

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри КСУ  
\_\_\_\_\_ Петро ЛЕОНТЬЄВ  
\_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
освітньо-професійної програми  
«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»  
на тему: «Автоматизована система керування бетоно-розчинним  
вузлом лінії виготовлення бетону»

Здобувача групи СУ-01/4-1

Литвина Дениса Андрійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання  
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Денис ЛИТВИН

Керівник доцент кафедри комп'ютеризованих систем  
управління, доцент, к.ф. м.н., Андрія ПАВЛОВА

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Консультант Олександр ЛЕЛЮХ

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Суми – 2024

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1			Завдання кафедри	2		
			<u>Новорозроблена</u>			
2		T3	Технічне завдання	9		
3			Анотація	1		
4	A4	СУ-01 6.151.01 ПЗ	Пояснювальна записка	59		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A3	СУ-01/4-6.151.01 A1	Структурна схема	1		
6	A3	СУ-01/4-6.151.01 A7	Вигляд щитових конструкцій	1		
7	A3	СУ-01/4-6.151.01 E3	Схема електрична принципова розподільчої мережі	1		
8	A3	СУ-01/4-6.151.01 E2	Схема регулювання та управління	1		
9	A3	СУ-01/4-6.151.01 E2	Мнемосхема	1		
10	A3	СУ-01 6.151.01 A2	Функціональна схема автоматизації	1		
11	A3	СУ-01 6.151.01 E4	Схема з'єднань зовнішніх проводок	1		

					<b>СУ-01/4-1.6.151.01.ДП</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Денис ЛИТВИН			<b>Автоматизована система керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону</b> <b>Відомість проєкту</b>	Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Андрій ПАВЛОВ					1	1
Реценз.						<b>СумДУ, СУ-01/4-1</b>		
Н. Контр.								
Затверд.		Петро ЛЕОНТЬЄВ						

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КСУ

Петро ЛЕОНТЬЄВ

2024 р.

**ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувачу вищої освіти

Литвина Дениса Андрійовича

(Прізвище, Ім'я, По-батькові повністю)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Автоматизована система керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону затверджена наказом ректора СумДУ № 0312-VI від " 29 " березня 2024 р.

2. Термін здачі студентом закінченої роботи " 29 " травня 2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: завдання кафедри, звіт з переддипломної практики.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (питання, що підлягають розробленню): техніко-економічне обґрунтування, характеристика об'єкта автоматизації, система автоматизації, проектне компонування мікропроцесорних контролерів, монтаж і налагодження засобів автоматизації, економічна частина, охорона праці.

5. Перелік графічних матеріалів: схема регулювання та управління, вигляд щитових конструкцій, схема з'єднань зовнішніх проводок, схема електрична принципова розподільчої мережі, функціональна схема автоматизації.

6. Календарний план виконання роботи

Номер етапу	Зміст етапу виконання роботи	Термін виконання
1	Збір інформації та аналіз техніко-економічного обґрунтування системи керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону.	01.04.2024 – 10.04.2024

2	Дослідження характеристик об'єкта автоматизації.	11.04.2024 20.04.2024	—
3	Розробка схем автоматизації системи керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону.	21.04.2024 05.05.2024	—
4	Підбір контролера та розробка програмного забезпечення для об'єкта автоматизації.	06.05.2024 10.05.2024	—
5	Дослідження методів монтажу та налагодження засобів автоматизації.	11.05.2024 17.05.2024	—
6	Розрахунок економічної частини автоматизації системи керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону.	18.05.2024 20.05.2024	—
7	Розробка методів охорони праці.	20.05.2024 23.05.2024	—
8	Оформлення кваліфікаційної роботи бакалавра.	24.05.2024 28.05.2024	—

7. Дата видачі завдання " 15 " лютого 2024 р.

Керівник проекту:

доцент кафедри КСУ,

доцент, к.ф.-м.н.

(науковий ступінь, вчене звання, посада)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Андрій ПАВЛОВ

(ім'я та прізвище)

Здобувач:

студент гр. СУ-01/4-1

(шифр групи)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Денис ЛИТВИН

(ім'я та прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

Автоматизована система керування бетоно-розчинним  
вузлом лінії виготовлення бетону

Розробник:  
студент групи СУ-01/4-1

Денис ЛИТВИН

Погоджено:  
доцент кафедри комп'ютеризованих  
систем управління, доцент, к.ф.-м.н.

Андрій ПАВЛОВ

**1. Назва і галузь застосування:** автоматизована система керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону. Призначена для виготовлення бетону різного типу.

**2. Підстави для проектування:** Наказ ректора Сумського державного університету № 0312-VI від 29 березня 2024, інші договори або замовлення.

**3. Загальний опис об'єкта автоматизації:**

Система повинна контролювати рівні піску, цементу та щебня в силосних башнях, рівень води та хімічних добавок в баках, рівень цементу в бункері, наявність компонентів в ємкості для змішування. Регулювати рівні води, піску та цементу, також регулювати подачу компонентів до ємкості для змішування.

**4. Основні частини системи та структурна схема:**

Контролер, за допомогою програмного забезпечення налаштовується на виміри, регулювання та контроль заданих значень. У разі аварії вимикає механізми та датчики, вмикає сигналізацію.

Вимірювання та регулювання рівня цементу в бункері. Після розвантаження цемент потрапляє до бункера, звідки при необхідності, завдяки гвинтовому пневмонасосу, переміщується до силосної башти. Рівень цементу в бункері та башті контролюється тензодатчиком.

Регулювання подачі цементу. Кількість цементу, що надходить до ємності для змішування, визначається датчиком вологості. Сигнал від датчика через одноканальний індикатор надходить на ПЛК, який через реверсивний безконтактний пускач подає сигнал на МЕО, що регулює положення клапану.

Регулювання подачі води та хімічних добавок. Вода та хімічні добавки з баків змішуються у певних пропорціях, які визначаються за кількістю та пробєю бетону на виході. Вода з добавками надходить до ємності для змішування до певного рівня, що визначається кондуктометричним датчиком. Сигнал з датчика через одноканальний індикатор надходить на ПЛК, який через реверсивний безконтактний пускач подає сигнал на МЕО для регулювання положення клапану.

Регулювання подачі піску та щебеню. Пісок та щебень з башт потрапляють до ємності для змішування. Кількість піску та щебеню, що надходить до ємності,

визначають конвеєрні ваги. Сигнал з ваг через одноканальний індикатор надходить на ПЛК, далі через реверсивний безконтактний пускач сигнал надходить до МЕО.

Моніторинг рівня піску та цементу. Завдяки тензодатчику реалізована сигналізація про необхідність наповнення башт, а також включається вібропросіювач для піску, який наповнює башню з піском.

Моніторинг рівня води та хімічних добавок. Рівень води та хімічних добавок у баках контролюється кондуктометричним датчиком. Сигнал з датчика через одноканальний індикатор надходить на ПЛК, який через реверсивний безконтактний пускач подає сигнал на МЕО для регулювання положення клапану.

Міксер у ємності для змішування. Міксер вмикається, коли в ємності досягається достатній рівень води, що забезпечує перемішування суміші та промивку ємності, підтримуючи належний рівень чистоти та ефективності змішування.

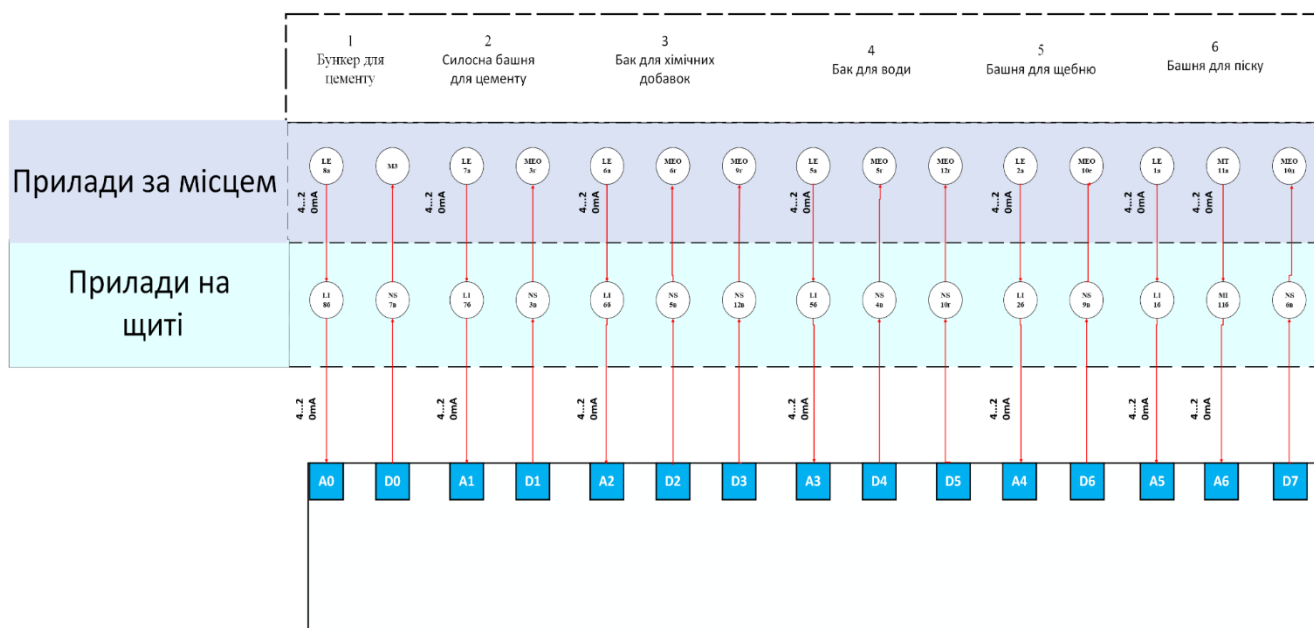


Рисунок 1 – Фрагмент структурної схема (**Error! Reference source not found.**)

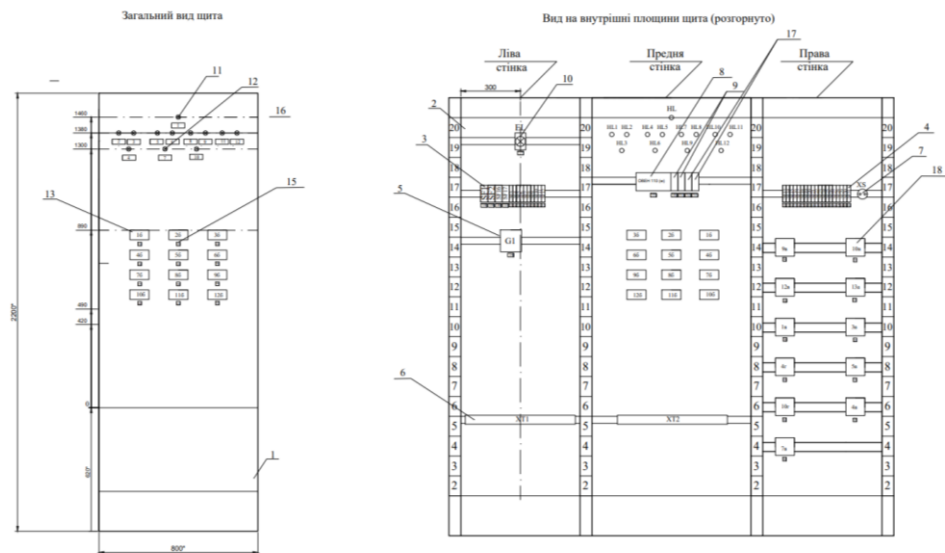


Рисунок 2- Фрагмент схеми щита (**Error! Reference source not found.**)

### 5. Опис блоків системи керування :

Цемент після розвантаження потрапляє до бункера для цементу, звідки при необхідності за допомогою гвинтового пневмонасоса транспортується до силосної башти. Рівень цементу в бункері та башті контролюється тензодатчиками, які забезпечують точне вимірювання та моніторинг рівня матеріалу. У разі зниження рівня цементу до критичного мінімуму система сигналізує оператору про необхідність поповнення запасів, забезпечуючи безперервний процес.

Цемент надходить до ємності для змішування, де його кількість визначається датчиком вологості. Датчик вологості надсилає сигнал на контролер, який через індикатор та реверсивний безконтактний пускач керує виконавчим механізмом, що регулює положення клапану для подачі цементу. Це забезпечує точне дозування та змішування компонентів у необхідних пропорціях.

Вода та хімічні добавки подаються з окремих баків і змішуються у визначених пропорціях, що залежать від вимог до кінцевого продукту. Вода з хімічними добавками надходить до ємності для змішування до певного рівня, який визначається кондуктометричним датчиком. Датчик подає сигнал на контролер, який через індикатор і пускач регулює положення клапану для подачі води та хімічних добавок. Рівень води та добавок у баках також контролюється кондуктометричними датчиками, що забезпечують стабільність і точність процесу.



Пісок та щебеню транспортуються з башт до ємності для змішування. Кількість піску та щебеню визначається конвеєрними вагами, які через індикатор подають сигнал на контролер для регулювання подачі цих матеріалів. Це дозволяє забезпечити точну пропорцію компонентів у суміші. Вологоміри, встановлені в баштах, контролюють вологість піску та щебеню, що допомагає зменшити витрати води та покращити якість кінцевого продукту.

Тензодатчики, встановлені в системі, сигналізують про необхідність поповнення запасів у баштах та бункерах. Вони також запускають вібропросіювач для піску, який забезпечує рівномірне наповнення башти піском. Міксер, встановлений в ємності для змішування, вмикається, коли досягнуто необхідного рівня води. Це забезпечує належне перемішування суміші та одночасно промиває ємність, підтримуючи високий рівень чистоти та ефективності змішування.

Уся система працює автоматично, керуючись сигналами від різноманітних датчиків та контролерів. Це забезпечує точний контроль процесу на всіх етапах, від надходження сировини до готового продукту. Завдяки цьому оператор може бути впевнений у стабільній роботі обладнання та високій якості кінцевого продукту.

