

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: автоматизації і інформаційних технологій

Кафедра: _____

Освітній рівень: магістр за ОПП

Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Спеціалізація: Автоматизоване управління технологічними процесами

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

„___” _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи _____

_____ затверджена наказом ректора КНУБА № __ від «__» _____ 20__ року

2. Керівник роботи _____

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

P.1. _____

P.2. _____

P.3. _____

P.4. _____

P.5. _____

5. Графічний матеріал за розділами

P.1. _____
 P.2. _____
 P.3. _____
 P.4. _____
 P.5. _____

7. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	
Розділ 2.	
Розділ 3.	
Розділ 4.	
Розділ 5	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5			

9. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри

(підпис)_____
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)_____
(прізвище та ініціали)

Студент

(підпис)_____
(прізвище та ініціали)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет автоматизації і інформаційних технологій

(назва кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

(прізвище, ім'я та по батькові студента повністю)

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет автоматизації і інформаційних технологій

(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____” ____ ” _____ 20__ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

(назва)

Виконав студент групи _____

(спеціальність)

(спеціалізація)

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник _____

(прізвище та ініціали)

(вчене звання, науковий ступінь)

Київ 2024 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. Загальний опис мобільного бетонного заводу	11
1.2. Основні компоненти бетонозмішувальних заводів	18
1.2.1. Дозатори компонентів	19
1.2.2. Дозатор цементу.....	21
1.2.3. Дозатор рідини	22
1.2.4. Дозатор щебню	23
1.2.5. Дозатор піску	25
2. Використання систем самонавчання.....	27
2.1 Приклади використання	28
2.2 Опис процесу самонавчання систем що до компенсації на зміну погодних умов	29
3. Використання різної сировини	33
3.1. Адаптація до різних рецептів.....	35
4. Самонавчання на основі минулих даних	37
4.1. Моніторинг та оптимізація в реальному часі.....	39
4.2. Енергоефективність та економія ресурсів.....	41
5. Підвищення продуктивності	45
5.1. Виявлення та запобігання відхиленням.....	46
5.2. Простота управління та контролю	52
5.3. Зниження впливу людського фактору	56
5.4. Інтеграція з іншими системами	57
5.5. Зменшення браку.....	58
6. Точність дозування	60
7. Економічна частина	70
7.1. Теоретичний розділ.....	70
7.2. Планування основного виробництва	73
7.3. Організаційний розділ	77
7.4. Визначення чисельності робітників за категоріями	81
7.5. Розрахунок фонду заробітної плати працюючих	84
7.6. Розрахунок матеріальних та паливно-енергетичних витрат	87

7.7. Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію обладнання і загальноцехових витрат.....	88
7.8. Розрахунок собівартості продукції	90
7.9. Визначення показників ефективності роботи заводу (відділення, дільниці).....	90
7.10. Техніко-економічні показники роботи	92
Висновок	93
Список використаних джерел	94

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра за освітньо-професійною програмою підготовки «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» на тему: «Прицезійне керування процесом дозування компонентів з функцією самонавчання» 94 с., 10 рис., 10 табл., 22 джерела.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є мобільний бетонний завод з автоматизованою системою управління дозаторів. Предметом є адаптивні алгоритми керування подачі матеріалів. Мета дослідження полягає у розробці та впровадженні самонавчальних алгоритмів, які забезпечать прецизійне керування дозуванням компонентів у реальному часі, враховуючи зовнішні фактори. Сучасні методи керування дозуванням використовують інтелектуальні алгоритми, зокрема алгоритми машинного навчання, що здатні адаптуватися до змін у зовнішніх умовах, таких як температура та вологість повітря, а також властивості сировини. Це дослідження зосереджене на розробці та оптимізації систем дозування з функцією самонавчання для досягнення максимальної точності та стабільності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: мобільний бетонний завод, енергоефективність виробництва, сировина, бункер, автоматизація, адаптивне керування, прецизійне керування, машинне навчання, оптимізація дозування.

ABSTRACT

Master's thesis for the degree of Master in the educational and professional training program "Automation, computer-integrated technologies and robotics" on the topic: "Precision control of the process of dosing components with a self-learning function" 94 p., 23 fig., 18 tables., 22 sources.

Object and subject of research. The object of research is a mobile concrete plant with an automated batching plant control system. The subject is adaptive algorithms for controlling the supply of materials. The purpose of the research is to develop and implement self-learning algorithms that will provide precision control of the dosing of components in real time, taking into account external factors. Modern batching control methods use intelligent algorithms, including machine learning algorithms, that are able to adapt to changes in external conditions, such as temperature and humidity, as well as raw material properties. This research focuses on the development and optimization of batching systems with self-learning functions to achieve maximum accuracy and stability.

KEYWORDS: mobile concrete batching plant, energy efficiency of production, raw material, hopper, automation, adaptive control, precision control, machine learning, batching optimization.

ВСТУП

Автоматизація є одним із ключових напрямків сучасної промисловості, спрямованим на підвищення продуктивності, якості та ефективності виробничих процесів. В сучасному світі, де швидкість, точність та конкурентоспроможність є невід'ємними частинами успіху, автоматизація виробничих підприємств стає важливим елементом розвитку.

Один з секторів, де автоматизація здобуває особливу популярність, - являється виробництво бетону. Будівельна галузь постійно збільшується та завдяки цьому збільшується попит на якісний бетон. В такій ситуації мобільні бетонні заводи стають все більш привабливими для забезпечення будівельних проектів із швидкістю та якістю.

Прецизійне керування процесом дозування компонентів є важливим етапом у виробництві бетону та інших будівельних матеріалів. Висока точність дозування гарантує стабільну якість продукції та мінімізує відхилення у фізико-механічних властивостях матеріалу. Впровадження систем самонавчання в процесі дозування дозволяє не лише автоматизувати процес, але й адаптувати його до змін у зовнішніх умовах, таких як температура, вологість або властивості сировини.

Мета дослідження. Мета дослідження прецизійного керування процесом дозування компонентів з функцією самонавчання полягає у вдосконаленні системи дозування для досягнення високої точності й стабільності виробництва бетонної суміші, незалежно від зовнішніх змін, таких як погодні умови або властивості сировини.

Наукова новизна. Дослідження прецизійного керування процесом дозування компонентів з функцією самонавчання полягає у застосуванні інтелектуальних технологій, зокрема алгоритмів машинного навчання, для автоматизованого контролю параметрів дозування в умовах змінних зовнішніх факторів. Це забезпечує точне регулювання пропорцій компонентів,

враховуючи зміну вологості, температури та інших погодних умов, що традиційно впливали на стабільність якості продукції.

Апробація роботи. Дослідження магістерської дисертаційної роботи доповідалися і отримали позитивні відгуки на науково-практичній конференції:

Ісай А.О. «Прицезійне керування процесом дозування компонентів з функцією самонавчання»

VI Всеукраїнської студентської наукової конференції «Науковий простір: аналіз, сучасний стан, тренди та перспективи» (18.10.2024, м. Київ, Україна)

1.ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС МОБІЛЬНОГО БЕТОННОГО ЗАВОДУ

Ми живимо у сучасному світі де одним із основних будівельних матеріалів являється бетон.

Бетон- це штучний каменеподібний матеріал, результат раціонально підбраної суміші в'язучого, заповнювачів, води і, при потребі, спеціальних добавок. До затвердіння цю суміш називають бетонною. Один з основних будівельних матеріалів, що застосовується для виготовлення збірних залізобетонних та бетонних конструкцій і бетонних виробів, а також для будівництва монолітних бетонних і залізобетонних споруд.

Таб.1.1

Таблиця властивостей бетону:

Властивість бетону	Значення
Водоцементний показник	0,4-0,7
Міцність на стиск, МПа	20-60
Міцність на розтяг, МПа	2-5
Щільність, кг/м ³	2200-2500
Морозостійкість	F50-F200

У випадку зведення будови з бетону його види і марки визначаються на стадії створення проєкту. Для різних елементів будівельної конструкції (фундаменти, що тримають стіни, внутрішні перегородки, підлоги) застосовуються різні види і марки бетонів. Сфери застосування бетону в сучасному будівництві постійно розширюються. Широкі перспективи використання високоміцних бетонів (важких і легких), а також бетонів із заданими фізико-технічними властивостями: малою осадкою і рухливістю, морозостійкістю, довговічністю, тріщиностійкістю, теплопровідністю, жаростійкістю і захисними властивостями від радіоактивних дій.

Бетон поділяється на класи:

За видом в'язучого матеріалу (основна класифікація):

- цементні (найпоширеніші);
- асфальтові (найпоширеніші у будівництві доріг);
- вапняні;
- гіпсові;
- глиняні;

За характером та структурою заповнювачів:

- важкий або звичайний (об'ємна вага $> 1\ 800\ \text{кг/м}^3$), із заповнювачами із щебеню або гравію з щільних порід, застосовується в залізобетонних та бетонних конструкціях, де потрібна висока міцність і щільність;

- особливо важкий ($> 2\ 700\ \text{кг/м}^3$) із заповнювачами з бариту, залізних руд або металів; застосовується для захисту від γ -променів на атомних електростанціях, в лабораторіях тощо;

- легкий бетон ($< 1\ 800\ \text{кг/м}^3$) — арболіт, шлакобетон, пемзобетон та ін. — з легкими заповнювачами відзначається малою теплопровідністю і застосовується для огорожувальних конструкцій та покриттів;

- особливо легкий — ніздрюватий бетон (пінобетон, газобетон) з об'ємною вагою $800\text{—}600\ \text{кг/м}^3$ та менше.

За матеріалом арматури:

- бетон зі сталеву арматурою — залізобетон (найпоширеніший);
- із ненапруженою арматурою;
- із попередньо напруженою арматурою;
- деревобетон;
- бетон зі скловолоконною композитною арматурою;
- очеретобетон;
- бетон, армований синтетичним волокном;
- дисперсне армування (фіброю);

За консистенцією бетонної суміші:

- жорсткий — застосовується для масивних монолітних конструкцій;
- пластичний — для тонкостінних густоармованих конструкцій.

За властивостями:

- Водонепроникний бетон (рос. водонепроницаемый бетон, англ. watertight concrete, нім. wasserdichter Beton m) — конструкційний бетон, що не пропускає воду при 0,2 МПа і вище. Застосовується в шахтному, гідротехнічному, транспортному будівництві.

- Морозотривкий бетон — бетон, що має підвищену морозостійкість (розрахований на більшу кількість циклів замерзання-відмерзання у порівнянні з неморозостійкими бетонами).[2]

- Вогнетривкий бетон — бетон, що має підвищену вогнетривкість (витримує до зруйнування вищі температури, ніж невогнетривкі бетони).

За способом бетонування:

- Торкетобетон — бетон, що отримується торкретуванням бетонної суміші на поверхню будівельних конструкцій або форму за допомогою цемент-пушки.

В основному для виготовлення бетонних сумішей у великих об'ємах, використовують великі стаціонарні бетонні заводи.

Бетонозмішувальний завод - це технологічний комплекс, який поєднує в собі агрегати, результатом роботи яких є бетонна суміш, при твердінні якої утворюється бетон. Складовими бетону є пісок, вода, щебінь (рідше гравій) та цемент та добавки. До складу бетонозмішувального заводу можуть входити змішувачі, підйомно-поворотні пристрої, дозатори, конвеєри, штабелери, бункери, обігрівачі, охолоджувачі, пилозбірники. Основним вузлом бетонозмішувального заводу є змішувач. Саме в нього, після дозування,

надходить сировина (пісок, щебінь, цемент, вода і т.д.) і він же в основному визначає продуктивність, яка вимірюється в кубічних метрах на годину готової продукції. У важкодоступних місцях або при малому обсязі виробництва бетону використовують автобетонозмішувачі із самозавантаженням.

Але для малих потужностей у сучасному світі деякі виробники використовують мобільні бетонні заводи.

Мобільний бетонний завод – це вузол для виробництва бетону, який можна легко пересувати між об'єктами виробництва. МБВ можуть переміщатися на одній або двох платформах за допомогою тягачів. Вони швидко монтуються і так само швидко приводяться в дію за 5-6 годин. Найголовніше, що на платформу тягача можна вмістити абсолютно все, що потрібно для запуску виробництва (крім компонентів суміші). Так що ви за короткий час отримуєте повністю зібраний і готовий до експлуатації завод, який не потребує будь-яких доопрацювань.

Мобільний бетонний завод являє собою спеціальне обладнання для виробництва бетону, яка об'єднує систему зберігання матеріалу, систему зважування матеріалу, систему транспортування матеріалу, систему розвантаження і повну автоматичну систему управління в блок перетягування. Тому він має високу мобільність.

Вони характеризуються за даними вказаними у таблиці 1.2

Ключові характеристики бетонних заводів

Таблиця 1.2.

Характеристика	Опис
Продуктивність	Кількість бетону, яку завод може виробляти на годину
Ємність силосів	Кількість силосів для зберігання цементу та інших складових бетону
Максимальна відстань	Максимальна відстань, на яку можна транспортувати бетон
Час на зміну	Час, який потрібний для перевезення та монтажу заводу на новому майданчику
Енергоспоживання	Енергія, яку використовує завод для виробництва бетону
Вимоги до електропостачання	Характеристики електричного живлення, необхідні для роботи заводу

Далі мною будуть приведені переваги , особливості та можливості мобільних бетонних заводів.

Дозволяють швидко організувати виробництво в будь-якій точці. На те, щоб розгорнути мобільний бетонозмішувальний вузол, йде максимум один робочий день.

Можуть доставлятися практично на будь-яку будівельний майданчик. Пересувні бетонні заводи можуть переміщатися за допомогою великовантажної техніки (тягачів). Так що ви зможете доставити їх безпосередньо на будівельний майданчик і почати виробництво, скоротивши витрати на доставку готового бетону;

Пересувна мобільна бетонозмішувальна установка може працювати практично на будь-якому майданчику просто неба. Вам не доведеться зводити складний виробничий комплекс, заливати під нього фундамент. Запуск виробництва ви зможете провести з мінімальними витратами;

Можливість переміщення з одного будмайданчика на інший. Мобільна бетонна установка - це найбільш вдалий варіант для тих, хто постійно буде в різних точках і має обмежений доступ до комунікацій;

Дуже прості в експлуатації. Для обслуговування установки вам не буде потрібно наймати висококваліфікований персонал. Освоїти роботу на сучасних мобільних заводах можна в короткі терміни. Вам буде потрібно мінімум операторів, щоб завод функціонував. Скороченню кількості персоналу сприяє надійна система управління (АСУ).

Продукція, яку можна випускати на пересувних бетонних установках, за якістю нічим не відрізняється від бетону, що доставляється з великих стаціонарних заводів. Більш того, завдяки невеликим виробничим потужностям вдається отримати навіть більш якісний розчин за рахунок більш точного дозування і підбору інгредієнтів сумішей.

Класифікація

Класифікація мобільних бетонних заводів залежить від багатьох факторів, таких як тип роботи, обсяг продуктивності та потреба у різних

специфікаціях матеріалів. Кожен тип має свої переваги та недоліки, тому вибір підходящого типу мобільного бетонного заводу повинен відбуватися з урахуванням потреб будівельного проекту.

Мобільні бетонні заводи можуть бути класифіковані за різними ознаками.

В основному мобільні бетонні заводи класифікують :

За продуктивністю:

- Малопродуктивні мобільні бетонні заводи - здатні виробляти до 20 м³ бетонної суміші на годину.
- Середньодуктивні мобільні бетонні заводи - здатні виробляти від 20 до 60 м³ бетонної суміші на годину.
- Високопродуктивні мобільні бетонні заводи - здатні виробляти понад 60 м³ бетонної суміші на годину.

За принципом роботи:

- змішувальні: використовуються для виготовлення бетонної суміші на будівельному майданчику;
- транспортні: використовуються для транспортування готової бетонної суміші на будівельний майданчик.

За конструкцією:

- Транспортабельні мобільні бетонні заводи - мають малі розміри та легко пересуваються, в основному використовуються для будівництва на обмежених територіях.
- Пересувні мобільні бетонні заводи - мають підвісну конструкцію та шасі для пересування на довгі відстані, зазвичай використовуються для будівництва віддалених об'єктів.

За типом дозуючої системи:

- відкриті: відсутня оболонка для захисту від погодних умов;
- закриті: обладнані оболонкою для захисту від погодних умов.

За способом вимірювання та змішування компонентів:

- Мобільні бетонні заводи зі складною дозуючою системою - використовуються для виробництва бетону з високими вимогами до точності дозування компонентів.
- Мобільні бетонні заводи з простою дозуючою системою - використовуються для виробництва бетону з меншими вимогами до точності дозування компонентів.

Типи

Існує кілька типів мобільних бетонних заводів, які відрізняються особливостями конструкції та характеристиками. Основними типами мобільних бетонних заводів є:

1. Мобільні бетонні заводи на шасі з автомобілями: ці типи заводів складаються зі спеціальної конструкції, що встановлюється на шасі вантажівки або автобуса. Вони зазвичай мають невелику продуктивність та можуть бути використані на малих будівельних майданчиках або важкодоступних місцях.

