

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

Кафедра автоматизації технологічних процесів та виробництв

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній рівень)

на тему: Розроблення автоматизованої системи дозування компонентів при приготуванні волокнистоцементних суспензій

Виконали: студенти 4 курсу, групи КА-41
Спеціальність 151
“Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”
(шифр і назва спеціальності)

	Войціх А.М.
(підпис)	(прізвище та ініціали)
	Войціх В.М.
(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	Шовкун О.П.
	(підпис)
	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	Козбур І.Р.
	(підпис)
	(прізвище та ініціали)
Рецензент	Чихіра І.В.
	(підпис)
	(прізвище та ініціали)

Анотація

Мета даної кваліфікаційної роботи полягає в проектуванні системи контролю дозування компонентів для виробництва волокнистоцементних суспензій.

Система контролю дозування компонентів дозволить в режимі реального часу фіксацію параметрів технологічного процесу, а також забезпечувати контроль за перебігом технологічного процесу виготовлення волокнистоцементних суспензій, впливати на перебіг процесу дозування компонентів при приготуванні волокнистоцементних суспензій.

Результатом проектування стало створення комплексної системи автоматизації технологічного процесу за допомогою програмного середовища Simatic Step 7 фірми Siemens.

Розраховано показники надійності системи та вказано заходи з техніки безпеки розробленої системи.

ЗМІСТ

Анотація.....	6
Вступ	9
1 Аналітична частина	12
1.1 Постановка задачі.....	12
1.2 Напрямки вирішення поставленої задачі.....	13
1.3 Оцінка технічного рівня і якості спроектованої системи	24
1.4 Вибір та обґрунтування аналогів	25
1.5 Визначення комплексного показника якості.....	28
2 Проєктна частина.....	31
2.1 Технологія приготування сировинних сумішей	31
2.2 Аналіз роботи обладнання та агрегатів заготовчого відділення.....	36
2.3 Визначення параметрів системи контролю	39
2.4 Структурна схема системи	41
2.5 Функціональна схема системи.....	44
2.6 Розрахунок параметрів системи	48
2.7 Структура і призначення програмованого логічного контролера	50
2.8 Розрахунок надійності системи контролю	57
3 Спеціальна частина.....	66
3.1 Розробка алгоритмічного забезпечення системи.....	66
3.2 Розробка програмного забезпечення.....	73
4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.....	76
4.1 Заходи з охорони праці на підприємстві	76
4.2 Заходи з безпеки життєдіяльності	86

Висновки.....	92
Перелік посилань	Ошибка! Закладка не определена.
Додатки.....	Ошибка! Закладка не определена.

Вступ

Сучасні системи контролю технологічних процесів виробництва побудовані на основі програмованих логічних контролерів (ПЛК). До виникнення мікропроцесорної техніки контролерами називали багатопозиційні перемикачі для комутації електричних кіл. Такі механічні контролери широко використовувались в релейно- контактних схемах керування промисловими об'єктами [15].

Принципові схеми таких систем контролю нагадували драбину, стояки якої утворювали два проводи, що підводили електричне живлення, а ступені послідовно ввімкненні контакти реле, блок контакти пускачів двигунів, контакти натискних кнопок, шляхових перемикачів і котушки електромагнітних апаратів (реле, пускачів, електромагнітів та інших пристроїв).

Деякі контакти такої ступені могли бути зашунтовані контактами, ввімкненими до них паралельно. Коли низка таких елементів утворювала електричне коло, - котушка збуджувалась і, якщо це була обмотка реле чи пускача, створювала перемикання контактів в інших ступенях схеми керування або колах електроустаткування.

Програмовані логічні контролери на базі мікропроцесорної техніки спочатку використовувалися для заміни таких схем з релейною логікою. Їх перевагою були менші габарити і гнучкість, оскільки релейна автоматика вимагала жорсткого монтажу і будь-яка зміна в логіці функціонування релейної автоматики приводила до необхідності зміни всього монтажу, що було економічно не вигідно.

Але завдяки можливостям мікропроцесорної техніки ПЛК знайшли застосування в індустрії не тільки для перемикання електричних кіл, але й для розв'язку інших прикладних задач пов'язаних з обчисленнями, обробкою

та порівнянням аналогових сигналів [17].

Однією з важливих переваг ПЛК, є легкість з якою, його функції можуть бути змінені вразі зміни виникнення функціональних або апаратних змін у процесі керуванням технічним об'єктом.

Наприклад приймемо, що при керуванні батареєю люміноесцентних ламп оператору слід дозволити вмикати лампи вручну при будь-якому тиску, але тільки при наявності температури в робочій зоні не більше заданої. Тоді в разі використання релейної схеми керування будуть необхідні зміни в проводах системи.

Якщо ж використати ПЛК, то сполучення всіх зовнішніх пристроїв з модулями вводів та виводів залишаються не змінними, зміни відбуваються лише у логічній частині схеми, тобто тільки у програмі.

Програми заносять до пам'яті програмованого контролера за допомогою програмувальних пристроїв, які дозволяють вносити, редагувати та відлагоджувати програму користувача. Модулі програмування можуть мати вигляд переносного пристрою з клавіатурою та дисплеєм на рідких кристалах.

Персональний комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням також може бути використаний як програмувальний пристрій. Можливе суттєве віддалення комп'ютера від місця фізичного розташування контролера.

Відлагоджена програма може бути збережена при наявності комп'ютера на його жорсткому диску або на інших носіях. Можливе підключення через модеми декількох контролерів до спільної магістралі обміну даними.

В ПЛК часто використовують графічну мову програмування з дотриманням логіки релейно-контактних схем. Це робить програми більш наочними та спрощує програмування.

ПЛК розроблені виробниками для безпосереднього застосування в індустріальному середовищі мають розвинений інтерфейс вводу/виводу. Це

звільняє користувача від необхідності розробляти і виготовити пристрої
спряження зовнішніх силових елементів з контролером, що є дуже суттєвою
перевагою ПЛК [18].

1 Аналітична частина

1.1 Постановка задачі

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка системи контролю за дозуванням компонентів для виробництва плоских волокнистоцементних листів, яка дозволяє контролювати технологічний процес приготування волокнистоцементних сировинних сумішей, що проходить на заготовчому відділенні цеху волокнистоцементного виробництва (ВЦВ).

Система повинна відбирати та оперативно редагувати на дані про перебіг технологічного процесу, система повинна враховувати швидку зміну оперативної обстановки у відділенні, яка пов'язана зі зміною параметрів роботи відділення та стану вузлів та агрегатів відділення, необхідністю негайно коректувати роботу відділення чи його елементів.

При створенні системи необхідно враховувати особливості процесу приготування сировинних сумішей. Визначити параметри системи для контролю та напрямки вирішення поставленої задачі. [3,4,15]

Реалізацію моделі програмного забезпечення системи здійснити з використанням об'єктно-орієнтованої оболонки STEP 7 корпорації SIEMENS. При розробці системи за основну структурну одиницю обрати заготовче відділення цеху.

Кваліфікаційна робота розбита на наступні етапи:

1) Постановка задачі та визначення параметрів системи контролю волокнистоцементного виробництва. Який включає в себе реальну постановку задачі для створеної системи контролю роботи технологічного процесу та визначає основні параметри які необхідні для створення системи.

2) Аналіз приготування сировинних сумішей волокнистоцементного виробництва. Включає в себе аналіз роботи заготовчого відділення та особливості перебігу технологічного процесу роботи всіх вузлів та агрегатів

системи. Тут також пропонуються напрямки вирішення поставленої задачі та підбір обладнання для дозування сировинних компонентів.

3) Створення структурної та функціональної схем системи та визначити їх параметри. Тут передбачається розробити структуру системи визначити перебіг функціонування блоків системи та визначити основні електричні та функціональні параметри системи та її блоків.

4) Розробка алгоритмічної основи роботи системи під час роботи відділення. Цей етап включає розробку алгоритму контролю перебігу технологічного процесу дозування компонентів для виробництва плоских волокнистоцементних листів для подальшого створення програмного забезпечення системи.

5) Розробка необхідного програмного забезпечення для надійного функціонування створеної системи. Тут передбачена реалізація програмного забезпечення системи за допомогою STEP 7 – це пакет стандартного програмного забезпечення, використовуваний для конфігурування і програмування програмувальних логічних контролерів SIMATIC. Він є частиною промислового програмного забезпечення SIMATIC.

6) Відладка розробленого програмного забезпечення.

1.2 Напрямки вирішення поставленої задачі

1.2.1 Визначення напрямків вирішення поставленої задачі

Основним змістом поставленої задачі є виконання технологічних операцій з дотриманням всіх технологічних норм і правил та чіткий контроль за їх виконанням. [5–7]. Контролювання правильності перебігу технологічного процесу проводить програмне забезпечення системи яке детально розглянуте в розділі 4.

Правильність перебігу технологічного процесу в свою чергу залежить

від точності дозування компонентів для приготування волокнистоцементної суспензії (дозування по вазі волокнистого наповнювача та цементу в кг, дозування розходу води на технологічні операції в л) та дотримання інтервалу часу виконання певних технологічних операцій циклу (обмяття волокнистого наповнювача в бігунах, гідророзпушка волокнистої суспензії в гідророзпушувачі, приготування волокнистоцементної маси в турбозмішувачі). За дотриманням інтервалу часу слідує ПЛК через програмне забезпечення який розглянутий в розділі 3.

Одним із найважливіших напрямків вирішення поставленої задачі є точне дозування компонентів вихідної суміші. Вирішення цієї проблеми полягає у правильному підборі обладнання. В даному підрозділі проводиться вибір ваг для вагових дозаторів волокнистого наповнювача та цементу підбір обладнання для визначення розходу води та обладнання визначення рівня в гідророзпушувачі і турбозмішувачі.

1.2.2 Підбір ваг для дозування волокнистого наповнювача та цементу

Відвантаження доз волокнистого наповнювача та цементу для приготування волокнистоцементної суспензії є однією із найважливіших операцій технологічного циклу, що потребують контролю з боку системи [8, 9].

В якості ваг вибране обладнання австрійської фірми GWT GLOBAL Weight Technologies— компактні стискувально навантажувальні камери (Compact Compression Load Cell) які зображені на рисунку 1.4 а). Ваги мають два промислові типи розділені по діапазону зважування на PR6011/00, що проводять зважування від 30 кг до 300 кг та PR6011/30, що проводять зважування від 500 кг до 5 тон. В якості ваг волокнистого наповнювача вибранні PR6011/00, якості ваг цементу вибранні PR6011/30.

При виборі обладнання для дозування було віддано перевагу вагам

саме цього виробника тому, що вони відповідають наступним важливим параметрам:

- вони легко встановлюються на вагових дозаторах і не вимагають багато простору для їх закріплення на обладнанні;
- вони виготовляються повністю із сталі, що надає їм міцності та захищає при механічних ушкодженнях;
- корпуси ваг є герметично захищені захистом IP68, стійкі до впливу води, вони можуть працювати без порушень при дії на них води терміном до 10 годин;
- ваги мають широкий температурний діапазон роботи і працюють при температурах від мінус 40⁰ С до плюс 70⁰ С;
- стійкі до дії вібрації;
- ваги даного виробника схвалені та прокалібровані у контрольних організаціях німецької метрологічної служби BFP у Гьотінгені та Фізико-технічна федеральна служба у Брауншвейгу дала дозвіл на конструкцію вимірювального приладу;
- доповнені захистом при перевантаженні.

Фізично компактні стискувально навантажувальні камери виконанні на основі тензорезисторів. Тензорезистори являються первинними перетворювачами широкого класу приладів для вимірювання сили, тиску, деформацій, механічних напруг та інших величин, перетворених в сигнали чи тиск.

Принцип дії тензорезисторів заснований на явищі тензоефекта, який полягає в зміні активного опору провідників чи напівпровідників при їх механічних деформаціях.

