

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент Чепіжний А.В.

ДИПЛОМНА РОБОТА
за магістерським рівнем вищої освіти

На тему: «Обґрунтування параметрів
електротехнологічного комплексу виробництва
бетонних сумішей на ТОВ «Топаз» м. Суми»

Виконав

(підпис)

Ліцман В.С.
(прізвище, ініціали)

Група

ЕТЕС 2301-2м

(Науковий) керівник:

(підпис)

Барсукова Г.В.
(прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент _____ Чепіжний А.В.
(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

«_____» _____ 202__ року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ
Лицману Володимиру Сергійовичу
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. **Тема роботи:** Обґрунтування параметрів електротехнологічного комплексу виробництва бетонних сумішей на ТОВ «Тоназ» м. Суми

керівник роботи: Барсукова Ганна Володимирівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом по закладу вищої освіти від «26» 02 2024 р. № 572/ос

2. Термін подання здобувачем закінченої роботи «11» 11 2024 р.

3. **Вихідні дані до роботи** технічні характеристики обладнання виробництва бетонних сумішей, нормативні документи для проведення досліджень, стандарти.

4. **Зміст пояснювальної записки** (перелік питань, що підлягають розробці):

1 Стан проблеми та постановка завдань досліджень.

2 Аналіз технологічного процесу виробництва бетонних сумішей.

3 Обґрунтування параметрів електротехнологічного комплексу.

4 Розробка електротехнологічного комплексу.

5 Охорона праці.

6 Економічне обґрунтування.

Висновки.

Список використаних джерел.

5. **Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:**

Презентаційний матеріал виконаний в програмі Power Point

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата

КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 15.08.2024 р.	
2	Складання плану роботи	до 23.08.2024 р.	
3	Написання вступу	до 26.08.2024 р.	
4	Підготовка розділу «Розділ 1»	до 28.08.2024 р.	
5	Підготовка розділу «Розділ 2»	до 16.09.2024 р.	
6	Підготовка розділу «Розділ 3»	до 30.09.2024 р.	
7	Підготовка розділу «Розділ 4»	до 07.10.2024 р.	
8	Підготовка розділу «Розділ 5»	до 14.10.2024 р.	
9	Підготовка розділу «Розділ 6»	до 21.10.2024 р.	
10	Написання висновків	до 28.10.2024 р.	
11	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 01.11.2024 р.	
12	Подання роботи на рецензування	до 05.11.2024 р.	
13	Подання до попереднього захисту	до 12.11.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

(Ліцман В.С.)

(прізвище, ініціали)

(Науковий) керівник
дипломної роботи

(підпис)

(Барсукова Г.В.)

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Обґрунтування параметрів електротехнологічного комплексу виробництва бетонних сумішей на ТОВ «Топаз» м. Суми: Дипломна робота / Ліцман Володимир Сергійович – Суми: СНАУ, 2024 р. – 46 с.

Об’єкт дослідження – електротехнологічний комплекс виробництва бетонних сумішей (БС) та вплив їх параметрів на ефективність виробництва і якість продукції.

Предмет дослідження – процес виробництва БС на ТОВ «Топаз» м. Суми..

Мета роботи – обґрунтування оптимальних параметрів електротехнологічного комплексу виробництва БС на ТОВ «Топаз» м. Суми для підвищення ефективності виробництва та якості продукції.

В дипломній роботі проведено аналіз існуючих методів виробництва бетонних сумішей. Виявлено, що впровадження нових технологій може суттєво покращити продуктивність та ефективність підприємства. Результати дослідження показали, що використання сучасних технічних рішень дозволяє зменшити витрати, оптимізувати робочі процеси та підвищити якість виробленої продукції. Статистичні дані свідчать про значне збільшення рентабельності за рахунок впровадження інноваційних методів виробництва.

Розглянуто питання охорони праці при виробництві бетонних сумішей. Проведено економічне обґрунтування запропонованої системи керування. Впровадження БЗУ-60 видається економічно доцільним та перспективним для підвищення конкурентоспроможності ТОВ «Топаз» на ринку виробництва бетону.

Ключові слова: бетонні суміші, виробництво, змішування, система керування, автоматизація.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ	10
1.1. Аналіз технологій виробництва сухих бетонних сумішей	10
1.2. Аналіз технічних засобів виробництва сухих бетонних сумішей	13
1.3. Дослідження факторів, які впливають на якість та енергоефективність виробництва бетонних сумішей	16
1.4. Висновки до розділу 1	19
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БЕТОННИХ СУМІШЕЙ	20
2.1. Опис поточного виробничого процесу	20
2.2. Визначення технологічних параметрів	22
2.3. Вимоги до якості готової продукції	23
2.4. Висновки до розділу 2	24
РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ	25
3.1. Вибір відповідного обладнання	25
3.2. Розрахунок потужності та ефективності	26
3.3. Упровадження систем автоматизації та контролю	27
3.4. Висновки до розділу 3	28
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ	29
4.1. Проектування електротехнологічного комплексу	29
4.2. Виготовлення та випробування комплексу	34
4.3. Висновки до розділу 4	34

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	35
5.1. Організація охорони праці при експлуатації електротехнологічного комплексу виробництва бетонних сумішей	35
5.2. Аналіз шкідливих та небезпечних факторів при експлуатації електротехнологічного комплексу	36
5.3. Рекомендації щодо впровадження безпечних умов праці при експлуатації електротехнологічного комплексу	36
5.4. Висновки до розділу 5	37
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	38
6.1. Розрахунок витрат на впровадження технологічного комплексу	38
6.2. Оцінка потенційних економічних вигід	38
6.3. Аналіз ризиків та шляхи їх зменшення	39
6.4. Висновки до розділу 6	41
ВИСНОВКИ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44

ВСТУП

Актуальність теми. Виробництво БС є одним з ключових секторів будівельної індустрії, що відіграє важливу роль у розвитку інфраструктури та економіки країни. В умовах сучасного будівництва зростають вимоги до якості бетону, його фізико-механічних властивостей та економічності виробництва. Одним з перспективних напрямків підвищення ефективності виробництва БС є впровадження сучасних електротехнологічних комплексів [1].

ТОВ «Топаз» у м. Суми є одним з провідних виробників БС в регіоні. Для підтримки конкурентоспроможності та відповідності сучасним стандартам якості, підприємству необхідно оптимізувати виробничі процеси та впровадити інноваційні технології. Обґрунтування параметрів електротехнологічного комплексу для виробництва БС є актуальним завданням, вирішення якого дозволить підвищити ефективність виробництва, знизити енергоспоживання та покращити якість продукції [2].

Мета дослідження. Метою дослідження є обґрунтування оптимальних параметрів електротехнологічного комплексу виробництва БС на ТОВ «Топаз» м. Суми для підвищення ефективності виробництва та якості продукції.

Завдання дослідження. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Проаналізувати сучасний стан технологій виробництва БС та виявити перспективні напрямки їх удосконалення.
2. Дослідити існуючий технологічний процес виробництва БС на ТОВ «Топаз» та виявити його недоліки.
3. Розробити електротехнологічний комплекс виробництва БС з урахуванням специфіки підприємства.

4. Визначити оптимальні параметри електротехнологічного комплексу на основі проведених досліджень та розрахунків.

5. Оцінити економічну ефективність впровадження запропонованого електротехнологічного комплексу.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є електротехнологічний комплекс виробництва БС та вплив параметрів на ефективність виробництва та якість продукції.

Предметом дослідження є процес виробництва БС на ТОВ «Топаз» м. Суми.

Методи дослідження. У ході виконання дослідження будуть використані наступні методи:

1. Аналіз та узагальнення науково-технічної літератури та патентної інформації для визначення сучасного стану проблеми та перспективних напрямків удосконалення технологій виробництва бетонних сумішей.

2. Системний аналіз для дослідження існуючого технологічного процесу на ТОВ «Топаз» та виявлення його недоліків.

3. Розробка електротехнологічного комплексу та визначення його оптимальних параметрів.

4. Експериментальні дослідження для перевірки теоретичних положень та уточнення параметрів електротехнологічного комплексу.

5. Методи оптимізації для визначення оптимальних режимів роботи електротехнологічного комплексу.

6. Техніко-економічний аналіз для оцінки ефективності впровадження запропонованого електротехнологічного комплексу.