2. Мобільні бетонні заводи на шасі з причепом: ці типи заводів складаються з причепу та спеціальної конструкції, яка може бути підключена до тягача. Вони можуть бути пересувними та бути використані на довших відстанях.

3. Мобільні бетонні заводи на колісній підвісці: ці типи заводів складаються зі спеціальної конструкції, що встановлюється на колесну підвіску. Вони мають більшу продуктивність, ніж попередні два типи, та можуть бути використані для будівництва великих споруд.

4. Мобільні бетонні заводи в контейнерах: ці типи заводів мають спеціальну конструкцію, яка монтується в контейнері. Вони можуть бути перевезені на різні майданчики, де контейнер може бути розміщений на землі.

Варіанти

- Існує кілька варіантів мобільних бетонних заводів, які можуть відрізнятися за дизайном та характеристиками. Деякі з найбільш поширених варіантів мобільних бетонних заводів включають наступні:

- Пересувний мобільний бетонний завод: це компактний бетонний завод, який можна легко пересувати з одного майданчика на інший. Зазвичай такі заводи мають невелику продуктивність та можуть бути використані на малих будівельних майданчиках.

- Контейнерний мобільний бетонний завод: це завод, який монтується в контейнері та може бути перевезений на будь-який майданчик. Цей тип заводу може бути дуже ефективним для будівництва віддалених об'єктів, де потрібно транспортувати бетон на значні відстані.

- Мобільний бетонний завод на базі причепу: це завод, який монтується на причепі та може бути підключений до тягача. Цей тип заводу зазвичай має більшу продуктивність, ніж пересувний мобільний бетонний завод, та може бути використаний на довших відстанях.

- Мобільний бетонний завод на базі автобуса: це компактний завод, який може бути монтуваний на шасі автобуса. Він зазвичай має дуже невелику продуктивність, але його можна легко перевозити на будь-який майданчик.

-

1.2. Основні компоненти бетонозмішувальних заводів

Бетонозмішувальні заводи мають кілька ключових компонентів, кожен з яких виконує конкретну функцію для забезпечення ефективного виробництва якісної бетонної суміші. Основним компонентом є змішувач, де відбувається змішування всіх інгредієнтів до отримання однорідного бетону. Залежно від типу заводу використовуються планетарні, роторні чи двовальні змішувачі, які впливають на кінцеву однорідність суміші.

Цемент зберігається в спеціальних силосах, обладнаних системами контролю рівня та захисту від пилу, які забезпечують його подачу до

змішувача. Бункери для інертних матеріалів, таких як пісок або щебінь, зберігають ці складові, і часто оснащені дозуючими пристроями для точного відмірювання матеріалів. Точне дозування є важливим завданням, яке виконується за допомогою вагових дозаторів, що дозволяє контролювати кількість цементу, води та інших компонентів для дотримання рецептури бетону.

Для транспортування інертних матеріалів до змішувача використовуються конвеєрні системи, які можуть бути стрічковими або шнековими. Система водопостачання забезпечує додавання необхідної кількості води в суміш, оснащена дозаторами для точного контролю обсягу. Всі ці процеси координуються через систему управління, яка автоматизує операції, дозволяє програмувати рецептури, контролювати дозування та моніторити стан обладнання. Інтеграція всіх компонентів забезпечує стабільність виробничого процесу, знижує ризик помилок та мінімізує людський фактор, що дозволяє оптимізувати продуктивність заводу й досягати стабільної якості бетонної суміші

1.2.1. Дозатори компонентів

Дозатор – пристрій для автоматичного відмірювання (дозування) заданої маси або об'єму твердих сипучих матеріалів, рідин, газів.

Дозатори забезпечують видачу дози одного або декількох продуктів (відповідно, одно- і багатоконпонентні дозатори) одному або різним споживачам (відповідно, одно- і багатоканальні дозатори); змінюють кількість компонентів у заданому співвідношенні із змінною кількістю інших дозованих компонентів (дозатори співвідношення); дозують речовини в заданій тимчасовій або логічній послідовності (програмні дозатори). Блок управління кожного дозатора - автоматичний регулятор. Найбільша ефективність використання дозатора досягається, якщо регулятором або його основою служать мікро- ЕОМ або міні- ЕОМ, що дозволяють компенсувати вплив

зовнішніх збурюючих впливів (наприклад, параметрів технологічного режиму процесу), дозувати із заданою програмою, зручно представляти інформацію оператору і передавати результати дозування (наприклад, загальний обсяг минулого продукту) на наступний рівень управління.

Їх поділяють на декілька видів:

- Шнекові дозатори;
- Об'ємні дозатори;
- Масові дозатори;
- Вагові дозатори.

Більш точно я буду розглядати вагові дозатори.

Ваговий дозатор - це обладнання для точного дозування різних компонентів сумішей. Вагові дозатори використовуються в різних галузях промисловості, включаючи харчову, фармацевтичну, хімічну та будівельну. У будівельній галузі вагові дозатори використовуються для точного дозування компонентів бетону та сумішей. Основні компоненти бетону, що дозуються за допомогою вагових дозаторів, це цемент, вода, пісок, щебінь та добавки.

Ваговий дозатор складається з двох основних елементів: вагової платформи та системи дозування. Вагова платформа складається з сталевій конструкції та вагової системи, яка вимірює вагу компонентів.

Система дозування складається з різних елементів, таких як вібраційні жолоби, шнекові конвеєри, насоси та відповідні сенсори. Ваговий дозатор працює на принципі точного вимірювання ваги кожного компонента та їх дозування в суміш. Для цього на кожний компонент встановлюються окремі вагові датчики, які передають дані в електронний контролер. Контролер обробляє ці дані та керує системою дозування, щоб забезпечити точне дозування кожного компонента відповідно до заданого рецепту. Вагові дозатори забезпечують високу точність дозування та дозволяють зменшити відхилення в якості бетону. Крім того, вони забезпечують економію часу та

зменшують витрати на виробництво, оскільки дозволяють швидко та точно дозувати компоненти сумішей. У мобільного бетонного заводу Sumab K-30 використовується конвеєр – дозатор у розмірі 5х штук.

1.2.2. Дозатор цементу

У мобільному бетонному заводі Sumab K-30 для дозування цементу використовується ваговий дозатор. Він складається з вагової платформи та вимірювального блоку. Цемент зберігається у спеціальному силосі, з якого він дозується вимірювальним блоком та поступає до змішувача разом з іншими компонентами. Для точного дозування цементу вимірювальний блок має вбудовані вагові датчики, які реєструють масу цементу, що проходить через нього. Завдяки такому дозатору можливо досягти точності дозування цементу до 1% від загальної маси бетонної суміші мал. 1.



Мал.1. Дозатор цементу

Дозатор для цементу (0-300 кг). Оснащений тензодатчиком, який дозволяє зробити точне зважування матеріалу. Також для забезпечення точності зважування встановлений шланг надлишкового тиску. Для більш ефективного вивантаження дозатор оснащений вібратором, а також є оцинкована кришка обслуговування. Вивантаження в змішувач здійснюється за допомогою пневматично керованої поворотної заслінки.

- Об'єм зважування: 0-300 кг

- Високоточний тензодатчик: 1 шт.
- Вивантажувальна поворотна заслінка Ø250 мм, пневморозподільник з електромагнітним керуванням 1 шт.
- Привід заслінки: електропневматичний
- Оснащений шлангом надлишкового тиску
- Індикатор ваги.

1.2.3. Дозатор рідини

Дозатор рідини - це обладнання, що використовується для точного дозування рідин, таких як вода, добавки і хімікати, в процесі виробництва бетону або іншої будівельної суміші. Дозатор рідини складається з резервуара, зважувального пристрою, насоса і системи контролю. Резервуар призначений для зберігання рідини, яку потрібно дозувати, зважувальний пристрій - для точного вимірювання кількості рідини, насос - для перекачування рідини з резервуара в змішувач або в бункер з вмістом матеріалів мал.2.



Мал.2. Дозатор рідини

Оцинкована ємність для води із вбудованим насосом Danfoss та дозатором подачі води. Завантаження води здійснюється через пневматично керований клапан. Для запобігання гідравлічним ударами система оснащена

розширювальним баком. Дозатор води повністю оцинкований та оснащений тензодатчиком. Вивантаження води здійснюється за допомогою пневматично керованої поворотної заслінки.

- Об'єм зважування: 0-250 кг
- Високоточний тензодатчик: 1 шт.
- Оцинкована ємність
- Розширювальний бак для запобігання гідравлічному удару
- Завантаження: пневматично 1" водяний клапан
- Вивантаження: поворотна заслінка

1.2.4. Дозатор щебню

Дозатор щебню - це обладнання, яке використовується для автоматичного дозування щебню або інших великорозмірних наповнювачів у бетонній суміші. Цей процес забезпечує точність та рівномірність дозування щебню в змішувальний бункер мал.3.

Дозатор щебню може бути різного типу та конфігурації, в залежності від конкретних потреб виробництва та характеристик щебеню. Найпоширеніші типи дозаторів щебню - це гідравлічні та електронні вагові дозатори.

Електронний дозатор щебню використовується для автоматичного дозування щебню в змішувальний бункер на основі використання навантажувальних датчиків та електронної системи керування. Вага щебню визначається за допомогою вимірювальних датчиків, які реєструють вагу щебню, що проходить через дозатор. Цей тип дозатора забезпечує дуже високу точність дозування та можливість програмного керування процесом дозування.

Гідравлічний дозатор щебню працює на принципі використання гідравлічного тиску для автоматичного дозування щебню в змішувальний бункер. Вага щебню визначається за допомогою вимірювального поплавка та

гідравлічного пристрою. Цей тип дозатора забезпечує високу точність дозування та надійність в роботі.



Мал.3. Дозатор щебню

- Об'єм зважування: 0-500 кг
- Високоточний тензодатчик: 1 шт.
- Вивантажувальна поворотна заслінка Ø300 мм, пневморозподільник з електромагнітним керуванням 1шт.
- Привід заслінки: електропневматичний
- Оснащений шлангом надлишкового тиску
- Індикатор ваги.

Дозатор призначений для дозування щебеню двох фракцій заданими дозами з питомою вагою до 500 кг/м³. Принцип дії дозатора заснований на перетворенні сили ваги матеріалу, що дозується, що знаходиться в вантажоприймальному пристрої, за допомогою тензодатчиків в електричний сигнал, пропорційний масі вантажу. Сигнал від тензодатчиків подається до контролера дозування, який, змінивши його в цифровий код і після перетворення результату зважування подає на майстер-контролер. Подача щебеню в вантажоприймальний пристрій дозатора здійснюється живильним пристроєм, що включає дві воронки з секторними затворами.

1.2.5. Дозатор піску

Дозатор піску - це пристрій, який використовується для точного дозування піску або інших напівтвердих матеріалів у бетонному виробництві. В залежності від конструкції і моделі дозатор може мати одну або кілька лопастей, що дозволяють рівномірно дозувати матеріал у бетонну суміш. Дозатор піску може бути автоматичним або напівавтоматичним, в залежності від рівня автоматизації бетонного заводу. Використання дозатора піску дозволяє забезпечити точність дозування і, отже, підвищити якість бетону мал.4.



Мал.4. Дозатор піску

- Об'єм зважування: 0-300 кг
- Високоточний тензодатчик: 1 шт.
- Вивантажувальна поворотна заслінка Ø200 мм, пневморозподільник з електромагнітним керуванням 1шт.
- Привід заслінки: електропневматичний
- Оснащений шлангом надлишкового тиску
- Індикатор ваги.

Дозатор призначений для дозування піску двох компонентів заданими порціями з питомою вагою до 300 кг/м³ та вологістю до 7%. Принцип дії дозатора заснований на перетворенні сили ваги матеріалу, що дозується, що

знаходиться в вантажоприймальному пристрої, за допомогою тензодатчиків в електричний сигнал, пропорційний масі вантажу. Сигнал від тензодатчиків подається до контролера дозування, який, змінивши його в цифровий код і після перетворення результати зважування подає на майстер-контролер.

2.ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ САМОНАВЧАННЯ

Управління процесом дозування компонентів з функцією самонавчання на мобільному бетонному заводі — це вдосконалена система автоматизації що може адаптувати свою конфігурацію на основі аналізу даних у реальному часі. Такий погляд сприяє досягненню оптимального дозування компонент із метою отримання продукту високоякісно з мінімальними витратами і максимальним контролем.

Основні функції системи прицепійного керування з самонавчанням:

1. Автоматичне вирівнювання пропорцій:

- Система аналізуватиме реальні умови на будівельному майданчику (температуру, вологість та стан сировини) і налаштуватиме дозу компонентів відповідно до цих даних. Наприклад, якщо пісок мають більшу вологість, система автоматично знижуватиме кількість доданою води для підтримки потрібної консистенції бетону.

2. Навчання на основі попереднього досвіду:

- Алгоритми машинного навчання в системі аналізують минулі дані про пройдені цикли виробництва та характеристики отриманого бетону для прогнозування та попередження можливих помилок чи неточності у майбутніх процесах.

3. Моніторинг та оптимізація в реальному часі:

- Завдяки вбудованим сенсорам та датчикам, які отримують інформацію про кожен складовий компонент і стан суміші на кожному етапі процесу виробництва бетону, система неперервно долажувала дозування в реальному часі. Це сприяло уникненню зайвих витрат матеріалу й забезпечило високу якість бетонних конструкцій.

4. Адаптація до різноманітних рецептів:

- Мобільний бетонний завод часто користуватиметься різноманітними формулами бетону в залежності від вимог проекту. Система з

можливістю самоосвіти легко переключаються з однієї формули на іншу, оптимізуючи дозування без необхідності ручного втручання.

5. Енергоефективність та економія ресурсів:

- Самонавчальні системи допомагають зменшити споживання енергії і матеріалів за рахунок більш точного управління процесом дозування. Це сприяє зниженню загальних витрат на виробництво бетону та впливу на довкілля.

2.1 Приклади використання

Зміна погодних умов:

Зміна погодних умов має великий вплив на процес виробництва бетону, особливо на мобільних бетонних заводах, які працюють в різних кліматичних зонах і зовнішніх умовах. Самонавчальні системи керування дозволяють компенсувати вплив змін погоди на дозування компонентів і якість кінцевого продукту. Розглянемо детальніше, як погодні умови впливають на бетон і як самонавчальні системи адаптуються до цих змін.

Як зміна погодних умов впливає на виробництво бетону:

- Температура повітря:

Високі температури можуть прискорити процес гідратації цементу, що призводить до швидшого твердіння бетону. Це може викликати проблему раннього схоплення, що ускладнює доставку і укладку бетону на об'єкті.

Низькі температури сповільнюють процес твердіння, а при температурі нижче нуля можуть спричинити замерзання води в бетонній суміші, що значно погіршує його властивості.

- Вологість повітря:

Висока вологість може спричинити перенасичення бетону водою, що знижує його міцність і може призвести до збільшення часу твердіння.

Низька вологість у поєднанні з високою температурою сприяє випаровуванню води з бетонної суміші, що може викликати передчасне висихання і виникнення тріщин.

- Опади (дощ, сніг):

Під час дощів або снігопадів бетон може отримувати надлишок води, що розбавляє суміш і знижує її міцність. Крім того, сніг або лід у складі компонентів (піску, щебеню) можуть вплинути на температурний баланс суміші.

- Вітер:

Сильний вітер під час укладання бетону може сприяти швидкому випаровуванню води з поверхні суміші, що призводить до нерівномірного висихання і виникнення поверхневих тріщин.

2.2 Опис процесу самонавчання систем що до компенсації на зміну погодних умов

Самонавчальні системи керування мобільними бетонними заводами можуть адаптуватися до змін у погодних умовах, забезпечуючи стабільність якості продукції. Процес самонавчання в таких системах передбачає аналіз даних про поточний стан зовнішнього середовища, наприклад, температури, вологості, тиску повітря, а також історичних даних про попередні партії бетону, виготовлені в аналогічних умовах.

Вхідні дані: Система отримує дані від датчиків, які зчитують температуру T , вологість повітря H , тиск P , а також вологість компонентів суміші. Дані надходять з певним часовим інтервалом і зберігаються для подальшого аналізу.

Створення моделі: На основі минулих даних система генерує математичну модель, яка прогнозує вплив зовнішніх факторів на вологість компонентів суміші. Наприклад, функція прогнозування вологості компонентів виглядає як:

$$W_{\text{predict}} = \alpha T + \beta H + \gamma P + \delta$$

де W_{predict} — прогнозоване значення вологості компонентів; T , H , і P — значення температури, вологості і тиску відповідно; α , β , γ , δ — коефіцієнти,

що визначаються методом найменших квадратів або іншим підходом оптимізації на основі минулих вимірювань.