Конструктивно тензорезистори камери виконуються у вигляді пристроїв, які піддаються всесторонньому стиску силами тиску інертного газу і рідини, що оточують тензорезистор. На принципі всестороннього стику і основані пристрої для вимірювання великих тисків. Перетворювачами в таких пристроях є напівпровідникові елементи із кремнія чи германія або

катушки із манганітового дроту.

Навантажувальна камера зв'язана з повторювачем через екранований коксіальний кабель, відстань до якого не більше 150 мм, радіуси згину дозволенні виробником не менше 50 мм. Камера надсилає на перетворювач сигнали які рівні від 10 до 30 В постійна робоча напруга та від 0 до 100 мА робочий струм.

Перетворювач формує на виході сигнали 24 В змінна напруга та від 4 до 20 мА струм для вхідної плати аналогових сигналів SM331, що вмонтована в промисловий контролер SIMATIC S7-300. Більш глибоку і детальну інформацію про данні пристроїв можна отримати на сайті фірми виробника, який знаходиться за адресою <http://www.global-weighing.de>.

1.2.3 Вибір обладнання для контролю розходу води

Вода є необхідно-важливим компонентом для для здійснення технологічного циклу приготування сировинних волокнистоцементних сумішей, які в подальшому використовуються для виробництва плоских волокнистоцементних листів.

В якості дозуючого обладнання вибирається магнітно-індуктивний витратомір з включеним регулюванням поля у розділеній конструкції німецької фірми BAILEY FICHER & PORTER, за допомогою магнітно-індуктивного витратоміру можна точно виміряти розхід рідин, тіста, паст та шламів з електричною найменшою провідністю 5μS/см. Система вимірювання складається з датчика та приналежного до нього вимірювального перетворювача.

При розробці системи було надано перевагу продукції вище вказаної фірми тому, що магнітно-індуктивна система вимірювання характеризується наступними важливими конструктивними ознаками:

- стандартизована монтажна довжина датчика розходу у конструкції

фланця DIN згідно VDE/VDI 2641 і згідно DWGW-Робочого списку W420 (Конструкція WP, ISO 4064), а також ISO 13359;

- датчик DN 1 до DN 100 у конструкції з високоякісної сталі;
- температура вимірювального матеріалу Стандарт від мінус 40°C до плюс 130°C;
- конструкція з високої температури до 180°C;
- навколишня температура від 25°C до плюс 60°C;
- широкий спектр застосування за рахунок великого вибору покриттів, матеріалів електродів та видів з'єднань;
- лінійне та точне вимірювання розходу, незалежно від профілю току за рахунок пристосованого до роботи магнітного поля;
- точність, стабільна довгий час за рахунок цифрової обробки сигналів з включеною технікою поля та стабільним нульовим пунктом;
- автоматичне розпізнавання вимірювальної трубки, що працює вхолосту;
- інтегрований датчик попереднього вибору;
- диференційний відлік чи окремий відлік потоку вперед і назад;
- два режими вимірювання з автоматичним чи зовнішнім переключенням;
- проста структура експлуатації, введена в меню. Встановлення параметрів прямо на вимірювальному перетворювачі чи з магнітним штифтом прямо ззовні при закритому корпусі поля;
- модуль програмованої пам'яті для простої заміни вимірювального перетворювача;
- конструкція, покрита дубом, для холодних стоків чи рідин, крім води;
- максимальне відхилення вимірювального значення 0,4 відсотків від вимірювального значення;
- на вибір 0,2 відсотків від вимірювального показника.

Фізичний зміст роботи магнітно-індуктивного витратоміра наступний, основою для магнітно-індуктивного вимірювання розходу є закон індуктивності Фарадея [16]. Якщо в магнітному полі рухається провідник, то в ньому відбувається індукція напруги.

При технічному використанні цього принципу вимірювань матеріал, що вимірюється проходить через трубку, в якій вертикально до напрямку потоку виробляється магнітне поле.

Напруга, що індукує у матеріалі, що вимірюється, відводиться двома діаметрально пристосованими електродами. Ця вимірювальна напруга U_e є пропорційною до магнітної індукції B , до відстані між електродами D , а також до середньої швидкості потоку v . Якщо буде взято до уваги той факт, що магнітна індукція B та відстань між електродами D є сталими величинами, то отримують пропорційність між вимірювальною напругою U_e та середньою швидкістю потоку v .

З обрахунків об'ємного розходу слідує, що вимірювальна напруга U_e є лінійною та пропорційною до об'ємного розходу. У вимірювальному перетворювачі індукційна вимірювальна напруга перетворюється в нормальні, аналогові та цифрові сигнали.

Можливі наступні методи отримання даних від витратоміра, користувач може отримати вихідний сигнал на вибір.

Польовий протокол служить для зв'язку між системою проведення процесу, ручним терміналом та польовим пристроєм. Якщо бажане з'єднання через протокол, то відпадає потреба в серійному інтерфейсі. Цифрове з'єднання відбувається за рахунок змінної напруги, яка переходить у вихід струму, що не впливає на підключені прилади оцінювання. Ця конструкція є можливою лише при виході струму від 4 до 20мА.

При такому використанні в вимірювальному перетворювачі використовуються клеми: +/- . Вид передавання FSK – модуляція на вихід струму від 4 до 20мА згідно стандарту Bell 202. Швидкості передавання даних в бодах 1200 бод. Кабель AWG 24 схрещені проводи. Максимальна

довжина кабелю 1500мм. Максимальна сигнальна амплітуда 1,2 мAss. Серійні інтерфейси постачаються в конструкції RS 485 чи RS232C/V24.

При роботі із одним витратоміром використовуючи для індикації даних компютер данні отримуються через послідовний інтерфейс RS232C. [11–12]

Технічні данні. Сторона генератора. Високий рівень мінус 8 В, Низький рівень плюс 8 В. Струм на вході: 10мА. Сторона приймача макс. напруга на вході: 30В змінна напруга. Струм на вході: 5,5мА змінний струм, при 25В змінна напруга на вході. Максимальна довжина кабелю: не більше 15м, швидкість передавання даних в бодах від 110 до 9600 бод. Виробник рекомендує екрановане передавання даних. В вимірювальному перетворювачі використовуються клеми: V1, V2, V3, V4; функція g2, TD, g2, RD.

При використанні декількох витратомірів із використанням компютера для виводу величини розходу використовується промисловий інтерфейс RS 485.

Технічні данні при використанні данного з'єднання напруга 5В. Повний опір на вході не більше 12 кОм. Максимальна довжина кабелю не більше 1200м. Швидкість передавання даних в бодах від 110 до 9600 бод, або від 14400 до 28800 бод. Максимально можна використовувати 32 давачі паралельно на одній шині. Виробник рекомендуємо екрановане та попарне закручене передавання даних. В вимірювальному перетворювачі використовуються клеми: V1, V2, V3, V4; Функція T-, T+, R-, R+.

Оскільки магнітно-індуктивна система вимірювання складається із первинного перетворювача MAG-XM, який перетворює величину потоку рідини в індукційну вимірювальну напругу, та вимірювального перетворювача 50XM2000, який перетворює вимірювальну напругу в нормальні аналогові та цифрові сигнали, тому виникає потреба їх з'єднання для перетворення даних для мережі ПЛК S7-300.

План підключення вимірювального перетворювача первинного давача

та інші можливі способи використання вимірювального перетворювача наводяться нижче.

- 1) Живлення вимірювального перетворювача;
- 2) Кабель струму для датчика вимірювальних значень (екранований $2 \times 1,5 \text{ мм}^2$), Клеми (M1, M3).
- 3) Включення на вході, функція вибирається через програмне забезпечення як зовнішнє виключення на виході чи зовнішня зворотна позиція датчика чи зовнішнє переключення режиму вимірювання чи пусковий контакт датчика попереднього вибору пасивний, через робочий контакт (замикач), з зовнішнім забезпеченням напруги, більше 16 В та менше 30 В прямого струму, $R_i = 2 \text{ кОм}$. Клеми X1, G2 активний, через робочий контакт (замикач), Клеми X1, U2, Клеми з'єднати перемичками g2/G2.
- 4) а) Інтерфейс RS485, при застосуванні інтерфейсу RS232C рекомендується екрановане передавання даних– при RS485 екрановане та попарне передавання даних. Клеми V1-V4, Функція (T-, T+, R-, T+)
б) На вибір, Нормований імпульсний вихід 2-канальний, інтерфейс не потрібний активний, 24 В прямого струму, тягар
- 5) Виключення на виході, функція вибирається через збірну тривогу, гранична тривога, пуста трубка, попередня сигналізація, 2 режими вимірювання чи датчик попереднього вибору. За допомогою контакту реле не більше 3В; не більше 250мА; не більше 30В прямого струму, Клеми P1/P2, Функція (96,97). За рахунок оптичного з'єднання більше 16В та менше 30В прямого струму, більше 2мА та менше 15мА, Клеми P1/P2, Функція (EB/CB).
- 6) Вихід постійного струму налаштовується, від 0 до 20мА або від 4 до 20 мА, навантаження не більше 1 кОм, від 2 до 10мА, вантаж не більше 2 кОм, від 0 до 5мА навантаження не більше 4 кОм. Клеми (+/-).
- 7) Нормований імпульсний вихід 1-канальний максимально 5кГц,

імпульсна валентність з фактором від 0,001 до 1000 з показаними на дисплеї даними, що множиться, наприклад, 1 імпульс/м³ ·1000. Можна настроїти ширину імпульсу від 0,100мс до 2000мс. Нормований вихід імпульсу:

а) активний, 24В прямого струму, вантаж не менше 150 Ом, масимальна частота 5 кГц, Клеми V8, V9, Функція (g2/10).

б) пасивний, не менше 5 мА та не більше 250 мА, не менше 5В та не більше 25В прямого струму; масимальна частота 5кГц, Клеми V8, V9, Функція (G2/G1).

8) а) Тривога на виході, Контакт реле не менше 3В; не менше 250мА; не менше 30В прямого струму; при відкритому тривожному повідомленні, Клеми V5/V6 Функція (39, 40).

б) Тривога на виході; оптичне з'єднання не менше 16В та не більше 30В прямого струму, не менше 2мА не більше 15мА прямого струму, або не менше 7,5 мА, Клеми V5/V6, Функція (E9, C9).

9) Екранований сигнальний кабель, D173D018U02. 10м постачаються.

10) Забезпечення напруги для перетворювача повних опорів у витратомірі (DN1-4) і для датчика з довжиною сигнального кабелю 200м, Клеми +U, -U.

В данному випадку використовується з'єднання витратоміра MAG-XM із вимірювальним перетворювачем 50XM2000. Вимірювальний перетворювач видає сигнали 24 В змінна напруга прямопропорційна розходу струм 4-20 мА на вхідну аналогову плату SM331 ПЛК S7-300 та клема V8 видає сигнал закінчення перекачування 24 В постійна напруга струм 0.5 мА на плату дискретних сигналів SM321 ПЛК.

1.2.4 Кондуктивне визначення рівня FTW 420

При виборі обладнання для визначення рівня використовується зонди

та контролери рівня австрійської фірми Endress+Hauser. Призначення даного обладнання визначення крайньої межі та регулювання двох пунктів у ємностях гідророзпушувача та турбозмішувача.

Принцип функціонування обладнання наступний: зонд та стінка ємності, що проводить електрику, утворюють два електроди. Як тільки матеріал, що завантажується, доторкається до зонда, то через провід вхідного сигналу попадає змінний струм. Він приводиться в рух за рахунок внутрішнього включення підсилювача реле у вимірювачі рівня. Одночасно сигналізує червоний світлодіод про позицію реле.

Включення страхування вибирається за допомогою навісної перемички. Максимальна безпека: реле відпускається, коли матеріал, що завантажується, доторкається до зонда, чи випадає напруга живлення. Мінімальна безпека: реле відпускається, коли матеріал, що завантажується, відпускає зонд, чи випадає напруга живлення.