7. Новий метод комплексного аналізу ефективності електротехнологічного обладнання, що враховує взаємозв'язок між

енергетичними, технологічними та економічними показниками виробництва бетонних сумішей.

8. Інноваційний підхід до оптимізації параметрів електротехнологічного комплексу з використанням алгоритмів машинного навчання для прогнозування якості БС залежно від режимів роботи обладнання.

Використання комплексу, зазначених методів дослідження, дозволить всебічно розглянути проблему та досягти поставленої мети дослідження.

Новизна запропонованих методів полягає в інтеграції сучасних технологій аналізу даних та оптимізації з традиційними інженерними підходами, що забезпечує більш глибоке розуміння процесів та підвищує точність прогнозування результатів впровадження електротехнологічного комплексу. Результати роботи матимуть як теоретичне значення для розвитку електротехнологій у виробництві будівельних матеріалів, так і практичне застосування для підвищення ефективності виробництва БС на ТОВ «Топаз» та інших підприємствах галузі [3].

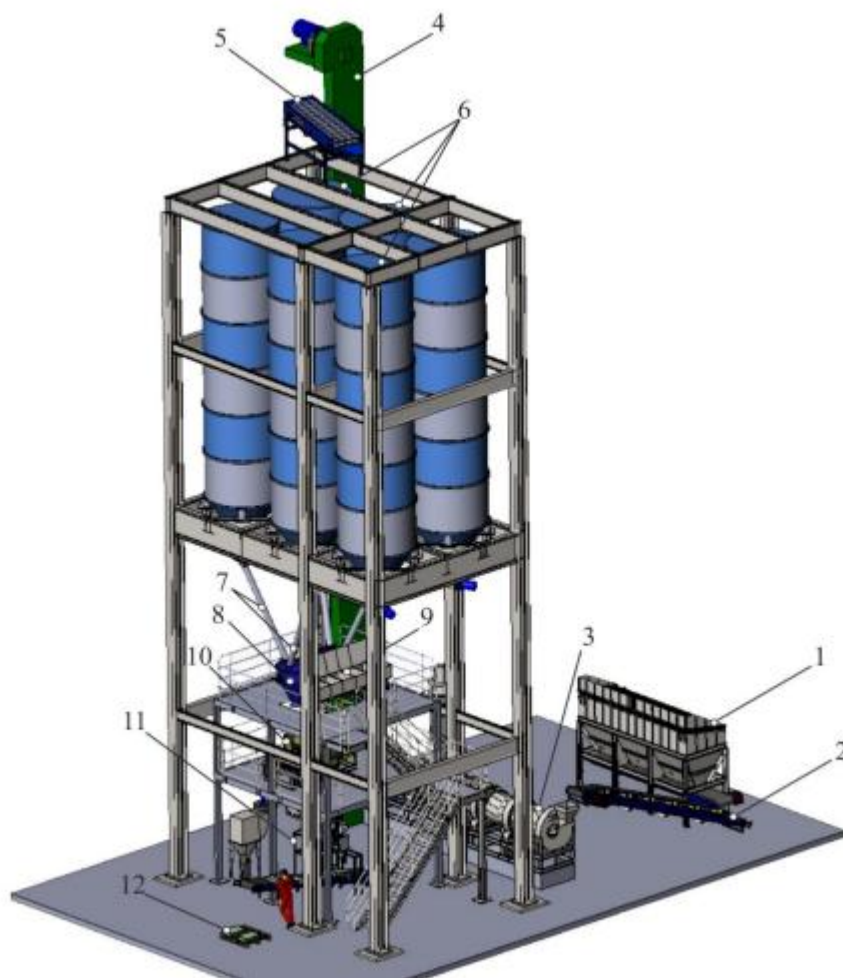
Практичне значення отриманих результатів зумовлене тим, що запропонована система керування процесом виробництва БС може бути використана на виробничих потужностях ТОВ «Топаз» м. Суми.

Апробація результатів магістерської роботи. За результатами досліджень опубліковано 2 тези-доповіді та взято участь в XI Міжнародній науково-практичній конференції **«Проблеми сучасної енергетики і автоматики в системі природокористування»** (теорія, практика, історія, освіта) (06-07 листопада 2024 р.).

РОЗДІЛ 1. СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Аналіз технологій виробництва сухих бетонних сумішей

Аналіз технологій виробництва сухих БС є важливим аспектом у будівельній галузі. Технологічна лінія з виробництва БС має такий вигляд (рис. 1.1) [4, 5].



1 – бункер вологого піску; 2 – конвеєр; 3 – сушильний барабан; 4 – елеватор піску; 5 – вібросито; 6 – силоси в'яжучих, мінеральних добавок і піску; 7 – шнеки-транспортери; 8 – дозатори сипучих компонентів; 9 – дозатори хімічних добавок; 10 – змішувач; 11 – лінія фасування сумішей; 12 – палета

Рисунок 1.1 – Технологічна лінія з виробництва БС

Процес виробництва починається з ретельного підбору та підготовки сировинних матеріалів. Основними компонентами сухих БС є цемент, пісок, щебінь або гравій, а також різноманітні добавки, які покращують властивості суміші. Кожен з цих компонентів повинен відповідати певним стандартам якості для забезпечення високої ефективності кінцевого продукту [3].

Наступним етапом у виробництві сухих БС є процес змішування компонентів. Це відбувається у спеціальних змішувачах, які забезпечують рівномірний розподіл усіх складових. Важливо відзначити, що технологія змішування може варіюватися залежно від типу суміші та її призначення. Наприклад, для деяких видів сумішей може використовуватися двостадійне змішування, де спочатку змішуються сухі компоненти, а потім додаються рідкі добавки [4].

Після змішування суміш проходить процес сушіння, якщо це необхідно. Цей етап є критичним для забезпечення стабільності та довговічності продукту. Сушіння може відбуватися різними методами, включаючи конвекційне сушіння або використання спеціальних сушильних камер. Температура та тривалість сушіння ретельно контролюються для досягнення оптимальних результатів [6].

Важливим аспектом виробництва сухих БС є контроль якості на кожному етапі. Це включає перевірку вхідної сировини, моніторинг процесу змішування та тестування готової продукції. Сучасні технології дозволяють автоматизувати багато з цих процесів, підвищуючи точність та ефективність виробництва [7].

Упаковка та зберігання також є важливими етапами у виробництві сухих бетонних сумішей. Сучасні технології пакування забезпечують захист продукту від вологи та інших зовнішніх факторів, що можуть вплинути на його якість. Правильне зберігання є ключовим для збереження властивостей суміші протягом тривалого часу [8].

Інновації в галузі виробництва сухих БС продовжують розвиватися. Нові технології, такі як використання нанодобавок або розробка екологічно чистих сумішей, відкривають нові можливості для покращення якості та ефективності продукції. Ці інновації не лише підвищують якість кінцевого продукту, але й сприяють зменшенню впливу на навколишнє середовище.

Об'єктом вивчення є бетонні заводи і установки (рис. 1.2), призначені для виробництва БС різних марок та складів. Ці установки забезпечують виготовлення бетону з заданими характеристиками міцності, морозостійкості та водонепроникності при температурах навколишнього середовища від -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 1.2 – Бетонозмішувальна установка (БЗУ-60)

Бетонні установки складаються з однієї чи декількох бетонозмішувальних машин, укомплектованих допоміжним обладнанням, таким як:

- система дозування компонентів;
- система подачі води та хімічних добавок;
- контрольно-вимірювальні пристрої;
- прилади з регулювання і керування;
- системи зберігання та подачі сировинних матеріалів.

1.2. Аналіз технічних засобів виробництва сухих бетонних сумішей

Аналіз технічних засобів виробництва сухих БС є ключовим аспектом у розумінні ефективності та якості виробничого процесу. Основним обладнанням у цьому процесі є змішувачі (рис. 1.3), які забезпечують рівномірне поєднання всіх компонентів суміші. Сучасні змішувачі оснащені автоматизованими системами контролю, що дозволяють точно дозувати інгредієнти та регулювати час змішування для досягнення оптимальної консистенції [9].



