

Вступ

Бетонні дорожні плити сьогодні є одним із найефективніших матеріалів для будівництва різних типів доріг, зокрема автомобільних магістралей, автобанів, міських вулиць і навіть спеціалізованих об'єктів інфраструктури, таких як вантажні термінали чи злітно-посадкові смуги. Їх популярність обумовлена можливістю швидкого монтажу, високою міцністю та здатністю витримувати суттєві статичні й динамічні навантаження, що робить бетонні плити незамінними в умовах інтенсивного транспортного потоку.

Сучасний розвиток технологій та постійне зростання кількості транспорту на дорогах призвели до потреби створення інноваційних і високоякісних матеріалів для будівництва дорожнього полотна. Бетонні плити відповідають цим вимогам, забезпечуючи не лише довговічність і надійність, а й ефективність у процесі укладання та обслуговування доріг.

У цій роботі я пропоную глибше ознайомитися з діяльністю заводу, який спеціалізується на виробництві бетонних дорожніх плит. Ми розглянемо ключові етапи технологічного процесу виготовлення цих виробів, починаючи від підбору якісної сировини та оптимізації рецептури бетонної суміші, і закінчуючи інноваційними підходами до контролю якості готової продукції. Окремо буде висвітлено вплив внутрішніх факторів, таких як організація виробництва та модернізація обладнання, а також зовнішніх чинників, зокрема вимог ринку та впровадження екологічних стандартів.

Додатково буде приділено увагу аналізу сучасних викликів, які постають перед виробниками, та можливим шляхам їх вирішення. Ми також дослідимо інноваційні рішення та технології, що дозволяють підвищити конкурентоспроможність продукції, адаптуватися до потреб сучасного будівельного ринку й задовольнити очікування замовників, які шукають оптимальне поєднання якості, надійності та економічної вигоди.

1. Загальна частина

1.1. Характеристика й склад підприємства

Підприємство призначається для виробництва дорожніх плит 1П 30.18.30. Підприємство, яке було запроєктовано, приналежить до спеціалізованого підприємства по виробництву залізобетонних виробів, яке обладнане сучасними оснащеннями з застосуванням новітніх світових досягнень в галузі технології бетону.

Розвиток заводу з виробництва дорожніх плит у Кривому Розі: потенціал, ресурси та переваги розташування

Кривий Ріг є одним із найбільш перспективних міст для створення заводу з виробництва дорожніх плит завдяки своїй унікальній сировинній базі, розвинутій транспортній інфраструктурі та промисловому потенціалу. Місто, як один із найбільших індустріальних центрів України, має всі необхідні передумови для організації сучасного високотехнологічного виробництва.

Потенціал розташування

Кривий Ріг розташований у центральній-південній частині України, що забезпечує зручний доступ до ключових транспортних коридорів. Географічне положення робить його стратегічно важливим вузлом для внутрішнього ринку та експорту продукції.

Сировинна база регіону

Кривий Ріг відомий своїми багатими запасами корисних копалин, які мають вирішальне значення для виробництва дорожніх плит:

1. Щебінь і пісок: Видобуток щебеню з місцевих кар'єрів є однією з основних галузей міста. Граніт і базальт Криворізького регіону мають високу якість, що ідеально підходить для будівельної індустрії.
2. Метал для армування: Кривий Ріг є центром металургії України. Місцеві металургійні комбінати забезпечують доступність арматури та інших металевих виробів для армування бетонних плит.
3. Цемент: Регіон має зручну логістику для отримання цементу з підприємств сусідніх областей, зокрема Дніпропетровської.

4. Хімічні добавки: На місцевих і сусідніх підприємствах виробляються компоненти для покращення властивостей бетону, такі як пластифікатори та гідрофобізатори.

Інженерна та промислова інфраструктура

Кривий Ріг має розвинуту інженерну інфраструктуру, що відповідає потребам великих промислових підприємств:

1. Електропостачання: Потужні енергомережі міста забезпечують безперебійне постачання електроенергії, необхідної для роботи сучасного обладнання.
2. Водопостачання: Місто має розгалужену систему водозабезпечення, яка здатна забезпечити виробництво технологічною водою.
3. Газопостачання: Добре розвинена мережа газопроводів дозволяє використовувати газ для опалення виробничих приміщень і технологічних процесів.
4. Каналізація та утилізація відходів: Кривий Ріг має діючі промислові стоки та утилізаційні системи, що відповідають екологічним стандартам.

Транспортна доступність і інтеграція в інфраструктуру

Кривий Ріг має стратегічно важливу транспортну інфраструктуру, яка дозволяє ефективно організувати логістику для заводу:

1. Автомобільні магістралі: Через місто проходять великі автодороги регіонального та міжнародного значення, що забезпечує швидке транспортування готової продукції.
2. Залізничне сполучення: Місто є важливим залізничним вузлом, що забезпечує перевезення як сировини, так і готових дорожніх плит. Близькість до металургійних комбінатів дозволяє мінімізувати витрати на транспортування матеріалів.
3. Близькість до морських портів: Завдяки зручному сполученню із портами Чорного моря, завод у Кривому Розі має можливість експортувати продукцію на міжнародні ринки.

Умови підключення до інженерних мереж

1. Технічні умови: Завод може отримати технічні умови на підключення до електромереж, водопостачання та інших інженерних систем без значних затримок завдяки промислового статусу міста.
2. Вартість підключення: Промислові зони Кривого Рогу вже оснащені базовою інфраструктурою, що суттєво знижує витрати на будівництво і підключення.
3. Під'їзні шляхи: Завдяки існуючим транспортним вузлам та магістралям, не буде потреби у значних інвестиціях у створення додаткових під'їзних доріг.

Переваги створення заводу в Кривому Розі

1. Доступність сировини: Безпосередня близькість до джерел сировини дозволяє значно скоротити витрати на її доставку.
2. Індустріальний досвід: Місто має багаторічний досвід у важкій промисловості, що забезпечує наявність кваліфікованих кадрів.
3. Розвинута інфраструктура: Система інженерних мереж і транспортна доступність сприяють оперативному запуску виробництва.
4. Інвестиційна привабливість: Місцева влада активно підтримує промислові ініціативи та пропонує адміністративні стимули для нових підприємств.

Потенціал розвитку

Створення заводу з виробництва дорожніх плит у Кривому Розі відкриває широкі можливості для економічного розвитку міста. Завдяки доступності ресурсів, сучасній інфраструктурі та географічній зручності, підприємство може забезпечити потреби внутрішнього ринку й зміцнити позиції України на міжнародному ринку будівельних матеріалів.

Структура підприємства з виробництва дорожніх плит у Кривому Розі.

Завод із виробництва дорожніх плит є складним виробничим комплексом, що включає в себе основні та допоміжні цехи, дільниці, а також адміністративно-господарські та побутові об'єкти. Чітка організація цих структур дозволяє

забезпечити ефективність виробничих процесів, оптимізацію витрат і високу якість кінцевої продукції.

Основні цехи:

1. Бетонозмішувальний цех

- Призначення: Приготування бетонної суміші відповідно до заданих технологічних параметрів.
- Обладнання: Бетонозмішувачі, міксери, автоматизовані системи управління процесами.
- Процеси: Змішування компонентів (цементу, води, щебеню, піску та добавок) у відповідних пропорціях для отримання високоякісного бетону.

2. Формувальний цех

- Призначення: Виготовлення дорожніх плит шляхом заливання бетонної суміші у форми.
- Обладнання: Форми для плит, вібраційні столи, укладачі арматури.
- Процеси:
 - Розташування арматурних сіток у формах.
 - Заливання бетону.
 - Вібраційна обробка для ущільнення суміші.
 - Початкове твердіння у формах.

3. Склад готової продукції

- Призначення: Зберігання готових дорожніх плит до моменту відправлення замовникам.
- Обладнання: Майданчики для складування, навантажувальна техніка (крани, крани).
- Процеси: Контроль зберігання, організація логістики та навантаження.

4. Лабораторія контролю якості

- Призначення: Випробування сировини, бетонної суміші та готових плит.

- Обладнання: Прилади для перевірки міцності, вологості, щільності.
- Процеси: Перевірка якості продукції на кожному етапі виробництва.

Комплекс адміністративно-господарського і побутового призначення

1. Адміністративний корпус

- Призначення: Організація роботи керівного персоналу та планування виробничих процесів.
- Приміщення: Кабінети керівництва, відділи бухгалтерії, планово-економічний відділ, відділ збуту, конференц-зали.

2. Господарські приміщення

- Призначення: Забезпечення експлуатації підприємства.
- Приміщення: Склади для інструментів і запасних частин, гаражі для техніки.

3. Побутові приміщення

- Призначення: Забезпечення зручностей для працівників.
- Приміщення: Роздягальні, душові, їдальні, кімнати відпочинку.

4. Інженерно-технічний корпус

- Призначення: Розміщення служб забезпечення функціонування підприємства.
- Приміщення: Кабінети технологів, інженерів з технічного обслуговування, IT-відділ.

5. Охоронний комплекс

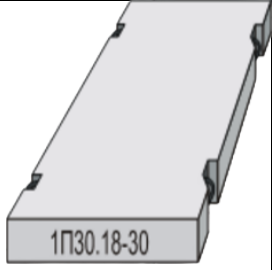
- Призначення: Забезпечення безпеки підприємства.
- Приміщення: КПП, пост охорони, відеоспостереження, серверні кімнати.

Комплексна структура підприємства в Кривому Розі, з урахуванням основних і допоміжних цехів, а також адміністративно-господарських об'єктів, створює умови для ефективного виробництва дорожніх плит. Завдяки продуманій організації виробництва та використанню місцевих ресурсів, завод матиме значний економічний і соціальний вплив на розвиток регіону.

Запуск такого заводу також сприятиме створенню нових робочих місць, підвищенню рівня життя у регіоні та покращенню якості дорожньої інфраструктури в Україні.

Таблиця 1

1.2. Номенклатура продукції, що випускається:

Найменування виробів	Ескіз виробів	Марка виробів	Відповідний ДСТУ	Доля, % в загальному випуску	Задана річна продуктивність	
					Куб. м	шт
Плита дорожня		1П 30.18.3 0	ДСТУ Б В.2.6- 2:2009	100	12000	13636

1.2. Номенклатура і характеристика продукції, яка випускається

Таблиця 2

Марка виробу	Розміри виробу, мм	Клас бетону за міцністю	Маса виробу кг	Видаток матеріалів	
				бетон, м ³	сталь, кг
1П 30.18.30	3000x1750x170	С 30/35	2200	0,880	727,3

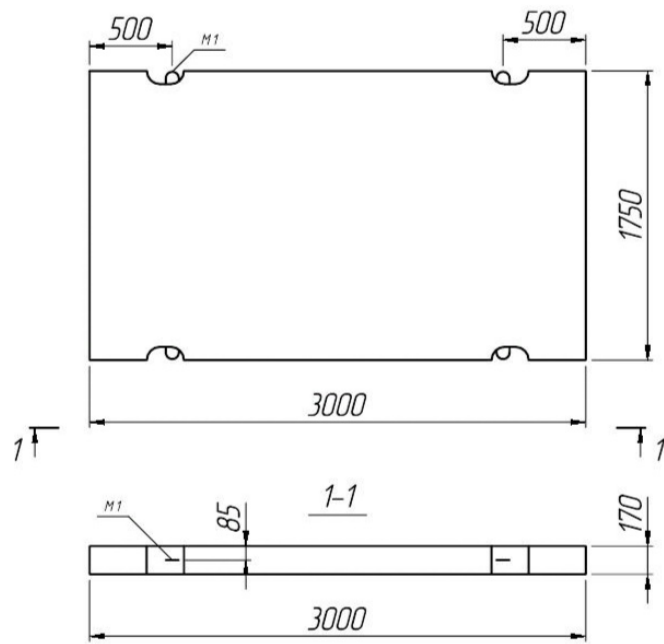


Рис.1 Плита дорожня 1П 30.18.30

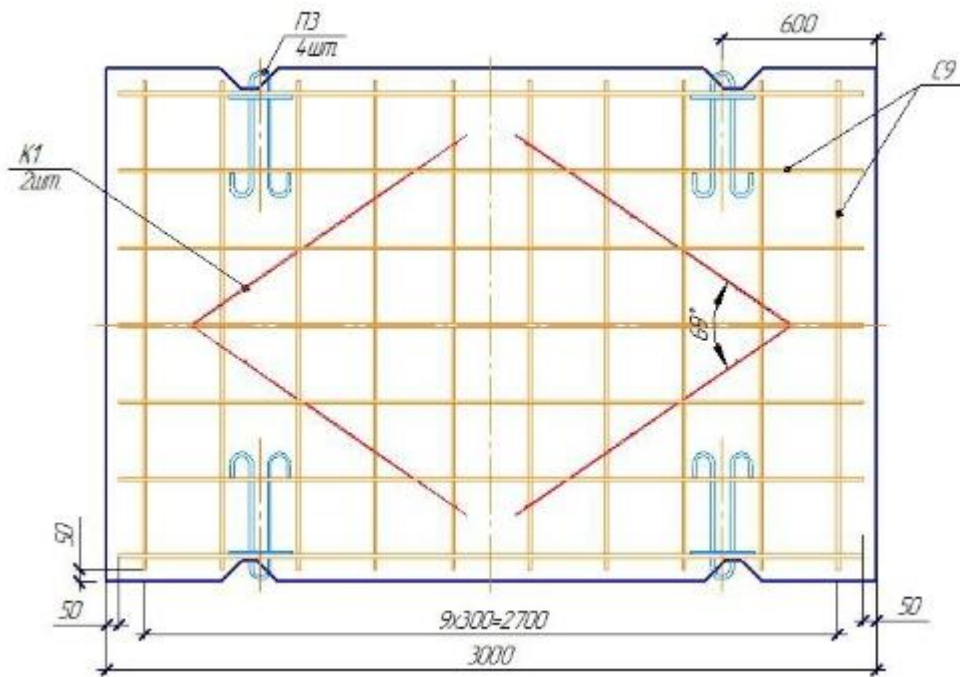


Рис. 2 Арматурне креслення

2. Вибір і обґрунтування прийнятої технології виробництва.

Впровадження конвеєрного методу на заводі з виробництва дорожніх плит є важливим рішенням, яке визначає ефективність роботи підприємства, його продуктивність і якість готової продукції. Конвеєрна організація праці дозволяє автоматизувати більшість виробничих процесів, мінімізувати вплив людського фактора та забезпечити точний контроль якості на всіх етапах виготовлення плит.