Переваги використання контролера рівня FTW 420:

- гідний щодо ціни кінцевик для теплопровідних рідин та сумішей;
- простий монтаж за рахунок корпусу Minipac на стандартній шині 50мм;
- легко під'єднується та проводиться заміна за рахунок з'ємних клемних блоків на передній стороні корпусу Minipac;
- електронне включення роз'єднане гальванікою реле подачі струму та виходу. Уникається забирання потенціалу.

Кондуктивний пристрій вимірювання. Велика кількість зондів робить можливим оптимальне пристосування завдання вимірювання. Прилад постачається для визначення стандартного режиму від 6kОм до 50kОм, і в загальному не повинен бути відкоректований.

Для визначення граничної межі при неспокійних поверхнях рідини виробник рекомендує застосовувати 2 зонди (включення 2 пунктів визначення).

До входу контролера рівня FTW420 можна підключити реле, захисти,

магнітні клапани для управліннь чи сигнальних пристроїв [16]. Електричне підключення здійснюється через клемний блок для підключення сіті і для контактів реле виходу знаходиться внизу, клемний блок для проводів вхідних сигналів до зондів і для безпечного підключення вверху лицьової панелі.

Підключення зондів. Для проводів вхідних сигналів застосовується до зондів звичайний екранований монтажний кабель. Для регулювання двох пунктів вимагаються три жили, для визначення граничного показника– 2 жили. Екранування заземліть з обох боків. Якщо це не можливо, заземліть екранування біля контролера рівня FTW420.

В данному випадку використаний високостійкий зонди для агресивних рідин, щупи якого мають довжину до 1.000мм. Визначення граничного стану здійснюється за допомогою зонда із двома щупами можливе визначення граничного стану точно по пунктах для мінімуму та максимуму– також страхування від перезаповнення– у ємностях. У ємностях з ведучими стінками можна визначити різних граничних стани за допомогою одного зонда.

Режим застосування наступний зонд FDW30 застосовується у поєднанні з відповідним пускачами контролером рівня FTW420 для визначення граничного стану та управління рівнем у електропровідних рідинах та сумішах. Вони повідомляють, наприклад, переповнення, сухий хід, вологість, розхід і т.д.

Згідно вибраної конструкції за допомогою використання стінки ємності в якості маси можна реалізувати чотири пункти включення. Приєднання маси відбувається або прямо до ємності, що проводить енергію, чи через найдовший щуп зонда. З'єднувальна головка ущільнена за рахунок О-подібного кільця у кришці і є, таким чином, непроникною до розбризкувальної води.

Повне вимірювальне обладнання регулювання двох пунктів у штучній ємності. До комплексного вимірювального обладнання належить, крім зонду

з щупами FDW30 кінцевик, що здатний проводити струм. Тестер рівня FTW 420Z у пристрої Minipac з режимом корекції від 0 до 50 кОм чи від 0 до 1,5 Ом (FTW420S).

Електричне підключення. Електричне підключення відбувається через клемний блок з пронумерованими з'єднувальними клемами. Рекомендується при встановленні занотовувати при скороченні щупів зонда, який щуп (наприклад, маса чи мінімум) веде до якої клеми. [1-2]

З'єднувальні клеми для макс. $1,5\text{мм}^2$ сичення жил. Особливо рекомендується приділити увагу на те, щоб після підключення прохідний ізолятор кабелю та кришка корпусу зонда були міцно затягнуті.

1.3 Оцінка технічного рівня і якості спроектованої системи

Спроектowana система контролю дозування компонентів для виробництва плоских волокнистоцементних листів побудована на основі елементів комплексних систем автоматизації Simantic фірми Siemens. Вона призначена для впровадження у відділеннях приготування сировинних сумішей. Система повинна проводити комплексний контроль за приготуванням сировинних сумішей.

Необхідність впровадження системи полягає у необхідності контролювати параметри технологічного процесу та надійно забезпечувати роботу всіх вузлів та агрегатів відділення.

Спроектowana система побудована на елементах комплексної автоматизації виробництва фірми Siemens і повинна замінити існуючу систему автоматизації технологічного процесу яка побудована на контактно-релейній основі, в зв'язку з її моральним та фізичним зносом.

Основою для виготовлення не бракованої продукції в цеху волокнистоцементного виробництва є точне дотримання пропорцій основних компонентів для виробництва плоских волокнистоцементних

листів та витримка часу обробки цих компонентів в технологічних операціях.

Для цього потрібний більш якісний контроль за роботою відділення який забезпечується в спроектованій системі.

Переваги спроектованої системи над існуючою:

- моральне та фізичне застаріння останньої;
- спроектованна система проводить постійне діагностування своєї роботи та роботи всіх елементів;
- легкість заміни елементів системи без потреби зупинки технологічного процесу;
- вища точність контролювання технологічного процесу;
- можливість з мінімальними затратами коректувати роботу відділення чи технологічного процесу;
- система має відкриту архітектуру для подальших удосконалень та централізованого збору даних про технологічний процес, чи об'єднання її вмережу з іншими системами аналогічного типу для забезпечення їх резервування.

Отже виходячи з вище вказаного видно, що запропонована система має ряд переваг перед існуючою системою автоматизації технологічного процесу та відкрита для подальших доробок та удосконалень.

1.4 Вибір та обґрунтування аналогів

Для визначення степені відповідності технічного рівня і якості спроектованої системи сумісному рівню розвитку науково-технічного процесу як по технічному виконанню так і по сфері вирішуваних задач необхідний аналог, який повинене відповідати спроектовній системі по призначенню і складу і бути одним із кращих в світовій практиці.

В якості такого аналога вибирається система комплексної автоматизації беззбестної лінії виробництва їх (International control system). Данний аналог побудований на елементах комплексної автоматизації фірми Siemens.

Інший аналого відповідає спроектованій системі по призначенню і області застосування і буде замінений спроектованою системою. В якості аналога використовується існуюча система автоматизації заготовчого відділення цеху волоконно-цементного виробництва.

В якості першого аналога вибирається система комплексної автоматизації беззбестної лінії виробництва плоских волокнистоцементних листів Preparation Plant австрійської фірми ICS (International control system), вибрана саме ця система тому, що вона володіє відповідними ознаками відповідності спроектованій системі.

Обидві системи мають однакову загальну структуру та побудовані на аналогічному обладнанню, яке використовується для систем, що працюють у цій галузі виробництва, різниця полягає у їх функціонуванні та деталях окремих структурних рішень.

Джерелом отриманої інформації є патентний опис та технічна документація на систему “Bestellung Nr.:2001/2003-00/812. Preparation Plant.1/3.2003.”.

В якості другого аналога використовується система автоматизації роботи заготовчого відділення цеху волоконно-цементного виробництва побудована на основі контактно-релейних схем та замінюється спроектованою системою в зв'язку з моральним та фізичним зносом останньої.

В таблиці 1.1 наведені характеристики технічного рівня та якості спроектованої системи та двох вище перерахованих аналогів.

Таблиця 1.1 - Характеристики технічного рівня та якості спроектованої системи та аналогів

Характеристика чи величина ситеми	Спроектова-на система	Аналоги	
		Існуюча система	Система фірми ICS
Кількість робітників,що обслуговують систему, чол.	2	4	6
Кількість керуючих елементів системи автоматизованого управління (шаф), шт.	1	2	1
Похибка вимірювання,%	±0,1	±2	±0,1
Надійність,%	90	85	90
Безпечність,%	90	80	90

1.5 Визначення комплексного показника якості

Комплексний показник якості визначається шляхом порівняння показників якості системи, що проектується і зразка, що замінюється (аналога 2).

Комплексний показник якості визначається методом арифметичного середньозваження за формулою:

$$\Pi_{\kappa} = \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{100} \cdot q_i, \quad (1.1)$$

де n– кількість одиничних показників, прийнятих для оцінки якості;

K_i — коефіцієнт вагомості i - го одиничного показника якості, що визначає його відносну значимість, % (коефіцієнти вагомості визначаються експертним методом; сума цих коефіцієнтів повинна бути рівною 100%, тобто $\sum K_i = 100\%$);

q_i — відносні безрозмірні показники якості, що визначаються співставленням числових значень одиничних показників системи, що проектується і аналога 2 за формулою:

$$q_i = \frac{P_{2i}}{P_{1i}}, \quad (1.2)$$

або

$$q_i = \frac{P_{1i}}{P_{2i}}, \quad (1.3)$$

де P_{1i} , P_{2i} — кількісні значення i – го одиничного показника якості відповідно приладу, що проектується і аналога 2, натур. од.

З формул (1.2) і (1.3) вибирається та, в якій збільшення відповідає покращенню показника якості приладу, що проектується.

Згідно формул (1.2) і (1.3) розраховуємо безрозмірні показники якості :

- кількість робітників, що обслуговують систему,

$$q_1 = 4/2 = 2; \quad K_1 = 20\% ;$$

- кількість керуючих елементів системи автоматизованого управління (шаф),

$$q_2 = 2/1 = 2; \quad K_2 = 10\% ;$$

- похибка вимірювання, $q_3 = 2/0,1 = 20$; $K_3 = 25\% ;$

- надійність, $q_4 = 90/85 = 1,06$; $K_4 = 20\%$;
- безпечність, $q_5 = 90/80 = 1,125$; $K_5 = 25\%$.

$$K_1 + K_2 + \dots + K_5 = 20 + 10 + 25 + 20 + 25 = 100\% .$$

Комплексний показник якості, згідно з формулою (5.1) складає :

$$\Pi_k = 20 \cdot 2 + 10 \cdot 2 + 20 \cdot 25 + 1,06 \cdot 20 + 1,125 \cdot 25 = 609,325\% = 6.09$$

2 Проектна частина

2.1 Технологія приготування сировинних сумішей

Технологічні операції по дозуванню сировинних компонентів, розпушуванні волокнистого наповнювача, змішуванні його з цементом виконуються в заготівельному відділенні. Технологічний процес наглядно схематично проілюстрований на рисунку 2.1.

На комбінаті застосовується вертикальна схема (рисунок 2.2) компановки обладнання і агрегатів заготовчого відділення (див. графічну частину кваліфікаційної роботи).

Із складу, мішки з волокнистим наповнювачем однієї марки на піддонах автотранспортом підвозять до одного із завантажувачих транспортерів. На його робочому майданчику волокнистий наповнювач вручну висипають з мішків і засипають його в порийомні бункера. Похилі транспортери через двохвальні шнеки подають волокнистий наповнювач в дозатори.

Волокнистий наповнювач дозується ваговими дозаторами, оскільки товарний волокнистий наповнювач є досить рихлою сировиною і об'ємні дозатори не дають в цьому випадку потрібної точності зважування [1].

Дозатор працює таким чином: стрічковий конвеєр подає волокнистий наповнювач в бункера, який по мірі завантажування опускається і, діючи на тяги ваги, відключає кінцевий вимикач ваги, сигналом якого вимикається стрічковий транспортер волокнистого наповнювача. Перед введенням в експлуатацію кожна вага проходить тарування.