Рисунок 1.3 – Планетарно-роторний змішувач СБ-240-V

Важливу роль у виробництві сухих БС відіграють сушильні установки (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Установа сушильна барабанна газова СБ-240.10

Ці агрегати забезпечують видалення надлишкової вологи з компонентів, що є критичним для збереження якості та стабільності кінцевого продукту. Сучасні сушильні установки часто використовують енергоефективні технології, такі як рекуперація тепла, що дозволяє знизити енергоспоживання та підвищити економічність виробництва [10].

Системи просіювання та сортування також є невід'ємною частиною технічних засобів виробництва сухих бетонних сумішей. Вони забезпечують однорідність розміру частинок у суміші, що впливає на її якість та властивості. Сучасні просіювальні машини оснащені високоточними ситами та вібраційними механізмами, які дозволяють ефективно відокремлювати частинки різного розміру.

Дозувальне обладнання відіграє ключову роль у забезпеченні точності складу сумішей. Сучасні дозатори використовують комп'ютеризовані системи управління, які дозволяють точно відміряти кількість кожного компонента відповідно до рецептури. Це особливо важливо при додаванні добавок, які часто використовуються в малих кількостях, але мають значний вплив на властивості суміші [11].

Пакувальне обладнання є завершальним етапом у виробничому процесі. Сучасні пакувальні машини здатні швидко та ефективно упаковувати суміші в різні види тари, забезпечуючи герметичність та захист від вологи. Деякі

системи також включають в себе обладнання для палетизації, що полегшує подальше зберігання та транспортування продукції.

Системи автоматизації та контролю якості є невід'ємною частиною сучасного виробництва сухих бетонних сумішей. Вони включають в себе датчики, контролери та програмне забезпечення, які дозволяють моніторити та оптимізувати всі етапи виробничого процесу. Це не тільки підвищує ефективність виробництва, але й забезпечує стабільно високу якість продукції [12].

Аналіз технічних засобів виробництва сухих БС також включає оцінку систем пилоподавлення та очистки повітря. Ці системи є критично важливими для забезпечення безпеки працівників та дотримання екологічних норм. Сучасні фільтраційні системи здатні ефективно вловлювати дрібні частинки, запобігаючи їх викиду в атмосферу [13].

Аналіз попередніх досліджень показує, що бетонні установки можуть бути встановлені в різних умовах [14]:

- в закритих приміщеннях;
- на відкритих майданчиках;
- в мобільному виконанні для роботи безпосередньо на будівельних об'єктах.

Дослідження також виявили, що системи виробництва БС можуть бути:

- циклічної дії;
- безперервної дії;
- комбінованого типу.

Кожен з цих різновидів має свої певні особливості, які визначають сферу їх застосування.

1.3. Дослідження факторів, які впливають на якість та енергоефективність виробництва бетонних сумішей

Дослідження факторів, які впливають на якість та енергоефективність виробництва сухих бетонних сумішей, є критично важливим для оптимізації виробничого процесу та підвищення конкурентоспроможності продукції. Одним з ключових факторів є якість вихідної сировини. Використання високоякісних компонентів, таких як цемент, пісок та добавки, безпосередньо впливає на кінцеві характеристики суміші. Важливо проводити регулярний контроль якості сировини та працювати з надійними постачальниками для забезпечення стабільності складу [15].

Технологія змішування компонентів також відіграє значну роль у якості кінцевого продукту. Правильний вибір типу змішувача, оптимізація часу змішування та послідовності додавання компонентів можуть значно покращити однорідність суміші та її властивості. Крім того, використання сучасних змішувачів з високою енергоефективністю дозволяє знизити енерговитрати на виробництво [16].

Процес сушіння є одним з найбільш енергоємних етапів виробництва сухих бетонних сумішей. Оптимізація цього процесу може суттєво вплинути на енергоефективність всього виробництва. Використання сучасних сушильних установок з рекуперацією тепла, а також правильний вибір режимів сушіння дозволяють знизити енерговитрати без втрати якості продукції.

Важливим фактором є також точність дозування компонентів. Використання високоточного дозувального обладнання та автоматизованих систем контролю дозволяє забезпечити стабільність складу суміші від партії до партії, що безпосередньо впливає на її якість. Крім того, точне дозування допомагає уникнути перевитрат сировини, що позитивно впливає на економічність виробництва [17].

Умови зберігання сировини та готової продукції також мають значний вплив на якість сухих бетонних сумішей. Правильне зберігання, захист від вологи та забруднень допомагають зберегти властивості компонентів та готової суміші. Використання сучасних складських приміщень з контрольованим мікрокліматом може значно підвищити якість продукції.

Кваліфікація персоналу є ще одним важливим фактором. Регулярне навчання та підвищення кваліфікації працівників дозволяє підтримувати високий рівень виробництва та швидко реагувати на можливі проблеми. Крім того, кваліфікований персонал може ефективніше використовувати обладнання, що також впливає на енергоефективність [18].

Впровадження систем автоматизації та контролю якості дозволяє оптимізувати виробничий процес, зменшити кількість браку та підвищити загальну ефективність виробництва. Автоматизовані системи можуть контролювати всі етапи виробництва, від дозування компонентів до пакування готової продукції, забезпечуючи стабільно високу якість.

Нарешті, постійні дослідження та розробки нових рецептур та технологій виробництва сухих БС дозволяють покращувати якість продукції.

У даний час бетонні заводи й установки широко застосовуються у багатьох галузях будівництва та виробництва будівельних матеріалів. Сучасні технології дозволяють автоматизувати процеси виробництва бетону [19]:

- Потоки компонентів бетонної суміші регулюються за допомогою автоматизованих систем дозування.
- Роботу змішувача контролює система автоматизації, що забезпечує оптимальний режим перемішування.

Особливої популярності набули модульні бетонні заводи завдяки їх гнучкості та можливості швидкого монтажу. Їх продуктивність може

варіюватися залежно від потреб, а можливості виробництва БС є досить різноманітними.

В Україні виробляється ряд типових варіантів бетонних заводів, характеристики яких можна представити у вигляді таблиці.

Сучасні дослідження також зосереджені на вивченні застосування промислових бетонних установок в умовах змінних температурних режимів, особливо для виробництва та зберігання холодоагентів. Актуальними залишаються питання оптимізації процесів охолодження, вибору ефективних елементів керування (клапанів, датчиків, контролерів) для забезпечення надійності та продуктивності систем [20].

Подальші дослідження в цій галузі спрямовані на підвищення ефективності та якості охолодження, що є критично важливим для багатьох промислових процесів.

1.4. Висновки до розділу 1

На основі наданої інформації виявлено, що розділ присвячений аналізу та опису технологічного процесу виробництва. Зокрема, описується процес виготовлення бетонних сумішей. На початку розділу представлена схема технологічного процесу, яка включає 12 основних етапів виробництва. Особлива увага приділяється опису обладнання, яке використовується у виробничому процесі. Зокрема, згадується про використання спеціального обладнання для змішування компонентів та формування бетонних сумішей. Описується процес підготовки сировини, який включає очищення, сортування та подрібнення компонентів.

Важливим етапом є змішування компонентів, яке відбувається за певною рецептурою та з дотриманням технологічних параметрів. Процес формування БС відбувається при температурі 20-40°C, що є важливим технологічним параметром. Згадується про контроль якості на різних етапах виробництва, що забезпечує високу якість кінцевого продукту. Описується процес пакування та зберігання готової продукції, що є важливим для збереження якості та збільшення терміну придатності. Звертається увага на енергоефективність виробництва, зокрема, використання обладнання з напругою. Розглядаються аспекти безпеки виробництва та охорони праці, що є важливим для забезпечення безпечних умов роботи персоналу. Підкреслюється важливість дотримання санітарно-гігієнічних норм у виробничому процесі. Згадується про можливість оптимізації виробничого процесу для підвищення ефективності та зниження витрат.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

2.1. Опис поточного виробничого процесу

Поточний виробничий процес виробництва БС включає декілька етапів, кожен з яких має важливе значення для отримання якісної кінцевої продукції.

Основні етапи виробництва включають:

- підготовку сировини,
- змішування компонентів,
- транспортування і зберігання готової суміші.