Переваги конвеєрного методу на заводі дорожніх плит

1. Підвищення продуктивності:
 - Конвеєр забезпечує безперервний потік виробничого процесу, скорочуючи час простоїв між окремими операціями.
 - Завдяки чіткому поділу праці кожна ділянка виконує свою операцію швидко й ефективно.
2. Уніфікація продукції:
 - Використання автоматизованих конвеєрів дозволяє досягти однорідності плит за розмірами, формою та технічними характеристиками.
3. Оптимізація витрат:
 - Мінімізація ручної праці та використання автоматизованих машин знижує витрати на оплату праці та зменшує ризик браку.
4. Зменшення людського фактора:
 - Конвеєр автоматично виконує складні операції, знижуючи ймовірність помилок, викликаних втомою чи неухважністю працівників.
5. Гнучкість виробництва:

- Конвеєри можна налаштувати під виготовлення різних типів плит (наприклад, плит для різного навантаження або з різними арматурними схемами).

Основні етапи виробництва плит з використанням конвеєрного методу

1. Підготовка сировини:

- Пісок, щебінь, цемент і хімічні добавки подаються на перший етап конвеєра за допомогою автоматизованих транспортерів і дозаторів.
- Всі компоненти проходять попередню обробку (наприклад, очищення чи сортування).

2. Бетонозмішування:

- Сировина автоматично подається до бетонозмішувачів, які забезпечують рівномірне перемішування компонентів відповідно до заданої рецептури.
- Конвеєр подає готову суміш безпосередньо до формувальної ділянки.

3. Формування плит:

- Готова бетонна суміш подається у форми, які рухаються на конвеєрі.
- На цій ділянці встановлюється арматура, після чого форми заповнюються сумішшю.
- Вібраційні столи ущільнюють бетон у формах, забезпечуючи рівномірну структуру плит.

4. Термообробка:

- Форми з плитами переміщуються до камер для термообробки, де забезпечується прискорене твердіння бетону.
 - Конвеєрна система дозволяє точно контролювати температуру і вологість у камерах.
5. Зняття форм і обробка плит:
- Після завершення твердіння плити автоматично вивільняються з форм.
 - Встановлюються додаткові етапи механічної обробки (наприклад, шліфування країв чи нанесення захисного покриття).
6. Контроль якості:
- Плити проходять автоматизовану перевірку на міцність, геометричні параметри та відповідність стандартам.
 - Браковані вироби автоматично відокремлюються з потоку.
7. Склад готової продукції:
- Конвеєр доставляє готові плити до складу, де вони укладаються штабелями для зберігання або навантаження на транспорт.

Необхідне обладнання для впровадження конвеєрного методу

1. Транспортуючі механізми:
 - Ланцюгові, стрічкові та роликові конвеєри для переміщення сировини, форм і готової продукції.
2. Дозуючі пристрої:
 - Автоматичні дозатори для точного вимірювання пропорцій сировини.
3. Бетонозмішувачі:

- Сучасні автоматизовані змішувачі для однорідного приготування бетонної суміші.
4. Формувальні пристрої:
 - Вібраційні столи та форми для заливання суміші.
 5. Камери термообробки:
 - Закриті системи з автоматичним регулюванням температури та вологості.
 6. Контрольно-вимірювальне обладнання:
 - Лінії автоматизованого контролю якості готових плит.
 7. Підйимально-навантажувальна техніка:
 - Крани та штабелери для зберігання та відправки готової продукції.

Організація робочих місць у конвеєрному виробництві

1. Автоматизація праці:
 - Більшість процесів виконуються машинами, а роль працівників полягає у моніторингу, налагодженні обладнання та управлінні програмними системами.
2. Зонування:
 - Робочі місця розподіляються за функціональними зонами: підготовка сировини, формування, термообробка, контроль якості, зберігання.
3. Безпека:
 - На кожному етапі передбачаються системи захисту працівників від небезпечних факторів (захисні екрани, сигналізація).

4. Навчання персоналу:

- Працівники проходять підготовку для роботи з автоматизованими системами та програмним забезпеченням.

Особливості застосування конвеєрного методу в Кривому Розі

1. Розвинена сировинна база:

- Наявність великих кар'єрів щєбеню та металургійних заводів у Кривому Розі забезпечує безперервне постачання матеріалів для конвеєра.

2. Інженерна інфраструктура:

- Потужні енергомережі та водопостачання регіону дозволяють забезпечити стабільну роботу автоматизованих систем.

3. Кваліфіковані кадри:

- Індустріальна спеціалізація міста забезпечує доступ до працівників із досвідом роботи в автоматизованих виробництвах.

Економічний ефект від впровадження конвеєрного методу

1. Скорочення витрат:

- Оптимізація виробничих процесів знижує собівартість продукції.

2. Збільшення обсягів виробництва:

- Конвеєр дозволяє випускати більше продукції за менший час.

3. Підвищення конкурентоспроможності:

- Висока якість і низька собівартість продукції робить підприємство конкурентоспроможним як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

Отже, вибір конвеєрного методу на заводі з виробництва дорожніх плит у Кривому Розі є стратегічно правильним рішенням, що забезпечує оптимальне використання ресурсів, високу продуктивність і бездоганну якість продукції. Завдяки автоматизації виробничих процесів підприємство зможе задовольнити потреби сучасного ринку та стати важливим гравцем у сфері дорожньо-будівельних матеріалів.

3. Розрахунок фондів часу роботи

Щоб мати можливість для розрахунку режиму роботи організації призначаємо:

- номінальний фонд часу використання обладнання,
робочих днів на рік (T_n) 260;
- тривалість робочої зміни ($t_{зм}$), год. 8;
- робочих змін 2;

Річний фонд часу роботи тех. обладнання визначаємо за формулою:

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

де $T_{пер}$ – втрати робочого часу, які пов'язані з переналагоджуванням
формульованого обладнання, діб

$T_{рем}$ – термін запланованого призупинення обладнання на ремонт, діб

Виходячи з таблиць 3 та 4, приймаємо:

$T_{пер}$ – втрати робочого часу, які пов'язані з переналагоджуванням
формульованого обладнання (для конвеєрного виробництва), 0 діб

$T_{рем}$ – термін запланованого призупинення обладнання на ремонт (для
конвеєрного виробництва), 13 діб.

Таблиця 3

Технологічна лінія	Додаткові витрати робочого часу ($T_{пер}$) при способі виконання переналагоджування та змінності роботи					
	Усе переналагоджування виконується на спецпостах		На спецпостах виконується тільки переналагоджування, що не вкладається в темп роботи лінії		Усе переналагоджування проводиться на лінії	
	2	3	2	3	2	3
Конвеєрна та касетно-конвеєрна	2	3	3	4	-	-
Агрегатно-поточкова	1	2	1	2	-	-
Стендова	-	-	2	3	4	6
Касетна, при виготовленні марок виробів на рік в одній касеті:						
10	-	-	3	5	4	6
15	-	-	5	7	6	8
20	-	-	7	9	8	10

Таблиця 4

Технологічна лінія та основне технологічне обладнання	Термін планових зупинок на ремонт ($T_{рем}$), діб
Агрегатно-потоківі та стендові лінії, касетні установки	7
Конвеєрні лінії	13
Бетонозмішувальні цехи	7

Тоді

$$T_{пр} = 260 - 13 = 247 \text{ доби}$$

- Змінний фонд продуктивної праці $t_{зм}$, розмір якого визначаємо за формулою:

$$t_{зм} = t_{зм} \oplus K_{вс}, \text{ год,}$$

- де $K_{вс}$ – коефіцієнт внутрішнього продуктивного використання робочого часу.

$$K_{вс} = \frac{\sum_{i=1}^e q_i}{100}$$

де e – кількість регламентованих додаткових витрат часу на протязі зміни.

q_i – тривалість внутрішніх регламентованих додаткових витрат часу, у відсотках від оперативного часу (для конвеєрного методу):

Підготовчо-завершальні роботи	– 4 % (480·0,04=20 хв.);
Обслуговування робочого місця	– 4% (480·0,04=20 хв.);
Перерви технологічні t_n	– 2% (480·0,02=10 хв.);
Відпочинок та особисті потреби $t_{вд}$	– 10% (480·0,10=48 хв.);
Усього	– 20%.

$$K_{вс} = 1 - \frac{4 + 4 + 2 + 10}{100} = 0,8$$

Термін робочого часу у зміну:

$$t_{зм} = 0,8 \cdot 8 = 6,4 \text{ год}$$

Таблиця 5

Показники робочого фонду часу:

Період часу	Показники			
	Номінальні		Розрахункові	
	діб	годин	діб	годин
зміна	–	$t_{zv} = 8$	–	$t_{zv} = 6,4$
доба	1	$T_{zv} = t_{zv} \times n_{zv} = 8 \times 1 = 8$	1	$T_{zv} = t_{zv} \times n_{zv} = 6,4 \times 1 = 6,4$
місяць	$T_M = \frac{T_H}{12} = \frac{260}{12} = 21,67$	$T_M \times t_{zv} \times n_{zv} = 21,67 \times 8 \times 1 = 173,44$	$T_{MP} = \frac{T_{P14}}{12} = \frac{247}{12} = 20,58$	$T_M \times t_{zv} \times n_{zv} = 20,58 \times 6,4 = 131,7$
рік	$T_r = 260$	$T_r \times t_{zv} \times n_{zv} = 260 \times 8 \times 1 = 2080$	$T_{rv} = 247$	$T_{rv} \times t_{zv} \times n_{zv} = 247 \times 6,4 \times 1 = 1580,8$

4. Наукова частина

Вступ

У сучасному будівництві підвищення корозійної стійкості бетону є критично важливим завданням, адже більшість конструкцій експлуатується в умовах впливу агресивних факторів, таких як хлориди, сульфати, кислотні розчини та підвищена вологість. Руйнування бетону через корозію арматури або деградацію цементного каменю може призвести до зниження несучої здатності конструкції, передчасного виходу з ладу та значних витрат на ремонт і відновлення. Це стимулює розвиток нових технологій, спрямованих на поліпшення довговічності бетону, зокрема завдяки додаванню мінеральних добавок або застосуванню захисних покриттів.

Серед доступних та ефективних методів особливе місце займає **додавання високодисперсної крейди** до складу бетонних сумішей. Крейда як природний матеріал є багатим на карбонат кальцію (CaCO_3), який здатний брати участь у процесах гідратації цементу. Високодисперсна крейда має значну питому поверхню, що дозволяє їй заповнювати мікропори та капіляри в бетоні. Це зменшує водопроникність матеріалу та створює бар'єр для проникнення агресивних речовин, таких як хлориди та сульфати. Крім того, добавка крейди знижує кількість клінкерного цементу у складі бетону, що не лише зменшує собівартість матеріалу, але й робить процес виробництва більш екологічним.

Іншим перспективним підходом є **використання геополімерного покриття**. Геополімери — це матеріали на основі алюмосилікатів, які формують на поверхні бетону щільний захисний шар із високою хімічною стійкістю. Завдяки своїй унікальній структурі геополімери ефективно блокують проникнення води, хлоридів і сульфатів, запобігаючи корозії арматури та деградації бетону. Такі покриття особливо ефективні для конструкцій, що експлуатуються у надзвичайно агресивних умовах, наприклад, у морській воді або промислових зонах із високим рівнем хімічного забруднення. Однак геополімерне покриття потребує значних фінансових витрат і застосування спеціального обладнання.

Актуальність вибору методу

З огляду на актуальність підвищення стійкості бетону до корозії, вибір оптимального методу залежить від кількох факторів, зокрема умов експлуатації конструкцій, доступності матеріалів і економічної доцільності. У регіонах із багатими запасами карбонатних порід, таких як крейда, додавання цього компонента до бетонних сумішей стає пріоритетним. Крім того, високодисперсна крейда дозволяє не лише підвищити довговічність бетону, але й розв'язати низку екологічних проблем, пов'язаних із виробництвом цементу, зокрема скорочення викидів вуглекислого газу.

Використання геополімерного покриття, попри його значні переваги в агресивних середовищах, є доцільним для специфічних об'єктів із підвищеними вимогами до стійкості. Наприклад, це можуть бути морські платформи, конструкції, що контактують із промисловими стоками, або об'єкти, розташовані в регіонах із високою кислотністю ґрунтів. У більшості ж стандартних умов експлуатації бетонних конструкцій перевагу варто віддавати економічно вигідним методам, таким як використання крейди.

Геополімерне покриття як захист бетону проти хімічного впливу та корозії. [3-5]

З метою пом'якшення та запобігання хімічного впливу та бетону корозії потрібно вибрати правильний бетон, щоб зробити його менш проникним або ізолюйте його від корозійного середовища за допомогою відповідного покриття. Тут, ми представляємо використання геополімерного розчину з місцевих відходів та силікат натрію як хіміорезистентне покриття для бетону. У цьому документі розробка робочих параметрів геополімерного розчину (наприклад, час схоплювання і адгезія до бетону). Тут ми досліджували опір бетонних зразків, покритих геополімером до 10% неорганіки/органіки кислоти і насиченого розчину натрій хлориду. Під час замочування в корозійне середовище, втрата ваги та міцність на стиск були вимірювані. Геополімерне покриття, описане в цій роботі, показало себе чудово стійкість до

органічних і неорганічних кислот. Покриття бетонних зразків зменшили втрату ваги після впливу органічних кислот з 15% до 2% із супутньою втратою міцності на стиск від 49% до 9% від початкової значення. Різниця в хімічній стійкості для неорганічних кислот була рівномірною більш помітні. Покриття бетонних зразків зменшило їх втрату ваги після вплив неорганічних кислот від 73% до 0,8% при адекватному стисканні втрата міцності з 96% до лише 3,5% від початкового значення.

Бетон, композит з цементу, води, піску та крупного заповнювача, є одним із найпоширеніший і універсальний будівельний матеріал, що використовується в усьому світі . Його внесок у дорожньому будівництві значний. Мости, тунелі та бетонні дороги є кількома прикладами успішного застосування цементу . Їх довговічність залежить від багатьох факторів, одним з яких є їх стійкість до хімічного впливу та корозії. Сприйнятливості бетону до корозійних факторів (наприклад, аніонів хлоридів і сульфатів) пов'язана з наявністю капілярних пор, відповідальних за міграцію води і газу в його матрицю, а також присутність гідроксиду кальцію з алітової та белітової мінеральних фаз Портландцементу .

Як правило, існує два способи пом'якшити або запобігти хімічній атаці. Треба вибирати правильний бетон, щоб зробити його менш проникним або ізолювати його від навколишнього середовища за допомогою відповідне покриття або змінити середовище, щоб зробити його менш агресивним для бетону. Як уже згадувалося, одним із найпоширеніших способів є покриття основі органічних полімерів є використання бар'єрних покриттів на основі мінерального в'язучого. Одним із таких прикладів є геополімер матеріали з місцевих відходів. Їх мікроструктура нагадує відомі з органічні полімери. Подібним чином, як і у випадку згаданих смол, він може бути успішно використаний як покриття з чудовою адгезією до бетону та цінними показниками довговічності. Геополімерне в'язуче являє собою двокомпонентну систему з алюмосилікатних відходів (наприклад, доменний шлак, зола-винесення) і водний розчин силікату калію або натрію, як активатор процесу геополімеризації. Поєднання цих двох інгредієнтів призводить до утворення аморфного матеріалу з діапазоном

специфічних властивостей, тобто високим раннім міцність, стійкість до заморожування-розморожування і більш висока хімічна стійкість в порівнянні з традиційними мінеральні в'язучі . Застосування геополімерного матеріалу та його особливості залежить від співвідношення між молярним співвідношенням $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ водного розчину силікату та використання специфічних наповнювачів. Метою дослідження було показати застосовність геополімерного розчину як покриття для традиційного бетону. В даній роботі досліджується адгезійна міцність геополімерного розчинного покриття до бетонної поверхні було виміряно. Крім того, хімічна стійкість бетону з покриттям геополімерним розчином до 10% неорганічної та органічної кислот і насиченим розчином хлорид натрію вимірювали через 28 днів. Крім того, міцність на стиск покритих і зразки бетону без покриття вимірювали після 28 днів впливу згаданої корозії агентів.