Адаптація моделі: при зміні погодних умов система коригує параметри моделі, зменшуючи похибки шляхом постійного порівняння фактичної вологості W_{actual} з прогнозованою W_{predict} . Модель оновлює свої коефіцієнти α , β , γ , δ таким чином, щоб мінімізувати середньоквадратичну похибку (MSE):

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (W_{\text{actual},i} - W_{\text{predict},i})^2$$

Модель оновлюється за допомогою градієнтного спуску або іншого алгоритму оптимізації.

Компенсація для дозування: На основі оновлених значень вологості та інших факторів система коригує дозування компонентів. Якщо прогнозована вологість відрізняється від цільового значення, система додає чи зменшує кількість води у суміші:

$$V_{\text{adjusted}} = V_{\text{original}} + k(W_{\text{target}} - W_{\text{predict}})$$

де V_{adjusted} — скориговане дозування води; V_{original} — початкове дозування; W_{target} — цільова вологість; k — коефіцієнт адаптації, що визначає швидкість коригування.

Основні етапи процесу самонавчання:

Збір даних: На першому етапі система використовує датчики, щоб постійно збирати інформацію про зовнішні погодні умови – температуру повітря, вологість, швидкість вітру тощо. Ці дані є важливими, оскільки погодні умови впливають на процес гідратації цементу, швидкість випаровування вологи з суміші та її кінцеву міцність.

Аналіз впливу погодних умов: Система аналізує, як погодні зміни впливали на якість бетону в минулому. Наприклад, якщо в минулому підвищена температура повітря призводила до швидшого випаровування води і зменшення часу схоплення бетону, система запам'ятовує ці закономірності.

Окрім датчиків, які фіксують поточні умови на виробничому майданчику, сучасні самонавчальні системи можуть бути інтегровані з онлайн-сервісами прогнозу погоди. Це дозволяє не лише реагувати на вже існуючі умови, але й прогнозувати майбутні зміни та заздалегідь коригувати виробничі процеси.

Наприклад, якщо прогноз передбачає різке підвищення температури або початок опадів, система може завчасно спланувати корекцію параметрів виробництва: змінити дозування води, підібрати відповідні добавки або навіть спланувати тимчасову паузу у виробництві, щоб уникнути можливих втрат продукції через надмірну зміну кліматичних умов. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність не лише самого процесу дозування, але й загального планування виробництва.

Створення прогнозної моделі: На основі зібраних даних і аналізу попередніх результатів система створює модель, яка дозволяє прогнозувати, як поточні погодні умови впливатимуть на процес виготовлення бетону. Вона враховує зміни в дозуванні води, використанні пластифікаторів чи інших добавок, які можуть компенсувати вплив зовнішніх факторів.

Корекція параметрів у реальному часі: В процесі виробництва система автоматично коригує ключові параметри змішування компонентів, базуючись на прогнозованих змінах у погоді. Наприклад, при високій температурі система може збільшити кількість води або додати відповідні присадки, щоб уникнути передчасного твердіння суміші.

Ще одним важливим аспектом самонавчання є можливість налаштовувати алгоритми на основі зворотного зв'язку від кінцевих користувачів або технічного персоналу. Якщо після виробництва виявляється, що якість бетону не відповідає очікуванням, технічний персонал може внести відповідні зауваження в систему. Це зворотне повідомлення використовується для подальшого вдосконалення моделі. Система вивчає нові дані та коригує свої алгоритми, щоб у подальших випадках мінімізувати подібні відхилення.

Навчання на основі результатів: Після кожного виробничого циклу система аналізує результати та зіставляє їх із початковими прогнозами. Якщо фактична якість бетону відрізняється від очікуваної, система вносить корективи до своєї моделі, що підвищує її точність у майбутніх процесах.

Приклад застосування:

Якщо температура повітря підвищується, система може самостійно вирішити, що потрібно додати більше води або змінити пропорції компонентів для досягнення потрібної консистенції суміші. Крім того, система може змінити час змішування або впливати на інші технологічні параметри, щоб компенсувати негативний вплив високої температури на процес гідратації цементу.

У холодних умовах система може, навпаки, зменшити кількість води або збільшити час змішування, щоб уповільнити процес твердіння. Таким чином, самонавчальна система постійно вдосконалюється, використовуючи попередні дані для того, щоб у реальному часі адаптуватися до мінливих погодних умов та гарантувати стабільну якість бетону.

3. ВИКОРИСТАННЯ РІЗНОЇ СИРОВИНИ

Використання різної сировини на мобільних бетонних заводах є важливим аспектом виробничого процесу, оскільки властивості і якість компонентів бетону можуть значно відрізнятися залежно від джерела постачання або місця роботи заводу. Самонавчальні системи керування можуть допомогти оптимізувати процес адаптації до різної сировини, забезпечуючи стабільну якість бетону та ефективне використання ресурсів.

Основні виклики при використанні різної сировини:

Зміни у властивостях матеріалів:

- Пісок, щебінь і цемент можуть мати різні фізичні і хімічні властивості залежно від джерела постачання. Наприклад, щебінь може відрізнятися за фракцією і формою, а пісок — за вмістом глини або вологості.

Якість цементу:

- Цемент різних постачальників може мати різну міцність, швидкість гідратації та склад домішок, що впливає на характеристики бетонної суміші. Низька якість цементу може призвести до зниження міцності бетону або його повільного твердіння.

Вологість компонентів:

- Сировина, така як пісок і щебінь, може поглинати вологу з навколишнього середовища. Вологість компонентів впливає на співвідношення води і цементу в бетоні, що є критичним для його якості.

Оскільки вологість піску і щебню може значно змінюватися в залежності від погодних умов або умов зберігання, система постійно вимірює вологість сировини. Залежно від результатів вимірювань, автоматично змінюється кількість води в бетоні, щоб досягти правильної консистенції.

Вміст домішок:

Пісок або щебінь можуть містити небажані домішки, такі як глина або органічні речовини, які знижують якість бетону. Виявлення і корекція складу бетонної суміші у таких випадках є важливими для забезпечення міцності і

довговічності. Якщо у сировині виявлено небажані домішки, такі як глина або органічні частки, система може автоматично запропонувати додавання спеціальних хімічних добавок для нейтралізації їх впливу або компенсувати це збільшенням кількості цементу.

Доступність матеріалів:

- На різних будівельних майданчиках доступність певних типів сировини може змінюватися, і заводам часто доводиться адаптуватися до місцевих умов, використовуючи те, що є в наявності. Це може потребувати зміни рецептури бетону.

Як самонавчальні системи допомагають адаптуватися до різної сировини:

Аналіз і корекція рецептури:

- Самонавчальні системи постійно моніторять властивості сировини за допомогою датчиків і аналізують її вплив на кінцевий продукт. Наприклад, вони можуть автоматично скоригувати співвідношення води, цементу і заповнювачів залежно від вологості піску або гранулометричного складу щебню.

Використання альтернативних матеріалів:

- Якщо певний тип сировини недоступний, система може запропонувати використання альтернативних матеріалів, здатних замінити один із компонентів. Наприклад, для різних типів щебню або піску система може автоматично вибрати оптимальну рецептуру, яка збереже міцність бетону.

Корекція залежно від якості цементу:

- Система може адаптувати пропорції суміші залежно від марки або якості цементу. Якщо цемент має нижчу міцність, система може збільшити його частку в суміші або додати спеціальні добавки для підвищення якості бетону.

Інтеграція з лабораторіями контролю якості:

- Деякі мобільні бетонні заводи можуть мати лабораторії для контролю якості сировини. Самонавчальні системи можуть інтегруватися з цими лабораторіями для отримання точних даних про фізичні та хімічні властивості сировини. Ці дані використовуються для автоматичної корекції рецептури та покращення властивостей бетону.

Адаптація до місцевих умов:

- Мобільні бетонні заводи часто працюють у різних регіонах з різною доступністю сировини. Система з функцією самонавчання може швидко адаптувати рецептури до місцевих матеріалів, використовуючи історичні дані про минулі роботи в подібних умовах.

3.1. Адаптація до різних рецептів

Адаптація до різних рецептів бетону є однією з ключових переваг самонавчальних систем керування на мобільних бетонних заводах. Завдяки автоматизації, ці системи можуть швидко і ефективно налаштовуватися під різні рецепти, що дозволяє виробникам легко змінювати склад сумішей в залежності від специфічних вимог клієнтів або умов будівництва. Коли оператор вводить новий рецепт, система автоматично обробляє параметри, такі як пропорції компонентів, час змішування і температуру, та коригує процес виробництва відповідно до заданих параметрів.

Це значно зменшує час на переналаштування обладнання, оскільки система може швидко перейти від однієї рецептури до іншої без необхідності складних маніпуляцій або ручного втручання. Наприклад, для зміни типу бетону з нормального на високоякісний, система автоматично адаптує дозування цементу, піску та заповнювачів, враховуючи усі необхідні характеристики. Самонавчальні алгоритми дозволяють системі вивчати минулі дані про рецепти та їх результати, що покращує точність та стабільність при виробництві нових сумішей.

Окрім того, система може зберігати та впорядковувати численні рецепти, що дозволяє операторам швидко обирати необхідні варіанти для конкретних проектів. Це особливо корисно у випадках, коли потрібно терміново виконати замовлення на нестандартну суміш або в умовах змінюваного попиту. Адаптація до різних рецептів також сприяє зменшенню відходів, оскільки система може коригувати склад для оптимізації використання сировини, зменшуючи витрати та підвищуючи загальну ефективність виробництва.

Крім того, можливість швидкої адаптації до нових рецептів підвищує гнучкість підприємства, дозволяючи йому швидко реагувати на зміни ринку та запити клієнтів. Завдяки інтеграції з іншими системами управління, самонавчальні системи можуть отримувати дані про актуальні вимоги замовників та вносити необхідні коригування в рецептуру ще до початку виробництва. Це забезпечує безперебійну роботу та високий рівень задоволеності клієнтів, адже підприємство здатне своєчасно і якісно виконувати замовлення, що змінюються.

Загалом, адаптація до різних рецептів завдяки самонавчальним системам керування суттєво підвищує ефективність мобільних бетонних заводів, забезпечуючи швидкість, точність і гнучкість у виробництві, що в свою чергу позитивно впливає на конкурентоспроможність підприємства на ринку.

4.САМОНАВЧАННЯ НА ОСНОВІ МИНУЛИХ ДАНИХ

Алгоритми машинного навчання використовують історичні дані про використану сировину, щоб автоматично передбачати, як вона вплине на якість бетону. Такий підхід дозволяє системі накопичувати досвід із попередніх виробничих циклів, аналізувати помилки та вдосконалювати свої дії у майбутніх партіях бетонної суміші. З використанням алгоритмів машинного навчання система може автоматично адаптувати рецептури і налаштування виробництва, підвищуючи якість та стабільність процесу.

Збір історичних даних:

- Під час кожного циклу виробництва система збирає дані про всі етапи процесу: дозування компонентів, температуру, вологість, якість сировини, погодні умови, результати аналізів якості бетону. Ці дані зберігаються у базі, утворюючи історію для подальшого аналізу.

Аналіз відхилень і проблем:

- Система аналізує всі відхилення від нормативних показників: наприклад, коли міцність бетону виявляється нижчою за необхідну, або процес твердіння був занадто повільним. На основі цього аналізу система вчиться розпізнавати причини проблем і коригувати їх у майбутніх партіях.

Оптимізація рецептів:

- Зібрані дані дозволяють системі прогнозувати і покращувати рецептури бетонної суміші на основі минулого досвіду. Алгоритми машинного навчання допомагають системі знаходити оптимальні співвідношення компонентів, що гарантують найкращі результати в конкретних умовах.

Адаптація до зміни сировини:

- У процесі виробництва може змінюватися постачання сировини або її характеристики (наприклад, новий постачальник піску з іншою фракцією чи вологістю). Система аналізує історичні дані для цієї сировини та адаптує процес виробництва для збереження стабільної якості бетону.

Прогнозування результатів:

- Система здатна прогнозувати якість майбутніх партій бетону на основі аналізу минулих даних. Це дозволяє не тільки адаптувати процеси, але й передбачити можливі проблеми ще до їх виникнення.

Автоматичне вдосконалення процесу:

- Самонавчальні системи не просто реагують на проблеми — вони проактивно вдосконалюють процеси. На основі аналізу даних вони можуть пропонувати нові підходи до виробництва бетону, які раніше не використовувалися, але обіцяють бути більш ефективними.

Переваги самонавчання на основі минулих даних:

Підвищення якості продукту:

- Система з кожним новим циклом вчиться оптимізувати рецептуру для досягнення стабільних характеристик бетону, таких як міцність, тривалість твердіння та водонепроникність.

Економія ресурсів:

- Завдяки точній оптимізації процесу система мінімізує перевитрати матеріалів, води та енергії. Це дозволяє знизити собівартість виробництва і зробити процес більш екологічним.

Швидке реагування на зміни:

- Система швидко адаптується до нових умов, таких як зміни сировини або погоди. Це дозволяє забезпечити безперебійну роботу навіть у непередбачуваних ситуаціях.

Зменшення людського втручання:

- Завдяки накопиченню досвіду система самостійно приймає рішення про коригування процесу, що знижує залежність від оператора і мінімізує можливість помилок, викликаних людським фактором.

Прогнозування ризиків:

- Система здатна передбачати потенційні ризики на основі минулих даних і заздалегідь вносити коригування. Це дозволяє уникати проблем з якістю бетону та підвищує надійність усього процесу.

4.1. Моніторинг та оптимізація в реальному часі

Моніторинг та оптимізація в реальному часі є важливою функцією самонавчальних систем керування на мобільних бетонних заводах, яка дозволяє забезпечити безперервний контроль за виробничими процесами та оперативно вносити коригування для підвищення ефективності. Система постійно збирає дані з датчиків, що контролюють ключові параметри, такі як кількість і якість сировини, точність дозування, температура та вологість суміші, а також стан обладнання. Це дозволяє в режимі реального часу відслідковувати всі процеси, що відбуваються на заводі, і миттєво реагувати на відхилення.

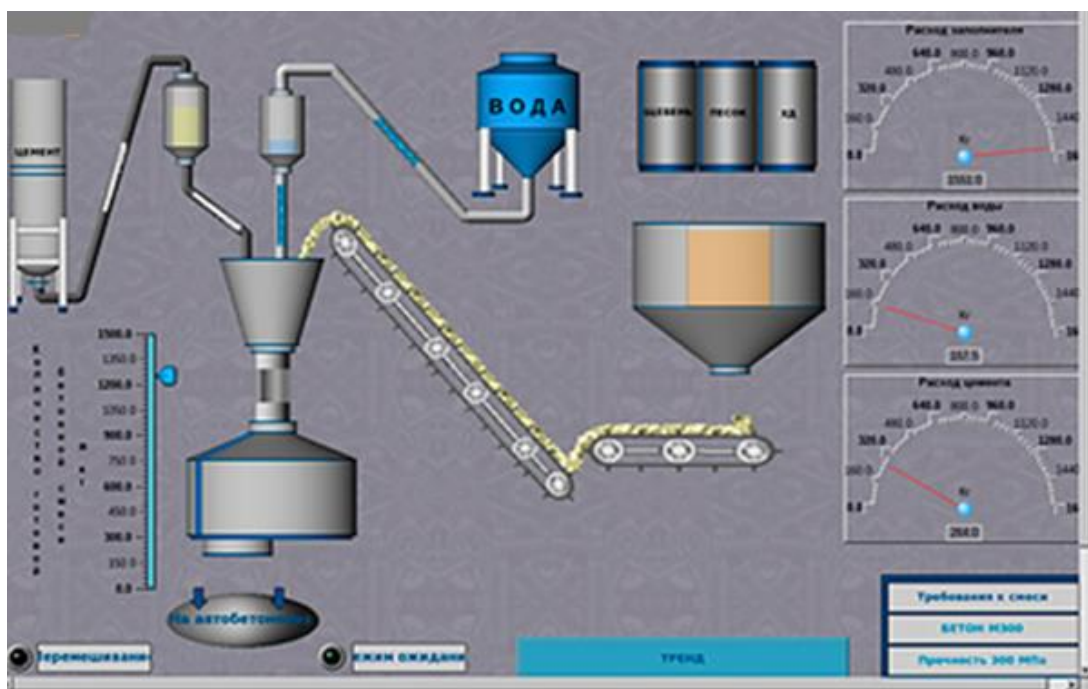
Наприклад, якщо система виявляє, що кількість води або цементу не відповідає необхідним пропорціям, вона автоматично коригує ці показники, забезпечуючи точність рецептури та стабільність якості бетону. Такі оперативні коригування дозволяють уникати браку і простоїв, що може статися в разі виявлення проблем вже після завершення циклу виробництва. Окрім того, система може автоматично регулювати процес змішування в залежності від змін зовнішніх умов, таких як температура або вологість, що критично важливо для забезпечення стабільності суміші у будь-яких погодних умовах.

Крім контролю якості продукції, система також відстежує стан обладнання, що дозволяє своєчасно проводити профілактичне обслуговування або заміну компонентів, запобігаючи аваріям та неплановим зупинкам виробництва. Така профілактика значно скорочує час простою та знижує витрати на ремонт. Завдяки моніторингу, система може аналізувати ефективність використання енергії та сировини, автоматично оптимізуючи їх споживання для зниження витрат.