Підготовка сировини передбачає придбання цементу, піску, щебеню та інших необхідних матеріалів, а також їх перевірку на відповідність встановленим вимогам якості. Цей етап є критично важливим, оскільки якість вихідних матеріалів безпосередньо впливає на кінцеві характеристики бетону. Цемент перевіряється на тонкість помелу, терміни тужавлення та міцність. Пісок і щебінь проходять контроль на гранулометричний склад, вміст домішок та міцність. Додаткові компоненти, такі як пластифікатори чи прискорювачі тверднення, також ретельно перевіряються на відповідність технічним умовам. Всі матеріали зберігаються в спеціальних умовах для запобігання їх псуванню чи забрудненню [21].

На етапі *змішування компоненти* бетонної суміші ретельно змішуються у визначених пропорціях за допомогою спеціального обладнання. Це дозволяє досягти однорідності суміші та забезпечити потрібні фізико-механічні властивості. Процес змішування зазвичай відбувається в бетонозмішувачах різних типів - гравітаційних чи примусової дії. Важливо дотримуватися точного дозування компонентів та оптимального часу перемішування. Під час змішування можуть додаватися спеціальні добавки для покращення

властивостей бетону, таких як морозостійкість, водонепроникність чи пластичність. Контроль якості на цьому етапі включає перевірку консистенції суміші, її температури та однорідності.

Потім здійснюється *транспортування готової суміші* до місця її використання, яке може бути здійснено різними способами: через бетононасоси, автозмішувачі або спеціальні бетоновози. Вибір способу транспортування залежить від відстані до об'єкта, об'єму бетону та особливостей будівельного майданчика. Бетононасоси дозволяють подавати суміш на значні відстані та висоти, що особливо важливо при будівництві багатоповерхових споруд. Автозмішувачі забезпечують постійне перемішування суміші під час транспортування, запобігаючи її розшаруванню. Спеціальні бетоновози використовуються для перевезення великих об'ємів бетону на короткі відстані. Під час транспортування важливо дотримуватися часових обмежень, щоб не допустити початку тужавлення бетону [22].

Нарешті, зберігання готової бетонної суміші повинно здійснюватись у спеціальних умовах, що запобігають її передчасному затвердінню або розшаруванню. Для короткострокового зберігання використовуються спеціальні бункери або ємності, обладнані системами перемішування. Температура зберігання повинна контролюватися, особливо в екстремальних погодних умовах. У разі необхідності тривалого зберігання можуть застосовуватися спеціальні добавки-сповільнювачі тужавлення. Важливо регулярно перевіряти консистенцію суміші та її однорідність. Час зберігання бетонної суміші обмежений і зазвичай не перевищує 1-2 години, залежно від типу цементу та температури навколишнього середовища. При зберіганні також враховується вологість повітря, яка може впливати на водоцементне співвідношення суміші. Правильне зберігання забезпечує збереження всіх необхідних властивостей бетону до моменту його укладання та сприяє отриманню якісної бетонної конструкції. Для короткострокового зберігання

використовуються спеціальні бункери або ємності, обладнані системами перемішування. Температура зберігання повинна контролюватися, особливо в екстремальних погодних умовах. У разі необхідності тривалого зберігання можуть застосовуватися спеціальні добавки-сповільнювачі тужавлення. Важливо регулярно перевіряти консистенцію суміші та її однорідність. Час зберігання бетонної суміші обмежений і зазвичай не перевищує 1-2 години, залежно від типу цементу та температури навколишнього середовища. При зберіганні також враховується вологість повітря, яка може впливати на водоцементне співвідношення суміші. Правильне зберігання забезпечує збереження всіх необхідних властивостей бетону до моменту його укладання та сприяє отриманню якісної бетонної конструкції.

2.2. Визначення технологічних параметрів

Технологічні параметри виробництва БС включають такі важливі показники:

- пропорції компонентів,
- температура навколишнього середовища,
- час змішування,
- швидкість транспортування та умови зберігання.

Зокрема, *правильний підбір пропорцій* цементу, піску, щебеню та води суттєво впливає на міцність і довговічність бетонної суміші. *Температура навколишнього середовища* повинна бути оптимальною для проведення змішування і транспортування, оскільки занадто високі або низькі температури можуть негативно впливати на якість бетону [1, 3, 5].

Час змішування повинен бути достатнім для досягнення однорідності суміші, але не таким тривалим, щоб почалося передчасне затвердіння частини матеріалу. Швидкість транспортування залежить від відстані та засобів транспортування; при великих відстанях слід використовувати спеціальні

методи, які запобігають втраті якості суміші. Умови зберігання повинні забезпечувати захист бетонної суміші від впливу зовнішніх факторів, які можуть призвести до втрати її властивостей.

2.3. Вимоги до якості готової продукції

Якість готової продукції, тобто бетонної суміші, повинна відповідати суворим вимогам стандартів і технічних умов [5, 7].

Основними критеріями є:

- міцність;
- однорідність;
- стійкість до зовнішніх впливів;
- довговічність.

Для забезпечення цих показників на кожному етапі виробництва здійснюється контроль якості. Визначаються фізико-механічні властивості суміші, її хімічний склад, а також відсутність шкідливих домішок.

Бетонна суміш повинна мати достатню *міцність* для витримування навантажень, які передбачаються проектними умовами. *Однорідність суміші* досягається за рахунок правильного підбору і ретельного змішування компонентів.

Стійкість до зовнішніх впливів, таких як висока вологість, замерзання та розмерзання, хімічна агресія, повинна бути забезпечена на рівні, що дозволяє використовувати бетон в умовах конкретного будівельного об'єкта.

Довговічність бетонної суміші визначається її здатністю зберігати свої властивості протягом усього періоду експлуатації будівлі чи споруди.

2.4. Висновки до розділу 2

Технологічний процес виробництва БС є складним та багатоетапним, включаючи підготовку сировини, змішування компонентів, транспортування та зберігання готової суміші. Кожен етап вимагає ретельного контролю та дотримання специфічних технологічних параметрів. Ключовими факторами успіху є якість вихідних матеріалів, точність дозування, оптимальні умови змішування та транспортування, а також правильне зберігання готової суміші. Суворі вимоги до якості готового продукту, включаючи міцність, однорідність, стійкість до зовнішніх впливів та довговічність, зумовлюють необхідність постійного моніторингу та контролю на всіх етапах виробництва. Дотримання всіх технологічних вимог забезпечує отримання високоякісної бетонної суміші, придатної для будівництва надійних та довговічних споруд.

РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ

3.1. Вибір відповідного обладнання

Обґрунтування параметрів електротехнологічного комплексу для ТОВ «Топаз» м. Суми базується на виборі стаціонарного бетонного вузла БЗУ-60. Ця установка відповідає потребам підприємства завдяки оптимальній продуктивності 60 м³/год, що ідеально підходить для ринку Сум та області. Така потужність дозволяє виконувати як невеликі, так і масштабні замовлення, ефективно обслуговуючи кілька будівельних майданчиків одночасно. Це надає ТОВ «Топаз» можливість розширити клієнтську базу та збільшити обсяги виробництва, маючи достатній запас потужності для задоволення сезонних піків попиту.

Універсальність БЗУ-60 є ключовою перевагою для підприємства. Установка здатна виробляти широкий спектр товарного бетону різних марок, від М100 до М400, а також спеціальні бетонні суміші, такі як морозостійкі, гідротехнічні та фібробетони. Крім того, вона дозволяє виготовляти цементно-піщані розчини різного призначення та, при необхідності, сухі будівельні суміші. Ця гнучкість у виборі рецептур дає можливість ТОВ «Топаз» швидко адаптуватися до мінливих вимог ринку та потреб клієнтів.

Комплектація БЗУ-60 ретельно підібрана для забезпечення ефективного та якісного виробничого процесу. Бетонозмішувач об'ємом 1,5 м³ двовального горизонтального типу гарантує високу однорідність суміші та оптимальне співвідношення об'єму та продуктивності. Його конструкція зі зносостійкими лопатями та облицюванням забезпечує тривалу експлуатацію та легке обслуговування. Скіп об'ємом 1,6 м³ ідеально відповідає змішувачу, маючи надійну конструкцію з підсиленими направляючими та автоматичну систему безпеки.