Фізичні властивості сировини

Гранулометричний склад. Гранулометричний склад СЕМ II та алюмосилікатних матеріалів використовувани для геополімерного розчину вимірювали методом лазерної дифракції. світлотрозсіювання зернами сировини в пропан-2-олі вимірювали та аналізували за допомогою Malvern Mastersizer 2000 (Malvern Instruments) з додатковим аксесуаром Hydro 2000MU.

Дані наведено на рис. 1.

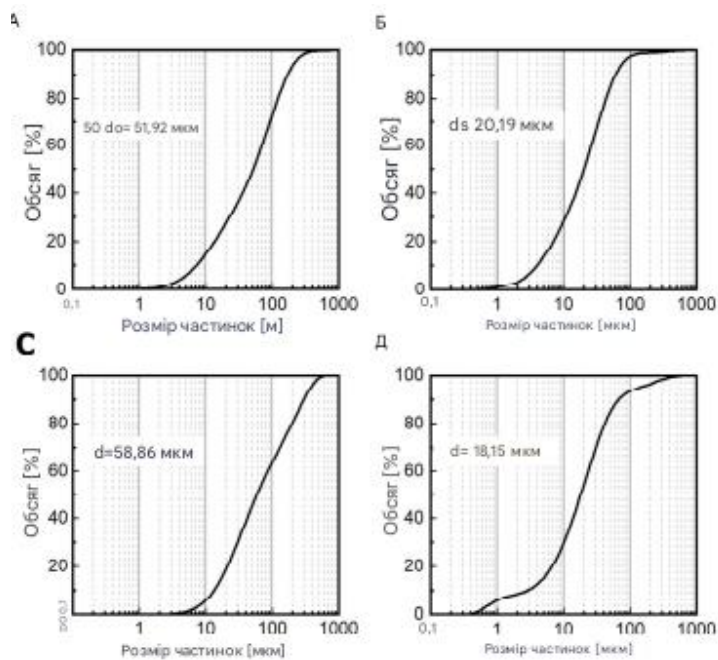


Рис. 1. Гранулометричний склад сировини для приготування бетону та геополімеру розчин: (А) зола-винесення класу F; (В) мелений гранульований доменний шлак; (С) кремнезем; (D) зола-винесення Портландцемент.

Суміш портландцементного бетону та геополімерного розчину Портландцементний бетон. Зразки бетону готували змішуванням кварцового піску і крупних заповнювачів з половиною частини води для замішування. Після 3-5 хвилин безперервної роботи змішування в бетономішалці додавали цемент, а потім другу половину води з суперпластифікатором. Перемішування продовжували ще від 2 до 5 хвилин. Відношення води до цементу (w/c) становило 0,43. Після отримання однорідної суміші $4 \times 4 \times 16$ см і формували бетонні зразки розміром $30 \times 30 \times 4$ см. Бетонна композиція з портландцементу цементу описано в таблиці 1. На наступний день після змішування та формування були поміщені зразки у воді і приправляють 28 днів.

Склад цементобетону		Склад геополімерного розчину	
	Масовий відсоток, мас. %		Масовий відсоток, мас. %
СЕМ II	17.74	Геополімерне в'язуче	30.50
Кварцовий пісок (0-2 мм)	29.86	Кварцовий пісок (0,1-0,2 мм)	14.25
Доломітовий пісок (2-8 мм)	52.38	Кварцовий пісок (0,1-0,5 мм)	33.25
Суперпластифікатор	0,02	Силікат натрію	13.06
		вода	8,94

Таблиця 1. Пропорції суміші цементобетону і геополімерного розчину (дані в таблиці відповідають відсотків по масі, мас.%).

Геополімерний розчин. Зразки геополімерного розчину готували спочатку шляхом змішування розсіпчастих матеріалів для отримання молярних співвідношень, як описано в табл. 2. Такий підготовлений сипучий матеріал був додають у водний розчин силікату натрію з додатковою водою і змішують про 5 хвилин для отримання однорідної суміші. Потім додавали фракції кварцового піску і перемішували ще 5 хвилин. Потім за допомогою малярного валика було нанесено покриття з геополімерного розчину на бетонних зразках і залишають висихати при кімнатній температурі.

	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}$	SiO_2/CaO
Суха суміш	5.72	74.24	0	11.0
Суспензія	6.55	9.48	0,04	13.6

Таблиця 2. Молярні співвідношення сухої суміші геополімерного в'язучого та суспензії геополімеру.

Стійкість до хімічного впливу та корозії

Хімічна стійкість геополімерного покриття виміряна на 10% неорганічні кислоти (наприклад, соляна кислота, азотна кислота), 10% органічні кислоти (наприклад, оцтова кислота, молочна кислота) і насичений розчин хлориду натрію. Зразки бетону з і без захисний шар поміщали в хімічно стійкий лоток, а потім заповнювали відібраний розчин до половини висоти зразка. Потім зразки замочували протягом одного дня і повністю покривають розчином. Після цього зразки були запечатані, щоб уникнути випаровування розчину. Зразки зберігали в цьому розчині протягом 7, 14 і 28 днів.

Вимірювання втрати ваги. Була виміряна маса зразків бетону з покриттям і без покриття після 7, 14 і 28 днів у розчині. Перед вимірюванням зразки промивали води і висушують до постійної маси. Міцність на стиск. Міцність на стиск закритого і відкритого бетону зразки вимірювали за допомогою машини для випробування міцності на стиск (Тoni Technik) згідно з європейським стандартом PN-EN 196-1:2016-07 «Методи випробувань цемент – Частина 1:

Визначення міцності». Міцність на стиск вимірювали після 28 днів у розчинах. Зразки обробляли, як описано в розділі вище. Раніше вимірювання, зразки промивали водою і висушували до постійної маси.

Результати

Геополімерний розчин готується за методикою, описаною в матеріалі і розділ методів має відповідну послідовність для різних методів застосування. Це може бути наноситься за допомогою кельми або малярського валика. Встановлюється протягом 4 годин від початку додаток. Після процесу висихання міцність зчеплення з поверхнею більше ніж 2 МПа (табл. 3), що порівнянно з широко використовуваними епоксидними смолами .

Зразок №	1	2	3	4	5
Тестове значення [МПа]	2.10	2.10	2.05	2.00	2.15
Режим відмови	100% A/B	100% A/B	100% A/B	100% A/B	100% A/B

Таблиця 3. Міцність зчеплення геополімерного розчинного покриття з поверхнею бетонної плити

Втрата ваги. Як описано в розділі матеріалів і методів, зразки розміром $4 \times 4 \times 16$ см поміщали в хіміорезистентні лотки, наповнені 10 % водним розчином органічних речовин неорганічні кислоти і насичений розчин хлориду натрію. Зразки з покриттям/без покриття вимірювали після 7, 14 і 28 днів замочування. Представлені дані на малюнку 2 представлено середню втрату ваги \pm стандартне відхилення для $n = 3$ незалежних досліджень.

Перед вимірюванням ваги зразки промивали водою і висушували до константи вага. Найбільша втрата ваги через 28 днів спостерігалася для зразка бетону без покриття поміщений у соляну та азотну кислоти і дорівнює 70% основної маси (рис. 2A). у разі органічних кислот спостерігалася втрата ваги на 15%.

Деградація бетону була пов'язані в основному з пошкодженням доломітового піску і розкладанням C-S-H фази і утворення розчинних солей кальцію.

Навпаки, зразки покриті геополімерним покриттям показали меншу втрату ваги протягом 28 днів замочування в корозійному середовищі. Вага втрата була нижчою за 2%, як для органічних, так і для неорганічних кислот (рис. 2B).

Збільшення маси (< 3%) у випадку хлориду натрію, ймовірно, було пов'язане з осадженням твердий хлорид натрію в капілярах і мікропорах бетону та покриття.

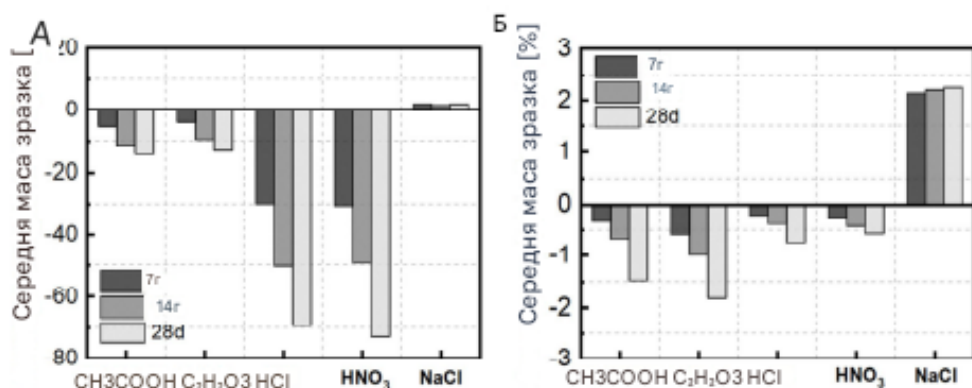


Рис. 2. Порівняння втрати ваги зразків бетону (А) без покриття та (В) з покриттям з геополімерним покриттям (шар 2 мм). Дані представляють результати, отримані через 7, 14 і 28 днів замочування в різних розчинах. Дані представлені як середнє ± стандартне відхилення (n = 3).

Міцність на стиск. Втрата міцності на стиск бетонних зразків становила пов'язане в основному з деградацією бетонної матриці (рис. 3). Як і можна було очікувати за результатами спостережень за втратою ваги, міцність на стиск зразків зменшилася приблизно на 95% після замочування в неорганічних кислотах і 50% після замочування в органічних кислотах.

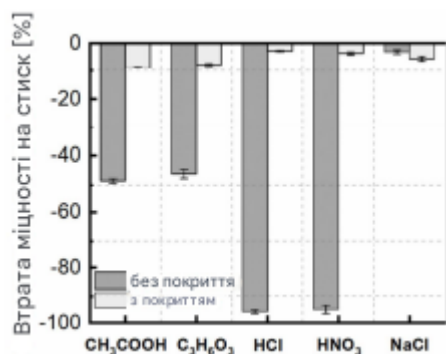


Рис. 3. Порівняння втрати міцності на стиск бетонних плит без покриття та покриття з геополімерним покриттям (шар 2 мм). Дані представляють вимірювання, отримані через 28 днів замочування в різних розчинах. Дані представлені як середнє ± стандартне відхилення (n = 3).

Що стосується хлориду натрію, спостережене зниження міцності було менше 10%. Зниження міцності на стиск було пригнічено, коли зразки були покриті геополімером покриття. Зниження міцності на стиск для утримання бетону в неорганічних і органічних кислот було близько 3,5% і 9% відповідно. Втрата міцності при стиску для обробка хлоридом натрію була однаковою як для зразків із покриттям, так і для зразків без покриття з двобічним t-критерієм із P-значенням $< 0,05$ (рис. 4.). Фізичний вигляд зразків представлені на рис. 4

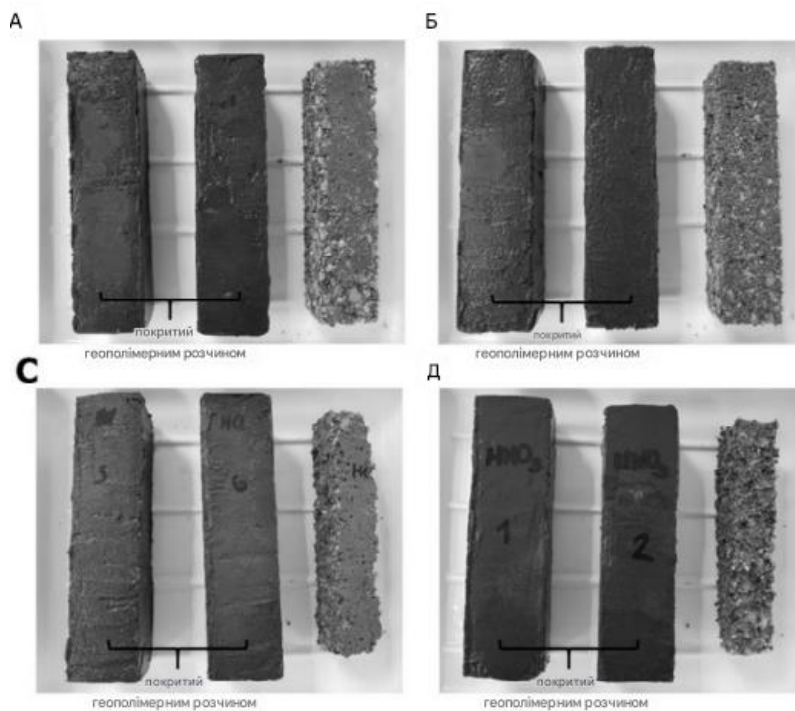


Рис. 4. Порівняння зовнішнього вигляду бетонних плит із захистом і без нього нанесене геополімерне покриття. Зображення, зроблене через 28 днів після замочування в 10 % розчині (А) оцтової кислоти, (В) молочна кислота, (С) соляна кислота та (D) азотна кислота. Знімки зроблені після промивання водою.

Бетон з підвищеною водонепроникністю та стійкістю до корозії, доповнений вискодисперсною крейдою. [6,7]

Крейда містить катіони, що є складовими більшості клінкерних мінералів. У водних дисперсіях її поверхня має надлишковий негативний заряд, що підтверджується невеликим від'ємним значенням ζ -потенціалу, а еквіпотенціальна точка крейди досягається при рН у межах 5–7. На відміну від

інших карбонатних порід, крейда має унікальні властивості: вона є гідрофільною, але її гігроскопічність низька через малу дисперсність і невелику активну поверхню.

При додаванні гідрофобної крейди до суміші її частинки розміщуються в порах, утворюючи гідрофобні зони, які перешкоджають проникненню води.

Гідрофобна крейда не лише ущільнює та пластифікує суміш, а й впливає на формування фазового складу гідросилікатів кальцію. Основними продуктами гідратації стають низькоосновні гідросилікати типу CSH(I) і гідрокарбосилікати кальцію, що сприяє підвищенню міцності та морозостійкості матеріалу.