Важливою перевагою моніторингу в реальному часі є можливість віддаленого доступу до системи. Оператори та менеджери можуть спостерігати за станом виробництва з будь-якої точки, що дозволяє швидко реагувати на проблеми навіть при фізичній відсутності на об'єкті. Це значно підвищує гнучкість управління та ефективність роботи підприємства. Автоматичні повідомлення про відхилення або критичні ситуації дозволяють мінімізувати час реакції на проблеми, що в свою чергу знижує ризики втрати продуктивності.

Завдяки такому підходу, моніторинг та оптимізація в реальному часі дозволяють підтримувати високу якість продукції, зменшувати втрати та підвищувати загальну ефективність мобільних бетонних заводів. Системи можуть постійно покращувати свої алгоритми на основі зібраних даних, що забезпечує постійний розвиток і вдосконалення виробничих процесів.

Моніторинг і оптимізація в реальному часі є необхідними для мобільних бетонних заводів, де умови виробництва та сировини можуть змінюватися часто й непередбачувано. Така система не тільки забезпечує стабільну якість бетону, але й дозволяє підвищити ефективність використання ресурсів, знизити витрати та уникнути впливу людського фактора.



Мал.5. Моніторинг процесу

4.2 Енергоефективність та економія ресурсів

Енергоефективність та економія ресурсів є одними з ключових переваг самонавчальних систем керування на мобільних бетонних заводах. Ці системи використовують штучний інтелект, алгоритми машинного навчання та автоматизовані процеси для оптимізації енерговитрат і зменшення використання матеріалів без втрати якості продукції. Це не тільки знижує експлуатаційні витрати, але й сприяє більш екологічному виробництву.

Деякі аспекти енергоефективності та економії ресурсів та приклади до них:

1. Оптимізація дозування компонентів:

Система постійно контролює кількість цементу, води, заповнювачів (пісок, щебінь) та хімічних добавок для виготовлення бетонної суміші. Використовуючи дані в реальному часі, вона коригує пропорції, уникаючи перевитрати матеріалів.

Приклад: Якщо виявляється, що пісок є занадто вологим, система автоматично зменшує кількість доданої води, щоб досягти правильного водоцементного співвідношення, уникаючи перевитрат води і цементу.

2. Енергоефективне управління обладнанням:

Система керує роботою змішувального обладнання, насосів та транспортувальних ліній, щоб уникнути непотрібних простоїв і знизити споживання енергії. Оптимізація часу роботи обладнання дозволяє зменшити енерговитрати.

Приклад: Замість того, щоб обладнання працювало на максимальній потужності протягом усього часу, система регулює швидкість та інтенсивність роботи змішувачів і насосів залежно від поточної партії бетону.

3. Зниження витрат на сировину:

Завдяки автоматичному моніторингу та коригуванню системи уникнення перевитрати цементу, що є найдорожчим компонентом, система може ефективно використовувати наявну сировину та мінімізувати втрати.

Приклад: Система може знайти оптимальний баланс між міцністю бетону та мінімальною необхідною кількістю цементу, що дозволяє економити сировину без шкоди для якості.

4. Енергоощадне змішування:

Алгоритми самонавчання дозволяють оптимізувати час змішування залежно від характеристик суміші. Коротший час змішування для менш складних рецептур або більш інтенсивне змішування для важких партій бетону допомагає зменшити енерговитрати.

Приклад: Для простих рецептур із мінімальними добавками система зменшує час роботи змішувачів, що призводить до зниження споживання енергії.

5. Повторне використання залишкової суміші:

Замість утилізації залишків бетону або компонентів після завершення виробництва, система може автоматично інтегрувати їх у наступні партії, що дозволяє знизити витрати на матеріали та мінімізувати відходи.

Приклад: Якщо після попереднього замісу залишився невеликий обсяг бетону, система може використати його в наступній партії, змішавши його з новими компонентами, щоб уникнути втрат матеріалів.

6. Ефективне використання добавок:

Добавки, такі як прискорювачі твердіння або пластифікатори, є дорогими компонентами. Система автоматично регулює їх кількість, залежно від фактичних умов виробництва, зокрема погодних умов та характеристик сировини.

Приклад: Якщо погодні умови сприяють нормальному твердінню бетону, система може зменшити кількість прискорювачів або взагалі не використовувати їх, що дозволяє економити хімічні добавки.

7. Зниження викидів CO₂ та екологічність:

Оптимізоване використання матеріалів і скорочення часу роботи обладнання не тільки знижує споживання електроенергії та палива, а й веде до

зменшення викидів вуглекислого газу, що робить виробництво бетону більш екологічним.

Приклад: Завдяки оптимізації дозування цементу та зниженню витрат енергії, завод викидає менше CO₂ під час виробничого процесу, що є важливим для зниження впливу на навколишнє середовище.

8. Ефективне використання води:

Вода є важливим компонентом у виробництві бетону, і її перевитрата може значно вплинути на екологічні та економічні аспекти. Система самонавчання контролює кількість води, необхідної для досягнення правильної консистенції бетону, уникаючи перевитрати.

Приклад: Під час виявлення підвищеної вологості заповнювачів система автоматично зменшує кількість доданої води, що дозволяє оптимізувати водовитрату і зберегти якість бетонної суміші.

Переваги енергоефективності та економії ресурсів:

Зниження операційних витрат:

- Оптимізація процесів дозволяє знизити витрати на електроенергію, воду, паливо та сировину. Це сприяє значній економії, особливо при тривалих будівельних проєктах або роботі у віддалених місцях.

Мінімізація відходів:

- Точне дозування та ефективне використання сировини дозволяють уникнути утворення надлишкових матеріалів або необхідності утилізації невикористаного бетону.

Зниження екологічного впливу:

- Енергоефективне управління та скорочення споживання ресурсів зменшують викиди парникових газів і кількість відходів, що робить виробництво більш екологічно безпечним.

Гнучкість і адаптація:

- Система може швидко адаптуватися до змін умов, таких як нові постачальники матеріалів, зміна вимог до бетону або нові рецептури, що

дозволяє зменшити перевитрати та уникнути додаткових витрат на переналаштування.

Поліпшення якості продукції:

- Завдяки постійному контролю і коригуванню параметрів виробництва система забезпечує стабільну якість бетонної суміші, що зменшує кількість дефектних партій та втрат.

Висновок:

Енергоефективність та економія ресурсів у мобільних бетонних заводах із самонавчальними системами управління дозволяють досягти високої продуктивності за мінімальних витрат на сировину, енергію та воду. Такі рішення не лише знижують витрати, а й сприяють сталому розвитку завдяки зменшенню впливу на довкілля.

5. ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ

Підвищення продуктивності на мобільних бетонних заводах за допомогою самонавчальних систем керування є однією з ключових переваг автоматизації виробничих процесів. Автоматизація забезпечує швидке і точне дозування та змішування компонентів бетону, що значно скорочує час на виробництво і зменшує залежність від ручних операцій. Завдяки самонавчальним алгоритмам система автоматично адаптується до змін в умовах сировини та виробництва, що мінімізує простої через необхідність переналаштування обладнання. Це дозволяє підтримувати постійну продуктивність навіть при зміні зовнішніх умов, таких як зміна постачальників або погоди.

Крім того, самонавчальні системи оптимізують використання сировини та енергоресурсів, що дозволяє знижувати витрати та скорочувати втрати матеріалів, спричинені людськими помилками або відхиленнями в роботі обладнання. Одна з важливих переваг — швидке виявлення помилок і відхилень у реальному часі. Система автоматично і оперативно виправляє їх без необхідності втручання оператора, що забезпечує безперервність виробничого процесу та підвищує загальну ефективність.

Самонавчальні системи дозволяють легко перемикатися між різними рецептами бетону. Це особливо корисно для виробництва сумішей під специфічні вимоги, оскільки система швидко перебудовується на нові параметри без тривалих зупинок на переналаштування. Також зменшуються простої обладнання завдяки постійному моніторингу його стану та своєчасному прогнозуванню необхідності технічного обслуговування.

Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та автоматизація знижують необхідність у тривалому навчанні персоналу. Оператори можуть швидко освоїти систему і працювати ефективно, навіть не маючи глибоких технічних знань. Система також забезпечує високу якість продукції через точний

контроль пропорцій та умов виробництва, що зменшує кількість браку і повторних циклів виробництва.

Завдяки можливості віддаленого контролю та управління, оператори та менеджери можуть стежити за виробництвом і вносити коригування з будь-якого місця. Це дозволяє більш ефективно використовувати робочий час і швидко реагувати на зміни в умовах виробництва. Водночас, самонавчальні системи мінімізують вплив людського фактора на результат, що додатково підвищує продуктивність та якість роботи підприємства.

Швидке реагування на зміни в погодних умовах, оптимізація логістики доставки бетону і зменшення простоїв через нестачу матеріалів також позитивно впливають на продуктивність. Система забезпечує ефективне управління запасами і своєчасне поповнення сировини, що мінімізує ризик зупинок виробництва через відсутність необхідних компонентів.

Завдяки всім цим перевагам самонавчальні системи керування на мобільних бетонних заводах значно підвищують продуктивність, знижуючи час на виконання замовлень, покращуючи якість продукції та скорочуючи витрати ресурсів. Це дозволяє підприємствам бути більш конкурентоспроможними на ринку та ефективніше використовувати свої виробничі потужності.

5.1. Виявлення та запобігання відхиленням

У мобільних бетонних заводах із самонавчальними системами керування є важливою складовою для забезпечення якості та стабільності виробництва. Завдяки автоматизованому моніторингу та використанню алгоритмів машинного навчання система може швидко виявляти будь-які відхилення від запланованих параметрів та автоматично вживати коригуючих заходів, щоб уникнути негативного впливу на кінцевий продукт.

Нижче будуть наведені основні аспекти та приклади виявлення та запобігання відхиленням.

Моніторинг якості компонентів у реальному часі:

- Система постійно відстежує фізичні та хімічні параметри сировини (вологість піску, фракційний склад щебеню, якість цементу) та виявляє відхилення від нормальних показників. Якщо виявляються відхилення в характеристиках матеріалів, система автоматично коригує дозування та пропорції компонентів.

Приклад: Якщо виявляється підвищена вологість піску, система зменшує кількість води в суміші для досягнення правильного співвідношення води та цементу, що запобігає зайвому розрідженню бетону.

Контроль температури та погодних умов:

- Температура навколишнього середовища може суттєво впливати на властивості бетонної суміші. Система моніторить температуру та інші погодні умови (наприклад, вологість повітря) і коригує процес дозування та змішування для уникнення відхилень у твердінні або міцності бетону.

Приклад: При високих температурах система може знизити кількість води та збільшити час змішування для кращого охолодження суміші, запобігаючи передчасному твердінню.

Самонавчання на основі попередніх даних:

- Система здатна аналізувати результати попередніх виробничих циклів і самостійно навчатися на основі цих даних. Це дозволяє їй швидше виявляти закономірності відхилень і уникати їх у майбутньому.

Приклад: Якщо система бачить, що у попередніх партіях з певними параметрами компоненти дозувались неправильно, вона коригує ці параметри на основі історичних даних для уникнення подібних відхилень у поточному виробництві.

Автоматичне коригування пропорцій у реальному часі:

- Якщо під час процесу змішування система виявляє відхилення у вазі або об'ємі будь-якого компонента, вона може в режимі реального часу коригувати інші складові для збереження загальної пропорції суміші.

Приклад: Якщо дозувальний пристрій випадково додав більше щебеню, ніж передбачено, система компенсує це шляхом додавання необхідної кількості цементу та води для збереження правильної рецептури.

Попередження помилок оператора:

- Завдяки автоматизованій системі контролю процес стає менш залежним від людського фактора. Система попереджає операторів про потенційні відхилення або навіть блокує виробництво до моменту, поки проблема не буде вирішена.

Приклад: Якщо оператор помилково обирає неправильну рецептуру, система може автоматично зупинити процес і попередити про це, запобігаючи виготовленню неякісного бетону.

Виявлення механічних відхилень у роботі обладнання:

- Система також контролює стан змішувального обладнання, насосів та інших компонентів технологічної лінії. Вона здатна виявляти несправності або відхилення в роботі механізмів, які можуть вплинути на якість змішування, та своєчасно попереджати про необхідність технічного обслуговування.

Приклад: Якщо система виявляє відхилення у швидкості обертання змішувача або нестабільну подачу компонентів, вона сигналізує оператору про проблему та може зупинити процес для запобігання виробництву неякісного бетону.

Інтеграція системи контролю якості:

- Система виявляє відхилення у якості готового бетону (наприклад, недостатня міцність, підвищена пористість або надмірна усадка) на різних етапах виробництва і оперативно вносить коригування в наступні партії.

Приклад: Якщо система виявляє, що попередня партія бетону має недостатню міцність, вона змінює пропорції цементу та води в наступній партії для підвищення міцності.

Прогнозування відхилень:

- Завдяки аналітиці та алгоритмам прогнозування система може передбачати можливі відхилення на основі даних про зміни у постачанні сировини, погодні умови або роботу обладнання. Це дозволяє вчасно вживати заходів і запобігати проблемам до їхнього виникнення.

Приклад: Якщо система прогнозує зміну якості цементу від нового постачальника на основі аналізу попередніх поставок, вона може заздалегідь скоригувати рецептуру для запобігання відхиленню.

Переваги та недоліки даного процесу у мобільних бетонних заводах стосуються ключових аспектів точності, надійності та ефективності виробничого процесу. Така система значно покращує управління та контроль за якістю бетону, але водночас може мати певні виклики.

Підвищення якості бетону:

- Постійний моніторинг компонентів та процесів забезпечує стабільно високу якість бетонної суміші, оскільки система миттєво реагує на відхилення та вносить корективи в реальному часі. Це зменшує ризик випуску дефектного продукту.

Перевага: Поліпшення якості та однорідності кінцевого продукту, що підвищує довговічність і надійність бетонних конструкцій.

Висока вартість впровадження:

- Системи для автоматизованого виявлення відхилень і самонавчання можуть вимагати значних початкових інвестицій. Це стосується як апаратного, так і програмного забезпечення, а також інтеграції з існуючими системами.

Недолік: Високі стартові витрати можуть стати бар'єром для впровадження, особливо для малих підприємств.

Економія ресурсів:

- Вчасне виявлення відхилень дозволяє уникати перевитрати сировини, зменшити кількість браку та мінімізувати кількість відходів.

Система коригує пропорції у реальному часі, зберігаючи оптимальний баланс ресурсів.

Перевага: Зниження витрат на сировину та зменшення потреби у переробці або утилізації неякісного бетону.

Обмежена адаптація до непередбачуваних змін:

- Хоча система може самонавчатися і адаптуватися до регулярних змін у процесах, вона може бути не такою ефективною у випадку непередбачуваних або різких змін (наприклад, раптова зміна якості сировини, екстремальні погодні умови).

Недолік: Не всі відхилення можуть бути швидко виявлені або ефективно скориговані у нестандартних ситуаціях.

Скорочення часу на реагування:

- Система виявляє проблеми одразу після їх виникнення і автоматично вживає заходів для їх усунення. Це дозволяє уникнути затримок у виробничому процесі та знизити час простою.

Перевага: Підвищення продуктивності, завдяки зменшенню простоїв через відхилення.

Складність обслуговування:

- Для підтримки таких систем потрібне регулярне технічне обслуговування, щоб забезпечити їхню коректну роботу. Це може включати як налаштування програмного забезпечення, так і ремонт або заміну датчиків та обладнання.

Недолік: Додаткові витрати на технічне обслуговування та навчання персоналу.

Мінімізація людського фактора:

- Автоматичне виявлення відхилень та їхнє коригування значно знижує ризик помилок з боку операторів. Людський фактор в процесі управління зменшується, що забезпечує стабільний і передбачуваний виробничий процес.

Перевага: Зменшення кількості помилок і покращення стабільності виробництва.

Залежність від якості даних:

- Робота системи сильно залежить від точності даних, які вона отримує від датчиків та інших пристроїв. Якщо датчики видають неправильні або неточні дані, це може призвести до помилкових коригувань та прийняття неправильних рішень.

Недолік: Неточні дані можуть призвести до відхилень у виробництві замість їх виправлення.

Оптимізація процесів через самонавчання:

- Система аналізує історичні дані та покращує свої алгоритми для більш точного виявлення відхилень у майбутньому. Самонавчання дозволяє ефективніше запобігати проблемам, що можуть виникнути знову.

Перевага: Постійне поліпшення точності коригування та оптимізація використання ресурсів.

Прогнозування проблем:

- Завдяки аналізу даних система може прогнозувати можливі відхилення, базуючись на попередніх трендах, і запобігати їм до того, як вони призведуть до серйозних наслідків.

Перевага: Запобігання потенційним проблемам ще до їх виникнення, що покращує стабільність роботи.