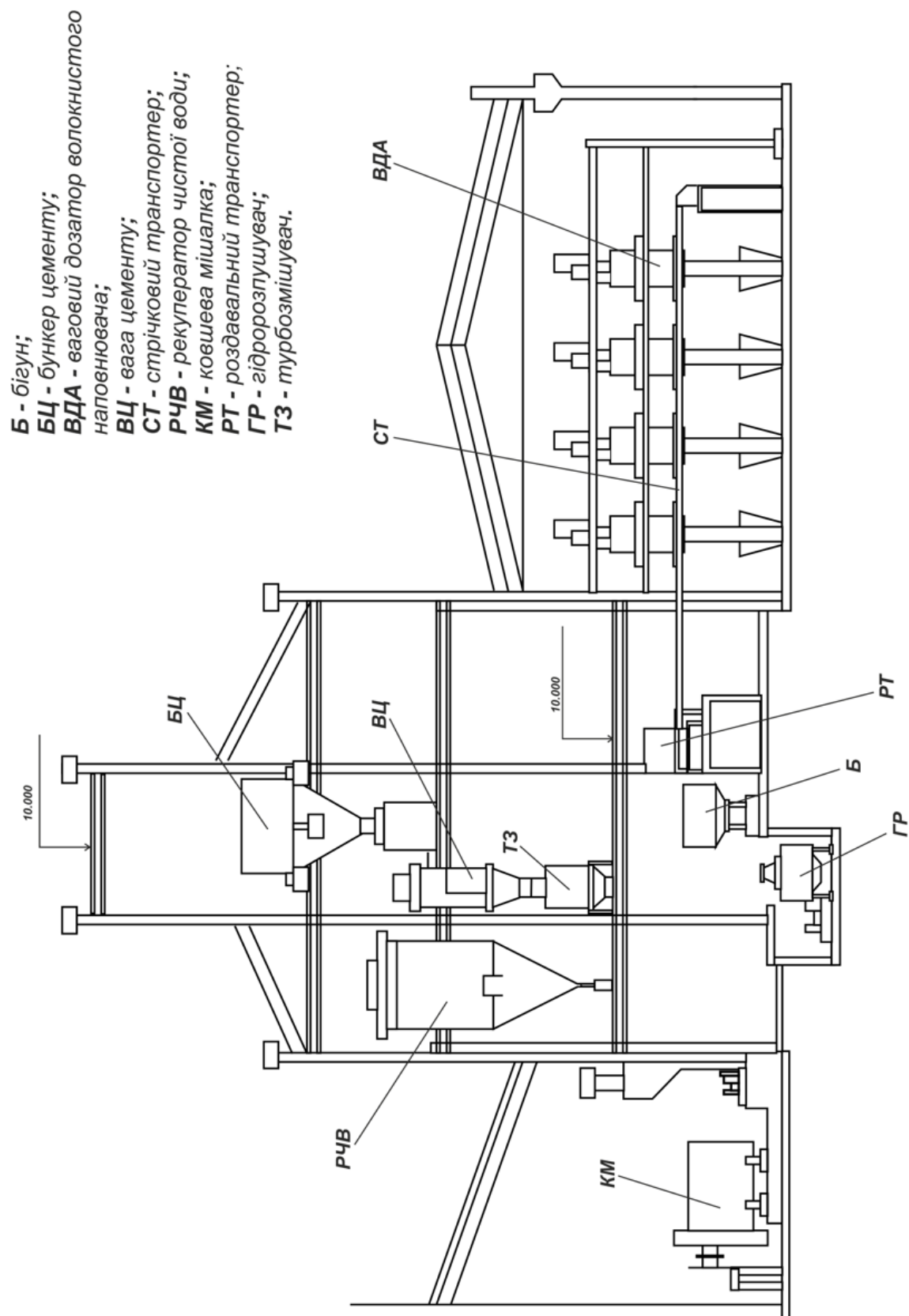


Рисунок 2.2 - Схема обладнання і агрегатів заготовчого відділення

Так як виробництво працює на багатокomпонентній шихті, то, відповідно, на кожен компонент (група чи марка волокнистого наповнювача) є свій ваговий дозатор. Виклик дози волокнистого наповнювача з пульта оператора заготовчого відділення буде можливий тільки тоді, коли спрацюють всі кінцеві датчики вагових дозаторів, про що подають сигнал контрольні лампи на пульті оператора заготовельного відділення і на робочому місці дозувальника волокнистого наповнювача.

Після замикання робочого кола (через кінцеві датчики вагових дозаторів) з пульта оператора заготовчого відділення поступає виклик дози волокнистого наповнювача в бігуни одночасно відкривається плужок який відкриває завантажувальну горловину бігунів. Сигнал виклику дози волокнистого наповнювача свідчить про готовність потоку заготовчого відділення до проведення технологічного циклу приготування порції волокнистоцементної маси (замісу).

Після відкривання одночасно відкриваються механізми запирання автоматичних ваг волокнистого наповнювача. Волокнистий наповнювач висипається на стрічку збірного конвеєра, яка рухається перпендикулярно до стрічки плужкового конвеєра і на пересипній станції попадає на неї. Стрічка конвеєра з плужками роздає зважені порції волокнистого наповнювача до кожного бігуна.

Потім волокнистий наповнювач потрапляє в бігун, куди ж подається вода з дозувального бачка з розрахунку 0.5 л на 1 кг волокнистого наповнювача [2].

Волокнистий наповнювач в чаші бігунів стискується під вагою катка і частково розтирається. Одночасно в бігуни завантажується до 150 кг волокнистого наповнювача. Час обробки однієї порції (замісу) волокнистого наповнювача в залежності від родовища може коливатися від 12 до 25 хвилин.

Після обробки в бігунах волокнистий наповнювач через вивантажувальний отвір потрапляє в гідророзпушувач.

Принцип роботи гідророзпушувача такий: в його ємність подається освітлена вода з нижньої частини рекуператора чистої води. Потім вмикається помпа і тільки тоді поступає команда на відкриття шибера бігунів починається вивантаження обробленого волокнистого наповнювача з бігунів.

Порції волокнистого наповнювача підхоплюють потоком води, потрапляють в помпу, з якої під тиском через вузол розпушування знову повертаються в ємність гідророзпушувача.

Час обробки волокнистого наповнювача в бігунах складає 6-8 хвилин. Розпушування волокнистого наповнювача після закінчення циклу повинно бути в межах від 90 до 95 відсотків, концентрація волокнистої суспензії – від 3 до 6 відсотків. В гідророзпушувачі здійснюється друга стадія розпушування. При досягненні потрібної консистенції, волокнистоводну суспензію перекачують помпою в турбозмішувач.

Під час роботи пристрою для перемішування в ємність турбозмішувача подається з гідророзпушувача волокниста суспензія. Потім з бункера через ваговий дозатор шнеком подається цемент.

Після перемішування суспензії з цементом протягом 5-6 хвилин, готова волокнистоцементна суспензія через зливний отвір в нижній частині змішувача витікає по трубі діаметром 150 мм в черпакову мішалку, з якої іде живлення листово-формуальної машини (ЛФМ). Зливний отвір перекривається клапаном. Після витікання волокнистоцементної маси з турбозмішувача в нього подається певна кількість води для промивання агрегату і зливної труби.

Послідовність операцій в турбозмішувачі: подавання волокнистої суспензії, вивантаження цементу з дозатора, їх перемішування, злив суспензії, промивка корпусу і труби, закривання зливного клапану (проводиться автоматично). Концентрація волокнистоцементної суспензії в турбозмішувачі повинна бути в межах від 21 до 26 відсотків.

2.2 Аналіз роботи обладнання та агрегатів заготовчого відділення

Всі операції по приготуванню волокнистоцементної суспензії проходять в автоматизованому режимі.

Обладнання, яке встановлюється по данній схемі (рисунок 2.3) називається обладнанням заготовчого відділення і поділяється на дві групи: машини для дозування і змішування волокнистого наповнювача (дозатор асбесту 1, бігуни 8, гідророзпушувач 9) та машини для приготування, накопичення і перемішування волокнистоцементної суспензії (дозатор цементу 5, дозатор води 6, турбозмішувач 7, рекуператор 2, черпакова мішалка 11).

Для створення системи контролю за дозуванням потрібно визначити перелік сигнальних станів кожного елемента системи та їх стану в певний період часу роботи відділення та їх стани відносно інших елементів відділення дозування [3].

Ваговий дозатор волокнистого наповнювача формує сигнали: аварійног стану, включення конвеєра транспортера, вага волокнистого наповнювача при вивантаженні дозатора, стан плужкового скидача 4 (відкритий- закритий). Аварійна сигналізація спрацьовує при необнуленні ваги волокнистого наповнювача при вивантаженні вагового дозатора чи не відкритті плужкових скидачів.

Бігуни та гідророзпушувачі на кожну машину встановлюються парами, один головний інший дублюючий який включається в роботу при відмові головного.

Дозатор води формує сигнали: вхідний клапан (відкритий – закритий), вихідний клапан (відкритий – закритий), верхній рівень води (75 л на 150 кг волокнистого наповнювача).

Бігуни формують сигнали: аварійног стану бігуна який спрацьовує при не закритті плужкового скидача при завантаженні волокнистого наповнювача в бігун, чи при відмові закриття шибери зливу маси в

гідророзпушувач, сигнал надходження волокнистого наповнювача в бігун, час обробки волокнистого наповнювача, сигнал включення бігуна в роботу, сигнал затримки циклу роботи.

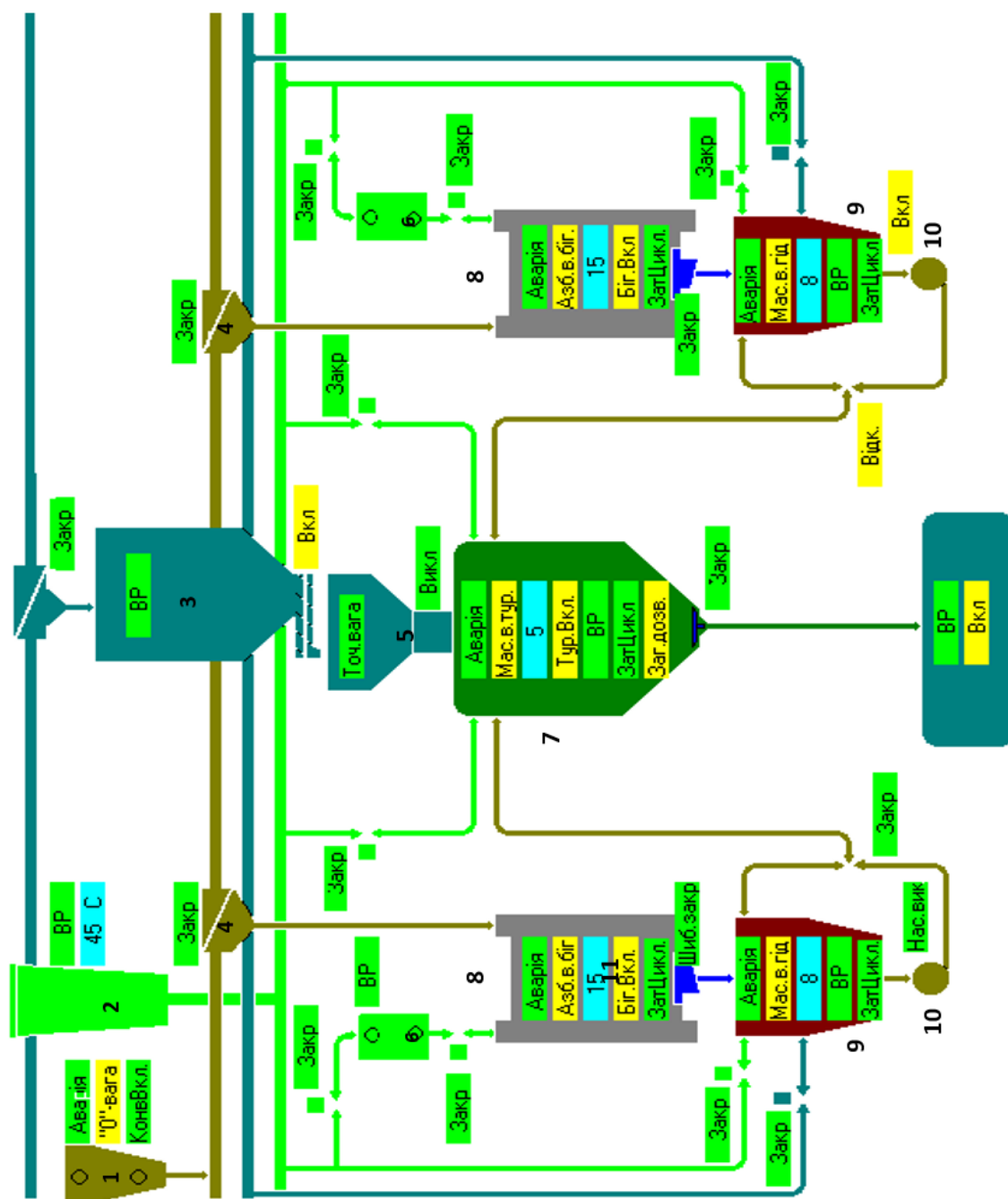


Рисунок 2.3 - Схема обладнання і агрегатів заготовчого відділення

Гідророзпушувач формує сигнали: сигнал аварії вмикається при відмові закриття шиберу після завантаження асбестової суспензії в гідророзпушувач, при відмові насоса, при відмові перекриваючого клапана,

що з'єднює гідророзпушувач з турбозмішувачем.