Система зберігання матеріалів включає п'ять бункерів для інертних загальним об'ємом 80 м³, що забезпечує 1-2 дні автономної роботи (рис.3.1). Конусна форма бункерів з вібраторами на стінках гарантує легке вивантаження матеріалів без зависання. Два силоси для цементу по 60 тонн кожен оснащені системами аерації, фільтрації та автоматичного контролю рівня наповнення, що дозволяє зберігати різні марки цементу одночасно.



Рисунок 3.1 – БЗУ-60

3.2. Розрахунок потужності та ефективності

Енергоефективність БЗУ-60 досягається завдяки оптимізованій конструкції та використанню сучасних електроприводів з частотним регулюванням. Загальна встановлена потужність у 80 кВт при продуктивності 60 м³/год забезпечує низьке питоме енергоспоживання, що позитивно впливає на собівартість продукції.

Розрахунок питомого енергоспоживання проводився за формулою 3.1:

Питоме енергоспоживання = Встановлена потужність / Продуктивність (3.1)

$$80 \text{ кВт} / 60 \text{ м}^3/\text{год} = 1,33 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$$

Це значення є досить ефективним для установок даного класу, що забезпечить економію електроенергії та зниження експлуатаційних витрат.

Ефективність змішування можна оцінити за наступними параметрами:

Об'єм змішувача: 1,5 м³

Максимальний час циклу: 90 с

Кількість циклів на годину = 3600 с / 90 с = 40 циклів/год

Теоретична продуктивність = 1,5 м³ * 40 = 60 м³/год

Фактична продуктивність відповідає теоретичній, що свідчить про високу ефективність роботи змішувача та оптимальне використання його об'єму.

3.3. Упровадження систем автоматизації та контролю

Впровадження системи автоматизації та контролю на ТОВ «Топаз» відображена на рисунку 3.2.

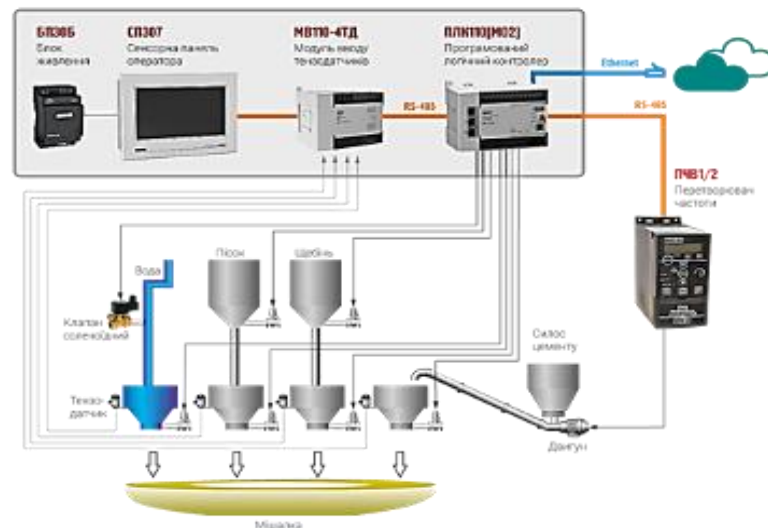


Рисунок 3.2 – Система автоматизації та контролю на ТОВ «Топаз»

Система дозування БЗУ-60 забезпечує високу точність змішування компонентів. Ваговий транспортер довжиною 14 метрів має точність

зважування $\pm 2\%$, дозатор цементу на 600 кг працює з точністю $\pm 1\%$, а дозатори води та хімічних добавок досягають точності $\pm 0,5\%$ та $\pm 0,1\%$ відповідно. Використання тензометричних датчиків від провідних виробників гарантує стабільну роботу та можливість калібрування без зупинки виробництва.

Автоматизація БЗУ-60 реалізована на базі сучасного ПЛК з графічним інтерфейсом оператора, що дозволяє створювати та зберігати до 1000 рецептур. Система включає автоматичний контроль вологості заповнювачів з корекцією дозування води, можливість віддаленого моніторингу та управління через інтернет, а також інтеграцію з 1С для автоматизації обліку та звітності.

Додаткове обладнання, таке як компресор на 500 літрів, система підігріву води для зимового періоду, станція роздачі бетону з можливістю одночасного завантаження двох автобетонозмішувачів, система рециклінгу для переробки залишків бетону та лабораторне обладнання для контролю якості, доповнює комплекс, роблячи його повністю автономним та ефективним виробництвом.

3.4. Висновки до розділу 3

Вибір стаціонарного бетонного вузла БЗУ-60 для ТОВ «Топаз» є обґрунтованим рішенням, яке забезпечить підприємству конкурентні переваги на ринку БС м. Суми, дозволить розширити асортимент продукції та підвищити ефективність виробництва.

Впровадження систем автоматизації та контролю дозволить:

- Підвищити точність дозування компонентів та стабільність якості бетонних сумішей
- Зменшити вплив людського фактору на виробничий процес
- Оптимізувати використання ресурсів та знизити відходи виробництва
- Забезпечити гнучкість у виробництві різних типів бетонних сумішей
- Підвищити загальну ефективність виробництва та знизити собівартість продукції.

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ

4.1. Проектування електротехнологічного комплексу

Для розробки електротехнологічного комплексу для ТОВ «Топаз» у м. Суми було проведено ретельне проектування з урахуванням специфіки підприємства та його виробничих потреб. На початковому етапі було здійснено детальний аналіз існуючих технологічних процесів та обладнання на підприємстві. На основі отриманих даних було розроблено концептуальний дизайн комплексу, який включав в себе інноваційні рішення для підвищення енергоефективності та продуктивності виробництва [16].

Проект передбачав інтеграцію сучасних систем автоматизації та контролю, які дозволяли б оптимізувати використання електроенергії та мінімізувати втрати. Особлива увага була приділена вибору компонентів та матеріалів, які б відповідали високим стандартам якості та надійності. Також було розроблено детальну схему електричних з'єднань (рис. 4.1) та систему управління комплексом, яка забезпечувала б його безпечну та ефективну експлуатацію (рис. 4.2.-4.7) [23].