Ризики технічних збоїв:

- Складні системи автоматизації можуть стати вразливими до технічних збоїв або помилок програмного забезпечення. В разі збою можуть виникати затримки у виробництві або, у гіршому випадку, випуск неякісного продукту.

Недолік: Можливі технічні збої можуть призвести до простою або втрат продукції.

Необхідність висококваліфікованого персоналу:

- Хоча система може автоматично виявляти та коригувати відхилення, для її налаштування, моніторингу та обслуговування потрібен персонал із відповідною кваліфікацією та знаннями в роботі з автоматизованими системами та аналізом даних.

Недолік: Додаткові витрати на навчання персоналу для підтримки та налаштування систем.

Висновок:

Виявлення та запобігання відхиленням у мобільних бетонних заводах із використанням самонавчальних систем має значні переваги, такі як підвищення якості продукції, зниження втрат ресурсів та мінімізація помилок через автоматизацію. Однак впровадження таких систем може бути дорогим і вимагати висококваліфікованого обслуговування, а також зіштовхуватися з технічними викликами.

5.2.Простота управління та контролю

Завдяки автоматизованим рішенням, ці системи полегшують процеси керування, моніторингу та прийняття рішень, дозволяючи операторам зосередитися на важливіших аспектах виробництва.

Основні аспекти простоти управління та контролю:

Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс:

- Багато сучасних систем управління обладнані простим і зрозумілим графічним інтерфейсом, який дозволяє оператору швидко отримати доступ до всіх параметрів виробництва. Це спрощує налаштування рецептур, контроль дозування компонентів та моніторинг стану обладнання.

Приклад: Оператор може легко змінити пропорції компонентів бетону через кілька натискань на сенсорному екрані або комп'ютері, не вдаючись до складних налаштувань або ручного вводу даних.

Автоматизоване налаштування процесів:

- Системи самонавчання автоматично підлаштовуються під зміни в параметрах виробництва (наприклад, зміни в сировині або погодних умовах), знижуючи необхідність постійного втручання оператора. Це забезпечує стабільність процесу і полегшує управління.

Приклад: Якщо змінюється якість заповнювачів, система автоматично адаптує кількість води чи цементу без потреби в ручному втручанні.

Зменшення ручної праці:

- Завдяки повній автоматизації, оператори виконують мінімум фізичної або рутинної праці. Всі важливі процеси, як-от дозування, змішування та подача матеріалів, контролюються автоматично.

Приклад: Оператор лише слідкує за ходом процесу, не потребуючи втручання у складні етапи дозування або змішування компонентів.

Автоматичні повідомлення та попередження:

- Система може автоматично попереджати оператора про будь-які проблеми або потенційні відхилення в процесі виробництва через повідомлення на екрані, сповіщення по електронній пошті або мобільному додатку. Це знижує ризик неуважності або людської помилки.

Приклад: Якщо дозувальний апарат почне працювати некоректно або буде виявлено проблему з обладнанням, система миттєво попередить оператора, щоб можна було вжити заходів.

Самонавчання для автоматичного налаштування:

- Завдяки використанню технології самонавчання система може вивчати типові операційні цикли та виробничі процеси і самостійно налаштовувати параметри для досягнення максимальної ефективності.

Приклад: Якщо система виявляє, що певна рецептура бетону регулярно призводить до перевитрати матеріалів, вона автоматично оптимізує пропорції для кращого використання ресурсів у майбутньому.

Віддалений доступ до керування:

- Можливість віддаленого доступу дозволяє керівникам або операторам моніторити і керувати виробничим процесом з будь-якого місця, використовуючи мобільні пристрої або комп'ютери. Це зручно для управління мобільними бетонними заводами, які можуть бути розташовані в важкодоступних місцях.

Приклад: Оператор може контролювати процес дозування, перевіряти стан обладнання або змінювати рецептуру через смартфон, навіть перебуваючи поза виробничим майданчиком.

Швидке впровадження нових рецептів:

- Оператори можуть легко змінювати рецептуру бетону в системі, вибираючи її з попередньо збережених варіантів або створюючи нову на основі вимог клієнта. Система автоматично підлаштовується під нові вимоги без необхідності ручного налаштування обладнання.

Приклад: Для зміни типу бетону достатньо вибрати інший рецепт із бази даних, і система самостійно відрегулює дозування компонентів.

Мінімізація людських помилок:

- Автоматизовані системи управління мінімізують вплив людських помилок, які можуть виникати через неправильне введення даних або налаштування обладнання. Система перевіряє всі дані та сповіщає оператора про можливі помилки перед початком виробництва.

Приклад: Якщо оператор помилково ввів неправильну кількість цементу або води, система попередить його про це, не дозволяючи запустити процес виробництва, що може призвести до виготовлення неякісного бетону.

Швидкий доступ до даних і аналітики:

- Оператори та керівники можуть швидко отримувати аналітику про процес виробництва, стан обладнання та інші важливі показники через зручні панелі моніторингу. Це дозволяє краще контролювати продуктивність і приймати обґрунтовані рішення.

Приклад: Завдяки доступу до аналітичних даних у режимі реального часу можна побачити, скільки сировини було використано, скільки часу тривав процес змішування або яка кількість відходів була вироблена за певний період.

Переваги простоти управління та контролю:

Зниження вимог до кваліфікації персоналу:

- Завдяки інтуїтивно зрозумілим системам оператори з меншим досвідом або знаннями можуть легко керувати процесом, що знижує витрати на навчання та найм висококваліфікованих спеціалістів.

Підвищення продуктивності:

- Автоматизовані системи знижують необхідність ручного втручання, що дозволяє операторам зосередитися на інших важливих завданнях і швидше реагувати на можливі проблеми.

Покращення якості виробництва:

- Завдяки автоматичному контролю процесу і самонавчанню системи підвищується якість готового продукту, знижуються відхилення у виробництві та кількість дефектних партій.

Економія часу:

- Завдяки спрощеному управлінню оператори витрачають менше часу на налаштування процесу та реагування на відхилення, що прискорює виробничі цикли.

Підвищення безпеки:

- Системи попереджень та віддаленого моніторингу дозволяють швидко виявляти й усувати проблеми без необхідності безпосереднього втручання в роботу обладнання, що знижує ризики для персоналу.

Висновок:

Простота управління та контролю у самонавчальних системах мобільних бетонних заводів дозволяє операторам ефективно керувати виробничими процесами, забезпечуючи високу якість бетону при мінімальних

зусиллях. Автоматизація спрощує роботу з рецептурами, дозуванням та моніторингом, що сприяє підвищенню продуктивності, економії ресурсів та зниженню кількості помилок.

5.3. Зниження впливу людського фактору

Автоматизація та використання штучного інтелекту мінімізують необхідність ручного втручання в процес дозування, змішування та контролю якості бетону, що знижує ризики, пов'язані з помилками або недоліками людської роботи.

Система керування бере на себе всі основні операції — від дозування компонентів до управління обладнанням — і виконує їх з максимальною точністю відповідно до встановлених параметрів. Це усуває можливість помилок, які можуть виникнути через людський фактор, наприклад, неправильне налаштування пропорцій або несвоєчасне втручання в процес. Коли оператори виконують ці дії вручну, існує ризик помилок через втому, недостатню увагу або недосвідченість, що може призвести до зниження якості бетону чи простоїв виробництва. Автоматизована система виключає ці ризики.

Наприклад, самонавчальна система автоматично адаптує процес змішування під змінені умови сировини або зовнішнього середовища, не потребуючи втручання оператора. Це забезпечує стабільність виробництва навіть у складних умовах і дозволяє уникнути помилок, які можуть виникнути через суб'єктивне рішення людини. Крім того, автоматизовані системи мають вбудовані механізми самокорекції та постійного моніторингу, що дозволяє виявляти і миттєво виправляти відхилення у процесі, не чекаючи на втручання персоналу.

Система також здатна аналізувати історичні дані, вивчати тенденції та вдосконалювати свої алгоритми на основі минулих помилок або успіхів, що значно підвищує її ефективність у порівнянні з ручним управлінням. Це

дозволяє не лише уникнути людських помилок, а й постійно оптимізувати виробництво.

Таким чином, зниження впливу людського фактора на мобільних бетонних заводах забезпечує підвищення якості продукції, мінімізацію простоїв, ефективне використання ресурсів і скорочення витрат, що в кінцевому підсумку призводить до більш стабільної та продуктивної роботи підприємства.

5.4.Інтеграція з іншими системами

Інтеграція самонавчальних систем керування мобільними бетонними заводами з іншими системами є важливим кроком для підвищення ефективності та гнучкості виробничих процесів. Такі системи можуть бути інтегровані з програмами управління запасами, логістикою, обліком виробництва, а також системами моніторингу в режимі реального часу, що дозволяє створити єдину інформаційну платформу для оптимізації всіх етапів виробництва бетону.

Інтеграція з системами управління запасами дозволяє автоматично відслідковувати наявність сировини та її поповнення. Завдяки цьому система може заздалегідь планувати доставку матеріалів для запобігання зупинкам через нестачу компонентів. Якщо запаси на складі зменшуються до критичного рівня, система автоматично генерує замовлення на постачання, що мінімізує людське втручання та знижує ризик простоїв.

Завдяки інтеграції з логістичними системами, самонавчальна система може оптимізувати графік виробництва бетону відповідно до потреб доставки на будівельний майданчик, враховуючи маршрут, час доставки та стан дорожнього руху. Це дозволяє забезпечити своєчасну доставку суміші потрібної якості, уникнувши затримок або порушення характеристик продукту через затримки в транспортуванні.

Окрім цього, інтеграція з бухгалтерськими та обліковими системами надає можливість точно вести облік витрат матеріалів, енергоресурсів і робочого часу, що значно спрощує планування та звітність. Дані автоматично синхронізуються з системами управління підприємством (ERP), що полегшує фінансовий контроль і аналіз ефективності виробництва.

Інтеграція з хмарними системами моніторингу та віддаленого управління дозволяє керівникам підприємств отримувати актуальну інформацію про стан виробництва в будь-який момент та з будь-якого місця. Це підвищує гнучкість управління та дозволяє оперативно реагувати на зміни, навіть якщо менеджер фізично не присутній на заводі. Крім того, віддалений доступ дозволяє швидко коригувати рецептуру бетону або інші параметри виробництва без потреби фізичного втручання.

Таким чином, інтеграція самонавчальних систем керування з іншими бізнес-системами забезпечує повну прозорість і контроль над усіма етапами виробництва, підвищує його ефективність, зменшує ризики відхилень і дозволяє підприємству швидко реагувати на ринкові потреби та зміни в умовах роботи.

5.5.Зменшення браку

Зменшення браку на мобільних бетонних заводах завдяки самонавчальним системам керування є однією з головних переваг автоматизації виробничого процесу. Завдяки постійному моніторингу та аналізу ключових параметрів виробництва, таких як точність дозування компонентів, якість сировини, температура та вологість суміші, система здатна оперативно виявляти та виправляти будь-які відхилення, що можуть призвести до виготовлення неякісного продукту.

Наприклад, якщо система виявляє невідповідність між заданими та фактичними пропорціями цементу, води або заповнювачів, вона автоматично коригує дозування без необхідності втручання оператора. Це дозволяє

уникнути виготовлення партій бетону з невідповідними характеристиками, які могли б бути відхилені під час контролю якості або викликати проблеми на будівельному майданчику.

Самонавчальні системи також використовують історичні дані для оптимізації процесу, що дозволяє уникати повторення помилок, які раніше призводили до браку. Алгоритми аналізують результати минулих партій і вносять корективи в налаштування обладнання або пропорції сировини, щоб досягти стабільно високої якості продукту. Це особливо важливо в умовах, коли використовуються різні рецептури або змінюються характеристики сировини.

Завдяки високій точності і стабільності процесу, система мінімізує кількість відхилених партій, що в свою чергу знижує витрати на повторне виробництво і втрати матеріалів. Постійне самонавчання та коригування забезпечують безперервне вдосконалення виробничих процесів, що зменшує ймовірність виникнення браку в майбутньому.

Таким чином, використання самонавчальних систем керування дозволяє значно знизити обсяг браку на мобільних бетонних заводах, що позитивно впливає на загальну ефективність виробництва, скорочує витрати і підвищує конкурентоспроможність підприємства.

6. ТОЧНІСТЬ ДОЗУВАННЯ

Точність дозування компонентів на бетонних заводах є ключовим фактором для отримання високоякісних бетонних сумішей. Автоматизація дозування на сучасних бетонозмішувальних вузлах дозволяє досягти високої точності, що сприяє однорідності суміші, міцності та інших властивостей бетону. Ця точність контролюється за допомогою різних датчиків і систем автоматичного управління, які регулюють кількість компонентів: цементу, води, заповнювачів і домішок.

Однією з причин не точності компонентів можуть бути залишки на внутрішній частині змішувача . Є декілька варіантів для уникнення даної проблеми які будуть розглянені нижче:

1. Візуальний контроль та ручна чистка. Персонал регулярно перевіряє змішувачі на наявність залишків матеріалу після кожного циклу змішування. Очищення може проводитися вручну або за допомогою спеціальних інструментів, таких як шпателі чи мийні пристрої.

2. Автоматизовані системи очищення. Деякі змішувачі обладнані автоматичними системами очищення, які використовують воду під високим тиском для видалення залишків матеріалу зі стінок. Це допомагає мінімізувати залишки матеріалів і зберігати чистоту змішувача.

3. Спеціальні покриття змішувачів. Деякі змішувачі мають антиадгезійні покриття, які зменшують залипання матеріалів на внутрішніх стінках, що також сприяє зниженню кількості залишків і полегшує їх видалення.

4. Сенсорні системи контролю. Сучасні бетонні заводи можуть використовувати сенсори для моніторингу стану змішувача. Ці сенсори здатні зчитувати товщину залишків на стінках і сигналізувати про необхідність очищення, якщо залишки перевищують допустимі рівні. Такі системи дозволяють автоматизувати процес контролю чистоти змішувачів.

Сенсорні системи контролю на бетонних заводах застосовуються для моніторингу залишків матеріалу на внутрішніх стінках змішувача та підтримки високої якості змішування. Ці системи покращують ефективність очищення і дозволяють знизити витрати на технічне обслуговування та втрати матеріалів.

Основні компоненти та принципи роботи сенсорних систем контролю:

- Вимірювальні сенсори товщини залишків

Сенсори встановлюються на внутрішніх поверхнях змішувача або в його робочій камері. Вони постійно вимірюють товщину шару матеріалу, що налипає на стінки під час змішування. Ці дані передаються на центральний контролер, який обробляє інформацію і визначає, чи перевищують залишки допустимі рівні.

- Ультразвукові або інфрачервоні сенсори

Такі сенсори використовують ультразвукові або інфрачервоні хвилі для визначення відстані між сенсором і поверхнею стінки змішувача. Зміна цієї відстані свідчить про наявність залишків матеріалу. Ультразвукові системи особливо популярні через їх високу точність і здатність працювати в умовах з підвищеною вологістю або температурою.

- Вібраційні сенсори

Вібраційні сенсори можуть використовуватися для оцінки зміни маси змішувача або зміни його вібраційних характеристик під час роботи. Налипання матеріалу впливає на роботу змішувача, змінюючи його нормальну вібраційну частоту, що дозволяє системі виявити наявність залишків.

- Інтеграція з автоматизованими системами управління

Сенсори можуть бути інтегровані в загальну систему автоматизованого управління процесом на бетонному заводі. Якщо система виявляє перевищення допустимих залишків, вона автоматично активує цикл очищення або подає сигнал оператору про необхідність технічного обслуговування.

Загалом, точний контроль і своєчасне очищення змішувачів є критичними для забезпечення стабільної якості бетонної суміші та запобігання втратам матеріалів.

Підвищення точності дозування бетону є важливим аспектом для забезпечення якості бетонної суміші.

Використання автоматизованих систем дозування: встановлення цих систем дозволяє вимірювати і контролювати кількість кожного компонента бетону. Це може включати використання сучасних електронних контролерів та дозувальних пристроїв. Сюди також можна віднести використання сучасного обладнання для дозування компонентів бетону. Сучасні бетонні заводи використовують автоматизовані системи дозування, які забезпечують високу точність дозування компонентів.

Точне калібрування дозувальних пристроїв: Регулярно перевіряйте та калібруйте дозувальні пристрої для забезпечення їх точності. Важливо перевірити і налаштувати шкали, датчики та інші компоненти, щоб вони правильно вимірювали та дозували компоненти бетону.

Контроль якості вихідних матеріалів: перевірка якості матеріалів таких як цемент, пісок, щебінь та вода, мають відповідну якість та властивості. Регулярно тестуйте та перевіряйте якість цих матеріалів, щоб упевнитися, що вони відповідають вимогам.

Використання високоточних ваг: Використовуйте ваги високої точності для вимірювання компонентів бетону. Це дозволить точно визначити масу кожного компонента і дозувати їх у відповідних пропорціях.

Ретельне контролювання процесу дозування: Під час дозування бетону забезпечуйте стабільність умов, таких як швидкість подачі, тиск та інші параметри. Регулюйте та контролюйте ці параметри, щоб забезпечити точне дозування кожного компонента.