#### ***6. Опис алгоритмів та режимів роботи системи:***

##### **1) Початковий стан:**

- всі виконавчі механізми (змішувачі, мотори, клапани, стрічки, міксер) вимкнено;
- рівень цементу, піску та щебеню в башнях та бункері низький;
- рівень води в баку високий;
- марка бетону не встановлена.

##### **2) Початок виробництва:**

1. Оператор натискає кнопку вибору марки бетону.
2. Контролер отримує сигнал від кнопки і встановлює відповідну марку бетону.
3. Контролер починає вираховувати пропорції компонентів бетону відповідно до встановленої марки.

##### **3) Завантаження компонентів:**

1. Контролер отримує сигнал від датчика рівня цементу в бункері.

2. Якщо рівень цементу низький, контролер включає пневмонасос.
3. Пневмонасос перекачує цемент з бункера до башні.
4. Коли рівень цементу в башні досягне необхідного значення, контролер вимикає пневмонасос.
5. Контролер отримує сигнал від датчика рівня піску в башні.
6. Якщо рівень піску низький, контролер включає вібропросіювач.
7. Вібропросіювач просіває пісок і подає його в башню.
8. Коли рівень піску в башні досягне необхідного значення, контролер вимикає вібропросіювач.
9. Контролер отримує сигнал від датчика рівня щебеню в башні.
10. Якщо рівень щебеню низький, контролер сигналізує про це та чекає наповнення башні

#### 4) Змішування бетону:

1. Контролер отримує сигнал від датчика рівня води в баку.
2. Якщо рівень води низький, контролер відкриває заслонку
3. Вода переливається з бака в ємкість для змішування.
4. Коли рівень води в ємкості для змішування досягне необхідного значення, контролер .
5. Контролер включає міксер.
6. Міксер змішує бетон протягом заданого часу.
7. Коли час змішування закінчиться, контролер вимикає міксер.

#### 5) Зливання бетону:

1. Контролер включає стрічку.
2. Стрічка подає бетон до місця зливу.
3. Оператор зливає бетон.

#### 6) Закінчення виробництва:

- контролер вимикає всі виконавчі механізми.

Оператор може в будь-який момент зупинити виробництво, натиснувши кнопку стоп на пульті управління.

#### 7) Додаткові можливості системи:

- система має блок сигналізації, який повідомляє оператора про стан системи;

- має блок з ІТМ-110, який дозволяє оператору моніторити стан системи;
- може бути налаштована на виробництво різних марок бетону.

### ***7. Умови експлуатації системи керування:***

Умови експлуатації системи з виробництва бетону повинні забезпечувати безперебійну роботу обладнання та високу якість готової продукції. Підприємство, розташоване на відкритому просторі, має бути обладнане таким чином, щоб усі його елементи були надійно захищені від несприятливих погодних умов, що можуть негативно вплинути на процес виробництва.

Температурні обмеження для експлуатації бетонно-розчинного вузла визначаються вимогами до оптимальних умов виробництва бетону. Рекомендується проводити роботи при температурі від +5°C до +30°C. У випадку зниження температури нижче +5°C необхідно застосовувати додаткові заходи, такі як підігрів компонентів суміші або використання спеціальних хімічних добавок для забезпечення належного твердіння бетону. При температурі нижче -10°C виробництво бетону на відкритому просторі слід припинити через значні ризики втрати якості суміші та пошкодження обладнання.

Сезонні обмеження також впливають на умови експлуатації підприємства. У зимовий період необхідно забезпечити захист водопостачальних систем від замерзання та організувати безперебійне постачання підігрітих компонентів. Літній період, з високими температурами, вимагає захисту компонентів від перегріву, що може вплинути на характеристики суміші, а також забезпечення достатнього рівня вологості для запобігання передчасному висиханню.

Стан обладнання має бути бездоганним для забезпечення безперервного виробничого процесу. Регулярне технічне обслуговування і своєчасний ремонт усіх елементів системи є критично важливими. Особливу увагу слід приділяти перевірці справності датчиків, контролерів, насосів, міксерів та інших ключових компонентів. Системи автоматичного контролю та сигналізації повинні бути постійно в робочому стані для своєчасного виявлення та усунення будь-яких відхилень у процесі виробництва.

Також важливо забезпечити належний стан захисних конструкцій та покриттів, які оберігають обладнання від впливу зовнішніх факторів. Усі будівельні елементи, такі як навіси, корпуси та захисні екрани, повинні бути міцними, водонепроникними та стійкими до корозії.

Для ефективного функціонування підприємства необхідно дотримуватись норм техніки безпеки. Робочі місця повинні бути обладнані засобами індивідуального захисту, а персонал має бути навчений правилам безпеки при роботі з обладнанням та матеріалами. Контроль за дотриманням безпечних умов праці та регулярні інструктажі є обов'язковими.

Таким чином, умови експлуатації системи з виробництва бетону включають дотримання температурних і сезонних обмежень, підтримання справності та належного стану обладнання, забезпечення захисту від погодних умов і дотримання норм техніки безпеки. Всі ці заходи спрямовані на забезпечення безперебійного виробництва бетону високої якості та безпечної роботи підприємства.

## **8. Технічні вимоги:**

Технічні умови використання бетонно-розчинного вузла мають відповідати чинним стандартам і нормам, забезпечуючи високу якість кінцевої продукції, безпеку експлуатації та ефективність роботи обладнання. Для забезпечення цих вимог необхідно дотримуватись низки Державних стандартів України (ДСТУ), що регламентують різні аспекти виробництва та контролю якості будівельних матеріалів.

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-176:2008 "Будівельні матеріали. Вироби бетонні. Загальні технічні умови", бетонно-розчинний вузол повинен забезпечувати виробництво бетонних сумішей з необхідними фізико-механічними властивостями. Це включає міцність, водонепроникність, морозостійкість та інші показники, що залежать від вимог проектної документації.

Для контролю якості бетонних сумішей необхідно дотримуватись вимог ДСТУ Б В.2.7-43:2010 "Будівельні матеріали. Бетони. Методи випробувань". Цей стандарт визначає методи відбору проб, випробування міцності на стиск,

водонепроникності, морозостійкості та інших властивостей бетонних сумішей. Відповідно до цього стандарту, випробування мають проводитись на зразках, виготовлених в умовах, максимально наближених до реальних виробничих умов.

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-46:2010 "Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Загальні технічні умови", розчинні суміші, що виготовляються на бетонно-розчинному вузлі, повинні відповідати встановленим вимогам щодо міцності, водонепроникності, адгезії та інших властивостей. Виробництво розчинів має здійснюватись з використанням якісних сировинних матеріалів, що відповідають вимогам стандартів.

Важливим аспектом є також дотримання вимог ДСТУ Б В.2.7-90:2001 "Будівельні матеріали. Заповнювачі для бетону. Технічні умови", що регламентує вимоги до заповнювачів, використовуваних у виробництві бетонних сумішей. Заповнювачі мають бути однорідними за складом, без домішок, що можуть негативно вплинути на властивості бетону.

Для забезпечення безпеки експлуатації обладнання бетонно-розчинного вузла необхідно дотримуватись вимог ДСТУ EN 12151:2008 "Обладнання для виробництва бетону. Вимоги до безпеки". Цей стандарт встановлює вимоги до конструкції, експлуатації та технічного обслуговування обладнання, включаючи системи управління, захисні пристрої, системи подачі матеріалів та інше.

Крім того, слід враховувати вимоги ДСТУ ISO 9001:2015 "Системи управління якістю. Вимоги", що регламентує впровадження системи управління якістю на підприємстві. Це включає контроль всіх етапів виробництва, документування процесів, навчання персоналу та інші аспекти, що сприяють підвищенню якості продукції та ефективності роботи підприємства.

Отже, дотримання вищезазначених стандартів є обов'язковим для забезпечення належного функціонування бетонно-розчинного вузла. Це включає контроль якості сировини та готової продукції, забезпечення безпеки експлуатації обладнання та впровадження ефективної системи управління якістю. Дотримання цих технічних умов дозволяє гарантувати високу якість бетонних та розчинних сумішей, що виготовляються на підприємстві, а також безпеку та ефективність виробничого процесу.

## 9. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу виконання роботи	Термін виконання
1	Збір інформації та аналіз техніко-економічного обґрунтування системи керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону.	01.04.2024 – 10.04.2024
2	Дослідження характеристик об'єкта автоматизації.	11.04.2024 – 20.04.2024
3	Розробка схем автоматизації системи керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону.	21.04.2024 – 05.05.2024
4	Підбір контролера та розробка програмного забезпечення для об'єкта автоматизації.	06.05.2024 – 10.05.2024
5	Дослідження методів монтажу та налагодження засобів автоматизації.	11.05.2024 – 17.05.2024
6	Розрахунок економічної частини автоматизації системи керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону.	18.05.2024 – 20.05.2024
7	Розробка методів охорони праці.	20.05.2024 – 23.05.2024
8	Оформлення кваліфікаційної роботи бакалавра.	24.05.2024 – 28.05.2024

## 10. Додатки:

*Додаток А.* СУ-01/4-1.6.151.01 А1 Структурна схема автоматизованої системи керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону.

*Додаток Б.* СУ-01/4-1.6.151.01 А7 Вигляд щитових конструкцій автоматизованої системи керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону .

## АНОТАЦІЯ

Литвин Денис Андрійович. Автоматизована система керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону.

Кваліфікаційна робота бакалавра. Сумський державний університет, Суми, 2024.

Кваліфікаційна робота налічує 59 аркушів пояснювальної записки, 32 рисунки, 17 таблиць, 7 креслень, 7 додатків та 14 джерел.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці та впровадженню автоматизованої системи керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону. Мета дослідження полягає в покращенні ефективності та точності процесу виробництва бетону шляхом впровадження сучасних технологій автоматизації. Досліджено існуючі проблеми управління вузлом лінії виготовлення бетону та обґрунтовано потребу у впровадженні автоматизованої системи керування.

Аналізуються основні компоненти системи керування, зокрема датчики, контролери та програмне забезпечення. Детально описується процес збору та обробки даних, прийняття рішень та впровадження керуючих сигналів. Особлива увага приділяється інтеграції системи керування з існуючими виробничими процесами та забезпеченню сумісності з іншими системами управління.

В результаті проведеного дослідження розроблено та впроваджено автоматизовану систему керування, яка дозволяє оптимізувати виробничі процеси, зменшити витрати матеріалів та енергії, підвищити якість готової продукції та знизити ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

Дослідження підтверджує ефективність впровадження автоматизованої системи керування вузлом лінії виготовлення бетону, що сприяє підвищенню конкурентоздатності підприємства та покращенню якості його продукції.

Ключові слова: автоматизована система керування, виробництво бетону, лінія виготовлення, ефективність, точність, технології автоматизації, датчики, контролери, програмне забезпечення, збір та обробка даних, інтеграція систем, оптимізація процесів, зниження витрат, підвищення якості, конкурентоздатність.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КСУ

\_\_\_\_\_ Петро ЛЕОНТЬЄВ

\_\_\_\_\_ 2024 р.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до дипломного проекту

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему:

«Автоматизована система керування бетоно-розчинним  
вузлом лінії виготовлення бетону»

Керівник проекту:

доцент кафедри комп'ютеризованих  
систем управління, доцент, к.ф.-м.н.

Андрій ПАВЛОВ

Здобувач:

Студентка групи СУ-01/4-1

Денис ЛИТВИН

Суми – 2024



## ЗМІСТ

ВСТУП.....	1
1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ .....	3
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	6
3. СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	8
3.1 Схеми автоматизації та її опис .....	8
3.2 Принципові схеми управління, сигналізації та живлення. ....	16
4. ПРОЕКТНЕ КОМПОНУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ КОНТРОЛЕРІВ ..	21
4.1 Вибір ПЛК та модулів розширення .....	21
4.2 Програмне забезпечення системи автоматизації. ....	24
5. МОНТАЖ І НАЛАГОДЖЕННЯ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ .....	28
6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	39
ОХОРОНА ПРАЦІ.....	44
ВИСНОВОК .....	49
ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	51

					<b>СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ</b>			
<b>Зм.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб.		Денис ЛИТВИН			<b>Автоматизована система керування бетоно-розчинним вузлом лінії виготовлення бетону</b>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Листів</b>
Перевір.		Андрій ПАВЛОВ					2	59
Реценз.						<b>СумДУ, СУ-01/4-1</b>		
Н. Контр.								
Затвердив		Петро ЛЕОНТЬЄВ						
					1			

## ВСТУП

У сучасний час автоматизація процесів визначається як одна з ключових концепцій управління, і відмінною її рисою є використання інформаційних технологій. Це передбачає широке використання електронних обчислювальних машин та програмного забезпечення і спрямоване на керування інформацією, ресурсами та процесами з мінімальною участю людини або без такої участі зовсім.

Автоматизація виробництва - це застосування технічних засобів, економіко-математичних методів та систем управління, що звільняють людину від управлінських функцій, залишаючи за нею контрольні та приймальні функції. Ця автоматизація сприяє загальному технологічному прогресу суспільства, створюючи можливості для поліпшення умов і продуктивності праці, підвищення якості продукції і, в результаті, збільшення конкурентоспроможності на ринку.

Автоматизація включає кілька сфер впровадження. Це сфери такі, як: планування, проектування, встановлення, обслуговування та монтаж приладів

Монтаж систем автоматизації - це робота, від якості якої залежить не тільки функціонування самих систем управління, але і робота технологічних систем, і пов'язаних з технологією систем.

Після того, як монтаж засобів автоматизації буде завершений, обов'язково потрібне проведення цілої низки пусконаладжувальних робіт. Що ж стосується конкретизації шуканих робіт, то вони повинні проводитися відповідно до встановлених вимог, передбачених проектною та робочою документацією.