Відмова клапана рекуператора чистої води, при відмові клапана надходження волокнистого наповнювача в гідророзпушувач, сигнал надходження волокнистої суспензії в гідророзпушувач, час обробки суспензії, досягнення верхнього рівня при перекачуванні маси, сигнал затримки циклу роботи гідророзпушувача.

Аварійний сигнал вмикається також при відмові перекриваючого клапана після закінчення роботи бігуна чи відмові центробіжного насоса перекачування суспензії в турбозмішувач.

Якщо сигнал аварії надходить з основного бігуна в роботу включається дублюючий гідророзпушувач.

Живильник бункера цементу 3 відкривається при зменшенні рівня цементу в бункері, живильник ваги цементу включається в роботу після вивантаження цементу в турбозмішувач вони формують сигнали: стану клапану живильника бункера цементу, сигнал роботи живильника цементу, сигнал вивантаження ваги цементу, вага цементу в вазі при вивантаженні.

Турбозмішувач формує сигнали: аварійного стану турбозмішувача який спрацьовує при відмові закриття зливного клапана, чи при відмові ковшевої мішалки протягом часу більше 30 хв приймати волокнистоцементну суспензію, сигнал надходження маси в турбозмішувач, час роботи турбозмішувача, сигнал включення турбозмішувача в роботу, сигнал досягнення верхнього рівня об'єму турбозмішувача. Сигнал затримки циклу роботи турбозмішувача, сигнал дозволу завантаження асбестової суспензії в турбозмішувач, сигнал стану зливного клапана з турбозмішувача в ковшеву мішалку.

Система контролю за дозуванням повинна чітко слідкувати за дотриманням визначеного вище стану роботи всіх вузлів та агрегатів заготовчого відділення.

2.3 Визначення параметрів системи контролю

Розглянувши вище технологічний процес при готування волокнистоцементних суспензій на прикладі заготовчого відділення цеху волоконно-цементного виробництва визначимо перелік параметрів які необхідно контролювати для дотримання нормального режиму роботи заготовчого відділення.

Вагові дозатори волокнистого наповнювача дозують волокнистий наповнювач строго по вазі автоматичною дозуючою станцією по сортам і маркам. Вага волокнистого наповнювача на одну загрузку бігуна 150 кг.

Бігун повинен проводити одночасну загрузку волокнистого наповнювача і води, кількість волокнистого наповнювача який завантажується в бігуни повинно відповідати дному замісу волокнистоцементної маси приготованої в турбозмішувачі. Параметри режиму обробки волокнистого наповнювача в бігуні наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1- Параметри роботи бігуна

Параметр	Величина
Вага волокнистого наповнювача на одну загрузку, кг	150
Кількість води на зволоження волокнистого наповнювача, л/кг	0,5
Швидкість подачі води, л/хв	8
Кількість обертів вертикального вала для обробки однієї порції, об	300
Кутова швидкість вертикального валу бігунів, об/хв	16
Час вивантаження маси із бігуна, хв	2

Гідророзпушувач закачує воду з нижньої частини рекуператора чистої води, вмикає помпу і подає сигнал на відкриття шиберу бігуна для

вивантаження волокнистої суміші в ємність гідророзпушувача. Параметри режиму роботи гідророзпушувача наведені в таблиці 2.2 [3].

Турбозмішувач приймає волокнисту суспензію із гідророзпушувача проводить змішування її з цементом приготує волокнистоцементну масу, після чого вивантажує її в черпакову мішалку. Параметри роботи турбозмішувача наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.2-Параметри режиму роботи гідророзпушувача

Параметр	Величина
Ємність корпусу, м ²	4.1
Робоча ємність, м ²	3.6
Продуктивність насоса, м ³ /год	216
Час обробки волокнистої суміші, хв	6
Ємність води для розпушки, л	800

Таблиця 2.3- Параметри роботи турбозмішувача

Параметр	Величина
Завантаження цементу на заміс, кг	800
Час завантаження цементу, хв	3
Час перемішування приготованої суспензії, хв	6
Об'єм води для промивки, м ³	0,8
Кутова швидкість вала перемішуючого пристрою, об/хв	580
Робоча ємність, м ³	3,6
Ємність корпусу, м ³	4,1

В данному підрозділі наведені параметри технологічного процесу які необхідні для подальшої побудови функціональної схеми системи та використання їх в якості еталонних параметрів при побудові програмного забезпечення системи контролю за дозуванням. Всі параметри відповідають

дійсним параметрам встановленим в технологічній карті виробництва волокнистоцементних виробів.

2.4 Структурна схема системи

Структурна схема системи контролю за дозуванням поділяється на три основні частини: частину первинних давачів технологічних параметрів протікання процесу приготування сировинних сумішей та станів вузлів та агрегатів системи, основну частину обробки всіх даних про протікання технологічного процесу та частину керування виконавчими механізмами системи контролю дозування.

Вигляд структурної схеми зображений на рисунку 2.4 (див. графічну частину кваліфікаційної роботи).

До першої частини належать всі пристрої які формують сигнали про стан протікання технологічного процесу в даний момент. До них належить наступне обладнання.

Вага цементу (ВЦ), яка проводить відважування дози цементу для приготування волокнистоцементної маси в турбозмішувачі, про поточний стан роботи ваги цементу можна дізнатися проаналізувавши стан шнеку загрузки дозатора цементу (ШЗДЦ), та шнек вивантаження цементу в турбозмішувач (ШВЦТ).

Вага волокнистого наповнювача (ВА) проводить відвантаження доз волокнистого наповнювача для приготування волокнистої суспензії, про поточний стан роботи ВА можна дізнатися проаналізувавши стан шнеку вивантаження волокнистого наповнювача (ШВА).

Плужковий скидач (ПС) є пристроєм який формує сигнал про готовність до роботи бігуна (БГ). Впускний вентиль (ВВ) та живильний вентиль (ЖВ) є пристроями які підпорядковані витратоміру води (РВ) і при закінченні перекачування встановленої дози води перекриваються.

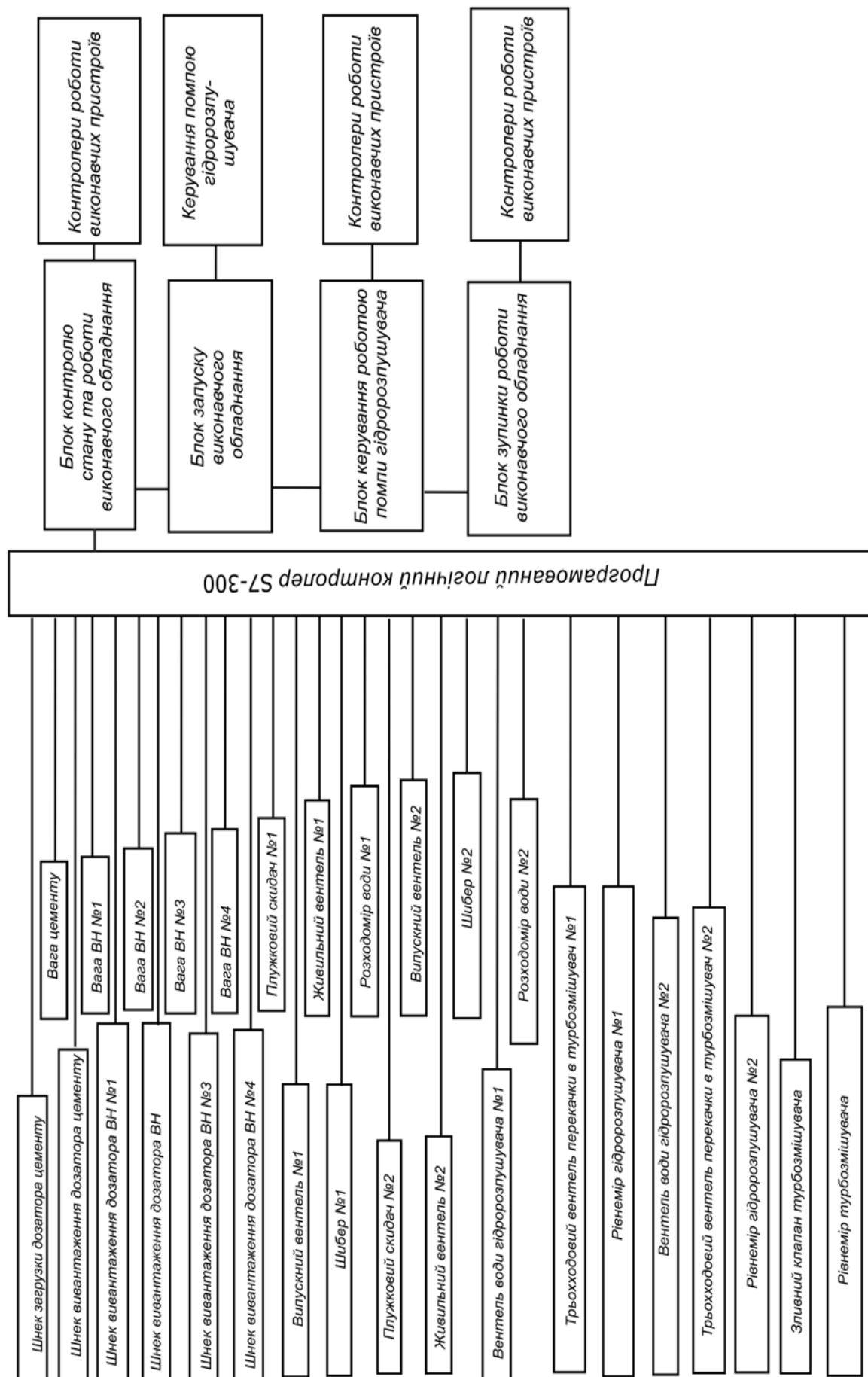


Рисунок 2.4 - Структура системи управління процесом виготовлення волокнистоцементних виробів

Шибер (ШБ) є пристроєм, що розділяє двигун БГ та турбозмішувач (ТЗ). Вентиль води гідророзпушувача служить для набирання води у ємність гідророзпушувача встановленої технологічними параметрами процесу виробництва.

Трьохходовий вентиль перекачки в ТЗ (ТВПТ) служить при розпушуванні волокнистого наповнювача в гідророзпушувачі для замикання останнього а при закінченні процесу вивільненні шляху, волокнистої суспензії, у турбозмішувач.

Рівнемір гідророзпушувача служить (РГ) служить для визначення верхнього та нижнього рівнів у ємностях гідророзпушувача. Рівнемір турбозмішувача (РТ) служить для визначення верхнього рівня в ємності останнього, нижнього рівня та рівня промивки.

До основної частини належить ПЛК який проводить збір даних про стан проходження технологічного процесу обробляє ці данні та формує вказівки блокам керування виконавчими механізмами. ПЛК є центральним елементом всієї системи, безпосередньо керує всім технологічним процесом.

Детально ПЛК, його будова та призначення буде описано підрозділі 2.7 цього розділу.

До частини керування виконавчими механізмами системи відносяться керувальні блоки ET200M які з'єднуються із ПЛК через PROFIBUS-DP а саме через шину L2-DP. Керувальні блоки поділяються на 32-розрядні блоки цифрового вводу та виводу ET200M32DI та ET200M32DO та блоки входу аналогових сигналів ET200M4AI та ET200M4AO.

Виробники пропонують технічні параметри даних блоків, для блоків цифрового вводу/виводу 32 розряди, 24 В постійної напруги, струм 0.5 А. Для аналогових блоків 4 розрядні, 24 В напруга, струм від 4 до 20 мА. Виробником даного обладнання є SIEMENS, данні блоки можна конфігурувати в стандартному програмному забезпеченні SIMATIC STEP7 [18].