Контроль наявності матеріалу.

Контроль наявності матеріалу у бетонно-змішувальному вузлі виконується з метою запобігання перевантаженню або нестачі матеріалу, що

може негативно вплинути на якість та продуктивність процесу змішування. Для контролю наявності матеріалу можуть використовуватись наступні датчики та контролери:

Контролер рівня: цей контролер контролює рівень матеріалів у бункері, може надсилати сигнали до системи управління, якщо рівень матеріалу досягає мінімального або максимального значення. Контролер також може автоматично відключати потік матеріалів, якщо рівень досягнув заданого або максимального рівня.

Контролер ваги: дозволяє контролювати масу матеріалу, який поступає у бетонно-змішувальний вузол. Вагові датчики можуть періодично вимірювати масу матеріалу та порівнювати зі заданими значеннями, так само як і контролер рівня може автоматично відключати потік матеріалів, якщо маса досягнула заданого або максимального значення.

Оптичні датчики: можуть використовуватись для виявлення наявності матеріалу. Вони можуть реагувати на присутність або відсутність матеріалу та передавати відповідні сигнали до системи управління.

Ручний контроль: Оператор може виконувати ручний контроль наявності матеріалу шляхом візуального спостереження.

Контроль стану обладнання

Контроль стану обладнання заводу важливий для забезпечення безпеки, ефективності та продуктивності роботи. У контроль стану обладнання можна віднести :

Візуальний огляд: Регулярний візуальний огляд обладнання допомагає виявити ознаки зносу, пошкоджень або виробничих проблем. Оператори повинні періодично перевіряти наявність тріщин, витоків, зламаних частин або інших ознак несправності.

Моніторинг параметрів: Система моніторингу може бути встановлена для контролю різних параметрів обладнання, таких як температура, тиск, швидкість обертання, вібрація тощо. Моніторинг цих параметрів може

виявити аномальні значення або відхилення від норми, що можуть свідчити про несправність обладнання.

Діагностика помилок: Сучасні системи контролю можуть включати діагностичні функції, які автоматично аналізують дані з обладнання та виявляють можливі несправності або помилки. Це допомагає операторам оперативно реагувати на проблеми та вживати необхідні заходи для їх усунення.

Регулярне обслуговування включає в себе змащення, заміну фільтрів, перевірку ремінних передач та інших складових частин, допомагає підтримувати оптимальний стан і функціонування обладнання.

До числа найважливіших завдань автоматизації підприємств будівельної індустрії відноситься задача автоматизації бетонних заводів, що постачають для будівництва в великих масштабах бетон і вироби з нього. Причому найбільш гостро стоїть проблема автоматизації процесів дозування вихідних компонентів бетонних сумішей, тобто автоматизація дозувальних відділень .

Досягнення необхідної точності дозування визначається в значній мірі якістю готової суміші. Зростаючі вимоги до обсягу випуску сумішей вимагають істотного підвищення якості та надійності проведення технологічного процесу, що можливо шляхом вдосконалення існуючих систем управління дозуванням за допомогою впровадження комп'ютерних систем керування технологічним процесом з сучасними високоточними та надійними засобами автоматизації. Способи регулювання водо-цементного відношення або рухливості бетонної суміші та проблеми автоматизації дозування, що дозволяють забезпечити можливість автоматичного приготування (формування) будь-якого рецепту в межах робочих діапазонів дозаторів з необхідною точністю.

Приготування бетонної суміші складається з наступних операцій: прийом складових матеріалів (цементу, наповнювачів), зважування (дозування) і перемішування їх з водою та видачі готової бетонної суміші на

транспортні засоби. Бетонну суміш готують за закінченою або розчленованою технологією. При закінченій технології в якості продукту отримують готову бетонну суміш, при розчленованій - дозовані складові або суху бетонну суміш

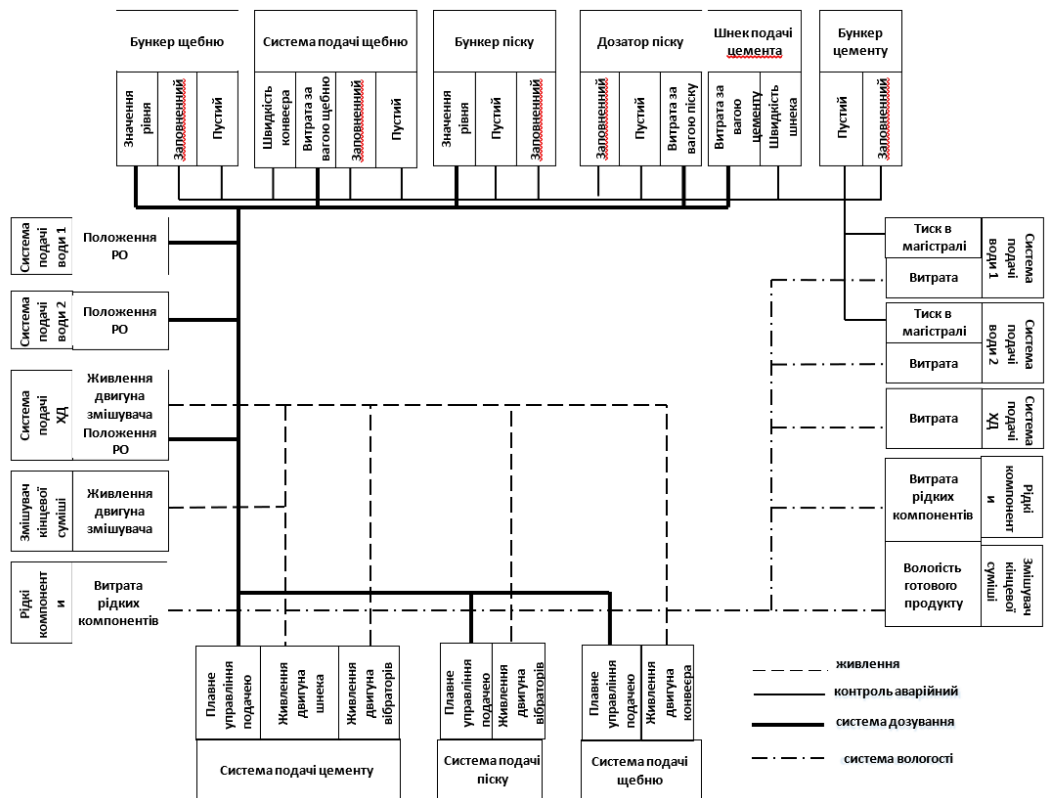
Основними технічними засобами для випуску бетонної суміші є витратні бункери з розподільними пристроями, дозатори, бетонозмішувачі, системи внутрішніх транспортних засобів і комунікацій, роздатковий бункер.

Технологічне обладнання стаціонарного типу для приготування бетонної суміші може бути розроблено по одноступеневій і двоступеневій схемам. Для виготовлення бетонної суміші більш зручно і економічно застосовувати одноступінчасту схему.

Технологічний процес дозування компонентів протікає таким чином: пісок, щебень з бункерів (ТК-102 і ТК-103) надходять до відповідних дозаторів (V-101 і V-103), в кількості визначеному за рецептом (1Ц: 3П: 5Щ). Для запобігання зависання продукту в бункерах піску (ТК-102) і цементу (ТК-101) передбачені електромагнітні вібратори для цементу та пневматичний вібратор для піску.

Цемент в змішувач (М-102) подається шнеком. Дозування приводу шнекових живильників управляються перетворювачем частоти (ПЧ). З дозаторів (V-101 і V-103) продукти надходять на змішувач (М-102).

Щебінь надходить в дозатор (V-103), після чого на стрічковий конвеєр. Вивантаженням / завантаженням компонентів виконується шляхом зміни стану засувки під бункером піску (ТК-102). Над змішувачем розташовані вода, яка надходить з магістральної мережі і бак запасу хімічних добавок (V-102). Рідкі компоненти (вода і хімічні добавки) надходять в проміжний змішувач (М-101) в заданому за рецептом обсязі, після потрапляють в змішувач (М-102). У змішувачі відбувається змішування матеріалів протягом заданого оператором часу. Відкриваємо спочатку потік 4 з першого трубопроводу, заповнюємо М-101 до погребного рівня. Після закриваємо потік 4, та відкриваємо потік 5 та 6 одночасно та заповнюємо останні відсотки рідких компонентів для вологості в змішувачі кінцевого продукту.



Мал.6.Параметричний аналіз системи автоматизації дозування бетону

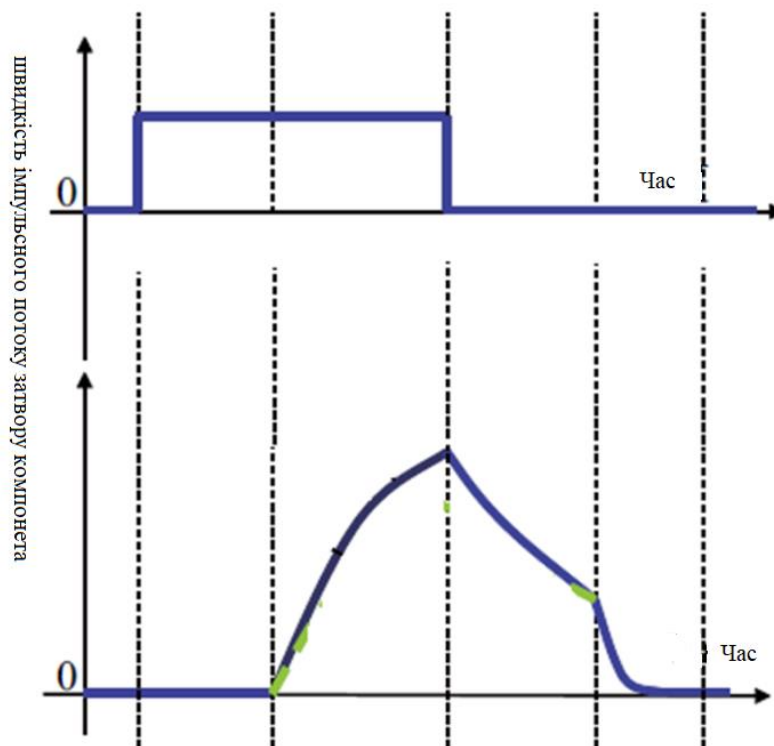
Параметричний аналіз системи автоматизації процесом показує зв'язок між елементами основних підсистем автоматизації: системи аварійного контролю, системи дискретного управління процесом дозування, системи автоматичного керування вологістю суміші в змішувачі. Пунктирною лінією показана необхідність забезпечення елементів системи автоматизації електроенергією. Вмикається двигун змішувача для подачі хімічних добавок та двигун змішувача кінцевої суміші. Також вмикається двигун шнека для цементу, двигун вібраторів для бункеру цементу, двигун вібратора для піску та двигун конвеєра для щебеню.

Цілою лінією показано контроль аварії, наприклад, якщо бункер з щебенем буде заповнений або пустий, тоді відпрацює сигнал аварії та треба зупинити роботу системи. Та так само з бункером піску, цементом, дозатором піску, швидкістю конвеєра для щебеню, швидкістю шнека для цементу та тиском в магістралі для подачі води.

Цілою товстою лінією показана система дозування значення рівня у бункеру щебеню та піску, дозування витрати подачі щебеню та витрату за вагою цементу. Також положення регулюючих органів в подачі води та хімічних добавок та плавне управління подачі щебеню, піску та цементу.

Лінією крапка-тире показана система вологості готового продукту та витрати рідких компонентів.

Контроль у процесі дозування заповнювача використовує контролер активного заповнювача з певною швидкістю потоку необхідного типу компонентів, надсилає імпульс змінної тривалості для керування затвором бункера. На мал. зображено тривалість цього імпульсу, що визначає витрату компоненту з мертвою затримкою процесу. Оскільки швидкість потоку компоненту збільшується після часу затримки, вона досягає максимального піку, коли затвор повністю відкритий, а потім зменшується, коли затвор починає закриватися.



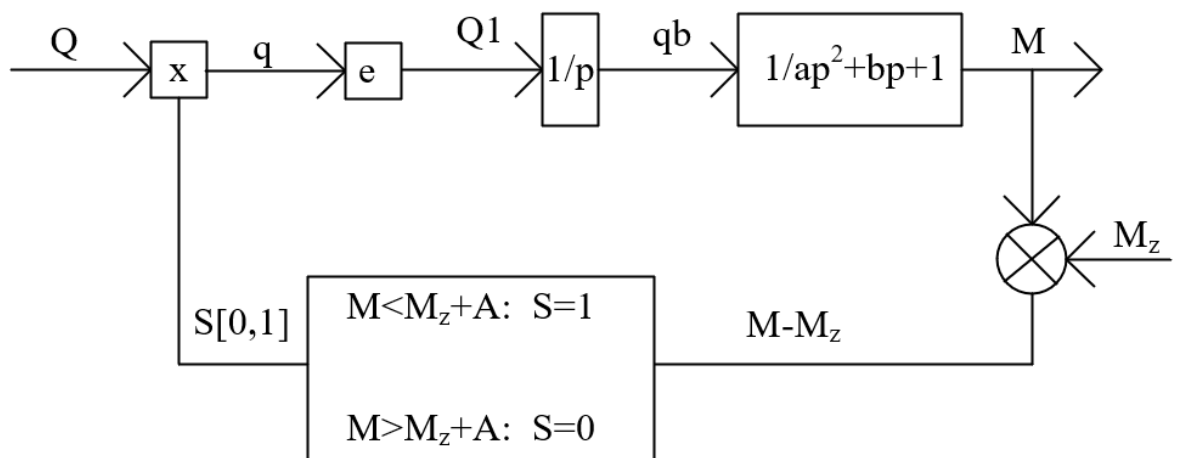
Мал.7. Тривалість імпульсу витрат

Автоматична система дозування агрегатного процесу спрацьовує, коли поршень отримує вхідний сигнал, щоб ініціювати відкриття бункера для

заповнювачів, після чого заповнювач у бункері вільно висипається через затвор бункера. Вага агрегату, що витікає, вимірюється відповідним чином встановленим тензодатчиком.

Системи керування дозуванням заповнювачів використовують технологію керування PLC або PID для регулювання швидкості подачі матеріалу. ПЛК перемикає швидкість лише між рівнями, від швидкого до повільного, які логічно визначаються вимірюванням ваги зібраного заповнювача. Швидкість подачі агрегату повертається в ПЛК для контролю. Остаточна точність дозування регулюється лише шляхом вимкнення пристрою подачі матеріалу. Процес дозування заповнювачів починається зі зчитування цільової ваги першого заповнювача з указанного регістру пам'яті ПЛК. Це значення зберігається системою SCADA, потім вона знаходить різницю між поточною вагою та вибраним заданим значенням (діапазон ваги). Щоб спрогнозувати тривалість часу для відкриття затвора бункера заповнювача, це значення вагового діапазону ділиться на розрахункову швидкість потоку поточного заповнювача. Потім ця тривалість часу додається до початкового часу воріт.

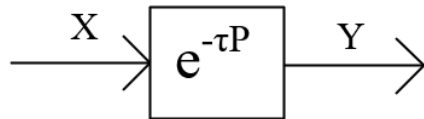
ПЛК відкриває перший бункер для заповнювачів і запускає таймер (час відкриття воріт). Коли цей таймер закінчується, ПЛК закриває ворота на певний час (час закриття воріт).



Мал.8. Структурна схема імітаційної моделі дозатора дискретної дії

Ланка чисте запізнення

Ланка імітує проходження матеріалу від шибера до бункера дозатора, це може бути конвеєр та потік падаючого матеріалу, що вже пройшов крізь шибер, але ще не досяг бункера дозатора.