Для здійснення завдань автоматизованого управління установками і технологічними лініями необхідно поступово виводити людини-оператора з контуру управління і передати функції управління технологічним засобів автоматизації. При цьому оператор повинен контролювати роботу пристроїв автоматизації і приймати рішення в складних ситуаціях.

Автоматизація сприяє збільшенню продуктивності праці, покращенню якості виробів, оптимізації управлінських процесів та віддаленню людини від небезпечних для здоров'я виробничих умов. Особливо складні випадки

									Арк.
									1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ				

автоматизації вимагають комплексного підходу та систематичної роботи над задачами. Методи обчислень, які іноді використовуються, симулюють нервову та інтелектуальну діяльність людини.

Одним з головних завдань автоматизації процесів є підвищення якісних показників на новий рівень. Це досягається переважно завдяки високій надійності автоматизованого режиму порівняно з ручним.

Широке використання автоматизованих систем управління зумовлене значним економічним ефектом, який досягається завдяки: забезпеченню стабільних якостей продукції незалежно від суб'єктивних факторів; зменшенню втрат цінних матеріалів; зниженню трудомісткості виробничих процесів; підвищенню ефективності виробництва. Основне завдання автоматизованої системи управління - дотримання технологічного регламенту, що визначає допустимі діапазони зміни технологічних параметрів процесу, продуктивності обладнання, якісних показників процесу. Крім того, в завдання управління установками і лініями входять їх пуск і аварійна остановка, захист і блокування.

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

## 1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Для одержання найбільшого економічного ефекту велике значення набувають не тільки характері здійснюваного заходу, але і порядок ефективного монтажу систем автоматизації. У сучасних системах автоматизації, окрім локальних систем, що впливають на окремі технологічні агрегати, також існують системи, що узгоджують роботу різних агрегатів і підрозділів підприємства. Економічна ефективність визначається повнотою їхнього впровадження.

Процес впровадження складних систем автоматизації займає багато часу, оскільки вимагає ретельного вивчення. Ускладнює цей процес відсутність серійних систем і недостатній досвід їхньої експлуатації. Тому велике значення має поетапна автоматизація, яка може виявитися ефективною, якщо в першу чергу вводяться елементи системи керування, що забезпечують найбільший економічний ефект. Наприклад, впровадження автоматизованих систем обліку та контролю матеріалів дозволяє знизити втрати та покращити управління ресурсами на підприємстві.

Першим необхідним кроком для досягнення автоматизованого виробництва є оптимізація його організації. Цей процес вимагає впровадження високоякісної системи потокового виробництва, яка полягає у розташуванні обладнання з урахуванням технологічного процесу. Уникненням тут є проміжні склади, лишне переміщення та транспортування. Застосування спеціалізованих або автоматизованих верстатів і ліній значно підвищує ефективність праці та зменшує необхідність ручного втручання.

Проте при впровадженні поточкових методів виробництва слід звертати увагу на наступне:

- Постійне вдосконалення організації робочих місць.
- Розробка нових інструментів і пристроїв.
- Впровадження нових методів контролю, транспортування деталей та орієнтації.

									Арк.
									3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ				

Важливим є також підвищення кваліфікації персоналу, що працює з автоматизованими системами, оскільки це забезпечить високу надійність їхньої роботи та зменшить ймовірність помилок.

Щоб здійснити перехід, необхідно провести модернізацію існуючого обладнання та впровадити нові технології, що призведе до заміни автоматизованих систем і підвищить техніко-економічні характеристики. Сучасні системи автоматизації повинні забезпечувати високу швидкість обробки інформації, точність виконання операцій та гнучкість у змінах виробничих процесів.

Надалі система повинна поступово вдосконалюватися. Такий підхід узгоджується з відомою «функцією вигод», з якої випливає, що економічний ефект, отриманий сьогодні, більш цінний, ніж той же ефект, отриманий у майбутньому. Тому важливо приділяти увагу не тільки впровадженню нових технологій, але й постійному їхньому вдосконаленню та адаптації до нових умов.

Головною метою будь-якої функціональної схеми автоматизації є:

- Забезпечення оптимальних умов для протікання технологічного процесу, щоб досягти найбільшої продуктивності та ефективності роботи технологічного обладнання.
- Забезпечення необхідної якості кінцевої продукції.
- Зниження вартості виробництва та обслуговування технологічного обладнання.

Для успішного виконання покладених на неї завдань функціональна схема автоматизації повинна:

- Бути спроектована відповідно до вимог конкретного технологічного процесу.
- Враховувати всі можливі збурення.
- Забезпечувати необхідну точність та швидкість реакції.
- Бути побудованою з урахуванням усіх сучасних тенденцій у даній галузі промисловості. Це дозволить досягти високої надійності та стабільності роботи системи.

Використання автоматизованого бетонно-розчинного вузла має беззаперечні переваги, оскільки це дозволяє значно знизити вплив людського фактору на хід

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

технологічного процесу. Людина на цьому підприємстві потрібна лише для контролю процесу, а також для доставки компонентів до бункерів та спеціальних ємкостей. Це дозволяє отримати якісну суміш різної проби. В результаті автоматизації підвищується стабільність якості продукції та знижується кількість відходів.

Для даної схеми обрано

1. Контролер ОВЕН 110[М02]. Контролер повністю задовольняє технічним вимогам, є оптимальним вибором у співвідношенні ціна – якість на території України. Програмне забезпечення, необхідне для створення керуючої програми, достатньо зрозуміле і доступне.
2. Пускач безконтактний реверсивний ПБР-2М: вибраний завдяки високій надійності та можливості реверсивного керування, що важливо для точного контролю процесу.
3. Індикатор одноканальний ІТМ-110: забезпечує точне відображення параметрів процесу, що необхідно для оперативного контролю.
4. МЕО-1600/160-0,63(М)-92: обраний за свою здатність забезпечувати точне регулювання, що критично для підтримки стабільності технологічного процесу.
5. Вологомір Поток-Б: дозволяє точно вимірювати вологість матеріалів у реальному часі, що важливо для якості кінцевої продукції.
6. Кондуктометричний датчик ОВЕН ДУ-3.4: забезпечує надійні вимірювання електропровідності, що необхідно для контролю складу розчинів.
7. Тензодатчик ZEMIS НМ9А: вибраний завдяки високій точності та надійності, що важливо для точного зважування компонентів.

									Арк.
									5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ				

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Бетонно-розчинний вузол (БРУ) - це вузол, що виробляє бетонні і розчинні суміші різних класів та марок. Він широко використовується для виконання робіт на віддалених об'єктах, таких як будівництво доріг, мостів, котеджів та інших споруд. Залежно від обсягів виробництва може мати певну комплектацію і продуктивність, відрізнятися компактністю розмірів, ступенями мобільності, надійності, стійкості до механічних, хімічних і термічних дій.

Бетонно-розчинний завод являє собою спеціалізоване обладнання, що дозволяє виготовляти будівельні суміші високої якості для подальшого їх використання в будівництві об'єктів різного призначення. За своєю конструкцією розчинно-бетонний завод являє собою компактну установку, що складається з декількох блоків, в які монтуються типові вузли та елементи.

Сучасні установки представлені різними модифікаціями. Бетонорозчинна установка може оснащуватися одним або декількома змішувачами примусової дії, які забезпечують якісне і швидке перемішування сумішей. Як правило, вони однотипні за своєю комплектації, розрізняються між собою тільки ступенем продуктивності і потужністю.

Виробничий завод являє собою комплекс обладнання, що дозволяє виготовляти суміш по заданій технологічній схемі. Залежно від призначення, споживання і потужності, виробництво по виготовленню бетону та розчину може бути стаціонарним або збірно-розбірних.

Стаціонарний бетонно-розчинний завод забезпечує будівельні організації та приватних забудовників цілий рік. Зазвичай, споживач звертається за продукцією на найближчий до свого місця забудови завод.

Збірно-розбірні вузли споруджують для будівництва конкретного об'єкта. Тобто після закінчення будівництва, бетонорозчинний вузол розбирається і транспортується на інше місце розташування.

Класифікація БРУ:

1) За діапазоном підтримуваних температурних режимів:

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Зимовий – конструкція передбачає можливість роботи в зимовий період;  
Літній – конструкція не передбачає можливість роботи в зимовий період;

2) За ступенем мобільності:

Стаціонарні – класичний варіант БРУ, що відрізняється високою продуктивністю бетонного розчину певної марки на годину. Використовуються на підприємствах для укладання бетону і будівельних майданчиках, націлених на тривалий робочий цикл в одному місці;

Мобільні - компактні вузли, що дозволяють виробляти бетонну суміш в середніх кількостях. Використовуються будівельними компаніями, які виконують роботу в різних місцях, характеризуються мобільністю і простотою монтажу, розподіляються на установки буксирі типу і без колісної бази;

3) За ступенем автоматизації:

З ручним режимом управління - вузли, на яких виробничий цикл протікає під чітким контролем фахівців;

З автоматичним режимом управління - установки, на яких цикл виробництва бетонної суміші протікає автоматично;



Рисунок 2.1 – Автоматичний бетонно-розчинний завод.

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7



### 3. СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ

#### 3.1 Схема автоматизації та її опис

В цьому розділі є назви елементів та їх позначення на ФСА, яку можна подивитися в **Error! Reference source not found.**

Цемент після розвантаження потрапляє до бункера для цементу (I), після чого при необхідності, завдяки гвинтового пневмонасосу ТЦ-1 (поз.М3), потрапляє до силосної башні для цементу (II). Рівень цементу в бункері та башні відзначається завдяки тензодатчику «ZEMIC НМ9А» (поз.7а,8а). Після цього цемент надходить до ємкості для змішування (VIII), кількість цементу яка надходить до ємкості визначається завдяки датчику вологості «Поток Б» (поз. 3а), який через одноканальний індикатор ІТМ-110 (поз.3б) надходить на ПЛК ОВЕН 110(м) якій через реверсивний безконтактний пускач ПБР-2м (поз.3в) подає сигнал на МЕО (поз.3г), якій регулює положення клапану. Також в цій схемі реалізована сигналізація коли закінчується цемент в башні та бункері, що дозволяє вчасно поповнювати запаси.

Вода та хімічні добавки з баків (III, IV) змішуються у різних пропорціях, які визначаються за кількістю та пробою бетону на виході. Вода змішана з хімічною добавкою надходить до ємкості для змішування (VIII) до певного рівня якій визначається кондуктометричним датчиком ОВЕН ДУ-3.4(поз.4а) через одноканальний індикатор ІТМ-110 (поз.4б) він подає сигнал на ПЛК ОВЕН 110(м) котрий через реверсивний безконтактний пускач ПБР-2м (поз.4в) подає сигнал на МЕО (поз.4г) для регулювання положення клапану. Рівень води та хімічних добавок баків (III та IV) регулюється завдяки кондуктометричному датчику ОВЕН ДУ-3.4 (поз.5а,6а) який подає сигнал через одноканальний індикатор ІТМ-110 (поз.5б,6б) після цього сигнал надходить на ПЛК ОВЕН 110(м) якій через реверсивний безконтактний пускач ПБР-2м (поз.5в,6в) подає сигнал на МЕО (поз.5г,6г), котрий регулює положення клапану.

Пісок та щебень з башень (V та VII) потрапляють до ємкості для змішування (VIII), кількість піску та щебню що надійдуть до ємкості (VIII)

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

визначають конвеєрні ваги ЮУВЗ (поз. М1;10а), які через одноканальний індикатор ІТМ-110 (поз.10б) подають сигнал на ПЛК ОВЕН 110(м) далі через реверсивний безконтактний пускач ПБР-2м (поз.3в) сигнал надходить до МЕО (поз.10г,10е). Для зменшення витрат води башнях V та VII знаходяться вологомір «Поток Б» (поз. 11а) якій подає сигнал через одноканальний індикатор ІТМ-110 (поз.11б) на ПЛК ОВЕН 110(м) якій через реверсивний безконтактний пускач ПБР-2м (поз.11в) подає сигнал на МЕО (поз.11г), для регулювання положення клапану. Завдяки тензодатчику «ZEMIC НМ9А» (поз. 1а, 2а) реалізована сигналізація про те що потрібно наповнити башні, також завдяки ньому включається вібропросіювач для піску ZXS—1025 (поз. М2), якій наповнює башню з піском.

Міксер Аско Пампс "AV" (поз. М3) в ємкості для змішування (VIII) вмикається коли в ємкості буде достатній рівень води, це потрібно як для перемішування суміші так і для промивки самої ємкості. Це потрібно як для перемішування суміші, так і для промивки самої ємкості, що забезпечує належний рівень чистоти та ефективності змішування.



Рисунок 3.1– Гвинтовий пневмонасос ТЦ-1

Продуктивність, т / год	80
Дальність подачі (приведена), м	160
Висота підйому, м	30
Витрата стисненого повітря м3 / хв	20

Тиск стисненого повітря, Мпа	0,2
Потужність приводу шнека, кВа	37
маса, кг	965

Пневмогвинтові насоси моделі ТЦ-1 розроблені для наступних цілей: переміщення цементу та інших сипучих матеріалів по трубопроводах за допомогою стиснутого повітря; перевантаження сипучих матеріалів, які надходять в залізничних вагонах бункерного типу, в складські ємності; подача матеріалів зі складських ємностей в технологічні лінії.



Рисунок 3.2– Тензодатчик ZEMIC HM9A

Корпус приладу	Сталь с нікелевим покриттям
Клас захисту датчика	IP68 - повний захист від води і пилу
Навантаження	30 т
Клас точності	C3
Граничне навантаження	150%
Руйнівне навантаження	300%

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Діапазон термокомпенсації	-10 ~ + 40 °С
Робочий діапазон температур	-35 ~ + 65 °С
Діапазон напруги живлення	5 ~ 12
Максимально допустима напруга живлення	18 (DC)



Рисунок 3.3– Вологомір Поток-Б

Діапазон вимірювання вологості	від 1 до 20 (90)%,
Похибка	± 0,5-1%
Діапазон робочих температур	-20 ... + 60 ° С
Живлення	від мережі 220В

Вологомір моделі "Поток-Б" розроблено для точного вимірювання вологості різноманітних матеріалів, включаючи бетонні суміші, цемент, пісок, торф та інші гранульовані і порошкоподібні продукти, які знаходяться у бункерах, бетономішалках, міксерах та на конвеєрах.