В свою чергу ці блоки виконують наступні задачі. ET200M32DI є

блоком контролю стану та роботи виконавчого обладнання, він контролює роботу електродвигунів: живильника ваги цементу, стрічкового транспортера, вала бігуна та пристрою перемішування турбозмішувача.

Блок ET200M32DO проводить запуск в роботу перерахованих в попередньому абзаці пристроїв. Блок ET200M4AO проводить зупинку цих пристроїв, та блок ET200M4AI формує сигнали управління помпою гідророзпушувача [17].

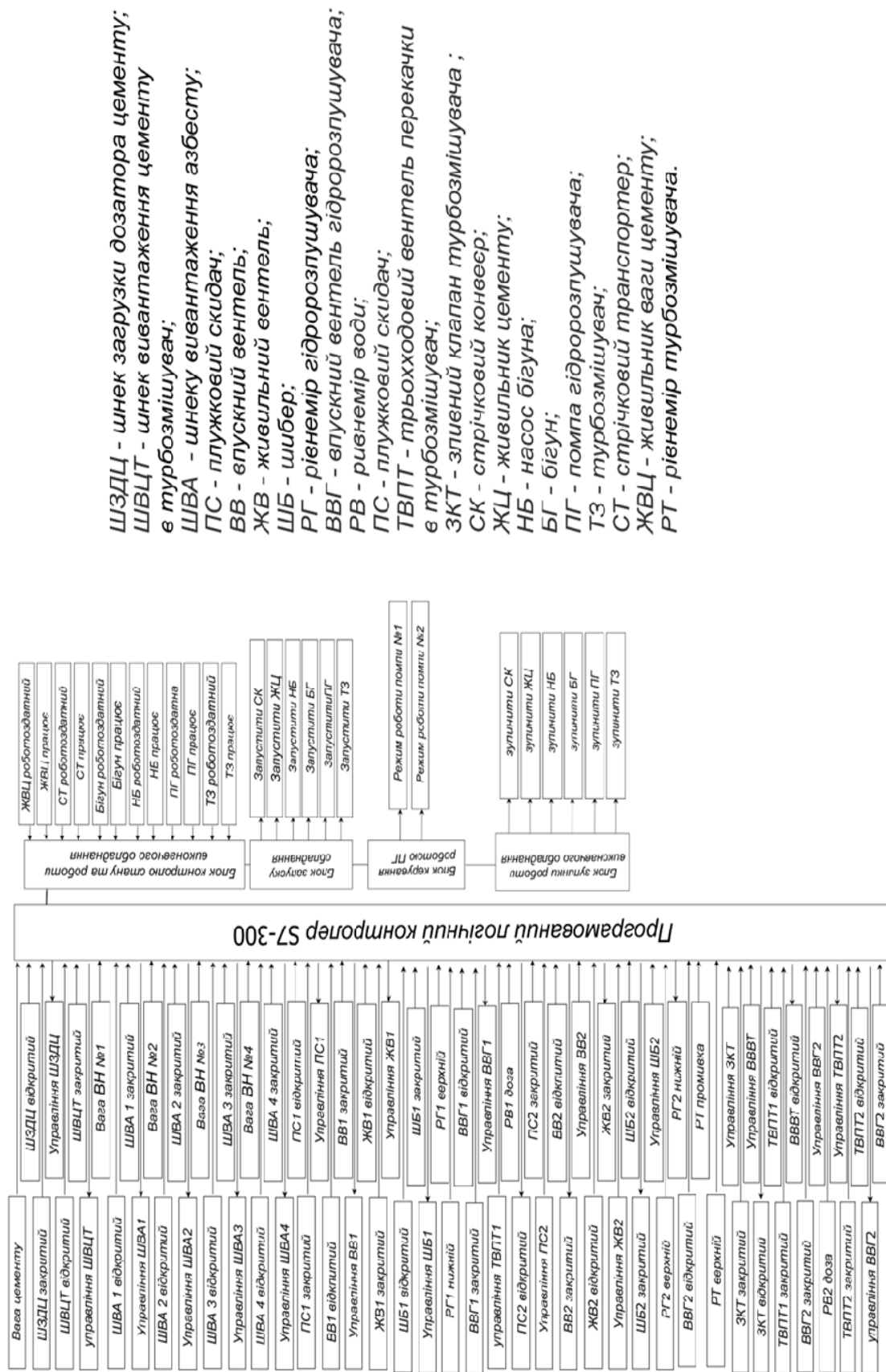
В якості контролерів виконавчих пристроїв застосовується перетворювач Converter Simovert Masterdrive VC який підбирається спеціально під кожний тип електродвигуна. Сприймаючи сигнали від ET200B він керує двигуном та формує сигнали стану роботи двигунів.

Перелік всіх можливих сигналів які формуються обладнанням та для обладнання наводяться в наступному підрозділі.

2.5 Функціональна схема системи

Так само, як і структурна схема системи так і функціональна поділяються на три основні частини: частину первинних сигналів від давачів технологічних параметрів, які характеризують протікання процесу приготування сировинних сумішей та станів вузлів та агрегатів системи; основну частину обробки всіх даних про протікання технологічного процесу, де всі данні обробляються програмним забезпеченням та формують сигнали управління для вузлів, агрегатів та виконавчих пристроїв системи; та частину керування виконавчими механізмами системи, яка безпосередньо керує ними та зчитує данні про їх стан.

Зовнішній вигляд функціональної схеми показано на рисунку 2.5 та графічній частині кваліфікаційної роботи.



ШЗДЦ - шнек загрузки дозатора цементу;
 ШВЦТ - шнек вивантаження цементу в турбозмішувач;
 ШВА - шнеку вивантаження азбесту;
 ПС - плужковий скидач;
 ВВ - впускний вентиль;
 ЖВ - живильний вентиль;
 ШБ - шибер;
 РГ - рівнемір гідророзпушувача;
 ВВГ - впускний вентиль гідророзпушувача;
 РВ - рівнемір води;
 ПС - плужковий скидач;
 ТВПТ - трьохходовий вентиль перекачки в турбозмішувач;
 ЗКТ - зливний клапан турбозмішувача;
 СК - стрічковий конвеєр;
 ЖЦ - живильник цементу;
 НБ - насос бігуна;
 БГ - бігун;
 ПГ - помпа гідророзпушувача;
 ТЗ - турбозмішувач;
 СТ - стрічковий транспортер;
 ЖВЦ - живильник ваги цементу;
 РТ - рівнемір турбозмішувача.

Рисунок 2.5 – Функціональна схема системи управління процесом виготовлення волокнистоцементних виробів

До переліку сигналів основної частини функціональної схеми належать наступні сигнали та стани. Вага цементу надсилає на ПЛК значення ваги в даний момент часу, ПЛК зчитує ці значення та при досягненні визначеної дози дає команду на його відвантаження в турбозмішувач.

При подачі такого сигналу змінюється сигнал стану ШВЦТ з значення “закритий” на “відкритий” через сигнал “управління ШВЦТ”. Після відвантаження дози цементу відається команда на завантаження наступної дози через сигнал “управління ШЗДЦ” змінюючи сигнал стану ШЗДЦ.

Вага волокнистого наповнювача з першої по четверту відвантажують дози волокнистих наповнювачів з різних родовищ для приготування шихти визначеної концентрації.

При досягненні визначеної дози для кожної ваги ПЛК подає сигнал на відкриття ШВА змінюючи сигнал стану ШВА. Після відвантаження доз волокнистого наповнювача сигнали “ШВА закритий” знову стають активними, та через сигнали “управління ПС” відкривають ПС.

При спрацюванні сигналу “ПС відкритий” через сигнал “управління ВВ” та “управління ЖВ” при стані сигналу “ШБ закритий” починається закачуватись доза води в бігун.

При надходженні на ПЛК сигналу “доза РВ” на сигнали управління ЖВ та ВВ подається сигнал та вони перекриваються. Після закінчення вивантаження з бігуна волокнистої суспензії в гідророзпушувач надходить сигнал на “управління ВВГ” який відкриває ВВГ повторний сигнал повторюється після надходження на ПЛК сигналу “РГ верхній”.

Після закінчення обробки в гідророзпушувачі за допомогою сигналу “управління ТВПТ”, суспензія потрапляє в турбозмішувач. Де після приготування волокнистоцементної суспензії на ПЛК подає сигнал “управління ЗКТ” і маса самопливом поступає в ковшеву мішалку.

Після повторного надходження сигналу “ЗКТ закритий” встановлюється в активний стан, та ПЛК подає сигнал “управління ВВВТ”

та відбувається набір води для промивки ємності з встановленням сигналу “РТ промивка” в активний стан. Після промивки технологічний цикл повторюється знову.

Всі сигнали які формує перша частина функціональної схеми ПЛК діляться на аналогові та цифрові. Аналогові сигнали надходять на плату вхідних аналогових сигналів ПЛК SM331, напруга 24 В змінна, струм 4-20 мА. Цифрові сигнали надходять на плату цифрових сигналів ПЛК SM321, напруга 24 В стала. ПЛК надсилає сигнали через плату вихідних цифрових сигналів SM322, напруга 24 В стала, струм 0.5 А.

До частини керування виконавчими механізмами системи належать наступні: блок контролю стану та роботи виконавчих пристроїв, блок запуску виконавчих механізмів, блок керування роботою помпи гідророзпушувача, блок зупинки роботи виконавчих механізмів [16].

Блок контролю стану та роботи виконавчих механізмів через перетворювач Converter Simovert Masterdrive VC отримує сигнали про готовність до роботи та роботу пристроїв. На блок надходять сигнали: живильник ваги цементу (ЖВЦ) роботоздатний, “ЖВЦ працює”, стрічковий транспортер (СТ) готовий до роботи, “СТ працює”, “БГ роботоздатний”, “БГ працює”, насос бігуна (НБ) роботоздатний, “НБ працює”, помпа гідророзпушувача (ПГ) роботоздатна, “ПГ працює”, “ТЗ роботоздатний”, “ТЗ працює”. Ці данні зчитує ПЛК через ET200В на які надходять ці сигнали.

Блок запуску виконавчих механізмів через перетворювач формує сигнали: “запустити СТ”, “ запустити ЖЦ”, “ запустити НБ”, “ запустити БГ”, “ запустити ПГ”, “ запустити ТЗ”. Сигнал блоку зупинки роботи виконавчих механізмів аналогічні.

Блок керування роботою помпи гідророзпушувача формує сигнали: режим роботи помпи. Всі перелічені сигнали надходять з ПЛК через ET200В.

2.6 Розрахунок параметрів системи

Під параметрами системи розуміється певні рівні електричних сигналів та стандартів для забезпечення комунікацій в середовищі системи для оперативного обміну даними між центральним блоком системи та периферією.

Оскільки центральним блоком даної системи є промисловий ПЛК SIMATIC S7-300, який детально описаний у наступному підрозділі, тому в цьому розділі мова йтиме лише про параметри периферії. Під периферією слід розуміти частину структурної схеми системи первинних давачів технологічних параметрів протікання процесу приготування сировинних сумішей, станів вузлів та агрегатів, та частину керування виконавчими механізмами системи контролю за дозуванням.

Частина структури системи первинних давачів поділяється на давачі дискретних та аналогових сигналів. Дискретні сигнали системи можуть, як надходити на основну частину ПЛК так і надсилатись нею до периферії. Дискретні сигнали, що надходять на ПЛК мають значення 24 В постійної напруги.

Дискретні сигнали, що надсилає ПЛК мають значення 24 В постійної напруги, струм 0.5 А. Дискретні сигнали можуть мати лише два значення true (істина) та false (не істина).

Аналогові сигнали системи також можуть як надходити на ПЛК (значення параметрів дозування) так і надсилатись останнім (зміна цих значень). Для таких сигналів характерно 24 В змінна напруга, струм від 4 до 20 мА [18].