Повторює X-зміщення на постійну частину τ ($\tau/\Delta t=10$);

for (i=1 ; 1<9)

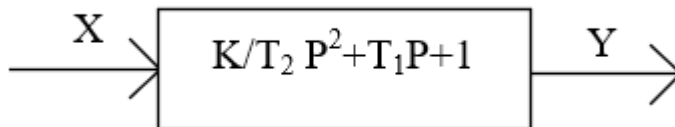
{Z[i]:Z[i+1];

}

Y:=Z[1];

Z[10]:=X;

Аперіодична ланка другого порядку



$$Z = \frac{dy}{dt}; \quad Z = \frac{\Delta y}{\Delta t};$$

$$y = (K/T_2 P^2 + T_1 P)x;$$

$$T_2 p^2 y + T_1 p y + y = Kx;$$

$$T_2 \frac{d^2 y}{dt^2} + T_1 \frac{dy}{dt} + y = Kx;$$

$$T_2 \frac{dZ}{dt} + T_1 Z + y = Kx;$$

$$T_2 \frac{\Delta Z}{\Delta t} + T_1 Z + y = Kx;$$

$$\Delta Z = (Kx - T_1 Z - y / T_2) \Delta t;$$

$$\text{Функція переходів : } Z_{i+1} = Z_i + \Delta Z ;$$

$$Z := Z + ((K \times x - T_1 \times Z - y) / T_2) \times dt$$

$$\text{Функція виходу : } y_{i+1} = z_{i+1} \Delta t + y_i$$

$$y := y + Z \times dt;$$

7. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

7.1. Теоретичний розділ

Як уже зазначалося, організація виробництва охоплює всі складові виробничої системи та аспекти її виробничо господарської діяльності та включає:

- організація праці робітників підприємства як процес установа й удосконалення способів виконання й умов протікання процесів праці;

- організацію виробничих процесів у часі та просторі як процес функціонального, просторового і тимчасового поєднання і зв'язку речовинних та особистісних чинників виробництва;

- організація поточних методів виробництва як процес предметного сполучення робочих місць на ділянці, що поєднує різні групи устаткування для закінченого циклу обробки деталей або збирання виробів;

- організація автоматичного і гнучкого автоматизованого виробництва як процес комплексної механізації й автоматизації не тільки технологічних операцій, а і допоміжних прийомів праці (настановних, контрольних, обслуговуючих, транспортних, командних, тобто управляючих);

- організацію допоміжних цехів і обслуговуючих господарств підприємства як процес комплексного обслуговування основних цехів підприємства за всіма функціями, що виходить за межі їх основної спеціалізації;

- організацію технічного контролю якості продукції як процес установа якості продукції, що випускається підприємстві, забезпечення конкурентоспроможності виробів і економії суспільної праці;

- організацію технічного нормування праці як процес установа ступеня витрат праці на виготовлення одиниці продукції або виконання заданого обсягу роботи за визначений період часу;

– організація і планування створення й освоєння нової техніки і нової технології як процес створення нової і поліпшення діючої техніки та технології як процес створення нової і поліпшення діючої техніки та технології з обліком технічних, організаційних, економічних і соціальних заходів;

– організація управління як процес створення й удосконалення систем управління і способів їх функціонування.

Раціональна організація виробництва полягає в тому, щоб інтегрувати всю сукупність різнорідних компонентів, що реалізують процес виробництва, у цілісну і високоефективну виробничу систему, всі елементи якої ретельно ”підігнані” один під одного за всіма аспектами їх функціонування.

Організація виробництва й оптимальне управління ним є найважливішими чинниками прискорення науково-технічного прогресу. Вони забезпечують найбільш повне й ефективне використання трудових, матеріальних і фінансових ресурсів підприємства, зниження собівартості та підвищення якості продукції, зростання продуктивності праці й ефективності виробництва, істотне скорочення тривалості циклу “дослідження – проектування – виробництво – реалізація” і підвищення темпів відновлення продукції та технічного розвитку виробництва.

Основні завдання, що розв’язуються організацією виробництва, такі:

скорочення часу запуску нової продукції у виробництво;

створення нових виробничих систем, що дають змогу в масовому обсязі виробляти і пропонувати послуги за індивідуальними замовленнями споживачів;

управління глобальними виробничими мережами;

розробка нових технологічних процесів і впровадження їх в наявні виробничі системи;

швидке досягнення високої якості продукції та збереження досягнутого рівня в період, що передує реструктуризації;

управління різнорідною робочою силою;

дотримання обмежень, пов'язаних з охороною навколишнього середовища, етичних норм і державного законодавства.

Закономірності, основні принципи організації виробництва. Системна концепція організації виробництва

Системна концепція організації виробництва передбачає поділ принципів організації на принципи організації структури управління та принципи організації процесу управління.

До принципів організації структур управління належать:

- економність і гнучкість структури управління;
- відповідність генеральним і територіальним схемам управління;
- скорочення кількості рівнів і ланок у структурі;
- скорочення витрат на склад апарату управління;
- чітке розмежування лінійного та функціонального управління;
- єдність розпорядливості та відповідальності;
- дотримання норм керованості;
- відповідність прав і обов'язків.

Принципи організації процесу управління включають:

- забезпечення максимальної керованості, тобто зведення до мінімуму некерованих об'єктів;
- орієнтація та досягнення поставлених цілей, а не на усунення впливів, що обурюють;
- визначення ступеня раціональності централізації управління;
- рівномірність розподілу робіт;
- забезпечення необхідних характеристик розподілу управління;
- спрощення процедурної частини;
- зведення до мінімуму зворотно-поступальних дій по горизонталі та вертикалі;
- максимальне виключення впливу суб'єктивних чинників;

- узгодження процесів у просторі й часі;
- раціональне сполучення регламентування, нормування й інструктування;
- відповідність організаційних форм використання технічних систем організація процесу управління;
- використання стандартизації в управлінні.

Системна концепція організації виробництва дає змогу підвищувати якість і ефективність управління на підприємстві, адаптувати параметри функціонування організації до зовнішнього або внутрішнього середовища, підтримувати стійкість організації, забезпечувати упорядкованість параметрів структури організації.

7.2 Планування основного виробництва

Найважливішим об'єктом планування основного виробництва є виробнича програма.

На підставі прогнозованого обсягу продажів і випуску продукції підприємства формують виробничу програму (план виробництва і продажів продукції) з урахуванням замовлень споживачем виявлених в процесі вивчення ринку споживчого попиту і державного замовлення.

Державне замовлення доводиться підприємствам, що виробляють продукцію, що має важливе народногосподарське значення або призначену для споживання малозабезпеченими верствами на селища. Система державних замовлень застосовується у всіх країнах з розвиненою ринковою економікою. Їх розміщення проводиться на конкурсній основі

Державне замовлення надається тим підприємствам, які забезпечують більш ефективне його виконання.

Виробнича програма складається з трьох розділів:

- план виробництва продукції в натуральному вираженні
- план виробництва продукції у вартісному вираженні

– план продажу продукції в натуральному і вартісному вираженні.

План виробництва продукції в натуральному вираженні містить завдання за обсягом випуску продукції по номенклатурі, асортименту та якості виробів у фізичних одиницях

Номенклатура - це укрупнений перелік продукції, що випускається підприємством, а асортимент - характеризує її склад за видами, типами, сортами, фасонів, малюнків і ін. Ознаками

Планування виробництва і продажів продукції в натуральному вираженні дає можливість визначити випуск конкретних видів продукції відповідно до потреб ринку.

У плані виробництва і продажів продукції у вартісному вираженні розробляються наступні показники: валовий дохід (реалізована продукція), товарна і валова продукція. Основним вартісним показником цього розділу плану є валовий дохід підприємства.

Товарна продукція - вартість всіх видів готової продукції, робіт промислового характеру і послуг призначених для відпустки на сторону, напівфабрикатів, деталей і вузлів, що підлягають поставці по коопераційним зв'язкам, вартість капітального ремонту, виробів і запасних частин для свого капітального будівництва та капітального ремонту, інструментів і пристосувань для власного виробництва.

Валова продукція характеризує загальний обсяг робіт підприємства. Вона включає в себе товарну продукцію, зміна залишків інструментів і пристосувань власного виготовлення. Обсяг валової продукції визначається в незмінних (порівнянних) цінах.

Складовою частиною виробничої програми є обсяг продажів продукції. Він складається, виходячи з укладених договорів на поставку готової продукції, а також напівфабрикатів, вузлів і деталей за договорами кооперації з іншими підприємствами, а також власної оцінки ємності ринку.

Обсяг виробництва та реалізації промислової продукції може виражатися в натуральних, умовно-натуральних, трудових і вартісних

вимірниках. Узагальнюючі показники обсягу виробництва продукції отримують за допомогою вартісної оцінки. Основними показниками обсягу виробництва служать товарна і валова продукція.

Валова продукція - це вартість всієї виробленої продукції і виконаних робіт, включаючи незавершене виробництво. Виражається в порівнянних і діючих цінах.

Товарна продукція відрізняється від валової тим, що в неї не включають залишки незавершеного виробництва і внутрішньогосподарський оборот. За своїм складом на багатьох підприємствах валова продукція збігається з товарною, якщо немає внутрішньогосподарського обороту і незавершеного виробництва.

Обсяг реалізації продукції визначається або по відвантаженню продукції покупцям, або по оплаті (виручці). Може виражатися в порівнянних, планових і діючих цінах. В умовах ринкової економіки цей показник набуває першочергового значення. Реалізація продукції є сполучною ланкою між виробництвом і споживачем. Від того, як продається продукція, який попит на неї на ринку, залежить і обсяг її виробництва.

Важливе значення для оцінки виконання виробничої програми мають і натуральні показники обсягів виробництва і реалізації продукції (штуки, метри, тонни і т.д.). Їх використовують при аналізі обсягів виробництва і реалізації продукції за окремими видами і групами однорідної продукції.

Умовно-натуральні показники, як і вартісні, застосовуються для узагальненої характеристики обсягів виробництва продукції, наприклад, на консервних заводах використовується такий показник, як тисячі умовних банок, на ремонтних підприємствах - кількість умовних ремонтів, у взуттєвій промисловості - умовні пари взуття, обчислені на основі коефіцієнтів їх трудомісткості і т.д.

Нормативні трудовитрати використовуються також для узагальненої оцінки обсягів випуску продукції в тих випадках, коли в умовах багато-

номенклатурних виробництва не представляється можливим використовувати натуральні або умовно-натуральні вимірники.

Виробнича програма визначає необхідний обсяг виробництва продукції в плановому періоді, відповідний по номенклатурі, асортименту та якості вимогам плану продажів. Програма обумовлює завдання по введенню в дію нових виробничих потужностей, потребу в матеріально - сировинних ресурсах, чисельності персоналу, транспорті.

Основна мета планування полягає в тому, щоб збалансувати намічені витрати підприємства з фінансовими можливостями .

Найближчий рік здійснення довгострокової програми визначається і найбільш докладно описується в оперативному плані, в якому відображаються очікувані дії і результати по кварталах і навіть по місяцях.

Оперативно-виробничі плани розробляються для повсякденного управління виробництвом, для безумовного виконання річного плану. В цьому випадку відбувається детальне планування роботи цехів, дільниць, бригад. Оперативні плани забезпечують випуск продукції по номенклатурі і розробляються на місяць, декаду, добу.

Оперативні плани реалізуються через систему бюджетів, або фінансових планів, які складаються звичайно на рік або на коротший термін по кожному підрозділу - центру прибутку, а потім консолідуються в єдиний бюджет, або

фінансовий план.

Кінцевим результатом оперативного планування є місячні, квартальні та річні фінансові плани і бюджети підприємства .

Розробку планів на підприємствах виробничого призначення виконує зазвичай плановий відділ. Плановий відділ розробляє для підприємства всю сукупність планів і стежить за впровадженням їх у виробництво. У складі цього відділу найчастіше: начальник відділу, економіст за собівартістю і ціноутворення, економіст з праці і заробітної плати. У своїй роботі плановий відділ тісно пов'язаний з усіма підрозділами і бухгалтерією .

Безпосереднє керівництво плановою роботою на підприємстві здійснює головний економіст, який під загальним керівництвом директора встановлює:

- характер участі і взаємний зв'язок усіх підрозділів апарату управління підприємства і цехів в аналізі роботи підприємства і розробці перспективного і поточних планів;
- методику, форми і термін проведення роботи з аналізу та планування підприємства, тобто методи проведення аналізу звітних даних і встановлення (обґрунтування) планових показників, форми узагальнення результатів аналізу і планових розрахунків за відповідними розділами плану і підрозділам підприємства і терміни їх передачі для подальшої обробки або включення в зведений план підприємства;
- спільно з філіями підприємства форми і терміни їх участі в проведенні роботи з аналізу та планування роботи підприємства;
- форми і терміни доведення затвердженого плану до виконавців - цехів, дільниць, робочих місць і відділів заводууправління;
- методику, форми і терміни оперативного контролю ходу виконання плану;
- спільно з головною бухгалтерією на підставі діючих положень з обліку і звітності методику, форми і терміни оперативного обліку результатів роботи підприємства.

7.3. Організаційний розділ

Розрахунок вартості капітальних вкладень

Загальна вартість капітальних вкладень складається з вартості будівлі (В буд), вартості споруди (В сп), вартості обладнання (Воб):

$$(V_{\text{буд}}) = V_1 \times L \times W, \text{ грн.}$$

$$V_{\text{буд}} = 130 \times 39,6 \times 57,5 = 296010 \text{ грн.}$$

V_1 - вартість 1 м² площі, грн. ;

L - довжина цеху (відділення), м;

W - ширина цеху (відділення), м.

Вартість споруди (фундаменту технологічних агрегатів, сушарок, устаткування енергопостачання та ін..) визначається за кошторисною вартістю або аналогічно $V_{\text{буд}}$.

Балансова вартість обладнання ($V_{\text{об}}$), складається з витрат на купівлю, транспортування та монтаж. Витрати на транспортування та монтаж складають 15 % від загальної вартості обладнання.

Амортизаційні відрахування за кожним найменуванням обладнання (будівлі, споруди) визначаються за формулою:

$$A_i = \frac{V_i \times N_a}{100}, \text{ грн.}$$

$$V_i = V_{\text{буд}} + 15\% = 13340 \times 15\% = 44401,5$$

$$A_{\text{обл}} = \frac{V_{\text{обл}} \times N_{\text{обл}}}{100} = \frac{6937,5 \times 3,1}{100} = 215 \text{ грн}$$

$$A_{\text{ісп}} = \frac{V_{\text{ісп}} \times N_{\text{ісп}}}{100} = \frac{44401,5 \times 2,3}{100} = 1021,24 \text{ грн}$$

$$A_{\text{ібуд}} = \frac{V_{\text{буд}} \times N_{\text{буд}}}{100} = \frac{296010 \times 1,7}{100} = 5032,17 \text{ грн}$$

V_i - балансова вартість обладнання (будівлі, споруди), грн. ;

N_a - норма амортизаційних відрахувань обладнання (будівлі, споруди), %.

Витрати на поточний ремонт обладнання (будівлі, споруди) визначається за формулою :

$$V_p = \frac{V_i \times N_p}{100}, \text{ грн.}$$

$$V_{p, \text{обл}} = \frac{V_{\text{обл}} \times N_{p, \text{обл}}}{100} = \frac{13340 \times 3,7}{100} = 256,6 \text{ грн}$$

$$Вр. сп = \frac{В_{сп} \times Нр. сп}{100} = \frac{444015 \times 3,8}{100} = 1687,26 \text{ грн}$$

$$Вр. обл = \frac{В_{буд} \times Нр. буд}{100} = \frac{296010 \times 4,4}{100} = 13024,44 \text{ грн}$$

Н р - норма відрахування на поточний ремонт (будівлі, споруди), %.

$В у = \underline{В i} \times \underline{Н у}, \text{ грн.}$
--

$$Ву. обл = \frac{В_{обл} \times Ну. обл}{100} = \frac{6937,5 \times 5,8}{100} = 902,3 \text{ грн}$$

$$Ву. сп = \frac{В_{сп} \times Ну. сп}{100} = \frac{444015 \times 5,3}{100} = 2353,2 \text{ грн}$$

$$Ву. буд = \frac{В_{буд} \times Ну. буд}{100} = \frac{296010 \times 5,8}{100} = 17168,5 \text{ грн}$$

Н у - норма відрахувань на утримання обладнання (будівлі, споруди), %.

Таблиця 1

Вартість технологічного обладнання

Найменування обладнання	Кількість	Купівельна ціна, грн.	Загальна вартість обладнання, грн.	Вартість транспортування та монтажу, грн.	Балансова вартість обладнання, грн.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4(2x3)</i>	<i>5 (4x0,15)</i>	<i>6 (4+5)</i>
Манометр	2	600	1200	90	1290
Термометр опору	3	6000	18000	900	18900
Датчик рівня	4	1000	4000	150	4150
МЄО	5	4000	20000	600	20600
Усього					44940

Загальна вартість капітальних вкладень визначається як :

$$V_{к.в.} = V_{буд.} + V_{сп} + V_{об}, \text{ грн.}$$

$$V_{к.в.} = 296010 + 44401,5 + 44940 = 385\,351,5$$

Зведені розрахункові дані

	Амортизація		Поточний ремонт		Утримання	
	Н а, %	сум а, грн.	Н р, %		На , %	сума, грн.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1. Будівлі	1,7	5032,17	4,4	1. Будівлі	1,7	5032,17
2. Споруди	2,3	1021,24	3,8	2. Споруди	2,3	1021,24
3. Обладнання	3,1	413,54	3,7	3. Обладнання	3,1	413,54
<i>Усього</i>	-	6466,95	-	<i>Усього</i>	-	6466,95

7.4. Визначення чисельності робітників за категоріями

Завданням планування чисельності персоналу є визначення потреби у всіх категоріях працівників, потрібних для забезпечення безперервного виробничого процесу й виконання виробничих планів. При цьому треба забезпечити раціональне використання трудових ресурсів, оптимальне співвідношення різних категорій персоналу. Для цього розрахунки необхідно здійснювати за категоріями персоналу.

Усіх працівників підприємства розподіляють на дві групи:

персонал основної діяльності (промислово-виробничий персонал);

персонал неосновної діяльності (непромислових організацій, які перебувають на балансі підприємства).

