування конструкцій. Саме тому на підприємстві з виробництва товарного легкого бетону повинна діяти комплексна система контролю якості.

Ця система охоплює весь виробничий процес: від приймання сировини до випуску готової продукції. Вона побудована відповідно до чинного законодавства України та нормативної бази, зокрема:

- **ДСТУ Б В.2.7-214:2009** Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками [12].

- **ДСТУ Б В.2.7-215:2009** Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу [10].

- **ДБН В.2.6-98:2009** Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення [13].

- **ДСТУ Б В.2.7-114-2002** Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань (ГОСТ 10181-2000) [2].

Контроль якості дозволяє не тільки гарантувати відповідність бетонної суміші нормативним показникам, а й оптимізувати витрати матеріалів, зменшити кількість відходів і підвищити репутацію підприємства серед споживачів.

Вхідний контроль матеріалів

Цей етап є початковим і особливо важливим. Від якості цементу, заповнювачів, води та хімічних добавок залежить увесь подальший технологічний процес. Кожна партія матеріалів повинна супроводжуватися сертифікатами, паспортами якості та мати належне маркування.

Цемент перевіряється за такими показниками ДСТУ Б В.2.7-46:2010[4]:

- клас міцності;
- вологість, насипна густина;
- терміни початку та завершення тужавіння;
- наявність активних домішок, зокрема гіпсу, хлоридів, сульфатів.

Пісок і щебінь оцінюються за такими параметрами ДСТУ Б В.2.7-232:2010 [14] та ДСТУ Б В.2.7-264:2011 [15]:

- фракційний склад (зерновий аналіз);
- модуль крупності;
- вміст глинистих часток;
- щільність, вологість, чистота.

Вода повинна відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-273:2011[9]. Зокрема, перевіряється:

- кислотно-лужний баланс (рН);
- вміст домішок, хлоридів, сульфатів;
- запах, колір, прозорість.

Хімічні добавки (зокрема, противоморозні) оцінюються за:

- сумісністю з цементом;
- ефективністю дії при низьких температурах;
- точністю дозування.

Операційний контроль

Операційний контроль проводиться безпосередньо в процесі приготування бетонної суміші та виконується для кожної зміни. Основна мета — забезпечити стабільність технологічного режиму. Контролю підлягає:

- точність дозування ($\pm 2\%$ для цементу, $\pm 3\%$ для заповнювачів);
- однорідність перемішування (відсутність включень);
- консистенція суміші (осадка конуса S2 — 5–9 см, метод стандартного конусу згідно з ДСТУ Б В.2.7-114:2002[2])

- температура (не менше $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ для зимового періоду);
- тривалість циклу змішування (не менше 2,5 хвилин).

Також здійснюється контроль за роботою змішувача, справністю транспортерів, правильністю послідовності завантаження.

Уся інформація фіксується у змінному технологічному журналі. У разі **Приймальний контроль**

Приймальний контроль є завершальним етапом. Він підтверджує придатність продукції до використання.

Основні показники, що контролюються:

- клас міцності бетону через 28 діб (LC25/28) — за ДСТУ Б В.2.7-214:2009[3];
- відпускна міцність через 7 діб — не менше 70%;
- середня густина — відповідно до ДСТУ Б В.2.7-170:2008[16];
- пористість, теплопровідність (при необхідності) ДСТУ Б В.2.7-170:2008[16] ДСТУ EN ISO 13786:2023[17];
- візуальні показники: розшарованість, однорідність, кольоровість.

Контрольні зразки зберігаються в стандартних умовах (20 ± 2 °C, вологість 95%) до моменту випробування. Результати заносяться в акт приймального контролю та протоколи випробувань.