Крейда має низьку розчинність, не утворює кристалогідратів і не вступає у пряму взаємодію з водою, але при диспергуванні легко розмочується. Її поверхня вкрита аморфним кремнеземом, тому механізм взаємодії крейди з клінкерними мінералами і продуктами їх гідратації відрізняється від звичних механізмів інших карбонатних порід. Схожість складу крейди з клінкерними мінералами та продуктами їх гідратації створює підстави для її використання як добавки в бетон.

Висунуто гіпотезу, що оптимальне введення вискодисперсної крейди та суперпластифікатора сприяє підвищенню міцності, морозостійкості та корозійної стійкості цементного каменю. Це відбувається за рахунок утворення гідрокарбоалюмінатів кальцію та низькоосновних гідросилікатів кальцію.

Суперпластифікатор знижує водоцементне відношення, компенсуючи підвищену водопотребу крейди.

Характеристики методів досліджень та основних матеріалів.

В експериментальних дослідженнях використовували портландцемент марки ПЦ І-500Н, кварцовий пісок із модулем крупності $M_k=0,9$, гранітний щебінь фракцій 2,5–5 мм і 5–10 мм, крейду зі Слов'янського родовища, а також суперпластифікатор – технічний лігносульфонат (ЛСТ).

Фізико-механічні характеристики, такі як щільність, міцність на стиск і морозостійкість, визначали на кубічних зразках розміром 100×100×100 мм.

Міцність на розтяг при вигині досліджували на зразках-призмах розміром

70×70×280 мм, а водонепроникність – на циліндричних зразках висотою та діаметром 150 мм за стандартними методиками. Деформативність матеріалу визначали на зразках-призмах квадратного перерізу (70×70×280 мм) методом електротензометрування.

Для оцінки корозійної стійкості застосовували експресну методику, розроблену М.І. Стрелковим, яка базується на аналізі чотирикомпонентної системи (Na^+ , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-}). Агресивність середовища пояснюється утворенням високомолекулярних сполук внаслідок хімічної взаємодії між солями (NaCl , Na_2SO_4 , MgCl_2 , MgSO_4) та продуктами гідратації цементу.

Після твердіння зразків у нормальних умовах протягом 28 діб їх подрібнювали, відбирали фракції розміром 0,14–0,315 мм та поміщали в мірні циліндри з розчинами різних агресивних солей. Інтенсивність взаємодії агресивного середовища із зразками оцінювали за приростом об'єму твердої фази, що утворювалася внаслідок зміни ступеня дисперсності частинок і продуктів корозії. Приріст вимірювали висотою осаду h , утвореного в циліндрах із подрібненим цементним каменем. (Рис. 5)

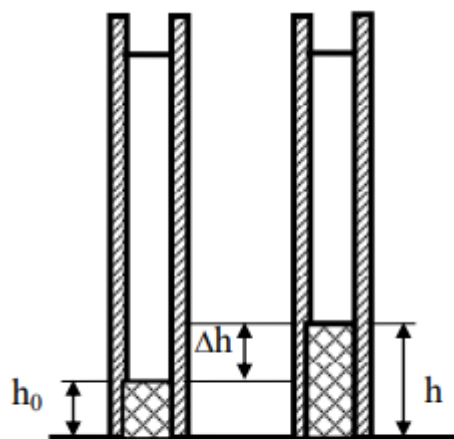


Рис. 5. Схема вимірювання висоти осаду

Результати

Наявність вискодисперсної крейди сприяє утворенню низькоосновних гідросилікатів кальцію у вигляді астроподібних кристалів, що створює умови для виготовлення бетонів із високими показниками водонепроникності та корозійної стійкості. Поверхня частинок крейди, покрита аморфним

кремнеземом, потребує вивільнення карбонатної складової для взаємодії з алюмінатом кальцію. Перед формуванням гідрокарбоалюмінату кальцію кремнезем крейди взаємодіє з гідроксидом кальцію у рідкій фазі цементного каменю.

Бетонні зразки, модифіковані 20% і 30% вискодисперсної крейди, мають щільну структуру (Рис. 6) зі зменшеною кількістю пор. Водночас у бетоні з 40% крейди структура стає більш пористою. Новоутворення, що утворюються на поверхні цементних частинок, мають вигляд пластинок із нерівними краями та лусочок товщиною 2–3 нм. Вони формують окремі блоки зі структурою, схожою на природний мінерал торемборит, що забезпечує більшу щільність матеріалу.

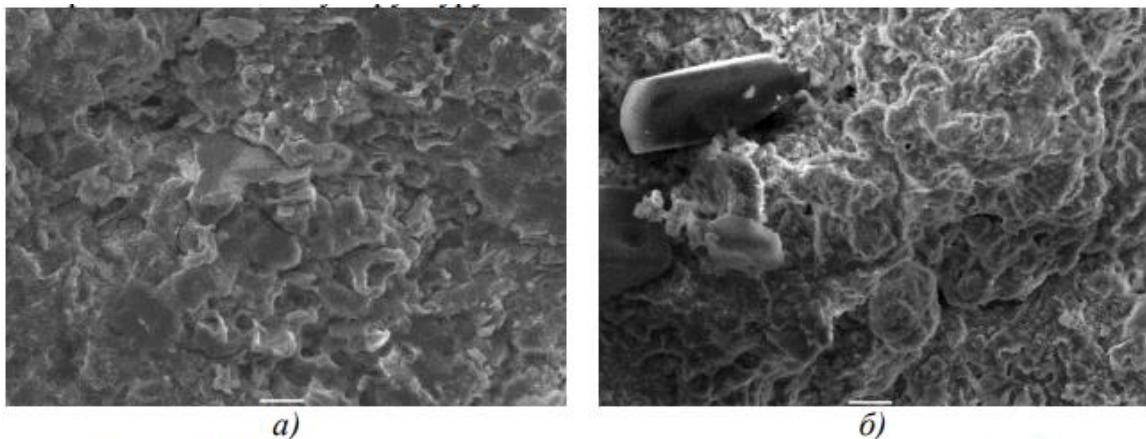


Рис. 6 . Мікроструктура цементного каменю при збільшенні $\times 1000$
а – склад з добавкою 20 % крейди; б – склад з добавкою 30 % крейди;
1 – пластинки з нерівними краями; 2 – лусочки

У бетоні з 40% крейди формуються нестійкі гідрати, такі як $4\text{CaOAl}_2\text{O}_3 \times 13\text{H}_2\text{O}$ (C_4AH_{13}) та $2\text{CaOAl}_2\text{O}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ (C_2AH_6), які характеризуються кальцієкисневими іонними зв'язками, що призводить до зниження міцності.

Дослідження впливу вискодисперсної крейди показали, що її додавання в кількості 10% не змінює міцності цементного каменю через 3 доби, порівняно з контрольними зразками без добавки. Через 7 діб міцність зростає на 1,3%, через 6 місяців – на 3%, а через рік – на 2%. При використанні 20% крейди міцність зразків через 3 та 7 діб зменшується на 1,6% і 0,9% відповідно, через 3 місяці – на 2,7%, а через 6 місяців і рік – на 2,1%.

Зразки, модифіковані 30% і 40% крейди, показали зниження міцності на всіх етапах твердіння. Було встановлено, що вискодисперсна крейда змінює фазовий склад гідратних новоутворень, сприяючи утворенню стійких гідрокарбоалюмінатів кальцію та низькоосновних гідросилікатів кальцію. Додавання крейди також прискорює гідrataцію клінкерних мінералів, формування кристалів і зародкоутворення.

Досягнута деформація бетону, модифікованого вискодисперсним бетоном демонструє тенденцію до утворення значної кількості електронних модулів з підвищеним рівнем міцності пробового бетону. Протягом 180 днів у розведенні з максимальним електронним модулем додавалася 10% рідини. Заварювання бетону з певними пропорціями та 20% вискодисперсного кредиту на 360 і 540 днів досяжності найбільш значущих модулів. Низьке значення модуля пружності закріплено для заливання бетону, модифікованого сорока відмітками (40%) вискодисперсного кордону, що є меншим значенням модуля пружності формули у будь-якому випадку, представлено на рис. 7.

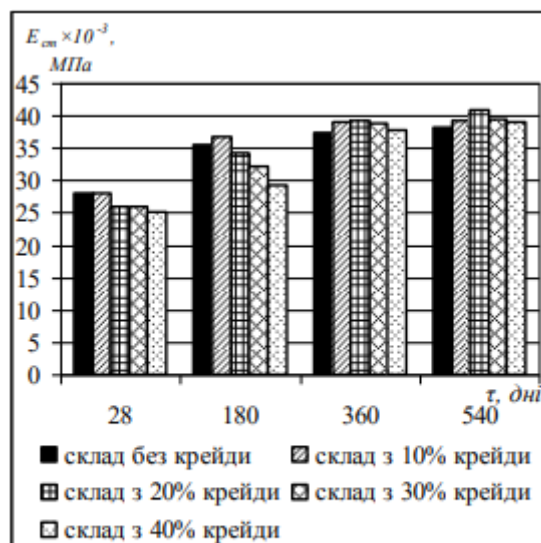


Рис. 7. Зміна значень початкового модуля пружності

Дослідження показали, що додавання вискодисперсної крейди забезпечує високий рівень корозійної стійкості, що оцінювали за ступенем впливу агресивного середовища на фракцію подрібненого цементного каменю розміром 140–315 мкм. Найбільш агресивними щодо портландцементу та

модифікованого вискодисперсною крейдою в'язучого виявилися чотирикомпонентні розчини (табл. 4).

Зразки з додаванням 10–20% вискодисперсної крейди продемонстрували найвищу стійкість у всіх агресивних середовищах (коефіцієнт стійкості K_c перевищує 85%), тоді як цементний камінь без добавок виявився менш стійким. Оптимальний вміст вискодисперсної крейди для підвищення корозійної стійкості становить 10–20%.

Таблиця 4

Коефіцієнт стійкості цементного каменю

Д Ц+Д %	Початкова міцність на стиск f_{cd} , МПа	Коефіцієнт стійкості, %, в агресивному розчині (номер розчину)*					
		12	13	17	23	27	31
0	41,8	70	78	62	85	76	67
10	41,9	120	103	99	92	90	95
20	38,4	123	99	98	92	85	93
30	33,5	98	95	88	86	93	91
40	25,4	86	91	76	78	87	86

*12 - 0,4NaCl+0,2Na₂SO₄+0,27MgCl₂+0,13MgSO₄; 31 - 0,2MgCl₂+0,8MgSO₄; 27 - MgCl₂

13 - 0,42NaCl + 0,4Na₂SO₄ + 0,13MgCl₂+0,27MgSO₄;

17- 0,13NaCl+0,27Na₂SO₄+0,2MgCl₂+0,4MgSO₄;

23 - 0,1NaCl+0,1Na₂SO₄+0,4MgCl₂+0,4MgSO₄.

Висновок

1. Додавання високодисперсної крейди до складу бетону

- Переваги:

- Зменшення проникності бетону.

- Підвищення довговічності через стабільність у неагресивному середовищі.

- Економічність, особливо при використанні місцевих ресурсів.

- Недоліки:

- У агресивних середовищах (особливо кислих) кальцит у складі крейди може розчинятися, знижуючи ефективність захисту.

- Менш ефективно захищає арматуру в умовах високого вмісту хлоридів.

- Вискодисперсна крейда підходить для покращення корозійної стійкості в умовах середньої агресивності середовища. Вона є економічно

вигідною, але має обмежену ефективність у кислих середовищах і за наявності високого рівня хлоридів.

2. Геополімерне покриття для бетону

- Переваги:

- Висока стійкість до хімічно агресивних середовищ (наприклад, кислот, сульфатів, хлоридів).

- Забезпечення довготривалого захисту бетону та арматури.

- Підвищена термостійкість і механічна міцність.

- Недоліки:

- Вища вартість у порівнянні з мінеральними добавками, такими як крейда.

- Потреба у спеціалізованих технологіях нанесення.

- Обмежена доступність матеріалів у деяких регіонах.

- Геополімерне покриття забезпечує набагато вищий захист від корозії, особливо в агресивних умовах (кислотні середовища, морська вода, висока концентрація сульфатів чи хлоридів), але вимагає більших початкових інвестицій і технічної підготовки.

Порівняльна таблиця:

Характеристика	Високодисперсна крейда	Геополімерне покриття
Щільність структури	Підвищується за рахунок ущільнення	Дуже висока, завдяки поверхневому шару
Стійкість до хлоридів	Помірна	Висока
Стійкість до кислот	Обмежена	Висока
Економічність	Висока, особливо при локальних ресурсах	Середня, залежить від сировини
Простота застосування	Вимагає лише змішування в бетонній масі	Потребує спеціальних технологій
Довговічність у агресивних середовищах	Помірна	Висока

Отже, після дослідження було обрано додавання високодисперсної крейди, оскільки цей метод є доступнішим, простішим у впровадженні та має значний потенціал для зменшення проникності та підвищення корозійної стійкості

бетону. Він дозволяє поєднати економічність і ефективність, що особливо важливо для широкомасштабного застосування в будівництві.

5. Організація виробництва конструкції

5.1 Технологічні процеси та операції

Конвеєрний спосіб виготовлення дорожніх плит забезпечує поетапне виконання технологічних операцій у безперервному циклі. Кожна операція виконується на окремій ділянці за допомогою спеціалізованого обладнання, що гарантує якість продукції та високу продуктивність. Нижче наведено детальний опис усіх технологічних процесів у порядку їх виконання.

Приготування бетонної суміші проходить шляхом завантаження компонентів у бетонозмішувач та ретельно перемішується до отримання однорідної суміші. Використовуючи обладнання: бетонозмішувачі примусової дії, системи подачі води з точним дозуванням, програмовані контролери для моніторингу та управління процесом.

Формування плит здійснюється шляхом подачі арматурних сіток до формувальної ділянки, укладання арматури у форми, заливання бетонної суміші у форми, ущільнення бетону шляхом вібрації. Обладнання: вібраційні столи для ущільнення бетонної суміші у формах, механізовані укладачі арматури, системи подачі бетону (наприклад, бетоноподаючі бункери або транспортери), металеві форми з антипригарним покриттям.

Термообробка плит: переміщення форм із плитами до камер термообробки, прогрівання плит у вологому середовищі для прискореного твердіння, контроль температури та вологості протягом усього циклу. Використовуючи обладнання: камери термообробки (з парогенераторами та системами регулювання температури), конвеєрні транспортери для переміщення форм, системи автоматичного контролю параметрів середовища.

При розформування плит здійснюються такі операції: вивільнення готових плит із форм, очищення форм для повторного використання. Обладнання: гідравлічні підйомники для зняття плит із форм, системи очищення форм (наприклад, щіткові або струменеві системи).