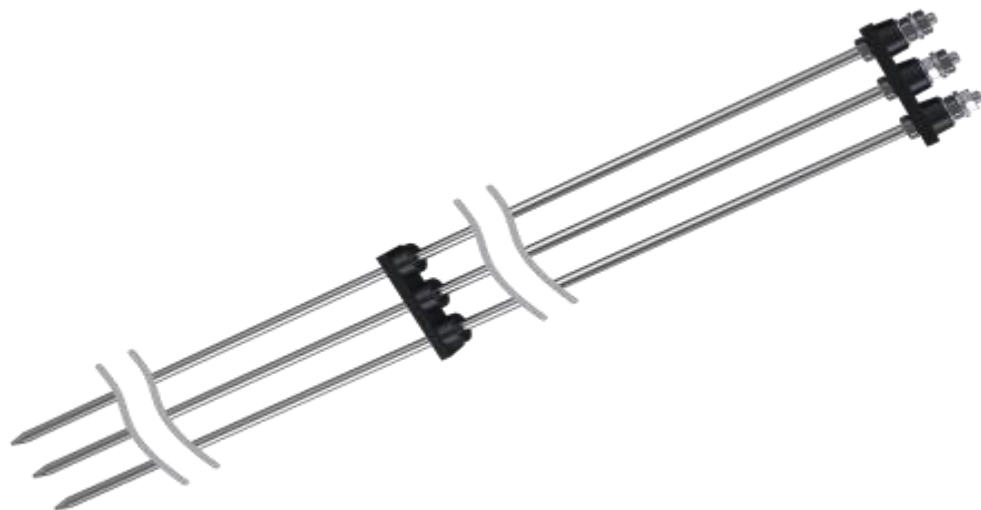


Рисунок 3.4– Датчик рівня ОВЕН ДУ-3.4

Живлення	12В
Потужність	30Вт
Максимальна робоча температура	85 °С

Багато електродні датчики рівня серії ОВЕН ДУ призначені для контролю рівнів рідини в резервуарах відкритого типу. Робочий принцип кондуктометричного датчика базується на виявленні різниці у провідності між повітрям та рідиною. Для цього використовуються два електрода: сигнальний, розташований на певній висоті, і загальний. При контакті поверхні рідини із сигнальним електродом відбувається замикання між ними, що реєструється датчиком.



Рисунок 3.5– Вібропросіювач ZXS – 1025

Живлення	220В
Потужність	6,5кВт
Продуктивність роботи	12 до 22 м3 за годину

Вібропросіювач ZXS – 1025 призначений для просіювання піску від зайвих матеріалів, а також для досягнення однорідної сипучої маси.



Рисунок 3.6– Міксер Аско Пампс «AV»

Живлення	220
Потужність	До 1кВт
Клас захисту	IP66

Міксер Аско Пампс «AV» призначений для змішування всіх речовин в ємкості для змішування.



Рисунок 3.7– МЕО 1600 /160-0,63(М)-92

Живлення	220
Потужність	500 Вт
Клас захисту	IP66

Виконавчі механізми забезпечують можливість: автоматичного, дистанційного або ручного управління робочим органом; автоматичної або дистанційної зупинки робочого органу у будь-якому проміжному положенні; позиціонування робочого органу у будь-якому інтервальному положенні; формування інформаційного сигналу щодо кінцевих і проміжних положень робочого органу.

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	

Таблиця 3.1- Інформація про прилади

№ п/п	№ поз. на схемі	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	К-сть
1	1а, 2а, 7а, 8а	За місцем	Тензометричний датчик діапазон вимірювання від 0 до 30 тон	ZEMIC HM9A	4
2	4а, 5а, 6а,	За місцем	Кондуктометричний датчик К-сть електродів 3, довжина до 4м.	ОВЕН ДУ- 3.4	3
3	3а, 11а	За місцем	Вологомір для піску та бетону	Поток-Б	2
4	г3г, 3д, 5г, 6г, 12г,9г, 10д, 10еє	За місцем	МЕО-1600/160- 0,63(М)-92	МЕО-1600	8
5	1б-12б	На щиті	Індикатор одноканальний	ІТМ-110	12
6	1в, 3в-5в, 4г, 7в, 6в, 9в, 10в-г, 12в, 13а	На щиті	Пускач безконтактний реверсивний	ПБР-2М	12

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ					15



### 3.2 Принципові схеми управління, сигналізації та живлення.

Схема електрична принципова розподільчої мережі

Схема електрична принципова розподільчої мережі. Проектування системи електричного живлення проводиться в наступній послідовності:

- обирається джерело живлення;
- обираються та розміщуються щити живлення засобів автоматизації;
- проектується розподільча мережа живлення.

Джерело живлення повинне забезпечувати необхідну для електричних приймачів напругу та потужність, достатню для того, щоб відхилення напруги не перевищувало значень, при яких порушується нормальна робота електроприймачів.

Проектування електричної мережі, що забезпечує живлення засобів автоматизації, включає в себе вибір оптимальної напруги, кількості фаз, необхідних приладів, визначення оптимальної конфігурації живлення, а також вирішення питань резервування енергії, вибір і розташування пристроїв захисту та систем управління.

Відповідно до специфікації засобів автоматизації даного проекту, частина приладів (Тензодатчик ZEMIC НМ9А, ОВЕН ДУ-3.4) потребують живлення стабілізованою напругою 12В постійного струму.

Для забезпечення електроживленням датчиків використовуються блоки живлення - пристрої з невеликим набором характеристик: вхідна/вихідна напруга і потужність. Сучасні БП відрізняє широкий набір параметрів, що визначають область застосування, забезпечуючи стабільну роботу датчиків і запобігаючи можливим перебоям у роботі системи автоматизації

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

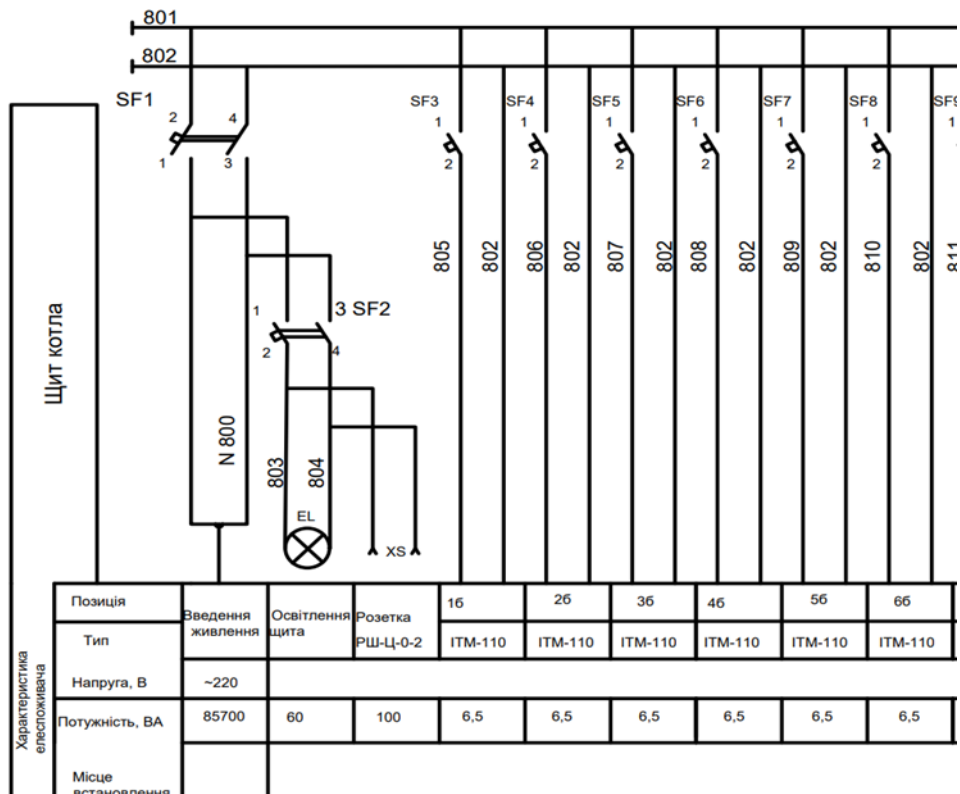


Рисунок 3.8– Фрагмент схеми розподільчої мережі (**Error! Reference source not found.**)



Рисунок 3.9– Блок живлення DR-500W 12V

Характеристика	Значення
Напруга живлення	110...242В
Номінальна потужність	152Вт

Вихідна напруга	12В постійного струму
Номінальний струм напруги	5 А

Для попередження аварійних ситуацій у зв'язку з перенавантаженням мережі обрані наступні автоматичні вимикачі:



Рисунок 3.10– Автоматичний вимикач ВА 47-29 2Р 50А



Рисунок 3.11– Автоматичний вимикач Schneider EZ9 1Р 16А С

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Система сигналізації реалізована на базі дискретних виходів програмованого логічного контролера ОВЕН 110-60 (M02), з використанням світлової сигнальної арматури. Світлова сигнальна арматура призначена для керування та сигналізації у виробничих процесах. Вона розроблена для відображення поточного стану електромережі, обладнання та керуючих ланцюгів. Застосування світлової сигнальної арматури включає енергетичні об'єкти, автомобільну, будівельну та дорожню інфраструктуру, що робить її невід'ємною складовою будь-якого проекту з автоматизації.



Рисунок 3.12– Лампа сигнальная BFT 24В LED

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

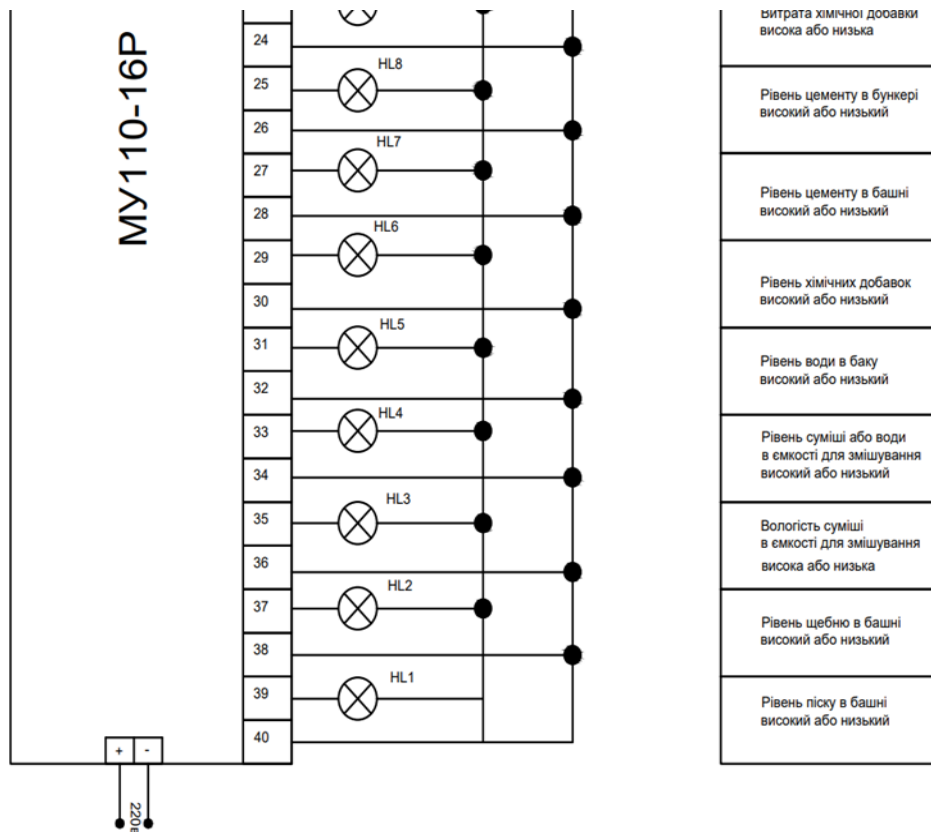


Рисунок 3.13– Фрагмент схеми сигналізації (**Error! Reference source not found.**)

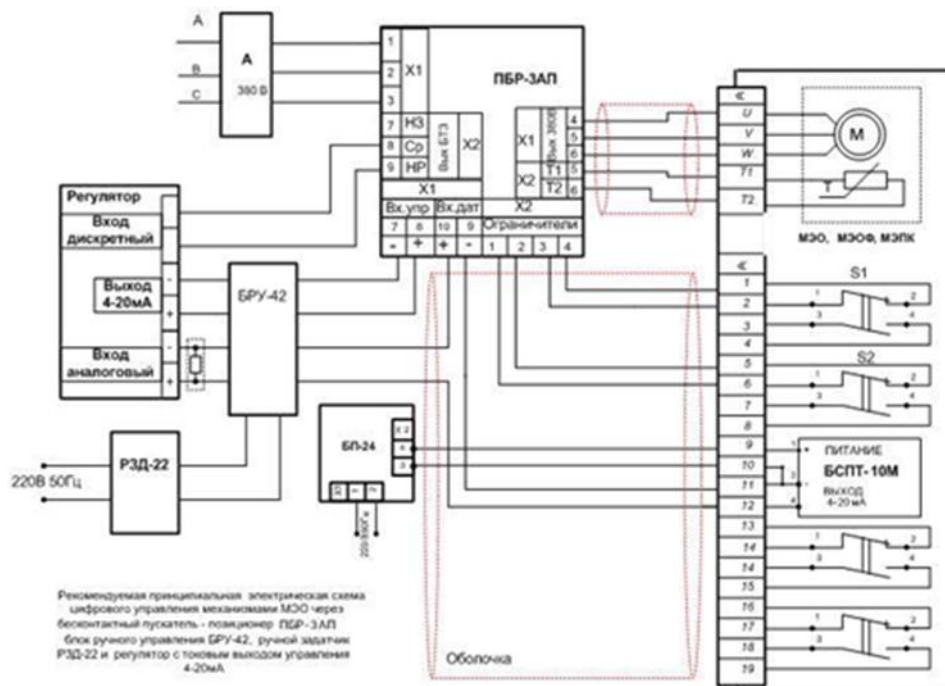


Рисунок 3.14– Приклад схеми підключення МЭО 1600

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

## 4. ПРОЕКТНЕ КОМПОНУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ КОНТРОЛЕРІВ

### 4.1 Вибір ПЛК та модулів розширення

Для даної автоматизаційної концепції було обрано контролер ОВЕН 110 (M02), який використовується для розробки розподілених систем управління та диспетчеризації з використанням як провідних, так і бездротових технологій у таких галузях як:

- HVAC системи;
- ЖКГ (інженерно-технічне обслуговування, централізоване теплопостачання);
- Автоматизація систем водопостачання;
- Лінії для обробки деревини та металу (включаючи розпилювання, намотування тощо);
- Управління обладнанням для харчової переробки та упаковки;
- Кліматичне обладнання;
- Автоматизація торгового обладнання;
- Виробництво будівельних матеріалів.