Для частини керування виконавчими механізмами системи контролю є аналогічним наявність дискретних та аналогових сигналів. До CPU 315-2 також під'єднанні блоки керування виконавчими механізмами ET200B, вони використовуються для запуску, зупинки та контролю роботи обладнання,

з'єднання реалізоване через інтерфейс PROFIBUS.

В основу користувацького інтерфейсу покладені користувацькі функції, а також системні та апаратно залежні функції різних типів PROFIBUS-DP пристроїв.

Цей профіль протокола PROFIBUS оптимізований для швидкого обміну даними спеціально для комунікацій між системами автоматизації і децентралізованою переферією на польовому рівні.

В основу версії для екранованої виті пари PROFIBUS відповідає симетрична передача даних по стандарту EAI RS485. Провідники шинних сегментів замкнуті з обох сторін, скручені та екрановані.

Для PROFIBUS призначений спосіб передачі RS485, який базується на півдуплексній, асинхронній синхронізації. Дані передаються в середині 11- розрядного кадра.

Максимально допустима довжина провoda (довжина сегмента) системи PROFIBUS залежить від швидкості передачі, в середині сегмента може бути до 32 учасників [17].

Дані про максимальну довжину сегмента наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Довжина сегмента в залежності від швидкості

Швидкість передачі (кбіт/с).	9.6-187.5	500	1500	12000
Довжина сегмента (м).	1000	400	200	100

Взяті із норм PROFIBUS. В таблиці 2.5 наведені приклад параметрів кабеля.

Для виконавчих блоків ET200B значення дискретних та аналогових сигналів є аналогічним. Живлення всієї системи забезпечується із електричної мережі цеху волокнистоцементного виробництва 120 або 230 В змінна напруга, 50 Гц частота.

Таблиця 2.5 – Специфікація PROFIBUS кабеля

Хвильовий опір	Від 35 до 165 Ом при частотах від 30 до 20 МГц
Погонна ємність	< 30 пФ/м
Площина січення	>30 мм ² ,відповідно AWG24
Тип кабеля	Вита пара 1×2 або 2×2, 1×4 провода
Погонний опір	<110 Ом/км
Затухання сигналу	Максимум 9 Дб на всій довжині провода
Екранування	Мідна сітка чи фольга

2.7 Структура і призначення програмованого логічного контролера

ПЛК призначений для централізованого керування технологічним процесом виробництва в промислових умовах.

Керування технологічним процесом здійснюється через його модулі вводу/виводу станів технологічних агрегатів та вузлів, а також величин технологічних параметрів. ПЛК зчитуючи ці данні обробляє їх за допомогою свого внутрішнього програмного забезпечення та формує певні вказівки відповідному обладнанню.

ПЛК може також виводити всі данні про перебіг технологічного процесу на пульт оператора, який сам приймає рішення про певні дії в проведенні керування технологічним процесом.

ПЛК складається із наступних стандартних модулів які містяться в 18-ти розрядній стойці, таблиця 2.6.

Таблиця 2.6 - Стандартні модулі ПЛК S7-300

Модуль	Технічні данні	Виробник
Модуль живлення PS 307	± 120 або 230В, 5 А	Siemens
Буферна батарея	Тип АА, 1.9 А	Siemens
Центральний процесор CPU 315-2	32кБ	Siemens
Комунікаційний процесор CP 343-1	Simatic Network Module	Siemens
Інтерфейсний модуль IM 36х-1	—	Siemens
Цифровий вхідний модуль SM321	32DE, 24 В	Siemens
Цифровий вихідний модуль SM322	32DA, 24 В, 0.5 А	Siemens
Аналоговий вхідний модуль SM331	4AE	Siemens
Аналоговий вихідний модуль SM332	2AA	Siemens

Модуль живлення PS307 служить для електричного живлення системи, перетворення електричних сигналів з 120 або 230 В до 24 В для модулів контролера, містить у собі буферну батарею, яка забезпечує контролер живленням при неполадках в електропостачанні.

Центральний процесор цифрового програмного управління CPU 315-2 є центральним модулем контролера, в якому якраз і виконується робоча програма контролювання технологічного процесу. Користувацькі програми завантажуються в ПЛК за допомогою Simatic Manager, наприклад, на останньому етапі тестування програми.

Вся програма завантажувється в завантажувальну пам'ять; розділи необхідні для виконання програми, завантажуються також в робочу пам'ять.

Схема функціональна ПЛК зображена на рисунку 2.6.

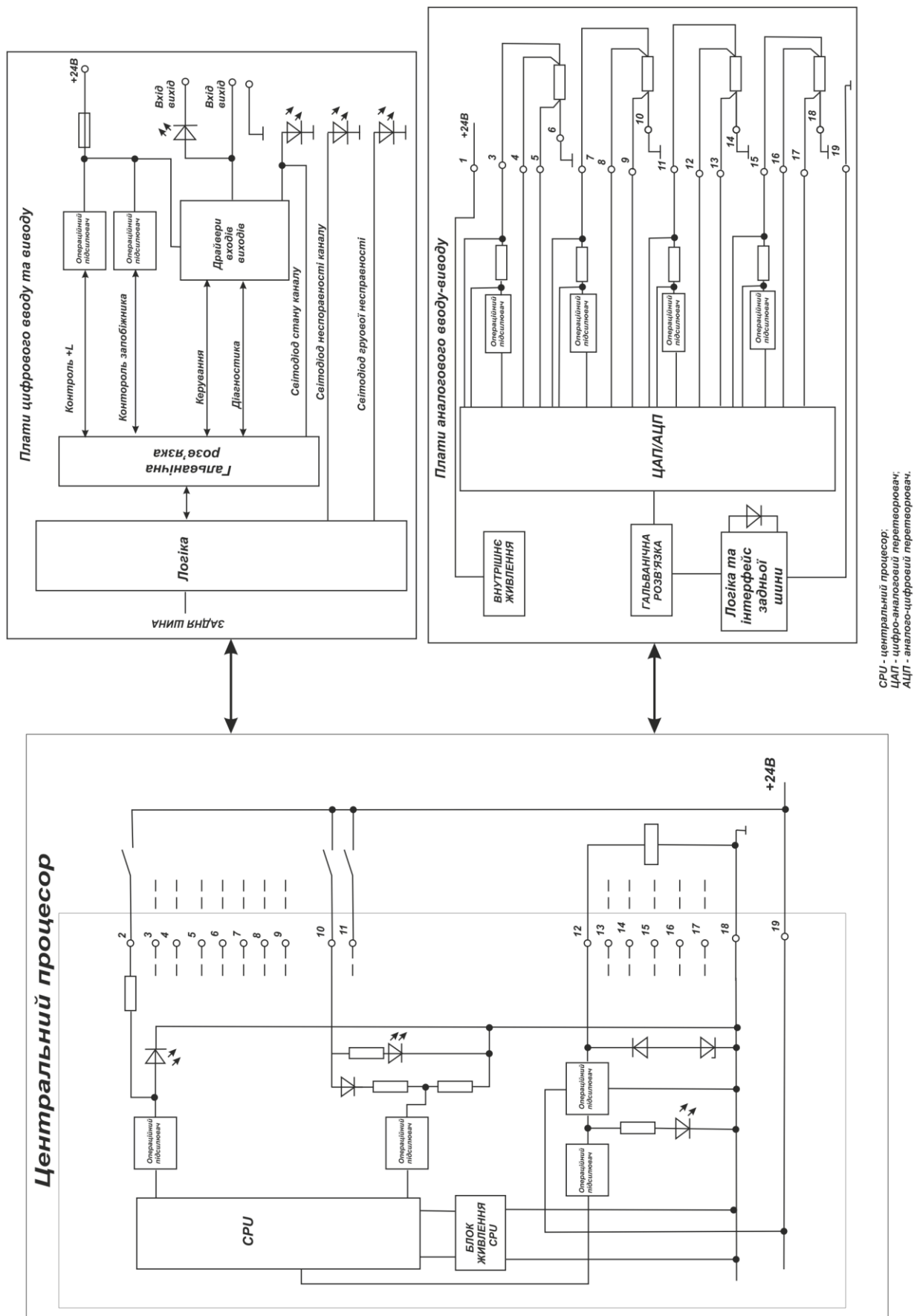


Рисунок 2.6 – Функціональна схема ПЛК

Завантажувальна пам'ять використовується для зберігання програми користувача без таблиць символів і коментарів вони залишаються в пам'яті пристроїв програмування. Блоки які не мають мітки як необхідні для запуску будуть зберігатися тільки в завантажувальній пам'яті.

Завантажувальна пам'ять може бути оперативною, постійною чи спеціальною постійною в залежності від програмованого контролера. В S7-300 вимагається використання плати пам'яті (ОЗП) для розширення завантажувальної пам'яті. Робоча пам'ять (вмонтована ОЗП) використовується для зберігання розділів програми, необхідних для обробки програми.

Центральний процесор призначений для побудови систем автоматизації середньої степені складності в яких вимагаються великі об'єми програм і висока швидкість їх виконання.

Центральний процесор володіє наступними важливими властивостями:

- високопродуктивний мікропроцесор, час виконання однієї логічної команди не більше 0.1 мск;
- гнучкі можливості розширення системи вводу-виводу до 131072 дискретних або до 8192 аналогових каналів вводу-виводу;
- вмонтований MPI інтерфейс, підключення до 32 станцій, швидкість передачі до 12 Мбіт/с, до 32 з'єднань;
- діагностичний буфер, забезпечує можливість зберігання до 120 послідовних повідомлень про помилки та переривання;
- можливості встановлення однієї карти пам'яті ємністю до 64 Мбайт. Карти пам'яті використовуються для розширення об'єму завантажувальної пам'яті, карти flash- пам'яті- для енергонезалежного зберігання програм та даних.

Комунікаційний процесор CP341 використовується для зв'язку ПЛК через мережу Industrial Ethernet із пристроями програмування чи іншими контролерами, зі швидкістю передачі даних 10/100 Мбіт/с. Він здатний

працювати в комбінованому режимі забезпечуючи підтримку транспортних протоколів ISO та IP, та S7 функцій зв'язку, інтерфейса SEND/RECEIVE. Модуль випускається в пластиковому корпусі і оснащений встроєним мікропроцесором.

Інтерфейсний модуль ІМ36х-1 використовується для зв'язування стоек одного ПЛК при великій кількості вхідних і вихідних плат які не поміщаються на стандартній стойці. Інтерфейсний модуль ІМ 365-1 використовується в якості передавача в системах централізованого розширення з довжиною лінії зв'язку до 1.5 м.

До кожного модуля може підключатися до 2 стоек розширення. Передача виконується тільки по Р-шинні. Живлення стоек розширення напругою 5 В здійснюється від блока живлення центрального контролера через інтерфейси модуля (до 5А на інтерфейс). Передавач працює в комплексі з приймачем ІМ 361-1, який встановлюється в стойці розширення.

Цифровий вхідний модуль SM321 має 8 або 16 вхідних розрядів використовується для зчитування стану обладнання технологічної лінії. Призначений для перетворення вхідних дискретних сигналів контролера в його внутрішні логічні сигнали.

На лицевій стороні модулів встановленні світлодіоди, які проводять індикацію стану входу, відмов та помилок. При першому встановленні фронтального з'єднання на модуль автоматично виконується його механічне кодування. В подальшому фронтальний з'єднувач може бути встановлений тільки на модулі такого ж типу, що виключає можливість помилки при заміні модулів.

Цифровий вихідний модуль SM322 має 8 або 16 вихідних розрядів і використовується для задання стану обладнання технологічної лінії. Призначений для перетворення внутрішніх логічних сигналів контролера в його вихідні дискретні сигнали. Вигляд та принцип роботи аналогічний вказаному вище.

Аналоговий модуль вводу SM331 використовується для зчитування

аналогової величини яка є носієм інформації про величину дозованих компонентів. Призначений для аналого-цифрового перетворення вхідних аналогових сигналів контролера. На лицевій панелі встановленні фронтальні з'єднувачі з механічним кодуванням, дозволяється проводити заміну модулів без демонтажу зовнішніх ліній зв'язку. Модулі можуть налаштовуватись на роботу з роздільною здатністю від 12 біт, на різні межі вимірювань вхідного сигналу, формування запитів на переривання при досягненні межі значення вхідного сигналу.