Конвеєрний метод у виробництві дорожніх плит забезпечує високу ефективність, автоматизацію та контроль якості на всіх етапах технологічного процесу. Завдяки використанню сучасного обладнання підприємство може досягти високої продуктивності, мінімізувати витрати та випускати продукцію, що відповідає найсуворішим стандартам якості.

5.2 Характеристика матеріалів і комплектуючих

Цемент:

портландцемент - марки 400;

активність $R_c = 42$ МПа;

НГЦТ = 25 %;

Густина істинна= 3100 кг/м³ ;

Густина насипна= 1300 кг/м³ ;

Пісок:

пісок кварцовий $M_k = 2,0$;

= 2600кг/м³ ;

= 1550 кг/м³ ;

вміст відмішувальних домішок – 2%;

вологість: $V_p = 9\%$.

Щебінь:

гранітний з розміром зерен 5-40мм;

= 2600 кг/м³;

= 1500 кг/м³;

вміст пиловидних часток – 1 %;

вологість $V_{щ} = 1,5$ %;

марка по дробинності – 1000;

марка по морозостійкості – F100.

Арматура:

Проволока низьковуглецева $\varnothing 5$

Сталь періодичного профілю м 25Г2С $\varnothing 5$ $\varnothing 10$ $\varnothing 12$ $\varnothing 14$

Сталь Ст3 кругла $\varnothing 5$

Сортаментна листована товщиною 10мм

Високодисперсна крейда:

Марка: МК-2

Розмір частинок: від 1 до 5 мкм

Основний компонент: карбонат кальцію (CaCO_3) — 98%.

Вологість: 1%

Насипна щільність: 500 кг/м³.

pH суспензії: 9.

5.3 Бетонозмішувальний цех

5.3.1. Коефіцієнт виходу сумішей (у щільному тілі) – $K_v=0,67$

5.3.2. Обираємо гравітаційний змішувач з об'ємом готового замісу 750, тоді тривалість технологічних операцій процесу виготовлення бетонної суміші буде такою:

- з об'ємом готового замісу більше 500 л бетонної суміші рухливістю

марки (осідання конуса, см):

- завантаження компонентів бетонної суміші у бетонозмішувач – 2 хв.;

- перемішування компонентів бетонної суміші:

2,4 хв.;

- вивантаження бетонної суміші – 1,0 хв.;

- повернення змішувача у вихідне положення – 1,0 хв.

5.3.3. Годинний коефіцієнт нерівномірності видавання товарної бетонної суміші рекомендується приймати 0,8.

Приймаємо добовий коефіцієнт нерівномірності її видавання - 0,6.

Визначаємо необхідну кількість бетонозмішувачів :

а) тривалість циклу готування одного замісу змішувачем:

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

де t_1 - задана тривалість перемішування, с;

t_2 - час завантаження матеріалів;

t_3 - час розвантаження суміші;

t_4 - час, необхідний для повернення перекинутого барабана у вихідне положення.

$$t_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 2 + 2,4 + 1 + 1 = 6,4$$

б) кількість замісів, що видається за годину роботи змішувачем:

$$n_{36} = 60 \cdot K_n / t_{ц} = 60 \cdot 0,8 / 6,4 = 7,5 \text{ шт, приймаємо } 8.$$

де K_n - коефіцієнт нерівномірності, $K_n = 0,8$.

в) годинна продуктивність бетонозмішувача:

$$P_{год} = V_6 \cdot n_{36} \cdot K_s / 1000, \\ = 750 \cdot 8 \cdot 0,67 / 1000 = 4,02 \text{ куб.м/год,}$$

де V_6 - ємність барабана змішувача по об'єму матеріалів, що завантажуються, м³;

K_s - коефіцієнт виходу сумішей (у щільному тілі) ...

Число бетонозмішувачів n_3 у цеху розраховуємо, виходячи з річної програми потреби у бетонній суміші (бетоні):

$$n_3^p = \frac{P_{max} \cdot K_n}{T_{річ} \cdot P_{год}}$$

де P_{max} - річна програма випуску виробів, куб. м.;

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

K_n - коефіцієнт річного використання устаткування (0,5 - 0,8).

$$\frac{14000 \cdot 0,6}{4048 \cdot 4,02} = 0,5$$

Округлюємо в більшу сторону до цілого числа. Приймаємо один та один запасний бетонозмішувач.

Тоді річна продуктивність бетонозмішувального цеху дорівнює:

$$P_{річ} = P_{год} \cdot T_{річ} \cdot n_{з, 4,02 \cdot 4048 \cdot 1 = 16273 \text{ м}^3/\text{річ}$$

Перевипуск продукції в рік становить:

$$\frac{16273 - 14000}{14000} \cdot 100\% = 16,2 \%$$

Поопераційний графік виготовлення бетонної суміші будуємо у вигляді таблиці (табл. 6)

Поопераційний графік виготовлення бетонної суміші

Процес	Операція	Обладнання	Робочі		Термін операції, сек	Поточний час																																	
			професія	кількість		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Виготовлення бетонної суміші	Завантаження компонентів бетонної суміші у бетонозмішувач	Дозатор	Оператор	1	120																																		
	Перемішування компонентів бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	144																																		
	Вивантаження бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	80																																		
	Перевірка перемикачів барабана у відповідне положення	Бетонозмішувач	Оператор	1	80																																		
Усього					384																																		

Таблиця 6

5.4 Арматурний цех

Таблиця. 7 Обладнання для обробки і заготовки арматури

№	Назва обладнання	Марка	Потужність, кВт	Габарити, мм (Д×Ш)	Кількість працівників	Призначення
1	Станок для заготовки арматурних стержнів	СМЖ 322	3,5	1540x1030	1	Різання арматурних стержнів на задану довжину
2	Станок для гнуття арматури	СГА 405	3	760x790	1	Формування арматури необхідного профілю
3	Станок для зварювання арматурних сіток	ПДГ 601	3,5	750x780	2	Зварювання арматурних сіток для ребристих плит

Станок СМЖ-322 може обслуговувати один працівник, який відповідає за подачу арматури та налаштування обладнання.

Станок СГА-405 передбачає ручне керування процесом гнуття стержнів, при цьому оператор контролює профіль готового виробу.

Для роботи зі станком ПДГ-601 необхідно двоє працівників, які забезпечують одночасне завантаження арматури та контроль процесу зварювання.

Тривалість операцій:

- Різання арматурних стержнів: 1 хв
- Гнуття арматури: 2 хв
- Зварювання арматурної сітки: 15 хв

Поопераційний графік підготовки арматури:

Організація виробничого процесу в арматурному цеху здійснюється через логічний поділ приміщення на функціональні зони:

1. Зона підготовки:

Розташовується у початковій частині цеху та включає операції різання та згинання арматури. Тут знаходяться станки СМЖ-322 та СГА-405, розташовані поруч зі складом арматури для скорочення часу на транспортування. Відстань між обладнанням і проходами становить не менше 1,5 м відповідно до стандартів безпеки.

2. Зона зварювання:

Центральна частина цеху виділена для зварювальних робіт. У цій зоні встановлюються станки ПДГ-601, забезпечуючи прямий потік матеріалів від зони підготовки до складу готової продукції. Робочі місця оснащені захисними екранами та витяжними системами. Відстань між зварювальними установками становить не менше 2 м для безпечної та комфортної роботи.

3. Зона складування:

Розташована вздовж стін цеху для забезпечення зручного доступу до готової продукції. Заготовки та арматурні сітки зберігаються на багаторівневих стелажах, а транспортування здійснюється за допомогою візків та кран-балок. Така організація сприяє оптимізації робочих потоків, підвищенню ефективності праці та дотриманню вимог техніки безпеки.

Характеристики цеху:

- Потужність: 20,5 кВт

- Кількість працівників: 4 особи

Поопераційний графік підготовки арматурної сітки

Таблиця № 7


Процес	Операція	Обладнання	Робочі		Терміч ні операції Сек	Поточний час							
			Професія	Кількість		1 60	61 120	121 180	181 300	301 500	501 700	701 900	1100 1380
підготовки арматурної сітки	Різання арматурних стержнів	СМЖ 322	Оператор	1	60								
	Гнуття арматури	СТА 405	Оператор	1	120								
	Зварювання арматурної сітки	ПДГ 601	Електрозварник	2	900								
	Переміщення арматурних виробів	Крани або транспортні візки	Крановий оператор	1	300								
	Усього					1380							

5.5 Формувальний цех


5.5.1 Поопераційний графік виробництва конструкції

Зміст операцій і оптимальні умови їх виконання відображено в операційних нормах, вони включають: схему організації робочого місця з розташуванням обладнання, працівників та матеріалів; технічні умови виконання операцій, які містять інформацію про технологічні режими і припустимі межі їх відхилень; інструментів та пристосувань; умови безпеки при виконанні операцій; послідовність виконання і склад елементів операцій, їх трудомісткість; обладнання, необхідний склад працівників, технічні засоби та періодичність контролю після кожної операції.

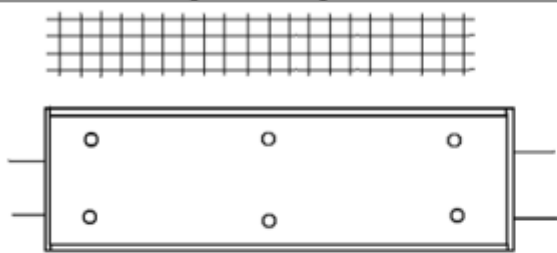
Поопераційна нормаль №1-2

Найменування операцій - Розформування виробів та вилучення виробів з форм						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				На поверхні форми не повинно бути залишків бетону		
				III Умови безпеки праці		
Працівники повинні бути одягнені у спец. одяг, спец. взуття та працювати у захисних окулярах.						
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Розформування виробів.	3	Формувальник	4	2.5	Ключ	Акуратне та поступове зняття форм
2. Вилучення виробів з форм із подачею в зону охолодження, обробки або на візок	2	Формувальник	4	2	Ключ	

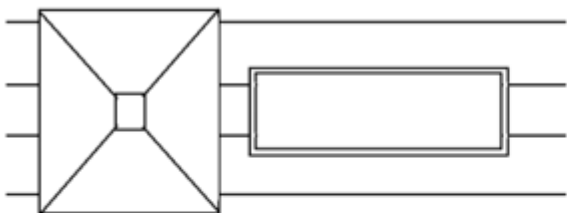
Поопераційна нормаль №3-4

Найменування операцій - Очищення форми та їх замощення						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				На поверхні форми не повинно бути залишків бетону		
				III Умови безпеки праці		
Працівники повинні бути одягнені у спец. одяг, спец. взуття та працювати у захисних окулярах.						
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1.Очищення форм та бортоснащення	2	Формувальник	3	2.5	Шкребки металеві щітки	Візуально перевіряють наявність залишків бетону
2.Змощення форм та бортоснащення	2	Формувальник	3	1.5	Розпилювач	Візуально перевіряють щоб не було ділянок поверхні не змощених маслом


Поопераційна нормаль №5-6

Найменування операцій - Встановлення складання форм та укладання арматурних каркасів						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Сітки повинні встановлюватися згідно з проектом		
				III Умови безпеки праці		
Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, не знаходитися у зоні руху сіток.						
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Встановлення та складання форм	3	Формувальник	5	3	Мостовий кран	Контролюють розташування сіток
2. Укладання арматурних каркасів з установкою монтажних петель	3	Формувальник	5	3	Гайковий ключ кран	Контроль замків форми, наявності щілин між бортами та між бортами і піддоном, геометричні форми

Поопераційна нормаль №7

Найменування операцій - Укладання бетонної суміші						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Бетонна суміш повинна бути укладена так, щоб вона не розшаровувалась.		
				III Умови безпеки праці		
Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, мають знаходитися на безпечній відстані від форми						
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Укладання, розрівнювання та ущільнення бетонної суміші вібруванням	3	Формувальник	5	7	Бетоноукладач гладилки	Контроль за розшаруванням бетонної суміші, за заповненням бетонною сумішшю форми.

Поопераційна нормаль № 8

Найменування операцій - Розрівнювання бетонної суміші						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Бетонна суміш повинна ущільнитися та прийняти форму виробу		
				III Умови безпеки праці		
				Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, повинні знаходитися на безпечній відстані від віброплощадки		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1 Вирівнювання та заглажування відкритих поверхонь свіжозаформованих виробів	2	Формувальник	4	5.5	Віброплощадка, гладилки	Контроль ступеня ущільнення бетонної суміші, прийняттям нею форми виробу.

Поопераційний графік виробництва конструкції

№	Найменування операції	Робітники			Тривалість, хв.	Хвилин																							
		професія	розряд	кількість																									
1	Розформування виробів	формувальник	3	2	3	_____																							
2	Випучення виробів з форми із подачою в зону околочження, обробки або на вилки	формувальник	3	2	3	_____																							
3	Очищення форми та бортозамощення	формувальник	3	2	3	_____																							
4	Змазка форми та бортозамощення	формувальник	3	2	2	_____																							
5	Встановлення та збирання форми	формувальник	3	2	3	_____																							
6	Укладання арматурних каркасів із встановленням монтажних деталей	формувальник	3	2	3	_____																							
7	Укладання, розрівнювання та ущільнення бетонної суміші вібруванням	формувальник	3	2	9	_____																							
8	Вирівнювання та заглажування відкритих поверхонь свіжозаформованих виробів	формувальник	3	2	4	_____																							
Усього:					30																								

5.5.2 Тижнево-добовий графік виробництва конструкції

Склад робіт	Тривалість	10		20		240	280	470	480
		10	20	10	20				
Підготовчі роботи	10								
Обслуговування робочого місця	10								
Виріб 1-7	210								
Обідня перерва	40								
Виріб 8-13	180								
Обслуговування робочого місця	10								
Завершальні роботи	10								

5.5.3 Розрахунок загального часу виготовлення планового

об'єму продукції

За тижнево-добовим графіком в одну зміну одна виробнича лінія формує 13 виробів. Приймаємо 2 лінії.

Вираховуємо за скільки змін буде виготовлена фактична кількість дорожніх плит:

$$T = 13636 / 13 \cdot 2 = 524 \text{ зміни.}$$

Приймаємо 2 зміни в добу: $524 / 2 = 262$ діб

Робочий фонд – 247 діб. Отже плановий об'єм буде виготовлен за 0,99 року

5.5.4 Розрахунок потужності технологічної лінії

Виробнича потужність промислового підприємства з виготовлення дорожніх плит визначається максимальною кількістю продукції за заданою номенклатурою, яку можливо виготовити протягом планового періоду при повному використанні всіх виробничих ресурсів, включаючи обладнання та виробничі площі. Ця потужність залежить від можливостей цехів, кількості технологічних ліній або окремих агрегатів, а також від кількості змін, що забезпечують їх сукупну продуктивність.

При роботі в одну зміну річний фонд робочого часу становить 247 змін. За умови виготовлення 13 виробів за зміну річний обсяг виробництва складе: $13 \times 247 = 3211$ шт, $3211 \times 0.888 = 2852$ м³. Оскільки план на рік не виконується, роботу організують у дві зміни та збільшують кількість виробничих ліній до двох.