### Особливості ПЛК110 ОВЕН (M02):

- Вбудовані дискретні входи / виходи для зручності підключення;
- Швидкісні входи для оптимальної обробки сигналів від енкодерів;
- Можливість збереження архіву роботи обладнання або виконання заздалегідь визначених сценаріїв за допомогою підключення до контролера USB-накопичувачів;
- Просте та зручне програмування у середовищі CODESYS v.2 за допомогою портів USB Device, Ethernet та RS-232 Debug;
- Можливість передачі даних на вищий рівень за допомогою Ethernet або GSM-мережі (GPRS);
- Наявність 4 послідовних портів (RS-232, RS-485) для:
  - розширення кількості входів-виходів;
  - управління частотними перетворювачами;

									Арк.
									21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ				

- підключення панелей операторів, GSM-модемів, сканерів штрих-кодів та інших пристроїв.

- Наявність двох варіантів живлення (220 В і 24 В).

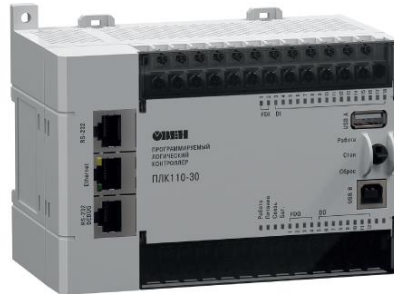


Рисунок 4.1– ПЛК ОВЕН 110 (M02)

Також в даній схемі автоматизації для збільшення кількості входів/виходів було використано модулі розширення:

Модуль дискретного виводу МУ110-16Р призначений для управління вбудованими дискретними виходами за допомогою сигналів з мережі RS-485, які використовуються для підключення виконавчих механізмів з дискретним управлінням.

Вбудовані виходи можуть працювати у режимі ШІМ.

Модуль МУ110 працює в мережі RS-485 за такими протоколами, як ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

Важливо враховувати, що МУ110 не є Майстром мережі, тому для мережі RS-485 необхідно мати Майстра мережі, такого як ПК з SCADA-системою, контролер або регулятор.

Крім того, до МУ110 надається безкоштовний драйвер OPC та бібліотека стандарту WIN DLL, які рекомендується використовувати при підключенні пристрою до SCADA-систем та контролерів інших виробників.

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Конфігурування МУ110 здійснюється на ПК за допомогою адаптера інтерфейсу RS-485/RS-232 або RS-485/USB (наприклад, ОБЕН АС3-М або АС4) за допомогою програми «Конфігуратор М110», яка включена до комплекту.

Модуль відповідає вимогам стійкості до впливу перешкод за ГОСТ Р 51522 для обладнання класу А.

Основні характеристики модуля дискретного виводу ОБЕН МУ110-16Р:

- 16 каналів дискретного виводу з груповим роз'єднанням.
- Вихідні елементи: електромагнітні реле 3 А ~250 В або =30 В.
- Можливість видавання ШІМ-сигналу з будь-якого виходу.
- Напруга живлення: ~220 В або =24 В (залежно від модифікації).



Рисунок 4.2 – МУ110-16Р модуль дискретного виводу

Модуль введення аналогових сигналів МВ110-8А працює у RS-485 мережі за протоколами ОБЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII та DCON. Тип протоколу визначається автоматично пристроєм.

Пристрій включає наступні типи гальванічно ізольованих колів:

- живлення пристрою;
- інтерфейс RS-485;
- вимірювальні входи.

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23



Модуль не є головним в мережі, тому мережа RS-485 повинна мати головного вузла, такого як ПК із SCADA-системою, контролер або регулятор. В якості головного вузла можуть виступати контролери ОВЕН ПЛК та інші.

Прилад постачається з безкоштовним OPC-драйвером та WIN DLL бібліотекою, які рекомендується використовувати при підключенні до SCADA-систем та контролерів інших виробників.

Конфігурацію пристрою можна здійснити на ПК через адаптер RS-485/RS-232 або RS-485/USB, такий як ОВЕН АС3-М або АС4, за допомогою програми "Конфігуратор М110", що входить до комплекту.

Основні особливості модуля введення аналогових сигналів MB110-8A включають:

- 8 універсальних каналів аналогового введення;
- підтримку різноманітних типів вхідних сигналів;
- високу частоту вимірювань;
- можливість використання різних типів термопар та термоперетворювачів опори;
- підтримку різних уніфікованих сигналів;
- можливість живлення від  $\sim 220$  В або  $=24$  В.



Рисунок 4.3– MB110-8A модуль вводу аналогових сигналів

#### 4.2 Програмне забезпечення системи автоматизації.

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Автоматизована система, яку пропонує компанія ОВЕН, є складним програмно-апаратним комплексом, що забезпечує інтеграцію різних процесів і систем. Вона включає в себе різноманітні програмні рішення для створення як розподілених, так і локальних систем, що дозволяють ефективно здійснювати диспетчеризацію, автоматизований облік електроенергії, управління технологічними процесами, телемеханіку, релейний захист, а також контроль і управління системами вентиляції, опалення та мікроклімату.

Програмне забезпечення, яке пропонує компанія ОВЕН, охоплює широкий спектр завдань і включає наступні компоненти. По-перше, це середовище програмування CODESYS (CODESYS V2.3 та CODESYS V3), яке є потужним інструментом для розробки і реалізації автоматизованих систем управління. Це середовище дозволяє створювати складні програми для ПЛК та інших контролерів, забезпечуючи високу гнучкість та ефективність у вирішенні різноманітних виробничих завдань.

По-друге, ОВЕН пропонує середовище програмування OwenLogic (OWEN Logic), яке спеціально розроблене для користувачів, які хочуть швидко і ефективно створювати програми для контролерів ОВЕН. Це середовище характеризується зручним інтерфейсом та розширеними можливостями для налаштування і конфігурації систем автоматизації.

Серед інших важливих компонентів програмного забезпечення від ОВЕН варто виділити Scada системи (OPM, MASTER SCADA). SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) системи призначені для збору, обробки та візуалізації даних у реальному часі. Вони дозволяють користувачам контролювати і керувати виробничими процесами з центрального диспетчерського пункту, забезпечуючи високу надійність і оперативність у прийнятті рішень. SCADA системи від ОВЕН надають користувачам можливість моніторингу в режимі реального часу, а також архівування даних, що дозволяє здійснювати глибокий аналіз роботи систем та приймати обґрунтовані рішення на основі актуальної інформації. Системи SCADA можуть інтегрувати різноманітні сенсори і контролери, забезпечуючи єдиний

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

інформаційний простір для управління та контролю всіх аспектів виробничих процесів.

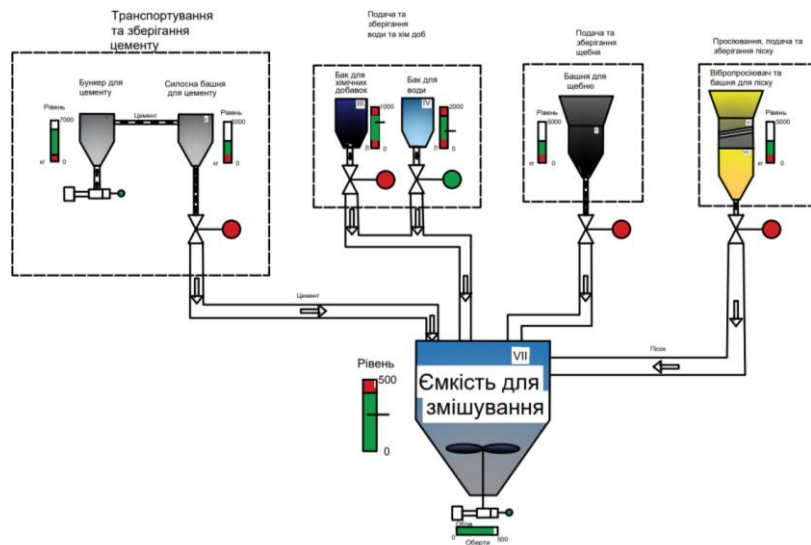


Рисунок 4.4 - Приклад візуальної частини SCADA  
( **Error! Reference source not found.** )

Додатково до цього, ОВЕН надає OPC-сервери (OPC-ОВЕН, Lectus-Modbus-OPC / DDE, OPC-Інсат-SNMP), які є ключовими елементами для інтеграції різних систем автоматизації і забезпечують сумісність між різними пристроями та програмними продуктами. OPC-сервери дозволяють передавати дані між різними програмними компонентами і обладнанням, забезпечуючи безперебійний обмін інформацією.

Також компанія ОВЕН пропонує драйвери і бібліотеки (WIN DLL), які значно спрощують процес розробки і налаштування програмного забезпечення для автоматизованих систем. Ці компоненти забезпечують підтримку різних протоколів і стандартів зв'язку, що дозволяє інтегрувати різноманітні пристрої і системи в єдиний інформаційний простір.

Крім цього, конфігуратор, який надається компанією ОВЕН, дозволяє користувачам легко і швидко налаштувати параметри роботи системи, забезпечуючи її гнучкість і адаптивність до конкретних виробничих умов. Конфігуратор дозволяє зменшити час на запуск і налаштування системи, що значно підвищує ефективність її впровадження і використання.

Таким чином, програмно-апаратний комплекс від компанії ОВЕН є високотехнологічним рішенням для автоматизації різноманітних процесів і систем. Він забезпечує інтеграцію та ефективне управління всіма аспектами виробництва, починаючи від обліку електроенергії і закінчуючи контролем мікроклімату. Завдяки широкому спектру програмного забезпечення і потужним інструментам для розробки та налаштування, системи від ОВЕН дозволяють досягти високого рівня автоматизації і оптимізації виробничих процесів.

```
0001 FUNCTION_BLOCK FUB
0002 VAR_INPUT
0003     PAR1:INT;
0004     PAR2:INT;
0005 END_VAR
0006 VAR_OUTPUT
0007     MULERG:INT;
0008     VERGL:BOOL;
0009 END_VAR
0010
0001 LD PAR1
0002 MUL PAR2
0003 ST MULERG
0004
0005 LD PAR1
0006 EQ PAR2
0007 ST VERGL
```

Рисунок 4.5 – Фрагмент програми ПЛК в CoDeSys

## 5. МОНТАЖ І НАЛАГОДЖЕННЯ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Процес упровадження складних систем займає велику кількість часу, так як вимагає детального вивчення та удосконалювання керованого виробничого комплексу. Процес впровадження ускладнюється також тим, що в даний час майже не існує серійних систем, і не накопичений достатній досвід їхньої експлуатації.

Надалі система повинна поступово ускладнюватися та удосконалюватися. Такий підхід відповідає відомій «функції вигод», згідно з якою економічний ефект, отриманий сьогодні, більш цінний, ніж той же ефект, отриманий у майбутньому.

Під час проектування та впровадження систем автоматизації зазвичай розглядаються різні варіанти, які відрізняються за обсягом і рівнем автоматизації, структурою, складністю алгоритмів керування та використовуваними технічними засобами. Вибір найкращого варіанта за умови оптимальної вартості його реалізації є складною та відповідальною задачею, яка належить до сфери оптимального проектування систем. При цьому необхідно враховувати, що складність системи, збільшення обсягу керуючої інформації та її деталізація повинні бути в межах економічно обґрунтованого рівня.

Також не доцільно ускладнювати алгоритми керування надмірно, оскільки простіші алгоритми забезпечують надійнішу роботу системи та приносять більший економічний ефект. Рівень автоматизації окремих ділянок виробництва по можливості повинен бути рівномірним, що характеризується приблизно однаковим строком окупності. Природно, що рішення цих задач не може бути цілком формалізоване і повинно розглядатися в кожному окремому випадку з урахуванням конкретних умов і вимог.

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28



Рисунок 5.1– Сітковий графік монтажних робіт

Пневмогвинтові насоси ТЦ-1 монтуються під бункером з цементом так, щоб цемент без перешкод надходив до транспортного трубопровода. Це дозволяє переміщувати цемент та інші сипучі матеріали по трубопроводах за допомогою стиснутого повітря, перевантажувати сипучі матеріали, що надходять в залізничних вагонах бункерного типу, в складські ємності, а також подавати матеріали зі складських ємностей в технологічні лінії.