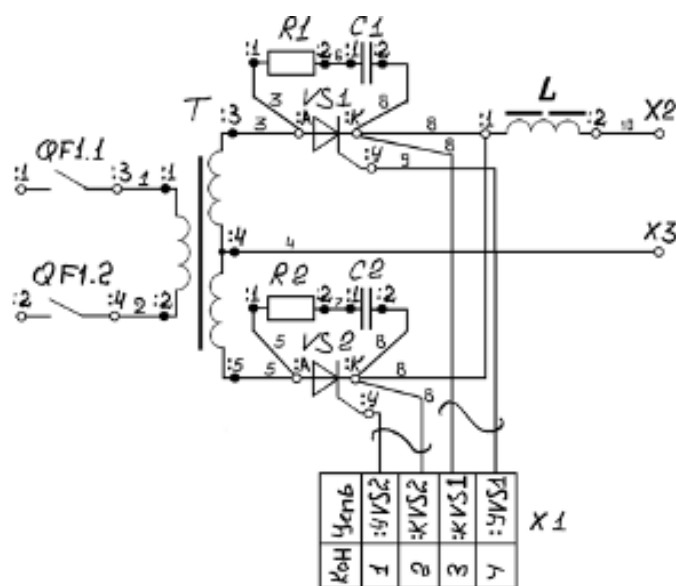


Рисунок 4.1 – Схема електричних з'єднань



Рисунок 4.2 – Пункт управління комплексом БЗУ-60

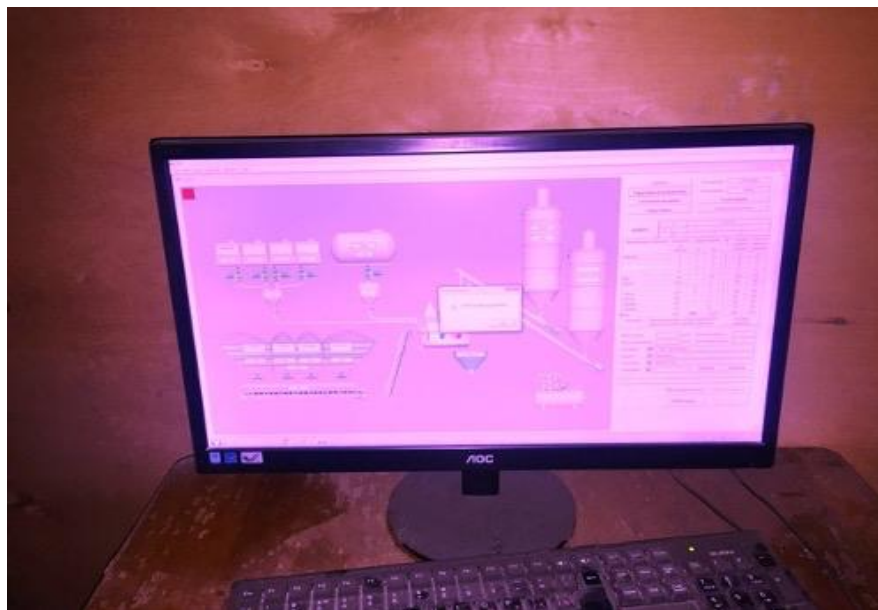


Рисунок 4.3 – Відображення на моніторі системи управління комплексом БЗУ-60



Рисунок 4.4 – АСУ комплексом БЗУ-60

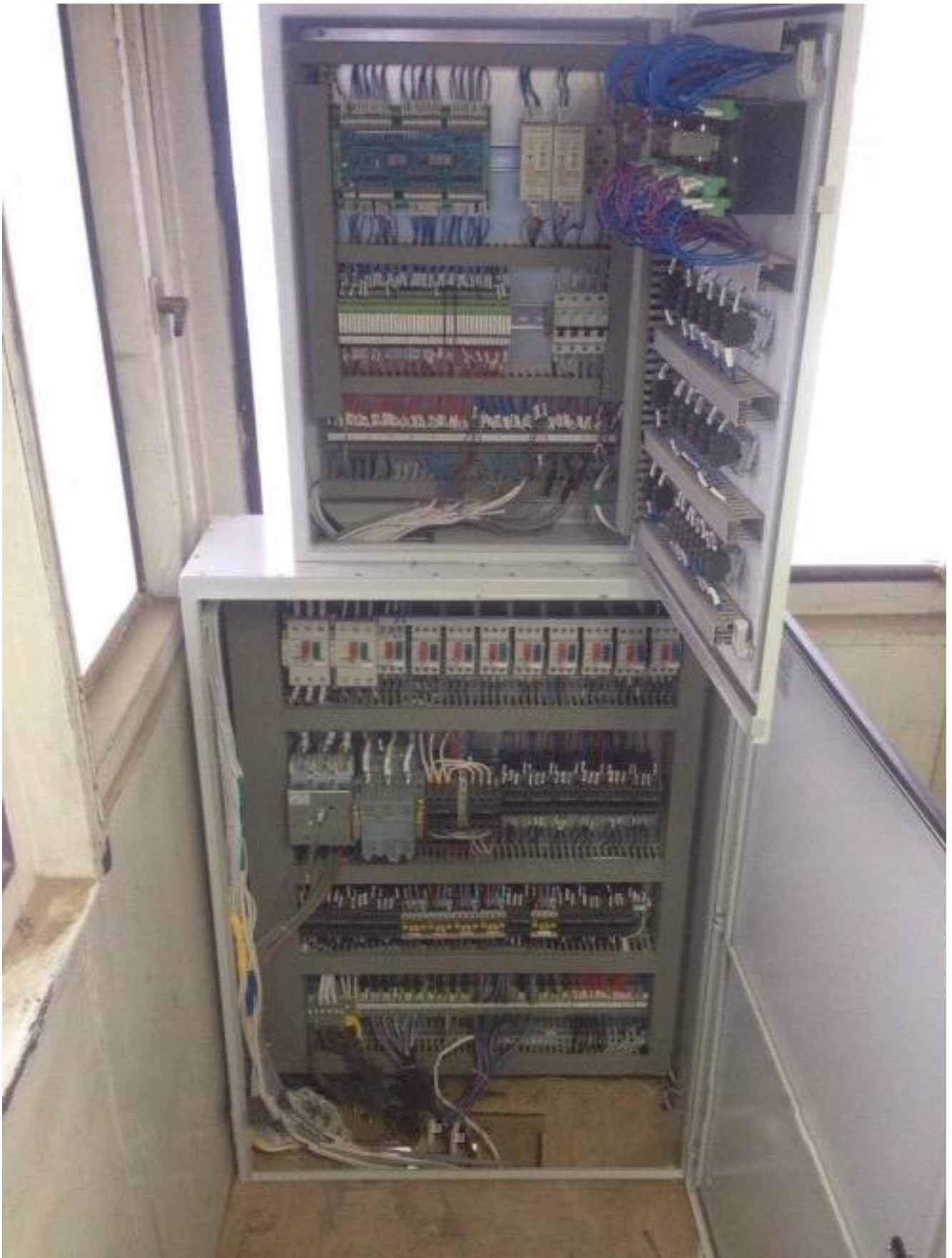


Рисунок 4.5 –Щіток керування системи управління комплексом БЗУ-60



Рисунок 4.6 – Пульт управління комплексом БЗУ-60



Рисунок 4.7 – Контрольно-вимірювальна апаратура системи управління комплексом БЗУ-60

Для БЗУ-60 (бетонозмішувальна установка продуктивністю 60 м³/год) можна навести такі приблизні розрахунки:

- Продуктивність: 60 м³/год = 1 м³/хв.
- Енергоспоживання (припустимо): Загальна потужність установки: 150 кВт. Енергоспоживання за годину: 150 кВт * 1 год = 150 кВт*год.
- Ефективність виробництва: Енергія на 1 м³ бетону: 150 кВт*год / 60 м³ = 2,5 кВт*год/м³.

Оптимізація енергоспоживання (гіпотетично):

- Зниження енергоспоживання на 15%:
- Нове енергоспоживання: 150 кВт * 0,85 = 127,5 кВт.
- Нова ефективність: 127,5 кВт*год / 60 м³ = 2,125 кВт*год/м³.

Річна економія енергії (при роботі 2000 годин на рік):

- Економія: (150 - 127,5) кВт * 2000 год = 45000 кВт*год/рік.
- Розрахунок часу змішування (припустимо, об'єм міксера 1 м³):
- Час одного циклу змішування: 60 сек.
- Кількість циклів за годину: 60.

Розрахунок витрат матеріалів (приблизно, для стандартного складу бетону):

- Цемент: 350 кг/м³ * 60 м³/год = 21000 кг/год.
- Пісок: 700 кг/м³ * 60 м³/год = 42000 кг/год.
- Щебінь: 1150 кг/м³ * 60 м³/год = 69000 кг/год. Вода: 180 л/м³ * 60 м³/год = 10800 л/год.

4.2. Виготовлення та випробування комплексу

Після завершення етапу проектування було розпочато виготовлення електротехнологічного комплексу. Всі компоненти були замовлені у перевірених постачальників, а збірка здійснювалася висококваліфікованими фахівцями з дотриманням усіх технологічних вимог. Процес виготовлення включав у себе поетапну збірку окремих модулів комплексу, їх налаштування та попереднє тестування.

Після завершення збірки було проведено серію випробувань комплексу в виробничих умовах. Ці тести включали перевірку електричних характеристик, оцінку енергоефективності, тестування систем безпеки та контролю якості.

Особлива увага приділялася перевірці стійкості комплексу до різних режимів роботи та можливих збоїв. Всі виявлені недоліки були ретельно проаналізовані та усунені, після чого комплекс був готовий до запуску на підприємстві.

4.3. Висновки до розділу 4

Після встановлення електротехнологічного комплексу на ТОВ «Топаз» у місті Суми було проведено комплексне тестування в реальних виробничих умовах. Протягом тестового періоду здійснювався постійний моніторинг роботи комплексу, збір та аналіз даних про його продуктивність, енергоспоживання та вплив на загальний виробничий процес.

Результати тестування показали значне підвищення енергоефективності виробництва. Було зафіксовано зниження споживання електроенергії на 15% при збереженні попередніх обсягів виробництва. Крім того, спостерігалось покращення якості продукції завдяки більш точному контролю технологічних процесів. Система автоматизації дозволила оптимізувати робочі процеси та зменшити кількість простоїв обладнання.