При таких умовах:

Змінний фонд часу при однозмінній роботі складає 247 змін.

При виготовленні 13 виробів/зміну, річний V виготовлення продукції складе $13 \times 247 = 3211$ шт, $3211 \times 0.888 = 2852$ м³, так як план на рік не виконується, зміну залишаємо 2, а кількість ліній збільшуємо до 2.

$2 \times 13 = 26$ шт (кількість виробів за 2 зміни)

$26 \times 2 = 52$ шт (кількість виробів за 2 зміни та 2 лінії)

$52 \times 247 = 12844$ шт, $12844 \times 0.888 = 11405$ м³, що на 5% менше заданої річної продуктивності.

6.Складське господарство

Склади для в'язучих матеріалів

Місткість складів для в'язучих матеріалів визначається як основна їх характеристика за формулою:

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

де $Ц$ – витрата в'язучого даного виду і марки на добу, кг;

n – нормативний запас збереження в'язучого 10;

K_1 – коефіцієнт нерівномірності надходження в'язучого на склад, рівний:

-1,5 для залізничного транспорту

K_2 – коефіцієнт нерівномірності споживання в'язучого, дорівнює 1,5;

K_3 – коефіцієнт можливих утрат в'язучого при розвантаженні, рівний 1,04;

K_4 – коефіцієнт використання технологічного устаткування, рівний 0,943;

K_5 – коефіцієнт заповнення ємності складу, рівний 0,9;

$\Pi_{в}$ – щільність в'язучого в насипному стані, 1000 кг/м³.

$$V = \frac{12132 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9}{1300} = 123,6 \text{ м}^3$$

Склади заповнювачів

Склади заповнювачів на підприємствах збірного залізобетону класифікуються наступним чином:

За тривалістю експлуатації: постійні;

За призначенням: резервно-розхідні;

За ємністю та вантажообігом: середні;

За надійністю: стаціонарні;

За видом транспорту: прирельсові;

За способом складування та збереження: напівбункерні.

Ключовою характеристикою складу є його місткість, яка розраховується за формулою:

$$V = \frac{\Pi_{\text{д}}(\text{Щ}_{\text{д}}) \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4}{\Pi_{\text{в}}}, \text{ м}^3$$

де:

- $\Pi_{\text{д}}$ – добова витрата в'язучого певного виду та марки, кг;
- n – нормативний запас в'язучого (10 діб);
- K_1 – коефіцієнт нерівномірності надходження в'язучого:
 - 1,5 для залізничного транспорту;
- K_2 – коефіцієнт нерівномірності споживання, дорівнює 1,5;
- K_3 – коефіцієнт втрат при розвантаженні, дорівнює 1,04;
- K_4 – коефіцієнт використання устаткування, дорівнює 0,943;
- K_5 – коефіцієнт заповнення складу, дорівнює 0,9;
- $\Pi_{\text{в}}$ – щільність в'язучого у насипному стані, 1000 кг/м³.

$$\Pi_{\text{д}} = \frac{24450 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943}{1550} = 348 \text{ м}^3$$

$$\text{Щ}_д = \frac{55132 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943}{1500} = 811 \text{ м}^3$$

6.1 Розрахунок потреби в компонентах й комплектуючих

Розрахунок за зміну

Для цементу:

$$\text{Цз} = 265,15 \cdot (13 \cdot 2) \cdot 0,88 = 6066 \text{ кг}$$

Для піску:

$$\text{Пз} = 534,3 \cdot (13 \cdot 2) \cdot 0,88 = 12225 \text{ кг}$$

Для щебіню:

$$\text{Щз} = 1204,8 \cdot (13 \cdot 2) \cdot 0,88 = 27566 \text{ кг}$$

Для води:

$$\text{Вз} = 175 \cdot (13 \cdot 2) \cdot 0,88 = 4004 \text{ кг}$$

Для крейди:

$$\text{Кз} = 26,5 \cdot (13 \cdot 2) \cdot 0,88 = 606,32 \text{ кг}$$

Розрахунок за добу

$$\text{Цд} = 6066 \cdot 2 = 12132 \text{ кг}$$

$$\text{Пд} = 12225 \cdot 2 = 24450 \text{ кг}$$

$$\text{Вд} = 4004 \cdot 2 = 8008 \text{ кг}$$

$$\text{Щд} = 27566 \cdot 2 = 55132 \text{ кг}$$

$$\text{Кд} = 606,32 \cdot 2 = 1212,64 \text{ кг}$$

Таблиця. 8 Складське господарство

Компонент	Одиниця виміру	Потреба		
		1 кг/м ³	змiна	доба
Цемент	кг	265.15	6066	12132
Пісок	кг	534,3	12225	24450
Щебiнь	кг	1204,8	27566	55132
Вода	м ³	200	4004	8008

Розрахунки для видiв сталi:

1. Арматурна сталь марки 35ГС (Ø 18 мм):

- За змiну: $24 \times 56 = 1344$ кг.
- За добу: $1344 \times 2 = 2688$ кг.
- За рiк: $2688 \times 247 = 663936$ кг.

2. Арматурна сталь марки 35ГС (Ø 12 мм):

- За змiну: $6 \times 56 = 336$ кг.
- За добу: $336 \times 2 = 672$ кг.
- За рiк: $672 \times 247 = 165984$ кг.

3. Арматурна сталь марки 35ГС (Ø 8 мм):

- За змiну: $18,4 \times 56 = 1030,4$ кг.
- За добу: $1030,4 \times 2 = 2060,8$ кг.
- За рiк: $2060,8 \times 247 = 509017,6$ кг.

4. Арматурна кругла сталь ст-3 (Ø 16 мм):

- За змiну: $2 \times 56 = 112$ кг.
- За добу: $112 \times 2 = 224$ кг.
- За рiк: $224 \times 247 = 55328$ кг.

5. Арматурна кругла сталь ст-3 (Ø 12 мм):

- За змiну: $3,6 \times 56 = 201,6$ кг.
- За добу: $201,6 \times 2 = 403,2$ кг.

- За рік: $403,2 \times 247 = 99\,590,4$ кг.
6. Холоднотянута проволока (\varnothing 5 мм):

- За зміну: $16,7 \times 56 = 935,2$ кг.
- За добу: $935,2 \times 2 = 1870,4$ кг.
- За рік: $1870,4 \times 247 = 461\,988,8$ кг.

7. Холоднотянута проволока (\varnothing 3 мм):

- За зміну: $0,4 \times 56 = 22,4$ кг.
- За добу: $22,4 \times 2 = 44,8$ кг.
- За рік: $44,8 \times 247 = 11\,065,6$ кг.

6.2 Склади вяжучих

Розраховую склади в'язучих.

Основною характеристикою складу, є його місткість, визначаю:

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

де $Ц$ – витрата в'язучого даного виду і марки на добу, кг;

n – нормативний запас збереження в'язучого 10;

K_1 – коефіцієнт нерівномірності надходження в'язучого на склад, рівний:

-1,5 для залізничного транспорту

K_2 – коефіцієнт нерівномірності споживання в'язучого, дорівнює 1,5;

K_3 – коефіцієнт можливих утрат в'язучого при розвантаженні, рівний 1,04;

K_4 – коефіцієнт використання технологічного устаткування, рівний 0,943;

K_5 – коефіцієнт заповнення ємності складу, рівний 0,9;

$\Pi_{в}$ – щільність в'язучого в насипному стані, 1000 кг/м³.

$$V = \frac{12132 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9}{1300} = 123,6 \text{ м}^3$$

6.3 Склади заповнювачів

Склади заповнювачів заводів збірного залізобетону класифікують:

- по тривалості експлуатації: постійні;
- по призначенню: резервно-розхідні;
- по ємності та вантажообігу: середні;
- по надійності: стаціонарні;
- по виду транспортних засобів: прирельсові;
- по способу складування і збереження: напівбункерні.

Основною характеристикою складу, є його місткість:

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

де $P_d(\text{Щ}_d)$ – витрата заповнювача даного виду на добу, кг; (за табл. 4.1)

n – запас збереження в'язучого, діб 10;

K_1 – коефіцієнт нерівномірності надходження в'язучого на склад, рівний:

- 1,5 для залізничного транспорту

K_2 – коефіцієнт нерівномірності споживання в'язучого, дорівнює 1,5;

K_3 – коефіцієнт можливих утрат в'язучого при розвантаженні, рівний 1,04;

K_4 – коефіцієнт використання технологічного устаткування, рівний 0,943;

P_3 – щільність заповнювача в насипному стані, кг/м³.

$$P_d = \frac{24450 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943}{1550} = 348 \text{ м}^3$$

$$\text{Щ}_d = \frac{55132 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943}{1500} = 811 \text{ м}^3$$

6.4 Склад арматури і арматурних виробів

Для розрахунку площі складу арматури для кожного виду сталі використовується формула:

$$S_{\alpha} = \frac{Q_x \cdot K_n \cdot N_x}{P_i}$$

де:

- Q_x – кількість сталі даного виду, кг;
- K_n – коефіцієнт нерівномірності споживання (1,5);
- N_x – норма зберігання, діб (10);
- P_i – об'ємна щільність сталі, т/м³ (1,2).

Розрахунок площі складу для кожного виду сталі:

1. Гаряче-катана арматурна сталь марки 35ГС (Ø 18 мм):

$$S_{\alpha 1} = \frac{2688 \cdot 1,5 \cdot 10}{1,2} = 33,6 \text{ м}^2$$

2. Гаряче-катана арматурна сталь марки 35ГС (Ø 12 мм):

$$S_{\alpha 2} = \frac{672 \cdot 1,5 \cdot 10}{1,2} = 8,4 \text{ м}^2$$

3. Гаряче-катана арматурна сталь марки 35ГС (Ø 8 мм):

$$S_{\alpha 3} = \frac{2060,8 \cdot 1,5 \cdot 10}{1,2} = 25,76 \text{ м}^2$$

4. Гаряче-катана арматурна кругла сталь ст-3 (Ø 16 мм):

$$S_{\alpha 4} = \frac{224 \cdot 1,5 \cdot 10}{1,2} = 2,8 \text{ м}^2$$

5. Гаряче-катана арматурна кругла сталь ст-3 (Ø 12 мм):

$$S_{\alpha 5} = \frac{403,2 \cdot 1,5 \cdot 10}{1,2} = 5,04 \text{ м}^2$$

6. Холоднотягнутий дрiт (Ø 5 мм):

$$S_{\alpha 6} = \frac{1870,4 \cdot 1,5 \cdot 10}{1,2} = 23,38 \text{ м}^2$$

7. Холоднотягнутий дрiт (Ø 3 мм):

$$S_{\alpha 7} = \frac{44,8 \cdot 1,5 \cdot 10}{1,2} = 0,56 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу:

$$S_a = S_{a1} + S_{a2} + S_{a3} + S_{a4} + S_{a5} + S_{a6} + S_{a7}$$

$$S_a = 33,6 + 8,4 + 25,76 + 2,8 + 5,04 + 23,38 + 0,56 = 99,52 \text{ м}^2$$

Після врахування запасу на маневрування та організацію проходів загальна площа складу становить 106,8 м².

Відповідно до ДБН А.3.1-8-96, норма зберігання арматурної сталі приймається за показник 120 тонн.

Характеристики складу:

- Потужність: 10,5 кВт;
- Кількість працівників: 2 особи

6.5 Склад готової продукції

Для зберігання 52 плит дорожніх розміром 3000×1750 мм, потрібно розрахувати площу плити та кількість виробів за добу, площа однієї плити 5.25м²

Добовий обсяг:

$$52 \times 5.25 = 273 \text{ м}^2$$

Врахування запасу (10 діб):

$$273 \text{ м}^2 \times 10 = 2730 \text{ м}^2$$

Коефіцієнт на проходи і проїзди (1.5):

$$2730 \text{ м}^2 \times 1.5 = 4095 \text{ м}^2$$

Коефіцієнт для роботи мостового крана (1.3):

$$4095 \text{ м}^2 \times 1.3 = 5323.5 \text{ м}^2$$

Отже площа складу для зберігання дорожніх плит становить 5323,5м².

- Потужність: 10,5 квт
- Кількість працюючих: 2 осіб

6.6 Матеріально-технічні склади, склади комплектуючих елементів і допоміжних матеріалів

Склад мастильних матеріалів

Мастильні матеріали доставляються в ємностях по 50 л кожна.

- Норма зберігання: 14 діб.
- Добове споживання: 4 ємності (200 л).

Розрахунок площі складу мастильних матеріалів:

- Добовий обсяг споживання:

$$Q = 4 \times 50 = 200 \text{ л}$$

- Загальний обсяг зберігання (з урахуванням нормативного запасу):

$$V_{\text{мастила}} = Q \times N = 200 \times 14 = 2800 \text{ л}$$

- Розрахунок площі зберігання з урахуванням проходів:

$$S_{\text{мастила}} = \frac{V}{50} \times K = \frac{2800}{50} \times 1,3 = 72,8 \text{ м}^2$$

Загальна площа складів:

- Площа для зберігання хімічних добавок: 9,1 м²
- Площа для зберігання мастильних матеріалів: 72,8 м²

$$S_{\text{загальна}} = 9,1 + 72,8 = 81,9 \text{ м}^2$$

Організація складів:

Ємності розташовуються в два ряди для максимально ефективного використання простору.

Забезпечено примусову вентиляцію для підтримки температурного режиму в межах 10–25°C.

Ємності зберігаються на металевих стелажах висотою до 1,5 м.

Приміщення оснащено системою аспірації та вибухозахисним освітленням.

- Потужність: 0,5 квт
- Кількість працюючих: 2 особи

7. Лабораторія і контроль якості

Лабораторія, що належить підприємству-виробнику, має виконувати контроль якості виробництва згідно з системою якості. Цей контроль передбачає проведення вхідного контролю матеріалів та комплектуючих елементів, які надходять на підприємство, операційного контролю під час виконання всіх технологічних процесів, а також приймального контролю якості готової товарної продукції. Товарна продукція включає в себе бетонні та розчинні суміші.

Лабораторія виконує повний комплекс робіт з контролю якості під час виробництва продукції. Детальний перелік цих робіт наведений у Таблиці. Вхідний контроль матеріалів та комплектуючих елементів, які надходять на підприємство, здійснюється шляхом порівняння інформації, що міститься в паспортах або сертифікатах цих матеріалів і елементів, з результатами їх зовнішнього огляду та проведення контрольних випробувань на пробних зразках. Вид, періодичність та обсяг контрольних випробувань встановлюються стандартами та технічними умовами, що стосуються цих матеріалів. Крім того, проводиться періодичний контроль зберігання матеріалів та комплектуючих елементів для забезпечення дотримання вимог щодо правил та термінів їх зберігання.