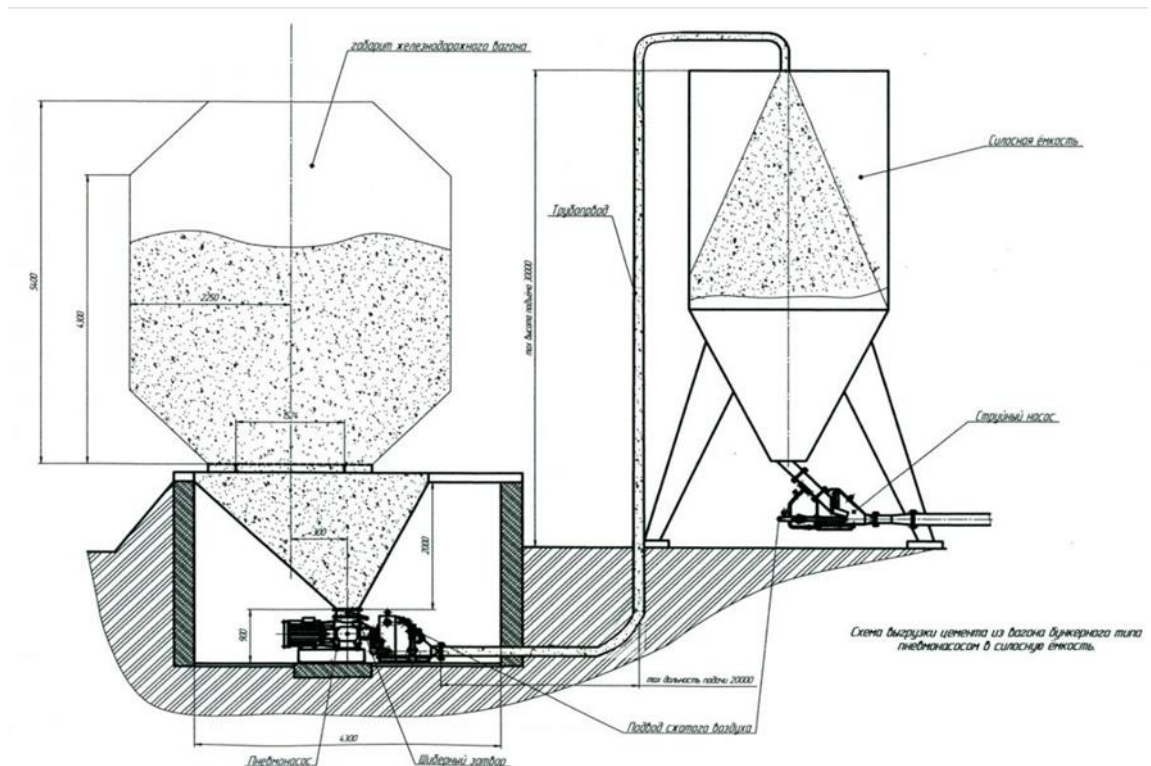


Рисунок 5.2– Приклад монтажу гвинтового пневмонасосу ТЦ-1

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ				29

Тензодатчик ZEMIC HM9A призначений для вимірювання ваги піску, щебню та цементу в башнях та бункерах. На основі даних ваги визначається рівень речовин. Завдяки відмінним метрологічним властивостям, цей тип датчиків знаходить широке застосування у різних промислових системах ваговимірювання і може замінювати стрижневі (колонні) датчики..

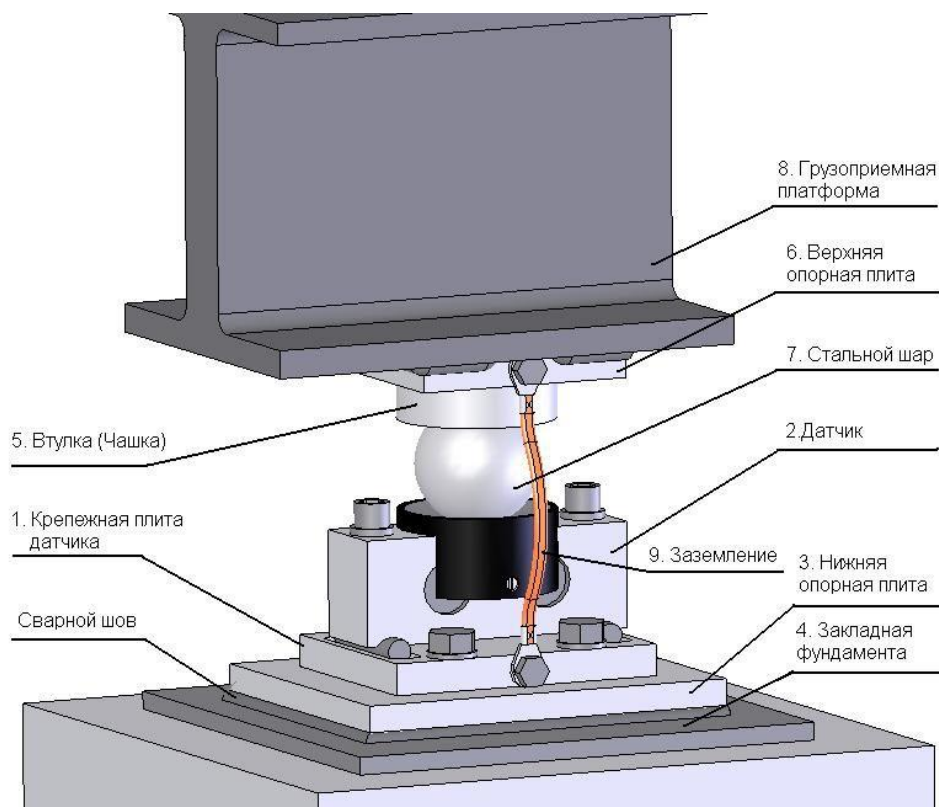


Рисунок 5.3- Пример монтажа тензодатчика ZEMIC HM9A

Вологомір «Поток-Б» розроблений для вимірювання вологості бетонних сумішей, цементу, піску, торфу та інших гранульованих і порошкоподібних продуктів і матеріалів в різних місцях, таких як бункер, бетономішалка, міксер або на конвеєрі. Основний принцип вимірювання полягає у використанні ефекту поглинання електромагнітної енергії високої частоти молекулами води під час поширення електромагнітної хвилі у речовині.

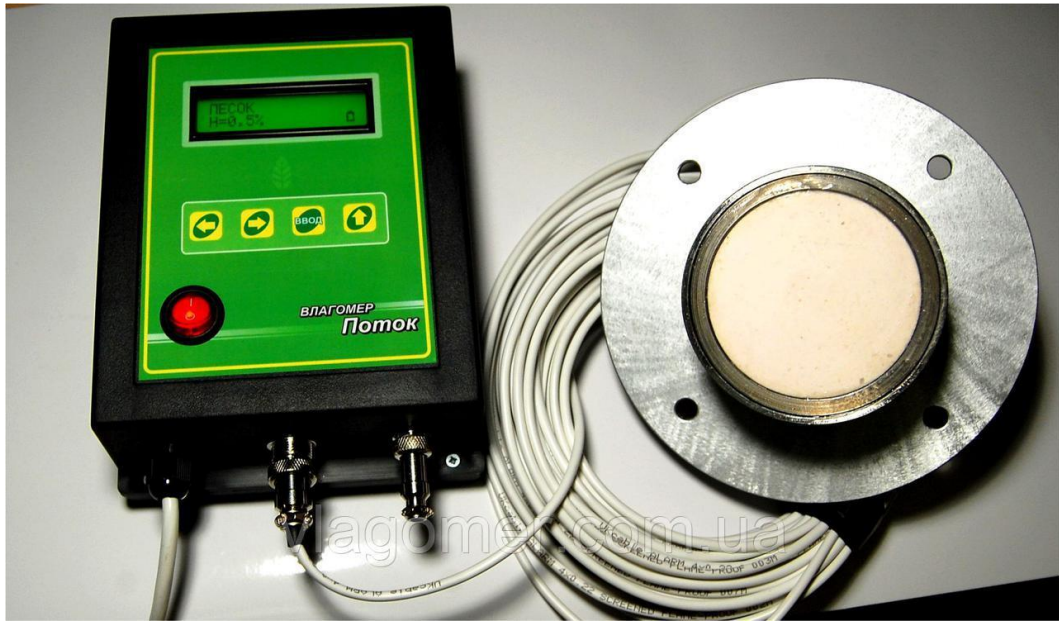


Рисунок 5.4— Вологомір Поток-Б

Вимірювальний прилад "Поток-Б" призначений для визначення вологості різних матеріалів, таких як бетонні суміші, цемент, пісок, торф та інші гранульовані і порошкоподібні продукти. Він може застосовуватися в бункерах, бетономішалках, міксерах, а також на конвеєрах. На великому рідкокристалічному дисплеї з підсвічуванням відображається назва продукту та його вологість у відсотках. Пристрій має інтерфейс, який дозволяє коригувати вимірювання з точністю до +/- 5% з кроком 0,1%, що забезпечує можливість зсуву калібрувальної кривої вгору або вниз без зміни її форми.

Оператор може внести у пам'ять мікропроцесора кілька калібрувальних точок (мінімум дві), після чого пристрій автоматично буде нову калібровану характеристику або коригує вже існуючу. Пристрій може виводити дані через RS-232 або 485 на комп'ютер або електронний безпаперовий самописець, що дає можливість графічного та табличного відображення даних, їх архівацію, а також видачу керуючого сигналу на виконавчі пристрої, такі як електромагнітний клапан зволожувача, засувка бункера, семісторний силовий перемикач і т.д. Також можлива передача даних від датчиків вологості в лабораторію через дроти або радіоканал на відстань до 1200 метрів. Підключення приладу включає наступні роз'єми:

- 1) Роз'єм сигнального кабелю (ДАТЧИК):

									Арк.
									31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ				



- контакт 1 – живлення 9-12 вольт постійного струму;
- контакт 2 - «земля»;
- контакт 3 - сигнал (0.17-2 вольта).

Роз'єм симістора «Симістор» ВАРІАНТ (тільки змінна напруга, роз'єм 2 контакту).

Роз'єм RS485 (опція):

- контакт 1 - А;
- контакт 2 - Б;
- контакт 3 - «земля».

Серія датчиків рівня ОВЕН ДУ, які мають багатоелектродну конструкцію, призначена для моніторингу рівнів рідини у резервуарах. Принцип роботи кондуктометричного датчика ґрунтується на відмінності у провідності між повітрям та рідиною. Цю відмінність реєструють два електроди: сигнальний, який розташований на необхідному рівні, та загальний. Коли поверхня рідини контактує з сигнальним електродом, між цими двома електродами виникає замикання.



Рисунок 5.5– Датчик рівня ОВЕН ДУ4

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Примеры монтажа приведены на рисунке 1.

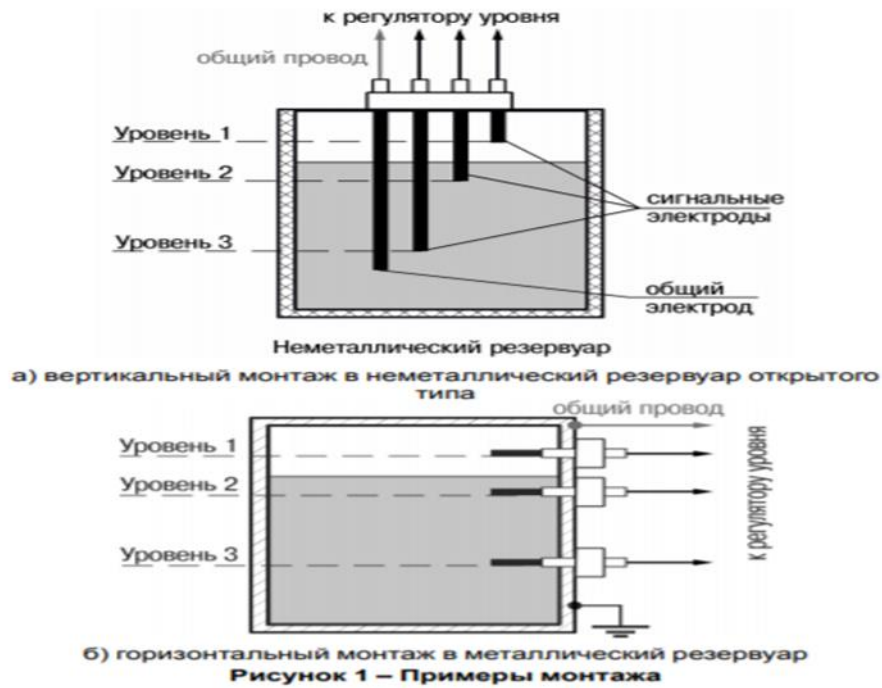


Рисунок 5.6– Приклад установки датчика рівня ДУ4

Виконавчі механізми забезпечують такі можливості: автоматичне, дистанційне або ручне управління робочим органом; автоматичне або дистанційне зупинення робочого органу в будь-якому проміжному положенні; позиціонування робочого органу у будь-якому проміжному положенні; формування інформаційного сигналу про кінцеві та проміжні положення робочого органу.



Рисунок 5.7– МЕО-1600/160-0,63(М)-92

Процедура встановлення механізмів МЕО:

									Арк.
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ				

- а) змонтувати механізм на фундаменті або проміжній конструкції, закріпивши його за допомогою відповідних кріплень;
- б) зняти стопори;
- в) повертаючи маховик ручного приводу, перемістити важіль у положення, яке відповідає закритому стану регулюючого органу;
- г) встановити один стопор;
- д) з'єднати важіль механізму з регулюючим органом за допомогою тяги та відрегулювати її довжину;
- е) повертаючи маховик ручного приводу, перемістити важіль у положення, яке відповідає відкритому стану регулюючого органу;
- ж) встановити другий стопор;
- з) повертаючи маховик ручного приводу, повернути регулюючий орган у закрите положення.

Схема з'єднань зовнішніх провідок (**Error! Reference source not found.**)

При проектуванні системи важливо враховувати надійне живлення приладів, з'єднувальних, сигнальних, інформаційних ліній передач інформації в системі автоматизації. Тому при проектуванні високонадійної системи необхідно вибирати і використовувати надійні елементи для системи.