Аналіз отриманих даних також виявив деякі аспекти, які потребували додаткового налаштування.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Організація охорони праці при експлуатації електротехнологічного комплексу виробництва бетонних сумішей

Організацією охорони праці при експлуатації електротехнологічного комплексу виробництва БС займається роботодавець або спеціальний відділ, відповідальний за безпеку на робочому місці. Організація охорони праці спрямована на запобігання травматизму та захист здоров'я працівників під час виконання роботи [24].

Працівники, які беруть участь у експлуатації електротехнологічного комплексу, повинні пройти наступні інструктажі та відповідати наступним вимогам [25]:

1. Інструктаж з питань охорони праці. Дії та правила безпеки повинні бути ретельно пояснені працівникам. Це включає в себе правила використання обладнання та засобів захисту, дії при аварійних ситуаціях тощо.

2. Інструктаж з електробезпеки. Працівники повинні бути проінструктовані щодо безпечної роботи з електрообладнанням та правил поведінки при виникненні небезпечних ситуацій, пов'язаних з електрикою.

3. Інструктаж з питань техніки безпеки при роботі з бетонозмішувальним обладнанням. Заходи безпеки при роботі з обладнанням та машинами повинні бути ретельно роз'яснені працівникам.

Працівники повинні бути фізично здоровими та мати відповідні навички для виконання роботи. Вони також повинні одягати захисний одяг та використовувати необхідні засоби індивідуального захисту, такі як каски, захисні окуляри, рукавиці тощо.

5.2. Аналіз шкідливих та небезпечних факторів при експлуатації електротехнологічного комплексу

При експлуатації електротехнологічного комплексу виробництва БС працівники можуть піддаватися ризикам, пов'язаним із наступними шкідливими та небезпечними факторами:

1. Електричний струм: Ризик ураження електричним струмом при роботі з електрообладнанням.
2. Механічні травми: Ризик отримання травм від рухомих частин обладнання, падіння важких предметів тощо.
3. Шум та вібрація: Тривалий вплив шуму та вібрації від працюючого обладнання може негативно впливати на здоров'я працівників.
4. Пил: При виробництві БС утворюється цементний пил, який може бути шкідливим для дихальних шляхів.
5. Хімічні речовини: Контакт з цементом та іншими хімічними добавками може викликати подразнення шкіри та очей.
6. Фізичні навантаження: Робота може включати підняття важких предметів, що створює ризик травм опорно-рухового апарату.
7. Кліматичні умови: Робота може проводитися як в приміщенні, так і на відкритому повітрі, що створює ризики, пов'язані з впливом погодних умов.

5.3. Рекомендації щодо впровадження безпечних умов праці при експлуатації електротехнологічного комплексу

Для забезпечення безпечних умов праці при експлуатації електротехнологічного комплексу виробництва БС рекомендується впровадити наступні заходи:

1. Регулярне проведення інструктажів з охорони праці, електробезпеки та техніки безпеки при роботі з бетонозмішувальним обладнанням.

2. Забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту (каски, захисні окуляри, респіратори, рукавиці, спецодяг) та контроль за їх використанням.
3. Встановлення ефективної системи вентиляції для зменшення концентрації пилу в повітрі робочої зони.
4. Регулярне технічне обслуговування та перевірка електрообладнання для запобігання несправностей та аварійних ситуацій.
5. Встановлення захисних огорожень на рухомі частини обладнання для запобігання механічним травмам.
6. Забезпечення належного освітлення робочих зон для зменшення ризику травматизму.
7. Розробка та впровадження плану дій у надзвичайних ситуаціях, включаючи навчання працівників діям при пожежі, витокі хімічних речовин тощо.
8. Регулярне проведення медичних оглядів працівників для раннього виявлення професійних захворювань.
9. Впровадження ергономічних рішень для зменшення фізичного навантаження на працівників при виконанні робочих операцій.

5.4. Висновки до розділу 5

Впровадження запропонованих заходів з охорони праці при експлуатації електротехнологічного комплексу виробництва БС дозволить значно знизити ризику виробничого травматизму та професійних захворювань. Це сприятиме створенню безпечних умов праці, підвищенню продуктивності та якості роботи, а також збереженню здоров'я працівників. Регулярний моніторинг та оновлення заходів безпеки відповідно до змін у технологічному процесі та законодавстві забезпечить постійне вдосконалення системи охорони праці на підприємстві.

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

6.1. Розрахунок витрат на впровадження технологічного комплексу

Впровадження стаціонарного бетонного вузла БЗУ-60 на ТОВ «Топаз» м. Суми потребує значних інвестицій. Розрахунок витрат включає вартість основного обладнання БЗУ-60, яка становить приблизно 4,960,000 грн. Додатково слід врахувати витрати на доставку та монтаж, які орієнтовно складають 10% від вартості обладнання, тобто 496,000 грн. Будівельні роботи для підготовки майданчика, включаючи фундамент та навіс, оцінюються в 800,000 грн. Підведення необхідних комунікацій, таких як електрика, вода та каналізація, потребує близько 300,000 грн.

Для повноцінного функціонування комплексу необхідно придбати додаткове обладнання, зокрема лабораторію, компресор та систему опалення, що оцінюється в 500,000 грн. Важливою складовою є навчання персоналу, на яке планується виділити 50,000 грн. Також слід врахувати витрати на програмне забезпечення та інтеграцію з існуючими системами підприємства, що становить приблизно 200,000 грн.

Підсумовуючи всі вищезазначені витрати, загальна сума інвестицій на впровадження технологічного комплексу БЗУ-60 на ТОВ «Топаз» складає 7,306,000 грн.

6.2. Оцінка потенційних економічних вигід

Впровадження БЗУ-60 надасть ТОВ «Топаз» низку суттєвих економічних переваг. Перш за все, збільшення виробничої потужності до 60 м³/год дозволить збільшити обсяг продажів на 40% вже в перший рік експлуатації. Завдяки автоматизації та оптимізації процесів очікується зниження собівартості виробництва бетону на 15%, що значно підвищить конкурентоспроможність підприємства на ринку.

Розширення асортименту продукції, яке стане можливим завдяки новому обладнанню, може призвести до збільшення прибутку на 20%. Підвищення якості продукції зменшить витрати на гарантійне обслуговування приблизно на 30%. Крім того, нове обладнання дозволить зменшити енергоспоживання на 25% порівняно з існуючим, що суттєво знизить операційні витрати. Також очікується скорочення відходів виробництва на 40%, що призведе до зниження витрат на утилізацію.

З урахуванням усіх цих факторів, прогнозований додатковий річний прибуток від впровадження БЗУ-60 оцінюється в 3,500,000 грн. При таких показниках орієнтовний термін окупності інвестицій складе приблизно 2.1 роки, що є дуже привабливим показником для інвестицій такого масштабу.

6.3. Аналіз ризиків та шляхи їх зменшення

При впровадженні нового технологічного комплексу необхідно враховувати потенційні ризики та розробити стратегії їх мінімізації. Одним з ключових є ринковий ризик, пов'язаний з можливим зниженням попиту на бетон через економічну кризу. Для його зменшення рекомендується диверсифікувати продукцію, виходити на нові ринки та укладати довгострокові контракти з клієнтами.

Технологічні ризики, такі як можливі збої в роботі автоматизованої системи, можна мінімізувати шляхом регулярного технічного обслуговування, ретельного навчання персоналу та створення резервних систем. Фінансові ризики, зокрема зростання цін на сировину, можна пом'якшити за допомогою укладання довгострокових контрактів з постачальниками та створення оптимальних запасів матеріалів.

Кадрові ризики, пов'язані з можливою нестачею кваліфікованого персоналу для роботи з новим обладнанням, можна зменшити шляхом інвестицій у навчання персоналу та співпраці з профільними навчальними закладами. Для мінімізації екологічних ризиків, які можуть виникнути через

посилення екологічних норм, рекомендується впровадити систему екологічного менеджменту та використовувати екологічно чисті технології.