Лабораторія є важливою складовою виробничого процесу, оскільки забезпечує контроль якості виготовленої продукції відповідно до вимог ДСТУ на конкретний вид виробів. Вона виконує комплексні дослідження та випробування, що гарантують відповідність продукції встановленим стандартам.

Необхідне обладнання для контролю якості:

Згідно з ДСТУ на види випробувань, лабораторія має бути оснащена наступним обладнанням: Для перевірки бетонної суміші (прилад для визначення осадки конуса, вібростіл для ущільнення суміші, термометри для контролю температури). Для випробування міцності бетону (Преси для стиснення і вигину, установки для перевірки пружності бетону). Для перевірки фізико-механічних властивостей (камери для заморожування і відтаювання (морозостійкість), установки для визначення водонепроникності, ліфувальні машини для підготовки зразків). Для хімічного аналізу (Лабораторні ваги високої точності, прилади для визначення хімічного складу цементу та добавок.

Необхідна площа лабораторних приміщень:

Розрахунок площі лабораторії залежить від обсягів виробництва, кількості досліджень, обладнання та чисельності персоналу. Орієнтовно лабораторія включає:

1. Зона вхідного контролю: 10–15 м².
2. Зона випробувань бетонної суміші: 15–20 м².
3. Зона для випробувань готових виробів: 25–30 м².
4. Хімічна лабораторія: 15–20 м².
5. Склад для зберігання зразків і реагентів: 10 м².

Загальна площа лабораторії може становити близько 70–100 м², з урахуванням додаткових площ для проходів, вентиляції та комфортної роботи персоналу.

Примітка: Усі випробування і обладнання повинні відповідати вимогам актуальних ДСТУ, таких як ДСТУ Б В.2.7-214:2009 або аналогічних стандартів залежно від специфіки виробів.

Карта контролю якості виробництва

Основні операції, що підлягають контролю	Комплектація робочих креслень, НД, карт	Стан формувального устаткування, вібраторів	Укладання бетонної суміші	Розпалубка. Підготовка до здачі продукції, складування	Арматурні роботи
Склад контролю	Наявність технічної документації (НД, робочі креслення й ін.)	1. Коливання віброплощадки 2. Технічний стан Устаткування	1. Час віброушільнення 3. Щільність укладання 4. Міцність бетону 5. Об'ємна маса	1. Зовнішній вигляд 2. Наявність дефектів	1. Марка сталі 2. Відповідальність розмірів арматури робочим кресленням 3. Зварювання стрижні і сіток 4. Антикорозійний захист
Місце контролю	Цех	Пости формовання й натягу. Лабораторія	1—3. Пост формування 4—5. Лабораторія	Пост розпалубки, склад готової продукції	Арматурний цех
Метод і засоби контролю	Порівняння із проектом	Віброграф. Паспорт	1. Вимір лінійкою 2. Секундомір 3. Щільномір 4—5. Відбір проб і наступне випробування	1, 2. Візуальний	1. Порівняння з еталоном 2. Вимірювання рулеткою, лінійкою 3. Візуальний відбір проб
Періодичність і обсяг контролю	Раз на місяць і при виготовленні нової партії виробів	1. Щомісяця 2. Через 6 місяців кожний прилад	1, 2. Поштучно 3, 5. Раз у зміну. Партія 4, 5. Серія контрольних кубів	1, 2. Поштучно 3, 2 рази в зміну. Партія	2 рази в зміну, вибірка
Особа, що контролює операцію	Інженер ВТВ	1. Майстер ВТК 2. Механік . Енергетик	1, 2. Майстер 3—5. Лаборант	Майстер Бригадир	1-2. Майстер 3. Лаборант
Документ, у якому реєструються результати контролю	Журнал обліку документації	Журнали перевірки встаткування	Журнал лабораторних випробувань	Журнал здачі готової продукції	Журнал арматурних робіт
Особа, відповідальна за забезпечення технології	Начальник ВТВ	Начальник ВТК, головний механік, головний енергетик	Начальник цеху, зав. Лабораторією	Начальник цеху	Начальник арматурного цеху

- Потужність: 0,5 кВт
- Кількість працюючих: 3 особи

8. Розрахунок потреби в електроенергії, стислому повітрі, парі, воді

Бетонозмішувальний цех

- Потужність: 60 кВт

Арматурний цех

1. Станок СМЖ-322: 3,5 кВт
 2. Станок СГА-405: 3,0 кВт
 3. Станок ПДГ-601 (2 шт.): $3,5 \text{ кВт} \times 2 = 7,0 \text{ кВт}$
 4. Мостовий кран (5 т): 10,0 кВт
- Сумарна потужність:

$$60+3,5+3,0+7,0+10,0=83,5 \text{ кВт}$$

Формувальний цех

1. Мостовий кран (10 т): 10,0 кВт
 2. Вібраційний стіл: 12,0 кВт
 3. Бетоноукладач СМЖ-166А: 20,0 кВт
- Сумарна потужність:

$$10,0+12,0+20,0=42 \text{ кВт}$$

Склади та лабораторії

- Склад в'язучих: 393,5 кВт
- Склад заповнювача: 425 кВт
- Склад арматури та арматурних виробів: 10,5 кВт
- Склад готової продукції: 10,5 кВт
- Склади комплектуючих та допоміжних матеріалів: 0,5 кВт

- Лабораторія: 0,5 кВт
- Сумарна потужність складів і лабораторій:
 $393,5+425+10,5+10,5+0,5+0,5=840,5\text{кВт}$

Адміністративний корпус

- Освітлення та офісне обладнання: 10,0 кВт

Загальна потреба в електроенергії

Склавши всі значення, отримуємо:

$$60+83,5+42+840,5+10,0=976 \text{ кВт}$$

- Загальна встановлена потужність підприємства: 976 кВт

Розрахунок потреби в стислому повітрі

Стиснене повітря використовується для транспортування та розвантаження цементу. Згідно з технічними характеристиками складу цементу, потреба становить: 57,2м³/хв

Розрахунок потреби у воді

1. Технологічна потреба у воді

- Норма витрати води: 175 л/м³
- Річний обсяг продукції: 10 000 м³

$$Q_{\text{техн}}=175 \cdot 10000=1750000\text{л(або }1750\text{м}^3\text{)}$$

2. Побутова потреба

- Приймається як 20% від технологічної потреби:

3. Протипожежна потреба

- Резервний запас становить 10% від технологічної потреби:

$$Q_{\text{пож}}=0,1 \cdot 1750000=175000\text{л(або }175\text{м}^3\text{)}$$

Загальна річна потреба у воді

Підсумуємо всі складові:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{техн}} + Q_{\text{побут}} + Q_{\text{пож}} = 1750 + 350 + 175 = 2275 \text{ м}^3$$

Підсумок

- Технологічна потреба у воді: 1750 м³
- Побутова потреба: 350 м³
- Протипожежна потреба: 175 м³
- Загальна потреба у воді на рік: 2275 м³

Розрахунки враховують специфіку виробництва та типове використання води для технологічних, побутових і протипожежних цілей.

Розрахунок потреби пара

Пар використовують для прибирання зайвої вологи з заповнювачів, таких як пісок, та забезпечити належну якість бетонної суміші. Вологі заповнювачі впливають на міцність і консистенцію готового продукту.

Згідно технічних характеристик складу заповнювачів, потрібний об'єм пара становить 1000 тон.

9. Організація вантажопотоків

Вантажопотік — це показник, що відображає обсяг вантажів, які переміщуються підприємством за певний період. Він включає два основних компоненти:

1. Зовнішній вантажопотік — кількість вантажів, які надходять на підприємство чи вивозяться з нього до зовнішніх споживачів.
2. Внутрішній вантажообіг — обсяг вантажів, які транспортуються між різними підрозділами підприємства.

Ці показники є ключовими для аналізу ефективності роботи компанії та організації логістичних процесів.

Внутрішньозаводське транспортування

На підприємствах транспортування сировини, напівфабрикатів і готової продукції здійснюється різними способами:

- залізничний транспорт: для переміщення великих обсягів матеріалів.
- автомобільний транспорт: для гнучких і швидких перевезень.
- електротранспорт: підходить для екологічних потреб.
- стрічкові та роликові конвеєри: забезпечують безперервну подачу матеріалів.
- крани (мостові, козлові): для підйому важких вантажів.
- спеціалізовані механізми (бетонозмішувачі, бетононасоси): для транспортування бетонної суміші.

Для цього заводу, з огляду на його обмежену виробничу потужність, доцільно використовувати залізничний та автомобільний транспорт.

Транспортна інфраструктура

Промислові підприємства повинні мати розвинену інфраструктуру, включаючи залізничні шляхи та автомобільні дороги, які забезпечують:

- Сировинне постачання — стабільний підвіз матеріалів.
- Вивезення готової продукції — оптимізацію витрат і часу.

Рух транспорту має бути організованим, щоб уникнути заторів.

Найпоширенішою є схема кругового руху, яка зменшує час на перевезення між цехами.

Переваги та особливості транспорту

1. Залізничний транспорт:

- Основний засіб доставки вантажів на великі відстані.
- Висока швидкість перевезень (до 300 км/год).
- Економічно вигідний для перевезення вантажів понад 150 км.
- Універсальний, підходить для перевезення різних видів вантажів.

2. Автомобільний транспорт:

- Забезпечує оперативність доставки.
- Ефективний для перевезень до 300 км.
- Незамінний для перевезень у важкодоступні місця.
- Недоліки: висока вартість через витрати на паливе та залежність від погодних умов.

Організація внутрішньої логістики

Для забезпечення ефективного транспортування підприємство використовує:

- Механізовані транспортні системи: самоскиди, панелевози, цементовози.
- Спеціалізовані склади: обладнані для вантажно-розвантажувальних робіт.
- Раціональне проектування: внутрішньозаводські дороги інтегровані з технологічними процесами, а зовнішні шляхи з'єднані з основними магістралями.

Виробничі процеси

Підготовка бетонної суміші

- Цемент: транспортується пневмотранспортом для забезпечення безперервності подачі.
- Заповнювачі: доставляються конвеєрами.

Формування виробів

1. Транспортування бетонної суміші: стрічковими конвеєрами до опалубок.
2. Термообробка: вироби переміщуються між зонами обробки кантувальними машинами.
3. Вивезення продукції: спеціальні візки транспортують вироби на склади готової продукції.

Інфраструктура підприємства

1. Дороги:

- Головні — кільцеві для зручного руху без розворотів.
 - Допоміжні — тупикові з майданчиками для розвороту.
2. Пішохідні зони: спеціальні доріжки для безпеки персоналу.
 3. Розмітка: для ефективної організації руху та уникнення аварій.
 4. Освітлення: забезпечує безпечну роботу навіть у нічний час.

Рекомендації щодо безпеки транспорту

- Обмеження швидкості:
- Прямі ділянки — до 10 км/год.
- Повороти — до 5 км/год.
- Розмітка: чітке маркування зон руху для транспорту та пішоходів.

- Освітлення: відповідність нормативам для зменшення ризиків під час роботи в темний час доби.

Підприємство повинно дотримуватися вимог безпеки для захисту працівників і забезпечення безперебійної роботи виробничих процесів.

10. Структура, організація і управління підприємством

Структура заводу з виробництва дорожніх плит

Структура підприємства розроблена для забезпечення ефективного функціонування виробничих процесів, відповідності стандартам якості та дотримання вимог безпеки.

Основні підрозділи заводу:

- Адміністративно-господарський відділ

Займається загальним управлінням підприємством. До його обов'язків входять: планування, фінансова й кадрова організація, а також контроль виконання виробничих завдань. Відділ координує роботу всіх структурних підрозділів, забезпечуючи комунікацію між керівництвом і працівниками.

- Виробничі цехи

Основні підрозділи, де виготовляється продукція. До них належать бетоносмесильний, арматурний, формувальний цехи, ділянки теплової обробки та складські приміщення. Цехи обладнані сучасною технікою і мають спеціалізований штат для забезпечення безперервного виробництва.

- Лабораторія контролю якості

Забезпечує перевірку сировини та готової продукції. Оснащена сучасним обладнанням для проведення випробувань, що гарантує відповідність продукції встановленим стандартам.

- Ремонтно-технічний відділ

Відповідає за технічне обслуговування і ремонт обладнання. Завдяки цьому знижуються ризики зупинки виробництва та підтримується робочий стан техніки.

- Складські приміщення

Розділені на зони для зберігання сировини, напівфабрикатів і готової продукції. Оснащені системами обліку та зберігання, що мінімізує витрати та забезпечує належні умови для матеріалів.

- Відділ логістики

Організовує транспортування матеріалів та готової продукції. Відповідає за перевезення сировини до цехів та доставку продукції замовникам.

Організація виробничих процесів

Робота заводу оптимізована для ефективного використання часу та ресурсів.

Основні етапи:

1. Приймання та перевірка сировини: всі матеріали проходять контроль якості.
2. Виробництво бетонної суміші: підготовлені матеріали надходять у бетоносмесильний цех.
3. Формування продукції: арматура встановлюється в опалубку, заливається бетон, після чого вироби проходять теплову обробку.
4. Контроль готової продукції: вироби перевіряються у лабораторії контролю якості.
5. Складування та відвантаження продукція зберігається на складі готової продукції до моменту відправлення замовникам.

Управління підприємство

Контроль та управління виробництвом здійснюється через автоматизовані системи. Вони дозволяють моніторити всі етапи виробництва, витрати, якість продукції та інші ключові параметри. Дані з автоматизованих систем використовуються для аналізу ефективності й прогнозування потреб.

Штатний розклад

Кількість працівників і їхні функції залежать від масштабу підприємства, обсягів виробництва та технологій. Приклад структури:

- Керівництво: директор, заступник директора з виробництва, заступник директора з економіки та фінансів.
- Виробничий відділ: головний інженер, майстри цехів (3–5 осіб у кожному цеху), оператори обладнання.
- Контроль якості: начальник лабораторії, 3–4 лаборанти.
- Фінансовий відділ: головний бухгалтер, бухгалтер по зарплаті, економіст.
- Відділ кадрів: спеціаліст з кадрів, менеджер з навчання персоналу.
- Відділ логістики: логіст, 4–6 водіїв, 5–10 складських працівників.
- Ремонтно-технічний відділ: інженер з ремонту, 2–3 слюсарі, механік.
- Адміністративний персонал: офіс-менеджер, секретар, помічник керівника.

Навчання з охорони праці

Всі працівники обов'язково проходять навчання з охорони праці. Програми включають:

- Правила експлуатації обладнання.
- Дії у надзвичайних ситуаціях.
- Вимоги нормативних документів.

Підпорядкованість на підприємстві

- Директор: керує всіма процесами на заводі, підпорядковує собі заступників, головного інженера та керівників підрозділів.
- Заступник директора з виробництва: координує роботу виробничих цехів та відділу логістики.
- Заступник директора з економіки та фінансів: керує фінансовим відділом, займається бюджетуванням та контролем витрат.
- Головний інженер: відповідає за технічне обслуговування і модернізацію обладнання, керує ремонтно-технічним відділом.
- Начальники цехів: організовують роботу своїх підрозділів, забезпечують виконання планів і дотримання технологій.