Технічні засоби контролю

На підприємстві застосовуються такі основні засоби вимірювальної техніки: ваги лабораторні електронні; стандартні конуси для визначення осадки; термометри (ртутні, електронні); сушильні шафи (для визначення вологості); камери твердіння (для витримки зразків); преси гідравлічні для визначення міцності на стиск (згідно з ДСТУ Б В.2.7-214:2009 [12]), мірні ємності, ситові аналізатори для визначення зернового складу.

Вся інформація щодо якості бетонної суміші ретельно фіксується у внутрішній документації:

- **Журнал вхідного контролю** — дані про кожну партію сировини;
- **Журнал операційного контролю** — умови змішування, параметри кожної порції;
- **Журнал приймального контролю** — результати випробувань;

- **Карта контролю якості** — інтегрована система моніторингу;
- **Акти та протоколи випробувань** — юридично значущі документи.

У разі виявлення невідповідностей завод зупиняє відвантаження продукції та призначає службову перевірку

Вимоги до ведення обліку результатів контролю

Усі результати контролю якості фіксуються в: журналі вхідного контролю; технологічному журналі змін; журналі приймального контролю (випробувань); актах випробувань зразків.

Журнали повинні зберігатися не менше 3 років та підписуватися відповідальними особами. У разі виявлення невідповідностей, проводиться службове розслідування, і продукція до усунення дефекту не відвантажується.

Таким чином, система контролю якості дозволяє забезпечити стабільні характеристики бетонної суміші відповідно до проєктної документації та вимог чинних нормативних документів України.

Крім того, готові бетонні та розчинні суміші повинні пройти приймальний контроль якості відповідно до вимог, викладених у табл. 6.2 та табл. 6.3, а також у картці контролю якості (додаток Е) (графи таблиць заповнюються відповідно до виду бетону

Таблиця 6.2

Приймальний контроль якості бетонних та розчинних сумішей

Найменування контролюваного показника	Технічні вимоги до показника якості	Методи контролю та випробувань	Контрольна служба і періодичність контролю
1. Вид суміші	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, кожна партія
2. Укладуваність (осадка конуса)	ДСТУ Б В.2.7-96:2000. Суміші бетонні. Технічні	ДСТУ Б В.2.7-114-2002. Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань	Лабораторія, кожна партія

	умови		
3. Середня Температура суміші	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, кожна партія
4.Середня густина	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, 1 раз на зміну
5. Пористість	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, періодично
6. Показник розшарованості	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, 1 раз на 500 м³
7. Водовідділення	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, 1 раз на 1000 м³

Таблиця 6.3

Приймальний контроль якості бетону

Найменування контролюваного показника	Технічні вимоги до показника якості	Методи контролю та випробувань	Контрольна служба, періодичність та обсяг контролю
Клас бетону за міцністю	ДСТУ Б В.2.7-96:2000. Суміші бетонні. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Будівельні матеріали. Бетони : методи визначення міцності за контрольними зразками	Лабораторія, 28 діб, 3 зразки на партію
Середня щільність	ДСТУ Б В.2.7-96:2000. Суміші бетонні. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Будівельні матеріали. Бетони : методи визначення середньої густини	Лабораторія, кожна партія

Якість структури бетону	ДСТУ Б В.2.7-96:2000. Суміші бетонні. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Бетони. Правила контролю міцності	Лабораторія, 1 раз на 500 м ³
Морозостійкість бетону	ДСТУ Б В.2.7-96:2000. Суміші бетонні. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-47-96. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення морозостійкості.	Лабораторія, ніж 1 раз на 2000 м ³
Водонепроникність бетону	ДСТУ Б В.2.7-96:2000. Суміші бетонні. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Будівельні матеріали. Бетони : методи визначення середньої густини	Лабораторія, 1 раз на місяць
Теплопровідність бетону	ДСТУ Б В.2.7-96:2000. Суміші бетонні. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-105-2000 Будівельні матеріали. Матеріали і вироби будівельні.	Сертифікована лабораторія, При розробці нового виду бетону
Відпускна вологість	ДСТУ Б В.2.7-96:2000. Суміші бетонні. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Будівельні матеріали. Бетони: методи визначення середньої густини	Лабораторія, за вимогою технолога
Водопоглинання бетону	ДСТУ Б В.2.7-96:2000. Суміші бетонні. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Будівельні матеріали. Бетони : методи визначення середньої густини	Лабораторія, 1 раз на 1000 м ³ бетону
Показники пористості бетону	ДСТУ Б В.2.7-96:2000. Суміші бетонні. Технічні умови	ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Будівельні матеріали. Бетони : методи визначення середньої густини	Лабораторія, періодично