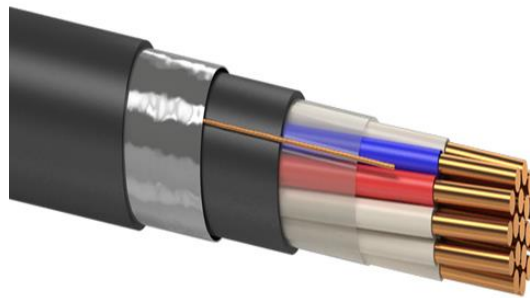


Рисунок 5.8– Кабель контрольний мідний, екранований КВВГЭ

Мідний контрольний кабель з екраном КВВГЭ використовується для монтажу, установки, ремонту і технічного обслуговування електророзподільної та контрольної апаратури. Він призначений для стаціонарного підключення до електричних приладів, апаратів, збірок затискачів електророзподільних пристроїв при номінальній змінній напрузі до 660 В і частоті до 100 Гц або при постійній напрузі до 1000 В.

									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ				

Його прокладка можлива в приміщеннях, каналах, тунелях і в умовах агресивного середовища за умови відсутності механічного впливу на кабель і необхідності захисту електричних ланцюгів від впливу електричних полів.

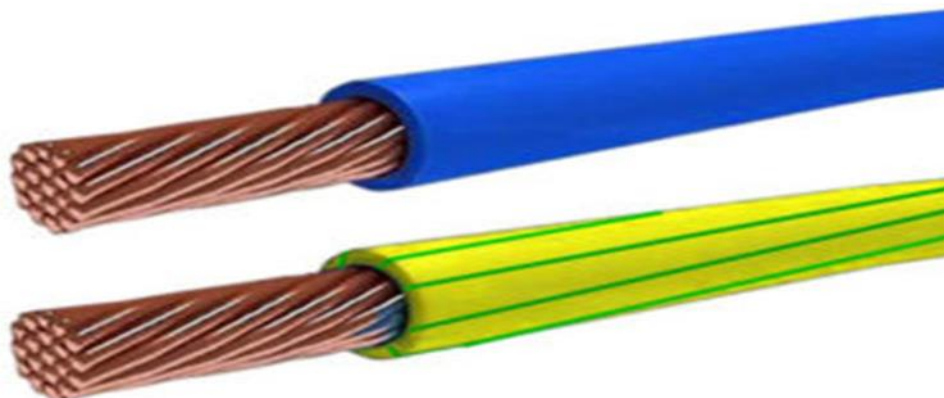


Рисунок 5.9– Провід з полівінілхлоридної ізоляції підвищеної гнучкості

Основою силового кабелю ПВЗ є багатодротяна жила мідна. Випускаються різновиду кабелю з перетином жили від 0,5 до 240 мм<sup>2</sup>. Значення питомого опору жили при температурі навколишнього середовища, рівній +20°C, не перевищує 0,01724 Ом•мм<sup>2</sup>/м.

Струмopовідна жила поміщена в полівінілхлоридну ізоляційну оболонку, яка може бути пофарбована в один з безлічі квітів. Забарвлення буває [Дата] Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 29 КП 151.А-98.014.ПЗ суцільною або з двох діаметрально розташованих смуг.

Для організації заземлення завжди застосовується провід ПВЗ, ізоляційна оболонка якого має зелено-жовте забарвлення. Опір ізоляції вельми високо: воно становить як мінімум 10 кОм/км. Правила прокладки і експлуатації.

Силовий кабель марки ПВЗ дозволяється прокладати лише у випадку, якщо температура навколишнього повітря перевищує - 15°C. З цього правила може бути зроблено виняток: провід можна прокладати і в більш холодному повітрі, попередньо розігрів виріб.

У випадку якщо правила, які перераховані вище, не дотримуються, можливо пошкодження проводу з втратою ним своєї функціональності і зниженням безпеки кабельної лінії.

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Як правило, провід ПВЗ розміщують в кабельних каналах, лотках, коробах, трубах, рукавах і інших пристосуваннях з пластику або металу. Також допускається прокладання проводу в порожнечах, які є в різних будівельних конструкціях.

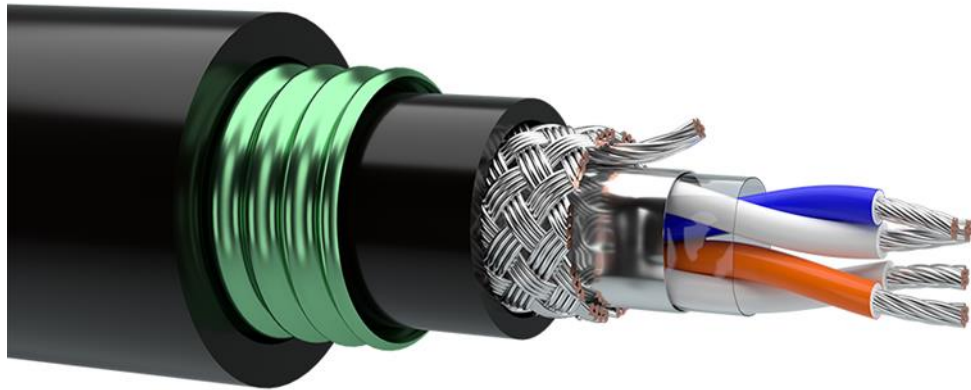


Рисунок 5.10– Монтажный кабель в екрані з захисним шлангом

#### Основні переваги монтажного універсального кабелю МКЕШ

Популярність цього типу кабельної продукції цілком обґрунтована. Серед інженерів і проектувальників електричних мереж дроти МКЕШ високо цінуються за наступні характеристики:

- стійкість до зовнішніх електромагнітних перешкод;
- високі показники механічної міцності;
- захист даних, включаючи захист від несанкціонованого доступу;
- пожежна безпека, оскільки у виконанні нг (А) кабель не підтримує горіння;
- здатність витримувати значні перепади температур;
- довгий термін служби.

Ці якості гарантують, що електромережа буде функціонувати стабільно і надійно, виконуючи свої завдання на 100% без потреби в дорогому обслуговуванні.

#### Особливості конструкції кабелю МКЕШ:

Абревіатура МКЕШ означає "монтажный кабель в екрані з захисним шлангом", що точно відображає конструктивні особливості цього типу продукції.

Кожен провід МКЕШ включає наступні елементи:

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ				

- луджені струмопровідні жили з міді, кількість яких може варіюватися від 2 до 14;

- ізоляція з полівінілхлоридного пластикату;
- екрануючий шар з мідного обплетення;
- оболонка з ПВХ-пластикату.

Приклад позначення: МКЕШ 7 × 0,75, де: 7 - це кількість жил, а 0,75 - їх перетин.

Використання в конструкції обплетення з щільністю не менше 65% дозволяє зменшити вплив зовнішніх електромагнітних випромінювань на внутрішні провідники кабелю та знизити спотворення сигналів.

Оскільки екрановані кабелі МКЕШ орієнтовані на промислове використання з тривалим терміном експлуатації, ГОСТ 10348-80 встановлює суворі вимоги до готової продукції, регламентуючи конструкційні, електричні та механічні параметри. Так, максимальний зовнішній діаметр для кабелю 2 × 0,35 дорівнює 7,5 мм, а для 14 × 0,75 - 15 мм.

Діапазон доступних перетинів включає наступні розміри: 0,35, 0,5, 0,75.

Технічні характеристики монтажного кабелю МКЕШ

Кабель МКЕШ має такі технічні параметри:

- номінальна змінна напруга - до 500В;
- номінальна постійна напруга - до 750В;
- робочий температурний діапазон - від -50 °С до +70 °С;
- будівельна довжина - не менше 25 м;
- строк служби - 15 років або 10 тисяч годин напрацювання;
- стійкість до вібраційних навантажень частотою 5000 Гц з прискоренням до 40 g.

Ці параметри розраховані для стандартних умов експлуатації, передбачаючи відносну вологість повітря не більше 98% при температурі 35 °С.

Сфера застосування МКЕШ

Монтажний кабель МКЕШ використовується там, де важлива висока чистота електричного сигналу. Він особливо затребуваний для:

- підключення контрольних приладів;

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

- систем сигналізації;
- монтажу комунікаційної апаратури АТС.

Такий кабель є оптимальним вибором при прокладанні кількох кабелів різного призначення в одному колодязі, жолобі або кабельному каналі. Це особливо актуально для промислових об'єктів, де характерний високий рівень електричного шуму.

Кабель МКЕШ може застосовуватися як для внутрішніх, так і для зовнішніх монтажних робіт.

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

## 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розрахунок економічної ефективності впровадження системи автоматизації лінії виробництва бетону

Розрахунок суми капіталовкладень, пов'язаних із впровадженням системи автоматизації лінії виробництва бетону

Таблиця 6.1 - Розрахунок вартості приладів і засобів автоматизації

Найменування приладів та засобів автоматизації	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн.
Індикатор технологічний ІТМ-110	12	4100,00	49200,00
Тензометричний датчик ZEMIC HM9A	4	4000,00	16000,00
Програмований логічний контролер ПЛК 110 02(M) 60	1	14000,00	14000,00
Модуль аналогового вводу MB110-8a	2	2112,00	4224,00
Модуль дискретного вивода МУ110-16P	2	3800,00	7600,00
Вологомір Поток-Б	2	22000,00	4400,00
Кондуктометричний датчик рівня ОВЕН ДУ-3.4	3	613,00	1839,00
МЕО-1600/160-0,63	8	16000,00	128000,00



Пускач реверсивний ПБР-2м	12	500,00	6000,00
Блок живлення DR- 500W 12V	1	1400,00	1400,00
Разом	-	-	272263,00

Таблиця 6.2 – Розрахунок вартості монтажних матеріалів

Найменування монтажних матеріалів, одиниці виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Вартість, грн.
Кабель монтажний МКЕШ 2х1, м	150	18,80	2820,00
Кабель монтажний ВВГ 3х6, м	180	25,00	4500,00
Труба стальна захисна 25*2.5, м	50	75,00	3750,00
Кабель заземлення ПВ 36.0, м	400	9,25	3700,00
DIN-Рейка 35*1000, шт	8	35,00	280,00
Разом:	-	-	15050,00

Таблиця 6.3- Розрахунок вартості щитів

Найменування монтажних матеріалів, одиниці виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Вартість, грн.
Щкаф щита ЩШ-ЗД- 2200х800х600	1	10000,00	10000,00

Таблиця 6.4 – Вихідні дані для розрахунку суми капіталовкладень

Найменування показників, одиниці виміру	Значення
Вартість приладів, грн.	272263,00
Вартість монтажних матеріалів, грн.	15050,00
Вартість щита, грн.	10000,00
Вартість електропневмоапаратури, %	20

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ				

Транспортно-заготівельні витрати, %	4
Витрати на монтажні роботи, %	18
Витрати на налагоджувальні роботи, %	20
Інші капіталовкладення, %	5

Таблиця 6.5 – Розрахунок суми капіталовкладень

Найменування показників	Значення, грн.
Вартість приладів	272263,00
Вартість монтажних матеріалів	15050,00
Вартість щита КВП	10000,00
Вартість електроапаратури	54 452,60
Транспортно-заготівельні витрати	14070,62
Витрати на монтажні роботи	60608,81
Витрати на налагоджувальні роботи	67343,12
Інші капіталовкладення	24 689,40
Разом:	518477,55

Розрахунок економічної ефективності впровадження системи автоматизації лінії виробництва бетону

Таблиця 6.6 – Вихідні дані для розрахунків

Найменування показників, одиниці виміру	Значення
Кількість працівників до автоматизації, чол.	9
Кількість працівників після автоматизації, чол.	6
Тривалість робочої зміни, год	8
Кількість змін	3
Середньомісячна заробітна плата, грн.	12000,00

Витрати на спец одяг, на одного працівника, грн	3300,00
Єдиний соціальний внесок, %	22
Сума капітальних витрат, грн.	518477,55
Загальна потужність приладів, кВт	5,19
Норма амортизації, %	20
Витрати на поточний ремонт, %	4
Ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн.	2,50
Тривалість роботи приладів протягом року, діб	365
Тривалість роботи приладів протягом доби, годин	24

Таблиця 6.7 – Розрахунок додаткової суми прибутку

Найменування показників, одиниці виміру	Значення
Кількість скорочених працівників, чол	3
Кількість місяців роботи	12
Скорочення витрат на заробітній платі, грн	432000,00
Скорочення витрат за рахунок єдиного соціального внеску, грн	95040,00
Скорочення витрат витрат на спец одяг, грн	9900,00
Загальна сума економії, грн	536940,00

Таблиця 6.8 – Розрахунок додаткових витрат

Найменування показників	Значення, грн
Сума капітальних витрат	518477,55
Додаткові амортизаційні відрахування	103695,51

Додаткові витрати на ремонт	20739,10
Додаткові витрати на електроенергію	113 661,00
Сума капіталовкладень з додатковими витратами	238095,61

Таблиця 6.9 – Розрахунок показників економічної ефективності капіталовкладень

Сума капітальних витрат, грн.	Приріст суми прибутку, грн.	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень	Термін окупності, років
518477,55	298844,39	0,58	1,72

## ОХОРОНА ПРАЦІ.

Охорона праці – це комплекс правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, що мають на меті збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі їхньої трудової діяльності.

Даний прес працює майже без втручання людини, але деякі процеси виконує людина. Тому присутній невисокий відсоток травмування на робочому місці. Для зменшення травматизму потрібно обмежити доступ некваліфікованих працівників до працюючого пресу, щоб уникнути травм та аварійних ситуацій. Кваліфікований спеціаліст також забор'язаний дотримуватися техніки безпеки при виконанні будь-якого виду робіт.

До експлуатації виробничого обладнання допускаються тільки ті працівники, які пройшли необхідну підготовку, отримали посвідчення встановленого на підприємстві зразка, а також пройшли первинний інструктаж та інструктаж з охорони праці на робочому місці.

Правила техніки безпеки- це основа виробничої діяльності. Їх дотримання стає свого роду гарантією оптимальної працездатності і виключення отримання травм. Заходи по ТБ в сфері виробництва бетонних сумішей або роботи з ними передбачають багато аспектів діяльності, в тому числі і опалубні роботи, арматурні, процес укладання бетону і т. д.