Лабораторія контролю якості, відділ логістики, кадри та адміністративний персонал працюють у тісній координації з іншими підрозділами, забезпечуючи стабільність і ефективність роботи заводу.

11. Розрахунок потреби робітників

Арматурний цех

- Станок для різання арматури СМЖ-322: 1 працівник.
- Зварювальні станки ПДГ-601 (2 шт.): 2 працівники.
- Станок для згинання арматури СГА-405: 1 працівник.
- Мостовий кран (5 т): 1 працівник.
- Разом: 5 працівників.

Формувальний цех

- Оператор обладнання: 1 працівник на кожну лінію.
- Формувальники: 3 працівники на кожну лінію.
- На 2 поточні лінії: $(3 + 1) * 2 = 8$ працівників.

Бетонозмішувальний цех

- Оператори бетонозмішувальних установок: 4 працівники.
- Обслуговування дозаторів: 2 працівники.
- Разом: 6 працівників.

Склади

- Склад в'язучих матеріалів: 6 працівників.
- Склад арматури і арматурних виробів: 2 працівники.
- Склад заповнювачів 5 працівників.
- Склади комплектуючих елементів і допоміжних матеріалів: 2 працівники.
- Склад готової продукції: 2 працівники.
- Разом: 17 працівників.

Лабораторія

- Лабораторія контролю якості: 2 працівники.

Загальний розрахунок чисельності виробничого персоналу

На одну зміну:

$$N_{\text{виробн}}=5+6+8+17+2= 38 \text{ працівників}$$

Оскільки виробництво працює в дві зміни, добова кількість працівників становить:

$$N_{\text{доб}}=38 \times 2=76 \text{ особи}$$

Адміністративний персонал

Чисельність адміністрації розраховується як 15% від загальної кількості виробничих працівників:

$$N_{\text{адмін}}=0,15 \times N_{\text{доб}}=0,15 \times 76=11 \text{ осіб}$$

Загальна чисельність персоналу

Підсумкова кількість працівників підприємства:

$$N_{\text{заг}}=N_{\text{доб}}+N_{\text{адмін}}=76+11=87 \text{ працівників}$$

Розподіл працівників за професіями

1. Оператори виробничого обладнання, формувальники тощо: 19 осіб.
2. Працівники складу: 17 осіб.
3. Працівники лабораторії: 2 особи.
4. Адміністративний персонал: 11 осіб.

Таблиця 9. Потреба робітників

	К-сть працівників (дві зміни)
Арматурний цех	10
Формувальний цех	16
Бетонозмішувальний цех	12
Склади	34
Лабораторія	4
Адмін. персонал	11
Усього	87

12. Об'ємно-планувальне рішення підприємства

Об'ємно-планувальне рішення — це детальний проєкт, який визначає раціональну організацію всіх елементів виробничого процесу. Воно включає:

- Зони приймання та зберігання сировини (цемент, вода, заповнювачі).
- Виробничі ділянки з бетонозміщувальними установками.
- Зони відвантаження готової продукції.
- Лабораторії, ремонтні цехи, адміністративно-побутові приміщення та інженерні комунікації.

При розробці враховуються технологічні вимоги, норми безпеки, ергономіка робочих місць, екологічні стандарти та кліматичні умови. Компетентно спроектована структура забезпечує ефективність роботи підприємства, оптимізацію витрат і зменшення впливу на довкілля.

Сучасні підходи до проєктування бетонних заводів передбачають автоматизацію процесів, підвищення енергоефективності, впровадження модульних конструкцій та орієнтацію на екологічність.

Виробничі приміщення

Важливим етапом проєктування є визначення параметрів виробничих приміщень, таких як прольоти та висота будівель.

-Прольоти: для розміщення великогабаритного обладнання використовуються приміщення з прольотами 18–24 м, що забезпечують зручність монтажу, транспортування та обслуговування техніки.

- Висота приміщень: зазвичай становить 10–12 м, що відповідає технологічним вимогам та сприяє належному природному освітленню робочих зон.

Ситуаційний план

При створенні ситуаційного плану враховуються вимоги СНіП "Генеральні плани промислових підприємств", які регулюють:

- Розташування об'єктів на території заводу: виробничих цехів, складів, адміністративних будівель та інженерних споруд.
- Транспортні потоки: мінімізація перетинів маршрутів для уникнення заторів та підвищення ефективності логістики. Основні дороги рекомендується проєктувати за кільцевим принципом, що забезпечує безперервний рух транспорту.
- Санітарно-захисні зони: відстань від виробничих ділянок до житлових і соціальних об'єктів визначається за санітарними нормами. Це сприяє захисту здоров'я населення та зниженню екологічного впливу.

Переваги раціонального планування

Ефективне об'ємно-планувальне рішення сприяє:

- Зниженню витрат часу та ресурсів на переміщення матеріалів і продукції.
- Мінімізації простоїв обладнання.
- Підвищенню продуктивності праці та економічної ефективності підприємства.

Сучасні підходи до енергоефективності

Сучасне проєктування промислових будівель орієнтоване на енергозбереження та комфортні умови праці. Основні інновації включають:

1. Автоматизовані системи освітлення: адаптуються до рівня природного світла, знижуючи енергоспоживання та створюючи комфортне середовище.
2. Сучасні системи вентиляції: забезпечують регульований повітрообмін, оптимальний мікроклімат і приплив свіжого повітря.
3. Енергоефективні матеріали: сучасні утеплювачі мінімізують теплові втрати, скорочуючи витрати на опалення та кондиціонування.

Комплексний підхід до екологічності

Для досягнення максимальної енергоефективності необхідно використовувати:

- Відновлювані джерела енергії.
- Теплоізоляційні будівельні матеріали.
- Пасивні геліосистеми, які забезпечують природне освітлення та обігрів, враховуючи кліматичні умови регіону. Забезпечення безпечних умов праці

Сучасне виробництво передбачає створення безпечного та комфортного робочого середовища завдяки:

- Засобам індивідуального захисту (ЗІЗ): ефективний захист від шуму, вібрацій, хімічних речовин та фізичних навантажень.
- Ергономічним рішенням: знижують навантаження на опорно-руховий апарат і сприяють підвищенню продуктивності.

Висновок

Рациональне об'ємно-планувальне рішення та сучасні підходи до проектування забезпечують:

- Високу ефективність виробничих процесів.
- Оптимізацію витрат.
- Зменшення впливу на довкілля.
- Створення комфортних умов праці, що сприяє зростанню продуктивності та економічної ефективності підприємства.

13. Охорона праці

Охорона праці на підприємствах, що займаються виготовленням дорожніх плит, є важливою складовою частиною організації безпеки працівників і забезпечення безпечних умов праці в умовах високої механізації виробничих процесів та використання потенційно небезпечних матеріалів. Враховуючи складність виробничих процесів, на таких підприємствах існує потреба в детальній організації охорони праці на всіх етапах: від проектування робочих місць і розташування обладнання до навчання працівників та моніторингу здоров'я персоналу.

Забезпечення безпеки працівників на підприємствах, де зберігається та використовується високодисперсна крейда, особливо на заводах із виробництва дорожніх плит, є важливим елементом ефективної роботи. Високодисперсна крейда є джерелом дрібнодисперсного пилу, який може негативно впливати на здоров'я працівників, тому охорона праці потребує особливої уваги.

1. Оцінка ризиків

- Аналіз небезпек:

Провести оцінку ризиків, пов'язаних із утворенням пилу, який може спричинити професійні захворювання дихальних шляхів, зокрема силікоз, бронхіальну астму або інші хронічні захворювання.

- Ідентифікація проблемних зон:

Визначити джерела утворення пилу на етапах транспортування, складування та використання крейди.

- Розробка заходів:

Створити план заходів для зниження ризиків і впровадження безпечних технологій.

2. Контроль пилу

- Закриті системи зберігання та транспортування:

- Використання герметичних силосів або закритих контейнерів для зберігання матеріалу.

- Виключення контакту матеріалу із зовнішнім середовищем.

- Вентиляція:

Установити витяжні вентиляційні системи в зонах, де можливе утворення пилу (розвантаження, переміщення матеріалів).

- Зрошення та зволоження:

- Обладнати місця складування системами зволоження або зрошення, що знижує рівень пилення.

- Забезпечити зволоження матеріалу перед транспортуванням.

3. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

- Захист органів дихання:

Оснастити працівників респіраторами класу P2 або P3, які захищають від дрібнодисперсного пилу.

- Захист очей і шкіри:

Використовувати захисні окуляри, рукавички та спеціальний одяг, який зменшує вплив пилу на шкіру.

- Догляд за ЗІЗ:

Регулярно перевіряти справність захисного обладнання та проводити його заміну за необхідності.

4. Організація складування

- Умови зберігання:

- Високодисперсну крейду зберігати у спеціалізованих приміщеннях із контрольованим мікрокліматом.

- Забезпечити склади сучасними системами пилоподавлення.

- Механізація процесів:

Заборонити ручне переміщення великих обсягів крейди. Замість цього використовувати конвеєри, навантажувачі або інше механізоване обладнання.

- Безпека складування:

- Контролювати висоту насипу матеріалу, щоб уникнути обвалів.

- Забезпечити зручні та безпечні маршрути для транспортування.

5. Навчання працівників

- Інструктажі:

Регулярно проводити навчання з техніки безпеки для всіх працівників, які мають доступ до роботи з крейдою.

- Практичні навички:

Навчати правильному використанню ЗІЗ, роботі з обладнанням та правилам поведінки в аварійних ситуаціях.

- Оцінка знань:

Перевіряти знання працівників щодо безпеки на робочих місцях.

6. Моніторинг умов праці

- Контроль запиленості:

Регулярно проводити заміри рівня пилу в робочих зонах за допомогою спеціального обладнання.

- Медичні огляди:

Забезпечити періодичні медичні огляди працівників для раннього виявлення захворювань, пов'язаних із впливом пилу.

7. Дотримання стандартів та норм

Забезпечити відповідність процесів роботи з крейдою вимогам:

- Міжнародних стандартів:

- OSHA (Occupational Safety and Health Administration, США).

- ДСТУ ISO 45001 (система управління охороною праці).

- Національних норм:

Дотримуватись правил і вимог санітарного та технічного регламенту.

8. Системний підхід до безпеки

Охорона праці на підприємствах із використанням високодисперсної крейди повинна включати:

- Оптимізацію робочих процесів, щоб уникнути впливу шкідливих факторів.

- Використання сучасних засобів пилоподавлення та захисного обладнання.

- Організацію регулярного навчання та інформування працівників про ризики.

Раціонально організовані робочі процеси та впровадження сучасних засобів захисту:

- Знижують ризики для здоров'я працівників.
- Підвищують безпеку виробничих процесів.
- Забезпечують відповідність підприємства екологічним стандартам та вимогам охорони праці.

Паспорт безпеки крейди надає детальну інформацію про потенційні ризики для здоров'я та безпеки при роботі з ним, а також заходи безпеки, які необхідно вживати для запобігання негативним наслідкам..

Потенційні ризики для здоров'я та безпеки

- Респіраторні проблеми: Вдихання крейдового пилу може викликати роздратування дихальних шляхів, кашель, утруднене дихання, а в довгостроковій перспективі - розвиток професійних захворювань легень.
- Подразнення шкіри: Тривалий контакт крейди зі шкірою може спричинити сухість, свербіж, алергічні реакції.
- Очні подразнення: Попадання крейди в очі може викликати почервоніння, сльозотечу, відчуття печіння.

Заходи безпеки при роботі з крейдою

- Захист органів дихання: Обов'язково використовувати респіратор (респіратор класу FFP2 або FFP3) під час роботи з крейдою, особливо при її пилюванні.
- Захист шкіри: Носити захисний одяг (комбінезон, рукавички), який повністю покриває шкіру. Після роботи ретельно мити руки з милом.
- Захист очей: Застосовувати захисні окуляри або щиток.
- Утилізація: Дотримуватися правил утилізації відходів, що містять крейду.

Перша допомога

- При вдиханні пилу: Винести потерпілого на свіже повітря, забезпечити спокій, викликати медичну допомогу.
- При попаданні на шкіру: Ретельно промити уражену ділянку великою кількістю води з милом.

- При попаданні в очі: Промити очі великою кількістю чистої води протягом 15 хвилин, звернутися до лікаря.

Додаткові рекомендації

- Періодичні медичні огляди: Працівники, які постійно контактують з крейдою, повинні проходити періодичні медичні огляди.
- Дотримання правил пожежної безпеки: Крейда не є горючою речовиною, але слід дотримуватися загальних правил пожежної безпеки на виробництві.

Комплексний підхід дозволяє мінімізувати шкідливий вплив високодисперсної крейди, знизити рівень травматизму та забезпечити стабільну роботу підприємства.

Список літератури

- 1.ДБН А.3.1-7-96. Виробництво бетонних та залізобетонних виробів.
- 2.ДБН А.3.1-8-96 Проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів
3. В. Kerkhoff, Effects of Substances on Concrete and Guide to Protective Treatment, Portl. Cem. Assoc., 1–36 (2007)
4. J. Davidovits, Geopolymers, J. Therm., 37, 1633–1656 (1991)
5. S. Sikora, B. Michalowski, B. Holuj, A. Ignierowicz, M. Hynowski, Porównanie mrozoodporności betonu geopolimerowego i napowietrzonego betonu tradycyjnego, Mater. Bud., 1, 46–49 (2017)
6. Чепурна С.М. Бетони підвищеної водонепроникності з добавкою високодисперсного органогенного кальциту (крейди) / С.М. Чепурна, О.С. Борзяк // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – Київ: КНУБА, 2018. – № 66. – С. 629–637. (Особистий внесок: експериментальні дослідження з визначення можливості застосування високодисперсного кальциту – крейди для підвищення водонепроникності бетонів.)
7. Чепурна С.М. Гідратація портландцементу в присутності добавки високодисперсної крейди / О.С. Борзяк, С.М. Чепурна // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп., 2018. – Вип. 175. – С. 110–117. (Особистий внесок: розрахована кількість карбонату кальцію, що використовується для створення представлених сполук з урахуванням мінерального складу цементу, ступеня гідратації клінкерних мінералів, ступеня засвоєння гіпсу.)
8. ДСТУ Б В.2.6-120:2010 Конструкції будинків і споруд. Плити залізобетонні для покриття міських доріг. Технічні умови (ГОСТ 21924.0-84, MOD)
9. Кривенко П.В., Пушкарьова К.К. Будівельне матеріалознавство. – К.: ТОВ УАВК «Екс Об», 2004. – 704 с.

10. ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон.
Загальні технічні умови (EN 206-1:2000, NEQ)

11.ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітряної
робочої зони;

12.ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вібраційна безпека. Загальні вимоги;