Карта контролю якості

Основні операції, що підлягають контролю	Комплектація робочих креслень, НД, карт	Виготовлення бетонної суміші
Склад контролю	- Повнота пакету документів - Актуальність версій - Наявність підписів	- Склад суміші за рецептором - Вологість, густина, темперамент
Місце контролю	Відділ головного конструктора / техвідділ	Бетонний вузол / змішувач
Метод і засоби контролю	Візуальна перевірка, звірка з реєстром	Лабораторний аналіз, ваги, вологомір, термометр
Періодичність і обсяг контролю	Перед запуском у виробництво, 100% контроль	Кожна порція суміші / вибірково 5%
Особа, що контролює операцію	Інженер-конструктор, представник ВТК	Лаборант / контролер якості
Документ, у якому реєструються результати контролю	Відомість комплектності / Журнал входу документів / Акт перевірки	Лабораторний журнал / Відомість змішування
Особа, відповідальна за забезпечення технології	Головний технолог / Головний конструктор	Технолог бетонного процесу

РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Загальні положення

Організація безпечних і здорових умов праці — ключовий фактор ефективного функціонування будь-якого промислового підприємства. На заводі з випуску товарного легкого бетону виробничий процес пов'язаний із механізмами, вантажопідйомним обладнанням, цементним пилом, шумом, вібрацією, хімічними добавками, що створює потенційні загрози життю та здоров'ю працівників.

Система охорони праці має не лише запобігати виробничим травмам і професійним захворюванням, а й забезпечувати:

- безперервність виробничого процесу;
- зниження рівня аварійності;
- дотримання вимог трудового законодавства;
- створення позитивного іміджу підприємства.

На підприємстві заходи з охорони праці реалізуються відповідно до:

- **Кодексу законів про працю України (КЗпП)** — регламентує загальні вимоги щодо охорони праці, прав та обов'язків працівників і роботодавців;
- **Державних будівельних норм (ДБН)**, зокрема **ДБН А.3.2-2:2009 "Охорона праці і промислова безпека"**[20], які встановлюють вимоги щодо безпеки на будівельних і промислових об'єктах;
- **Правил безпеки у виробництві будівельних матеріалів і виробів** — визначають специфічні заходи безпеки для бетонного виробництва;
- **Наказів та інструкцій Міністерства охорони здоров'я, Державної служби України з питань праці** — що регламентують санітарні, технічні та організаційні аспекти охорони праці.

Основні напрями реалізації охорони праці на підприємстві з виробництва легкого бетону:

1. **Організація навчання та інструктажу працівників** з питань охорони праці відповідно до їхніх посадових обов'язків;
2. **Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ):** каски, респіратори, рукавички, спецодяг, спецвзуття тощо;
3. **Контроль за технічним станом обладнання** та його відповідністю нормам безпеки;
4. **Автоматизація та механізація трудомістких процесів,** зменшення фізичного навантаження на працівників;
5. **Організація безпечного технологічного процесу** — уникнення контакту з цементним пилом, шумом, вібраціями, небезпечними механізмами;
6. **Пожежна та електробезпека** — наявність засобів пожежогасіння, заземлення, аварійного відключення;
7. **Санітарно-гігієнічні умови праці** — вентиляція, освітлення, душові, побутові приміщення;
8. **Медичні огляди працівників,** особливо тих, хто працює у шкідливих або небезпечних умовах;
9. **Оформлення необхідної документації** (журнали інструктажів, акти перевірки, посвідчення тощо).