Під час планування чисельності працівників підприємства розрізняють явочну, облікову та середньооблікову чисельність.

Явочну чисельність — кількість робітників, які повинні для забезпечення нормального процесу виробництва щодня перебувати на робочих місцях — визначають під час планування робітників.

Облікова чисельність охоплює загальну кількість усіх працівників підприємства (постійних, сезонних, тимчасових), у тому числі фактично працюючих працівників, які перебувають у відрядженні, у відпустках, хворіють, виконують державні обов'язки, відсутні на роботі з дозволу адміністрації тощо.

Таблиця 3

Баланс робочого часу робітника на рік

Показники	Безперервне виробництво
1	2
1. Календарні дні	365
2. Вихідні та святкові дні	112
3. Номінальний фонд часу (Fn)	253
4. Планові невиходи на роботу	58
4.1. Чергові та додаткові відпустки	18
4.2. Відпустки за навчанням	10
4.3. Відпустки, пов'язані з вагітністю	-
4.4. За хворобою	20
4.5. Виконання державних обов'язків	10
5. Дійсний (ефективний) фонд часу в днях (Fd)	195
6. Тривалість робочої зміни	12
7. Дійсний (ефективний) фонд часу в годинах	2340

При складанні балансу робочого часу робітника враховують режим роботи підприємства чи підрозділу (перервний, безперервний), тривалість робочого дня, особливості даного підприємства.

Відпустка (24, 18, 15 днів) та інші невиходи на роботу складають 1,5 – 2,5% номінального фонду часу або за даними підприємства.

Загальна чисельність виробничого персоналу цеху (відділення, дільниці), що проектується, складається з чисельності основних робітників, допоміжних робітників, спеціалістів та службовців.

Чисельність кожної групи працюючих визначається окремо. Чисельність основних робітників визначають від кількості робочих місць з врахуванням ступеня завантаження робочих місць, норм обслуговування обладнання одним робітником, прийнятого режиму роботи.

Облікова чисельність основних робітників визначається від явочної чисельності:

$$\text{Робл.} = \text{Ряв} \times \text{К пер, чол.},$$
$$\text{Робл.} = 25 \times 1.2 = 30$$

де : **К пер** - коефіцієнт переводу явочної чисельності в облікову ;

$$\text{К пер} = \text{F н} / \text{F д} ;$$

$$\text{Кпер} = 253 / 195 = 1,2$$

$$\text{Ряв} = \text{S I} \times \text{К зм} / \text{H обс} ;$$

$$\text{Ряв} = 2 + 15 / 1.2 = 25$$

S I - кількість технологічного обладнання і – ого виду;

К зм - кількість змін роботи ;

H обс - норма обслуговування обладнання одним робітником.

Чисельність допоміжних робітників (слюсарів, наладчиків, ремонтників та ін.) складає 35-40 % від чисельності основних робітників.

Чисельність спеціалістів (технологів, механіків, контролерів та ін.) та службовців (начальник цеху чи відділення, майстер) складає 8-10 % від загальної чисельності основних та допоміжних робітників.

Відомість чисельності працюючих

Професія	Розряд	Н об с	Чисельність за змінами			Разом (Ряв)	Облікова чисельність (Р обл.)
			I	I	II		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
Основні робітники						Основні робітники	
Слюсар	5	1,2	20	10	-	Слюсар	5
Допоміжні робітники						Допоміжні робітники	
Наладчик	3	1,2	8	4	-	Наладчик	3
Спеціалісти та службовці						Спеціалісти та службовці	
майстер	-	1,2	1	1	-	майстер	-
Загальна кількість						Загальна кількість	

7.5. Розрахунок фонду заробітної плати працюючих

Плановий фонд заробітної плати повинен відповідати обсягу та трудомісткості робіт, рівню кваліфікації і складу персоналу.

Загальний річний фонд заробітної плати складається з фонду основної (Фз.о.) та додаткової заробітної плати (Дз):

$$\Phi_{з.р.} = \Phi_{з.о.} + Дз, \text{ грн.}$$

$$\Phi_{з.р.сл.} = 1389504 + 166740.48 = 1\ 556\ 244,48 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{з.р.нал.} = 2929574 + 350948.88 = 3\ 280\ 522,88 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{з.р.м.} = 257400 + 43306.56 = 300\ 706,56 \text{ грн.}$$

Фонд основної заробітної плати враховує прямий фонд заробітної плати (Фз.пр.) за відпрацьований час згідно з тарифом, а також премії та доплати (ПД):

$$\text{Фз.о.} = \text{Фз.пр.} + \text{ПД} ;$$

$$\text{Фз.о.сл.} = 561600 + 827904 = 1389504 \text{ грн.}$$

$$\text{Фз.о.нал.} = 2583360 + 346214 = 2929574 \text{ грн.}$$

$$\text{Фз.о.м.} = 257400 + 103488 = 360888 \text{ грн.}$$

$$\text{Фз.пр.} = \text{Тст.} \times \text{Фд} \times \text{Ri} ,$$

$$\text{Фз.пр.сл.} = 80 \times 2340 \times 30 = 5616000 \text{ грн.}$$

$$\text{Фз.пр.нал.} = 92 \times 2340 \times 12 = 2583360 \text{ грн.}$$

$$\text{Фз.пр.м.} = 110 \times 2340 \times 1 = 257400 \text{ грн.}$$

де : Тст – тарифна ставка за годину згідно з розрядом робіт, грн.

;

Фд - дійсний фонд часу, год. ;

Ri - кількість робітників і – ої професії.

$$\text{ПД} = \text{Фз.пр.} \times (\alpha \text{ ПД} / 100),$$

$$\text{ПДсл.} = 1900800 \times 0.2 = 380160 \text{ грн.}$$

$$\text{ПДнал.} = 874368 \times 0.2 = 174873.6 \text{ грн.}$$

$$\text{ПДм.} = 517440 \times 0.2 = 103488 \text{ грн.}$$

де α ПД - встановлений процент премій та доплат за даними підприємства або 20 %.

Додаткова заробітна плата, яка враховує оплату відпусток, лікарняних, виконання держобов'язків та ін., складає 8 – 12 % фонду основної заробітної плати:

$$\text{Дз} = \text{Фз.о.} \times (\alpha \text{ пд} / 100)$$

$$\text{Дзсл.} = 138954 \times 0.12 = 166740.48 \text{ грн.}$$

$$\text{Дзнал.} = 29224574 \times 0.12 = 350948.88 \text{ грн.}$$

$$\text{Дзм.} = 360888 \times 0.12 = 43306.56 \text{ грн.}$$

Середньомісячна заробітна плата певної категорії робітників розраховується за формулою:

$$Z_{c.p.} = \Phi_{z.p.} / R_i / 12$$

$$Z_{c.p.сл.} = 2554675.2 / 30 / 12 = 8515.584 \text{ грн}$$

$$Z_{c.p.нал.} = 1175149.59 / 12 / 12 = 8160.7 \text{ грн}$$

$$Z_{c.p.м.} = 150543.36 / 1 / 12 = 12545.2 \text{ грн}$$

де : R_i - число працівників даної категорії;

12- число місяців у році.

Таблиця 5

Розрахунок заробітної плати основних слюсарів

Професія	Розряд	Кількість	Дійсний фонд часу, год	Тарифна ставка, грн.	Фонд заробітної плати, грн.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Прямий фонд заробітної плати (Фз.пр.)					5616000
Премії та доплати (ПД)					380160
Фонд основної заробітної плати (Фз.о.)					1389504
Додаткова заробітна плата (Дз)					166740.48
Загальний річний фонд зарплати (Фз.р.)					1 556 244,48
Заробітна плата середньомісячна					8515.584

Таблиця 6

Розрахунок заробітної плати наладчиків

Професія	Розряд	Кількість	Дійсний фонд часу, год	Тарифна ставка, грн.	Фонд заробітної плати, грн.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Прямий фонд заробітної плати (Фз.пр.)					2583360
Премії та доплати (ПД)					174873.6
Фонд основної заробітної плати (Фз.о.)					2929574
Додаткова заробітна плата (Дз)					350948.88

Загальний річний фонд зарплати (Фз.р.)	3 280 522,88
Заробітна плата середньомісячна	8160.7грн

Таблиця 7

Розрахунок заробітної плати майстрів

Професія	Розряд	Кількість	Дійсний фонд часу, год	Тарифна ставка, грн.	Фонд заробітної плати, грн.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Прямий фонд заробітної плати (Фз.пр.)					257400
Премії та доплати (ПД)					103488
Фонд основної заробітної плати (Фз.о.)					360888
Додаткова заробітна плата (Дз)					43306.56
Загальний річний фонд зарплати (Фз.р.)					300 706,56
Заробітна плата середньомісячна					12545.2

7.6. Розрахунок матеріальних та паливно-енергетичних витрат

Сировина, основні та допоміжні матеріали являють собою основу продукції і використовуються в процесі її виготовлення. До них відносять : глину, воду, золу, суглинок та інші згідно з технологією виробництва

продукції. Потреба в них та питома норма витрат (на калькуляційну одиницю) визначена у матеріальному балансі курсової роботи з технології виробництва. Вартість річної програми визначають множенням ціни за одиницю продукції на річну потребу.

7.7. Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію обладнання і загальноцехових витрат

Таблиця 8

Кошторис витрат на утримання та експлуатацію обладнання

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.	Порядок розрахунку
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Заробітна плата допоміжних працівників	1175149.59	Фз.р., табл. 6
2	ПДФО	258532.91	22 % від п. 1
3	Амортизація обладнання	413,54	Табл. 2
4	Поточний ремонт обладнання	493,58	Табл. 2
5	Утримання обладнання	733,7	Табл. 2
6	Інші витрати	143532.2	10 % від суми пп. 1-5
<i>Усього</i>		1578855.59	

Кошторис загальних витрат

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.	Порядок розрахунку
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Заробітна плата персоналу	8 456 760	Табл. 7
2	ПДФО	1 860 487,2	22 % від п.1
3	Амортизація будівлі (споруди)	6053,41	Табл. 2
4	Поточний ремонт будівлі (споруди)	14711,7	Табл. 2
5	Утримання будівлі (споруди)	15422,12	Табл. 2
6	Витрати на раціоналізацію та винахідництво	102 749,4784	1-2%(Фз.р. основних+ Фз.р. допоміжних робітників), табл. 8
7	Витрати на охорону та безпеку праці	313 685,517252	2-4 % (див. п.6)
8	Інші витрати	323 096,0827695	3-5 % від суми статей 1-7
<i>Усього</i>		11 406 651,0256735	

7.8. Розрахунок собівартості продукції

Таблиця 10

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.	Порядок розрахунку
1	2	3	4
1	Сировина та матеріали	-	-
2	Паливо на технологічні цілі	-	-
3	Основна заробітна плата основних робітників	1389504	Табл. 5
4	Додаткова заробітна плата основних робітників	166740.48	Табл. 5
5	ПДФО	342 373,7856	22 % від п.1
6	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	1578855.59	Табл. 8
7	Загальноцехові витрати	11 406 651,0256735	Табл. 9
<i>Усього</i>		16 249 460,8812735	

7.9. Визначення показників ефективності роботи заводу (відділення, дільниці)

Продуктивність праці працюючих

$$P_n = N_p / R_n, \text{ шт. (м}^2 \text{ та ін.)},$$

$$P_n = 22453/43=522.1$$

де : N_p - річна програма випуску (шт., м² та ін.)

R_n - чисельність працюючих.

Продуктивність праці робітників

$$P_n = N_p / R_p$$

$$P_n = 22453/42=534.5$$

Умовно-річна економія

$E_{y.p.} = (C_1 - C_2) \times N_p$, грн.

$E_{y.p.} = (16\,249\,460,8812735 - (16\,249\,460,8812735 - 12\,000)) \times 22453 = 269436000$

де: C_1 - собівартість калькуляційної одиниці продукції на діючому підприємстві грн.;

C_2 - собівартість калькуляційної одиниці продукції за курсовою роботою, грн.

Строк окупності капітальних вкладень від впровадження нової технології:

$$\text{Ток.р.} = \mathbf{V_{к.в.} / E_{y.p.}, \text{ років}}$$

$\text{Ток.р.} = (385\,351,5 / 269436000) \times 1000 = 1.43 \approx 1.5$ рік

Впровадження нової технології вважається доцільним (ефективним) за умови:

$$\text{Ток.р.} < \text{Ток.н.},$$

$$1.5 < 6.3$$

де Ток.н. - нормативний строк окупності капітальних вкладень (6, 3 років).

7.10. Техніко-економічні показники роботи

№ з/п	Показники	Одиниця виміру	Цифрова характеристика
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Річний випуск деталей	шт.	-
2	Кількість обладнання	шт.	1
3	Площа цеху		2277
4	Кількість виробничого персоналу		43
	а) основних робітників	чол.	30
	б) допоміжних робітників	чол.	12
	в) спеціалістів та службовців	чол.	1
5	Річний фонд ЗП дільниці всього.		
	а) основних робітників	грн.	1 556 244,48
	б) допоміжних робітників	грн.	3 280 522,88
	в) спеціалістів та службовців	грн.	300 706,56
6	Середньомісячна зарплата цеху:		
	а) основних робітників	грн.	8515.584
	б) допоміжних робітників	грн.	8160.7
	в) спеціалістів та службовців	грн.	12545.2
7	Продуктивність праці працюючого	шт.	522.1
8	Продуктивність праці робітників	шт.	534.5
9	Цехова собівартість	грн.	16 249 460,8812735
10	Умовно-річна економія	грн.	269436000
11	Строк окупності	років	1.5

Висновок: проект є окупним, строк окупності складає 1.5 роки

ВИСНОВОК

У магістерській роботі досліджено шляхи вдосконалення автоматизації процесу дозування компонентів для виробництва бетону в умовах будівельного майданчика. Актуальність роботи зумовлена потребою у точності й ефективності технологічних процесів при забезпеченні стабільної якості бетонної суміші, що важливо для сучасного будівництва, де точність складу і властивостей матеріалів відіграє ключову роль у надійності та довговічності конструкцій.

В результаті дослідження було розроблено алгоритми точного дозування компонентів, здатні адаптуватися до зовнішніх змінних умов, таких як погода та властивості матеріалів, шляхом самонавчання. Використання функцій самонавчання дозволяє автоматично коригувати дозування та враховувати попередні результати процесу для мінімізації відхилень від заданих параметрів. Це досягнуто завдяки впровадженню інтегрованих систем збору та аналізу даних у реальному часі, що дає можливість знизити вплив людського фактору, підвищити точність дозування та покращити економічну ефективність виробництва.

Впровадження подібних автоматизованих систем дозволяє значно скоротити втрати матеріалів, зменшити енергетичні витрати та забезпечити екологічну сталість процесу. Завдяки такому підходу, мобільні бетонні заводи здатні швидко адаптуватися до різних рецептур сумішей та умов експлуатації, що підвищує їх універсальність та ефективність на будівельних майданчиках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Книги та підручники

1) Економіка підприємства, збірник засобів діагностики : навч. посіб. / За заг ред. М. В. Афанасьєва. – К. : Ліра-К, 2013. – 112 с.

2) Єгорова І. Г. Економіка та організація діяльності об'єднань підприємств : навч. посіб. / І. Г. Єгорова. – К. : Ліра-К, 2014. – 336 с.

2) Романенко, І. В. "Автоматизовані системи управління технологічними процесами у бетонних заводах." Технологічний університет будівництва, 2020.

3) Шарко М. В., Мешкова-Кравченко Н. В., Радкевич О. М. Економіка підприємства : навч. посіб. / М. В. Шарко, Н. В. Мешкова-Кравченко, О. М. Радкевич. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 436 с.

4) Іваненко, А. В. "Енергоефективні рішення для виробництва бетону на мобільних установках." Сучасні технології будівництва, 2022.

5) Дубровін, Ю. П., Шевченко, Л. М. Автоматичне керування в технології будівельних матеріалів. Дніпро: Індустріальна видавнича компанія, 2020. — 400 с.

2. Наукові статті та дослідження

1) "Model-Informed Precision Dosing Software Tools for Dosage Regimen Individualization: A Scoping Review"

2) "Self-Compacting Geopolymer Mixture: Dosing Based on Statistical Mixture Design"

3) Сидоренко, М. А., Данилюк, І. Л. "Самонавчання в системах автоматизації дозування бетонної суміші." Збірник наукових праць з автоматизації виробництва, № 12 (2021): 89-98.

3. Інтернет-ресурси та стандарти

- 1) ДСН 3.3.6.037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Міністерство охорони здоров'я України. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0375-99#Text> (дата звернення: 02.11.2024).
- 2) <https://card-file.ontu.edu.ua/items/50e05d1c-60fa-474f-85f2-05d2d1c96960>
- 3) <https://archive.liga.science/index.php/conference-proceedings/issue/view/ukr>
- 4) "Adaptive Control Strategies for Intelligent High-Precision Dosing and Weighing" https://www.researchgate.net/publication/325683177_Adaptive_Control_Strategies_for_Intelligent_High-Precision_Dosing_and_Weighing_Systems