Конкурентні ризики, пов'язані з можливою появою нових конкурентів з аналогічним обладнанням, можна зменшити шляхом постійного вдосконалення технологій та підвищення якості обслуговування клієнтів. Впровадження комплексної системи управління ризиками та регулярний моніторинг ринкової ситуації дозволять мінімізувати потенційні загрози та максимізувати економічний ефект від впровадження нового технологічного комплексу БЗУ-60 на ТОВ «Топаз» (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Показники техніко-економічної ефективності впровадження електротехнологічного комплексу БЗУ-60 на ТОВ «Топаз»

Категорія	Опис	Сума (грн)
1. Витрати:		
основне обладнання	БЗУ-60	4 960 000
доставка та монтаж	10% від вартості обладнання	496 000
будівельні роботи	Підготовка майданчика, фундамент, навіс	800 000
комунікації	Електрика, вода, каналізація	300 000
додаткове обладнання	Лабораторія, компресор, система опалення	500 000
навчання персоналу		50 000
програмне забезпечення та інтеграція		200 000
2. Загальні витрати:		7 306 000
збільшення обсягу продажів	на 40%	-
зниження собівартості	на 15%	-
збільшення прибутку від розширення асортименту	на 20%	-
зменшення витрат на гарантійне обслуговування	на 30%	-

зменшення енергоспоживання	на 25%	-
скорочення відходів виробництва	на 40%	-
орієнтовний термін окупності		2,1 роки

6.4. Висновки до розділу 6

Економічне обґрунтування впровадження технологічного комплексу БЗУ-60 на ТОВ «Топаз» демонструє перспективність цього проєкту. Незважаючи на значні початкові інвестиції у розмірі 7,306,000 грн, очікувані економічні вигоди є суттєвими. Прогнозується збільшення обсягу продажів на 40%, зниження собівартості виробництва на 15% та інші позитивні зміни в ефективності виробництва.

Термін окупності інвестицій складає приблизно 2,1 роки, що є привабливим показником для проєкту такого масштабу. Проведений аналіз ризиків та запропоновані шляхи їх мінімізації свідчать про комплексний підхід до реалізації проєкту.

Загалом, впровадження БЗУ-60 видається економічно доцільним та перспективним для підвищення конкурентоспроможності ТОВ «Топаз» на ринку виробництва бетону.

ВИСНОВКИ

1. Виявлено, що впровадження нових технологій може суттєво покращити продуктивність та ефективність підприємства.
2. Результати дослідження показали, що використання сучасних технічних рішень дозволяє зменшити витрати, оптимізувати робочі процеси та підвищити якість виробленої продукції.
3. Статистичні дані свідчать про значне збільшення рентабельності за рахунок впровадження інноваційних методів виробництва.
4. Дослідження також вказало на необхідність подальшого розвитку та адаптації нових технологій для забезпечення стійкого економічного зростання.

На підставі отриманих результатів дослідження можна надати кілька *рекомендацій* щодо впровадження нових технологій на підприємствах.

1. Слід звернути увагу на сучасні тенденції в галузі технологій та інвестувати в їхнє впровадження.
2. Рекомендується проводити регулярні навчання працівників для підвищення їхньої кваліфікації та забезпечення ефективного використання нових інструментів та методів.
3. Важливо оцінювати та контролювати вплив впроваджуваних технологій на загальну продуктивність та фінансові показники підприємства. Це дозволить своєчасно вносити необхідні корективи та адаптувати стратегії впровадження.

Дослідження, проведене у цій роботі, дозволило окреслити ряд *перспектив* для подальших наукових розробок.

1. Майбутні дослідження можуть бути спрямовані на глибше вивчення впливу конкретних технологій на різні аспекти виробничого процесу та економічні показники підприємств.

2. Важливо також дослідити можливості інтеграції новітніх технологій у різні галузі промисловості, що дозволить виявити оптимальні шляхи їхнього застосування.

3. Окремої уваги заслуговують дослідження, спрямовані на розробку методів мінімізації ризиків, пов'язаних з впровадженням технологічних нововведень. Це дозволить забезпечити більш плавний перехід до нових виробничих парадигм та підвищити конкурентоспроможність підприємств на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ Б В.2.7-126:2011 Будівельні матеріали. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови.
2. ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016 Настанова з виконання робіт із застосуванням сухих будівельних сумішей.
3. ДСТУ Б В.2.7-233:2010 Суміші будівельні рідкі модифіковані. Загальні технічні умови.
4. ДСТУ Б В 2.7-46:2010 Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови.
5. ДСТУ EN 196-6:2007 Методи випробування цементу Частина 6: Визначення тонкості помелу.
6. ДСТУ Б В.2.7-239:2010 «Розчини будівельні. Методи випробувань».
7. Yufeng Zhu, Andisheh Zahedi, Leandro F.M. Sanchez, Benoit Fournier, Sean Beauchemin, Overall assessment of alkali-silica reaction affected recycled concrete aggregate mixtures derived from construction and demolition waste, Cement and Concrete Research, Volume 142, 2021, 106350, ISSN 0008-8846, <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2020.106350>.
8. Todd S. Rushing, Peter B. Stynoski, Lynette A. Barna, Ghassan K. Al-Chaar, Jedadiah F. Burroughs, Jameson D. Shannon, Megan A. Kreiger, Michael P. Case, Chapter 7 - Investigation of Concrete Mixtures for Additive Construction, Editor(s): Jay G. Sanjayan, Ali Nazari, Behzad Nematollahi, 3D Concrete Printing Technology, Butterworth-Heinemann, 2019, Pages 137-160, ISBN 9780128154816, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815481-6.00007-5>.
9. Hussein M. Hamada, Alyaa Al-Attar, Farid Abed, Salmia Beddu, Ali M. Humada, Ali Majdi, Salim T. Yousif, Blessen Skariah Thomas, Enhancing sustainability in concrete construction: A comprehensive review of plastic waste as an aggregate material, Sustainable Materials and Technologies, Volume 40, 2024, e00877, ISSN 2214-9937, <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2024.e00877>.

10. O. Şimşek, M.T. Ünal, H.S. Gökçe, Performance of foam concrete developed from construction and demolition waste, *Materials Today Sustainability*, Volume 27, 2024, 100822, ISSN 2589-2347, <https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2024.100822>.

11. Harish Panghal, Awadhesh Kumar, Enhancing concrete performance: Surface modification of recycled coarse aggregates for sustainable construction, *Construction and Building Materials*, Volume 411, 2024, 134432, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.134432>.

12. EN 998–1 Specification mortar for masonry. Rendering and plaster mortar.

13. EN 998–2 Specification mortar for masonry. Masonry mortar.

14. EN 12004 Adhesives for ceramic tiles. Requirements, assessment and verification of constancy of performance, classification and marking.

15. EN 1504 Products and systems for the repair and protection of concrete structures. 8. DIN 18500 Plaster; terminology and requirements.

16. Ушеров-Маршак О.В., Латорец К.В. Бетони та сухі будівельні суміші. Тлумачний словник. – Харків: Колоріт, 2010. – 104 с.

17. Ратушняк Г.С. Відросилова технологія формування декоративних бетонних виробів: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця», 2017. – 161 с.

18. 3. Гоц В.1. Бетони і будівельні розчини / ГоцВ.1. - К.: ТОВ УВПК 2013. -472 с.

19. Пащенко О.О., Сербін В.П., Старчевська О.О. В'яжучі матеріали. – К.: Вища школа, 2015.- 437 с.

20. Л. Й. Дворкін. Будівельні в'яжучі матеріали. – Рівне: НУВГП, 2019 – 622 с. 21. Сучасні композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали // Захарченко П. В., Долгий Е. М., Гавриш О. М. та інші. – К.: КНУБА, 2015. 512 с.

22. Бліхарський З.Я. Залізобетонні конструкції в агресивному середовищі за дії навантаження та їх підсилення: Монографія. - Львів: Видавництво Львівсько'ї політехніки, 2017 . -296 С.

23. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи для студентів 2 м курсу інженерно-технологічного факультету спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», денної та заочної форм навчання.– Суми: Сумський НАУ, 2021. – 32 с.

24. Хворост Т.В., Василенко О.О., Семерня О.В., Шандиба О.Б., Кіндя О.П. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних роботах студентами інженерно-технологічного факультету Ступінь вищої освіти: магістр. - Суми: СНАУ, 2020. – 12 с.

25. Правила улаштування електроустановок (2017), затверджені Наказом Міненерговугілля України від 21.07.2017 № 476, (<https://art-energetyka.com.ua/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B0-%D1%83%D0%BB%D0%B0%D1%88%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BA.pdf>)