Варто відзначити, що виробництво бетону - це комплекс заходів, який передбачає складні процеси. Виробництво бетону в умовах заводу передбачає використання спеціальних установок, які в автоматичному режимі подають всі необхідні інгредієнти (пісок, цемент, щебінь і воду) відповідно до рецептури. В процесі виробництва задіяні складні механізми, крім цього, установка знаходиться в постійному русі.

Відповідно до технікою безпеки під час роботи БРУ робітники повинні знаходитися на безпечній відстані. Оператор установки спостерігає за всім процесом, перебуваючи біля пульта.

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Сучасна бетонна фабрика великого масштабу представляє собою складну структуру, оснащену різноманітним обладнанням для автоматизації процесів з виготовлення бетонної суміші. Тому особи, які відповідають за управління машинами та механізмами на цьому заводі, повинні мати відповідні сертифікати, підтвержені успішним проходженням іспитів з вивчення базових норм та правил техніки безпеки.

Основні правила техніки безпеки, які слід дотримуватися для забезпечення ефективних та безпечних умов праці на бетонній фабриці, такі: майданчики в межах робочої зони бетономішалок, включаючи проїзди та зони зберігання матеріалів, повинні бути підтримані в чистоті та не захаращені. Усі робочі механізми мають бути належним чином освітлені.

Елеватори, підйомники, бункери, лотки та інші пристрої для подачі матеріалів, необхідних для виробництва бетонної суміші, повинні бути забезпечені огороженнями, а корпуси електродвигунів мають бути заземлені.

При встановленні бетономішалки на платформі навколо неї мають бути влаштовані площадки з поручнями.

Закриті приміщення, де використовуються сипучі матеріали та добавки, повинні мати належну вентиляцію або системи для запобігання розпилу матеріалів. Пилюка основною чинною силою виникає під час транспортування та розвантаження цементу, тому робітники повинні носити спеціальний протипиловий одяг, захисні окуляри з щільним каркасом і, при необхідності, респіратори для захисту дихальних шляхів.

Перед чищенням, змащуванням або ремонтом машин та механізмів їх необхідно зупинити. Перед запуском машини оператор повинен надати відповідний сигнал. Кожна встановлена або відремонтована машина перед введенням в експлуатацію повинна бути оглянута та протестована.

Огляд, чищення та ремонт бетономішалки дозволяються тільки після вимкнення магнітних пускачів, видалення плавких вставок запобіжників з ланцюгів електродвигунів та підвішування на пускових пристроях плакатів "Не включати - працюють люди!".

									Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ				

Під час розвантаження бетонної суміші з бетономішалки заборонено швидко прискорювати порожнювання обертового барабану за допомогою лопати або будь-якого іншого пристосування.

Очищення ямки ковша стропового підйомника можна проводити тільки після додаткового закріплення піднятого ковша. Проходження працівників під піднятим і незакріпленим ковшем заборонено.

Стрічки та кінці барабанів конвеєрів на ділянках натяження та приводу повинні бути обгороджені. Проходи та проїзди, під якими розташовані конвеєри, повинні мати навіси, що виступають за габарити конвеєра не менше, ніж на 1 метр.

Під час роботи конвеєра заборонено очищати барабан, ролики та стрічку від бруду і налиплого матеріалу; не слід проходити під конвеєрною стрічкою без огорожі. Не можна також перевіряти кріплення ковшів до стрічки на працюючому елеваторі, стояти на кришці жолоба працюючого гвинтового конвеєра або знімати її.

Забороняється перевіряти, змащувати та ремонтувати електропневматичні вузли дозаторів під час їх роботи.

Силоси та бункери для зберігання цементу повинні бути обладнані спеціальними пристроями для механічного обвалення склепінь (зависань) цементу. У разі необхідності спуск робітників у бункери та силоси має здійснюватися в спеціальній колісці за допомогою лебідки. Для виконання робіт всередині силосів і бункерів призначаються не менше трьох працівників, двоє з яких повинні знаходитися на перекритті силосу або бункера та стежити за безпекою працюючих всередині, щоб у разі необхідності надати допомогу постраждалим.

Робітники, що перебувають всередині силосу або бункера, повинні мати респіратори.

Завантажувальні отвори ємностей для зберігання пилоподібних матеріалів повинні бути закриті захисними решітками, а люки в захисних решітках – замкнені на замок.

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Розвиток механізації в будівництві та промисловості будівельних матеріалів призвів до широкого застосування різноманітної техніки, потужних будівельних машин і механізмів. Як наслідок, збільшилася кількість людей, що піддаються негативному впливу шкідливих чинників, які виникають в процесі експлуатації.

Джерелом електробезпеки бетонно-змішувальної установки є: струмоведучі дроти, електродвигуни окремих механізмів та мікропроцесорна система керування установкою.

Перед запуском системи важливо провести наступні перевірки: затягнення різьбових з'єднань для забезпечення їх надійності; відсутність чужорідних предметів на окремих вузлах машини та в бункері змішувача; стан кріплення огорожень та їх справність; виявлення можливих протікань у водопровідній мережі; перевірка цілісності ізоляції електропроводки; правильний напрямок обертання змішувального вала; функціональність системи заземлення.

Під час експлуатації установки необхідно ретельно контролювати стан ізоляції електричних кабелів, пристроїв безпеки, чистоту проходів та обладнання, а також переконатися в надійності огорожень і доступності засобів індивідуального захисту для обслуговуючого персоналу. Доцільно виконувати перевірку для забезпечення плавності роботи змішувального вала без непереборних поштовхів і ривків, а також уникати перевантаження підшипникових вузлів вала.

Небезпеками в процесі експлуатації змішувального агрегату бетонно-змішувальної установки є:

- можливість ураження робітників електричним струмом;
- вплив шуму та вібрації, що передається з установки.

Робота агрегату повинна здійснюватися згідно ДСТУ EN60204-1:2015.

Так, як установка розміщується прямо на робочому майданчику, то за таких умов, небезпека ураження електричним струмом вища, ніж на промислових підприємствах, де всі роботи, як правило, здійснюються всередині приміщення. Тому робочий майданчик, належать до зони з підвищеною небезпекою чи особливо небезпечної.

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ				



З метою гарантування безпеки та запобігання можливим аварійним ситуаціям під час експлуатації установки встановлюється наступне обмеження: заборонено знаходитися на робочому місці особам, які не мають прямого стосунку до роботи; виконувати роботу з використанням пошкодженого обладнання або електрообладнання; проводити роботу з відкритими механічними передачами; залишати працюючі машини без нагляду; очищати бункер з увімкненими приводами лопатевих валів; застосовувати некалібровані запобіжники; регулювати або кріпити обладнання під час його роботи; піднімати вузли установки за допомогою несправних стропів.

Перед початком роботи з машинами змішувального агрегата слід запускати послідовно, починаючи зі змішувача і закінчуючи елеваторами – пристроями, які подають складові компоненти суміші, а зупиняти у зворотній послідовності. Оглядові майданчики повинні бути обгороджені належним чином. Серед можливих травм варто відзначити удари та травми від обертових деталей приладів, електроопіки внаслідок прямого або дугового контакту тіла з джерелом струму, пошкодження слизової оболонки очей від пилу та дрібної стружки під час свердління, а також проблеми з легенями при потраплянні пилу від деяких композитних матеріалів, таких як МДФ, склопластик і т.д. Уникнути зазначених небезпек можливо лише шляхом дотримання правил техніки безпеки.

Перед початком роботи з електроінструментом необхідно переконатися, що гвинти, які кріплять його деталі, добре затягнуті, редуктор справний, ізоляція електроінструменту не пошкоджена, а заземлення та вимикачі працюють належним чином (у разі інструменту з подвійною ізоляцією заземлення не потрібне).

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

## ВИСНОВОК

Робота охоплює всі аспекти автоматизації бетонно-розчинного вузла, що включає техніко-економічне обґрунтування, опис об'єкта, розробку системи автоматизації, проектне компонування, монтаж, економічні аспекти та охорону праці.

На початку було встановлено, що впровадження автоматизації підвищить ефективність виробництва, знизить витрати та покращить якість продукції. Проведене техніко-економічне обґрунтування показало, що впровадження автоматизації в бетонно-розчинний вузол економічно доцільне. Аналіз показав, що завдяки автоматизації можна досягти значного зниження виробничих витрат та збільшення продуктивності.

Опис об'єкта автоматизації включав його технічні характеристики та особливості експлуатації. Було детально розглянуто структуру бетонно-розчинного вузла, основні технологічні процеси та вимоги до системи автоматизації. Це створило основу для розробки проекту автоматизації, оскільки було визначено ключові моменти, які потребують автоматизації для підвищення ефективності та точності виробництва.

Розробка системи автоматизації включала принципові схеми управління, сигналізації та живлення. Вибір та розміщення обладнання, таких як автоматичні вимикачі, світлосигнальна арматура та блоки живлення, були ретельно описані. Такі компоненти, як тензодатчик ZEMIC НМ9А, кондуктометричний датчик ОВЕН ДУ-3.4, вологомір «Поток-Б», а також пневмогвинтові насоси ТЦ-1, були детально розглянуті. Було показано, як вони сприяють точному вимірюванню та контролю різних параметрів у процесі виробництва бетону.

Проектне компонування мікропроцесорних контролерів та програмного забезпечення розглянуто з використанням середовищ програмування CODESYS та OwenLogic, SCADA систем, OPC-серверів та драйверів. Це забезпечує ефективне функціонування автоматизованої системи. Розробка програмного забезпечення забезпечила надійну інтеграцію всіх компонентів системи та їх безперебійну

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

роботу. Використання сучасних SCADA систем дозволяє здійснювати дистанційний контроль і управління, що значно підвищує ефективність і безпеку виробництва.

Монтаж і налагодження засобів автоматизації детально описано через встановлення пневмогвинтових насосів, тензодатчиків та вологомірів, їх підключення та тестування. Було розглянуто процеси монтажу, підключення та налаштування таких важливих компонентів як тензодатчики ZEMIC HM9A, вологоміри «Поток-Б» та пневмогвинтові насоси ТЦ-1. Це забезпечує надійну роботу системи та точність вимірювань, що є критичним для стабільної якості кінцевого продукту.

Економічні аспекти проекту включають вартість реалізації, окупність та очікувані економічні ефекти. Проведений аналіз показав, що проект є фінансово вигідним та забезпечує швидку окупність вкладених інвестицій. Оцінка витрат і вигод показала, що автоматизація дозволить зменшити експлуатаційні витрати та збільшити продуктивність, що в результаті призведе до значного економічного ефекту.

Охорона праці висвітлює заходи безпеки при експлуатації автоматизованих систем. Було розглянуто потенційні ризики та методи їх мінімізації, що забезпечує безпеку працівників і знижує ймовірність аварійних ситуацій. Впроваджені заходи з охорони праці враховують специфіку роботи з автоматизованими системами та сприяють створенню безпечного робочого середовища.

Узагальнюючи, дипломна робота всебічно охоплює процес автоматизації бетонно-розчинного вузла, створюючи цілісну картину проекту та підтверджуючи його доцільність і ефективність. Описані рішення та вибір обладнання демонструють глибоке розуміння вимог до сучасних автоматизованих систем та забезпечують високий рівень якості кінцевого продукту.

					СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

## ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

- 1) Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості: Підручник/ Ладанюк А. П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д., – К.: Аграрна освіта, 2004 р. – 224 с.
- 2) Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник. М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т – 2-ге вид. Д.:НГУ, 2014. 271 с
- 3) "<https://aqteck.com.ua/ua/programne-zabezpechennja/seredovyschche-programuvannja-codesys-2-3/servisne-pz-dlja-kontroleriv-owen-plk-110-m02>
- 4) <https://kvbukraine.com.ua/betonosmesitelnie-zavodi-i-uzli--bsu---betonno-rastvornie-uzli--bru-/>
- 5) <https://www.zemiceurope.com/en>
- 6) <https://owen.in.ua/index.php/produktovyj-katalog/kontrollery>
- 7) [https://dneprukr.in.ua/?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=promua\\_flow\\_meter\\_ukr&utm\\_term=%2B%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%20%2B%D0%B2%D0%BE%D0%B4%](https://dneprukr.in.ua/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=promua_flow_meter_ukr&utm_term=%2B%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%20%2B%D0%B2%D0%BE%D0%B4%)
- 8) [https://prom.ua/ua/p6360185-mehanizm-meo-160063.html?utm\\_source=google\\_pla&utm\\_medium=cpc&utm\\_content=pla&utm\\_campaign=UA\\_cpc\\_1,2\\_promyshlennoe\\_oborudovanie&utm\\_term=%7Bkeyword%7D&gclid=CjwKCAjwwqaGBhBKEiwAMk-FtPKS9\\_KGAEKQNvUCRb4-2Y48IRPZBmQ6BRbkFTkNtgLH\\_sTIS0w0aBoCmD8QAvD\\_BwE](https://prom.ua/ua/p6360185-mehanizm-meo-160063.html?utm_source=google_pla&utm_medium=cpc&utm_content=pla&utm_campaign=UA_cpc_1,2_promyshlennoe_oborudovanie&utm_term=%7Bkeyword%7D&gclid=CjwKCAjwwqaGBhBKEiwAMk-FtPKS9_KGAEKQNvUCRb4-2Y48IRPZBmQ6BRbkFTkNtgLH_sTIS0w0aBoCmD8QAvD_BwE)
- 9) <https://www.elkon.net/products/concrete-batching-plants/>
- 10) <https://elektrologistik.com.ua/ua/p1322154000-konduktometricheskie-datchiki-urovnya.html>
- 11) <http://ukrenergy.com.ua/pbr-2m.html>
- 12) <https://www.mekaglobal.com/en/products/concrete-batching-plants>
- 13) <https://www.mekaglobal.com/en/products/concrete-batching-plants>
- 14) <https://mix.sumdu.edu.ua/textbooks/81071/index.html>

/

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01/4-1.6.151.01.ПЗ				