Санітарно-гігієнічні умови праці

Температура, відносна вологість та рухливість повітря, його запиленість і загазованість, рівень вібрації (загальної і локальної) та освітлення на робочих місцях повинні відповідати вимогам, що наведені у діючих ДБН та ДСП, зокрема — **ДБН В.2.5-28:2018 "Природне і штучне освітлення" [21]** — встановлює нормативи освітлення для виробничих та адміністративних приміщень; **ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" [22]** — регламентує вимоги до систем вентиляції для забезпечення необхідної якості повітря.

У виробничих приміщеннях мають бути забезпечені належні параметри мікроклімату: температура повітря в межах +16...+22 °С, відносна вологість —

40...60 %, швидкість руху повітря — не більше 0,3 м/с. Приміщення мають бути обладнані системами вентиляції, природного та штучного освітлення.

При проектуванні підприємства слід дотримуватися вказівок щодо аспірації та знепилювання технологічного і транспортного обладнання, які викладені в актуальних нормативних документах (зокрема, у **ДБН В.1.2-12:2008** Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки.[23], також **ДБН В.2.5-67:2013** Опалення, вентиляція та кондиціонування — регламентує проектування систем вентиляції і аспірації для видалення пилу й шкідливих газів [22];

Показники шуму, вібрації та запиленості не повинні перевищувати гранично допустимі рівні, встановлені **ДСН 3.3.6.037-99** (шум) [24], **ДСН 3.3.6.039-99** (вібрація) [25].

Безпека роботи з обладнанням

Використання технологічного обладнання (дозатори, бетонозмішувачі, транспортери) дозволяється лише працівникам, які пройшли відповідне навчання, інструктаж з охорони праці та мають допуск до роботи. Всі механізми мають бути оснащені захисними кожухами, системами аварійного зупинення та проходити технічне обслуговування згідно з графіком.

Електрообладнання повинне відповідати вимогам та мати заземлення. Робота під напругою забороняється без спеціального дозволу.

Засоби індивідуального та колективного захисту

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

Видаються безкоштовно всім працівникам згідно з типовими нормами (затверджені наказом Мінсоцполітики № 62):

- **Захист органів дихання:** респіратори FFP2 або FFP3;
- **Захист очей:** захисні окуляри;
- **Захист шкіри:** рукавички, комбінезони з антипиловим покриттям;
- **Захист слуху:** беруші або навушники при рівні шуму понад 80 дБ;
- **Захист голови та стоп:** каски та спецвзуття з металевим носком.

Засоби колективного захисту:

- витяжна вентиляція у зоні дозування цементу;
- автоматизація подачі матеріалів;
- огороження рухомих частин механізмів;
- протипожежні щити, вогнегасники;
- сигнальні таблички та світлові індикатори.

Пожежна безпека

На підприємстві повинна діяти система пожежної безпеки згідно з ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [26]. Об'єкт має бути обладнаний первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, пісок, щити), системою оповіщення, планами евакуації. Всі працівники проходять протипожежний інструктаж.

Права працівників у сфері охорони праці

Згідно із Законом України «Про охорону праці», працівник має право:

- на безпечні та нешкідливі умови праці;
- на безоплатне забезпечення ЗІЗ;
- відмовитися від виконання роботи у разі загрози життю або здоров'ю;
- на отримання достовірної інформації про умови праці та на компенсацію шкоди у разі нещасного випадку.

Працівники зобов'язані виконувати вимоги інструкцій з охорони праці, дотримуватися правил техніки безпеки, повідомляти про аварійні ситуації та небезпечні фактори.

Впровадження положень охорони праці є запорукою стабільної, безпечної та ефективної роботи бетонного заводу відповідно до чинного законодавства України.

Список використаних джерел

1. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво : зі змінами № 1 та № 2. Чинний від 2022-07-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 38 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-114:2002. Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань. Чинний від 2002-07-01. Вид. офіц. Київ : Держбуд України, 2002. 12 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-221:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Класифікація і загальні технічні вимоги. Чинний від 2010-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 8 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови. Чинний від 2011-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2010. 18 с.
5. ДСТУ Б EN 197-1:2015. Цемент. Частина 1. Склад, технічні вимоги та критерії відповідності для загальнобудівельного цементу. Чинний від 2016-07-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2015. 32 с.
6. ДСТУ Б В.2.7-185:2009. Цементи. Методи визначення нормальної густоти, строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму. Чинний від 2010-08-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2009. 30 с.
7. ДСТУ Б В.2.7-131:2007. Будівельні матеріали. Пісок кварцовий. Технічні умови. Чинний від 2008-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. 16 с.
8. ДСТУ Б В.2.7-62-97. Щебінь і пісок перлітові для виробництва спученого перліту. Технічні умови. Чинний від 1998-01-01. Вид. офіц. Київ : Держбуд України, 1998. 9 с.
9. ДСТУ Б В.2.7-273:2011. Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови. Чинний від 2012-12-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2011. 22 с.
10. ДСТУ Б В.2.7-215:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу. Чинний від 2010-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2009. 20 с.

11. ДСТУ EN 934-2:2019. Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Частина 2. Добавки для бетонів. Визначення, вимоги, відповідність, маркування та етикетування (EN 934-2:2009+A1:2012, IDT) Чинний від 2025-02-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 24 с.

12. 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.

13. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1 Чинний від 2020-06-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2009. 72 с.

14. ДСТУ Б В.2.7-232:2010. Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань. Чинний від 2011-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2010. 18 с.

15. ДСТУ Б В.2.7-264:2011. Заповнювачі пористі неорганічні для будівельних робіт. Методи випробувань (ГОСТ 9758-86, MOD). Чинний від 2012-12-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 28 с.

16. 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, 2008. 32 с.

17. ДСТУ EN ISO 13786:2023. Теплові характеристики будівельних конструкцій. Динамічні теплові характеристики. Методи розрахунку. (EN ISO 13786:2017, IDT; ISO 13786:2017, IDT). Чинний від 2023-10-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2023. 40 с.

18. ДСТУ Б В.2.7-96:2000. Суміші бетонні. Технічні умови (ГОСТ 7473-94) Чинний від 2000-07-01. Вид. офіц. Київ : Держбуд України, 2000. 16 с.

19. ДСТУ EN 1097-6:2021. Методи випробування з визначення механічних і фізичних характеристик заповнювачів. Частина 6. Визначення середньої густини та водопоглинання. (EN 1097-6:2013, IDT). Чинний від 2022-06-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2021. 24 с.

20. 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.

21. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Чинний від 2019-03-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 56 с.

22. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 104 с.

23. ДБН В.1.2-12:2008. Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки. Чинний від 2009-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. 36 с.

24. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Чинний. Вид. офіц. Київ : МОЗ України, 1999. 16 с.

25. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Чинний. Вид. офіц. Київ : МОЗ України, 1999. 12 с.

26. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Чинний від 2017-06-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2016. 64 с.

27. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Бетони. Правила контролю міцності. Чинний від 2010-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 19 с.

28. ДСТУ Б В.2.7-47:1996. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення морозостійкості. Загальні вимоги. Чинний від 1997-04-01. Вид. офіц. Київ : Держбуд України, 1997. 9 с.

29. ДСТУ Б В.2.7-105:2000. Будівельні матеріали. Матеріали і вироби будівельні. Метод визначення теплопровідності і термічного опору при стаціонарному тепловому режимі. Чинний від 2001-07-01. Вид. офіц. Київ : Держбуд України, 2000. 24 с.