Аналоговий модуль вводу SM332 використовується для задання аналогової величини яка є носієм інформації про величину дозованих компонентів. Призначений для цифро-аналогового перетворення внутрішніх сигналів контролера і формування вихідних аналогових сигналів. Наявність фронтальних з'єднань дозволяє проводити заміну модулів без демонтажу зовнішніх з'єднань.

Вибір меж вимірювань проводиться вихідних сигналів проводиться відповідною схемою підключення модуля. При першому встановленні фронтального з'єднання на модуль автоматично виконується його механічне кодування. В подальшому фронтальний з'єднання може бути встановлено тільки на модулі того ж типу, що виключає можливість виникнення помилки при заміні модулів.

Програмований контролер S7-300 має модульну конструкцію і дозволяє використовувати в своєму складі:

- модулі блоків живлення (PS). В ПЛК може бути використано декілька типів блоків живлення із різною навантажувальною здатністю і різні параметри вхідної напруги в одну монтажну стойку може встановлюватись до двох блоків резервуючи одне одного;
- модулі центральних процесорів (CPU). В контролерах може бути використано декілька типів центральних процесорів деякі з них мають вмонтований інтерфейс PROFIBUS-DP. В стойку

центрального процесора може бути вмонтовано до 4 центральних процесорів;

- сигнальні модулі (SM) призначенні для вводу та виводу сигнальних сигналів;
- комунікаційні процесори (CP). Інтелектуальні модулі призначенні для реалізації різних варіантів зв'язку;
- функціональні модулі (FM). Інтелектуальні модулі призначенні для спеціалізованих задач управління.

Контролери SIMATIC S7-300 відрізняються високою ступінню універсальності:

- максимальна відповідність промисловим стандартам завдяки високій електромагнітній сумісності, високою стійкістю до вібрації та ударів, можливістю заміни модулів без відключення живлення;
- діапазон робочих температур від 0 до плюс 60⁰ С.

В даному випадку для розроблюваної системи контролю дозування використовується ПЛК S7-300 із модулями які наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Модулі ПЛК S7-300

Модуль	Технічні данні	Виробник
Модуль живлення PS 307	± 120 або 230В 5 А	Siemens
Буферна батарея	Тип AA, 1.9 А	Siemens
Центральний процесор CPU 315-2	32кБ	Siemens
Цифровий вхідний модуль SM321	32DE, 24 В	Siemens
Цифровий вихідний модуль SM322	32DA, 24 В, 0.5 А	Siemens
Аналоговий вхідний модуль SM331	4AE	Siemens
Аналоговий вихідний модуль SM332	2AA	Siemens

Зовнішній вигляд ПЛК зображений на рисунку 2.7 в даній конфігурації відсутній модуль CP 343-1, тому програмування ПЛК буде поводитись через Profibus або MPI в CPU 315-2.

До CPU 315-2 також під'єднанні блоки керування виконавчими механізмами ET200B, вони використовуються для запуску, зупинки та контролю роботи обладнання.

Зовнішній вигляд підключення блоків до ПЛК через шину L2-DP показаний на рисунку 2.7. При такому зв'язку характерно, що абонент “чує” які вхідні данні DP-slave в тій же підмережі Profibus передає своєму master-пристрою DP.

Завдяки такому механізму “слухач” може швидко реагувати на зміни вхідних величин віддаленого slave- пристрою підмережі які є унікальними адресами Profibus в діапазоні від 0 до 125. Адреси Profibus задаються в зростаючій послідовності. Нульова адреса Profibus резервується для пристроя програмування, який в подальшому буде підключатися до підмережі з метою обслуговування.

2.8 Розрахунок надійності системи контролю

В останні роки питанням підвищення надійності апаратури приділяється особлива увага. Проблема забезпечення надійності надзвичайно широка і охоплює всі стадії розробки і конструювання автоматизованих систем контролю, оскільки вибір структури схем і засобів підвищення їх надійності по суті є єдиним процесом.

Більшість відмов електронної апаратури мають випадковий характер і обумовлені різними факторами: вологість, температура навколишнього середовища, вібрація, радіоактивне випромінювання, недосконалість технологічних процесів, неоднорідність матеріалів, тощо.

Оскільки заздалегідь передбачити появу і ступінь впливу вказаних факторів на процес нормального функціонування можливо тільки з певною вірогідністю, в теорії надійності застосовують математичний апарат теорії ймовірностей. Даний апарат дозволяє розраховувати кількісні характеристики випадкових подій. Кількісною характеристикою випадковості події є її ймовірність. Стосовно до надійності пристроїв розглядають її основний кількісний критерій- ймовірність безвідмовної роботи протягом заданого інтервалу часу [8].

Надійність є складною властивістю, яка об'єднує безвідказність, довговічність, ремонтпридатність і збережуваність. Одними з причин ненадійності систем є недоліки схемних рішень та неправильний підбір елементів. Ці причини закладаються ще на стадії проектування, тому важливо робити оцінку надійності систем під час їх проектування, оскільки тільки зробивши дану оцінку, можна знайти таке проектне рішення, яке буде мати найвищу надійність роботи [10].

Задачею розрахунку надійності обладнання є визначення показників, які характеризують їх безвідказність та ремонтпридатність, оскільки показники ремонтпридатності характеризують можливість відновлення і час, за який можливе повне відновлення об'єкту. В загальному випадку розрахунок повинен складатися з наступних етапів:

- визначення критеріїв і видів відказів обладнання та складу показників надійності, що розраховуються;
- побудова структурної (логічної) схеми, яка базується на аналізі функціонування системи, врахуванні резервування, відновлення, контролю роботоздатності елементів;
- вибір методу розрахунку надійності з врахуванням прийнятих моделей опису процесів функціонування та відновлення;
- отримання в загальному вигляді математичної моделі, яка зв'язує показники надійності з характеристиками надійності елементів;
- підбір даних за показниками надійності;

- виконання розрахунку і аналіз отриманих результатів.

Склад перелічених етапів в значній мірі залежить від вибраних критеріїв та показників надійності, що розраховуються.

Так, при розробці технічних засобів повинні бути визначені такі показники надійності як середнє напрацювання на відказ та ймовірність безвідказної роботи протягом встановленого часу. Для багатофункціональних систем достатньо проаналізувати надійність основних функцій. Необхідні дані для розрахунку показників надійності елементів слід вибирати за паспортними даними або з довідників .

Розрахунок надійності будемо проводити для основних електричних вузлів проекрованої системи.

Ймовірність безвідмовної роботи є функцією часу t , і в загальному випадку її визначення для будь-якого часового інтервалу створює значні труднощі. Однак для складної апаратури, яка вміщує велику кількість різних елементів, часто виявляється достатнім знати величину середнього напрацювання на відказ T_o , яка визначається як середнє значення випадкових величин інтервалів часу τ , за формулою (3.1) між сусідніми відмовами, год :

$$T_o = \frac{\tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_n}{n} \quad (2.1)$$

де T_o - середнє напрацювання на відмову;

τ - інтервал часу.

При можливості застосування цього критерію надійності часто користуються зворотною величиною (2.2):

$$\lambda = \frac{1}{T_o} \quad (2.2)$$

Вона називається інтенсивністю відмови і характеризує середню

кількість відмов в одиницю часу.

Для елементів системи, що розробляється, основними видами відказів слід вважати ті, які найбільш характерні:

- відкази типу "неспрацювання" при надходженні одного з керуючих сигналів;

- відкази типу "хибне спрацювання" при відсутності активних рівнів керуючих сигналів.

Інтенсивності відмов елементів в нормальних умовах їх функціонування визначаються за спеціальними таблицями характеристик.

При розрахунку надійності, найчастіше розглядають випадок, коли окремі елементи, ланки і каскади структурної (логічної) схеми для виконання своїх функцій включаються послідовно з частковим коректуванням шляхів передачі сигналів.

В даному випадку структурна схема, яка базується на аналізі функціонування пристрою, не містить резервних елементів, оскільки це б значно ускладнило пристрій. Тому, якщо припустити статистичну незалежність і випадковість відмов елементів, від яких залежить роботоздатність вузлів пристрою, то загальна ймовірність безвідмовної роботи визначається із виразу (2.3):

$$P_{\text{заг}}(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t) \quad (2.3)$$

де $P_i(t)$ - ймовірність безвідмовної роботи окремих елементів, ланок, каскадів.

Відповідно,

$$\lambda_{\text{заг}} = \sum_{i=1}^n \lambda_i, \quad (2.4)$$

де λ - інтенсивність їх відмови.

Врахувати вплив різних факторів на надійність апаратури, таких як електричний режим, навколишня температура, вологість, механічні навантаження, тощо, можна з більшою або меншою стелінню точності. Наближений, але найсприятливіший для практичного застосування метод полягає в застосуванні поправочних коефіцієнтів :

$$\lambda_i = \lambda_{ном} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \dots \cdot k_m, \quad (2.5)$$

де $\lambda_{ном}$ - номінальне (паспортне) значення для нормальних (номінальних) умов роботи;

k_i - поправочні коефіцієнти на i -тий дестабілізуючий фактор.

В таблиці 2.8 використано наступні коефіцієнти :

k_m - температурний поправочний коефіцієнт;

k_d і $k_{вол}$ — поправочні коефіцієнти умов експлуатації, відповідно, на вібрацію і вологість (для приміщення з нормальними умовами);

k_n — поправочний коефіцієнт навантаження (номінальне навантаження);

$k_{рез}$ - поправочний коефіцієнт інтенсивності відмови резервних елементів;

$k_{я}$, k_0 - поправочний коефіцієнт, відповідно, на якість виготовлення і кваліфікацію обслуговування (середнє).

Для проведення розрахунків, інтенсивності відмови системи, необхідно визначити загальну кількість елементів кожного типу.

Розрахунок очікуваної надійності апаратури ведеться за наступною методикою:

- складається структурна (логічна) схема пристрою і визначаються елементи, відмова яких призводить до відмови усього пристрою;
- складається таблиця умов і режимів роботи елементів і визначається їх результуюча інтенсивність відмови;
- за даними таблиці 2.8 визначається сумарна інтенсивність λ відмови пристрою.

Таблиця 2.8 - Значення інтенсивностей відмов елементів і пристрою

Найменування Пристрою	Кількість елементів	Номінальна інтенсивність відмови·10 ⁻⁶ ,1/год.	Поправочні коефіцієнти							Інтенсив ність відмо-ви
			K_B	K_T	K_{VOL}	K_H	K_{PE3}	$K_{\text{я}}$	K_O	
Ваги	5	0.208	2	1	1. 5	1. 5	1	1	1	4.7
Розходомири	2	0.45	1	1. 5	1. 5	1	1	1	1	2.02
Рівнемири	3	0.3	2	1. 5	1. 5	1	1	1	1	4.05
Блок живлення	2	0.2	1. 5	1	1	2	1. 5	1	1	1.8
Центральний процесор	2	0.09	1. 5	1	1	2	1. 5	1	1	0.81
Плати цифрового вводу-виводу	3	0.36	1	1	1	1. 5	1	1	1	1.62
Плата аналогового вводу-виводу	2	0.255	1	1	1	1. 5	1	1	1	7.65
Блоки виконавчого обладнання	5	0.206	1. 5	1	1. 5	2	1	1	1	4.63
Загальна інтенсивність відмови $\lambda \cdot 10^{-6}$, 1/год										20.40 5

За отриманим з таблиці 2.8 значенням λ сумарної загальної інтенсивності відмов системи керування, розрахуємо середнє значення напрацювання на відмову T_0 . Для цього застосуємо формулу :

$$T_0 = (\lambda_{\Sigma})^{-1} = \frac{1}{20.405 \cdot 10^6} = 490101 \text{ год.}$$

Дальше за залежністю часу безвідмовної роботи від заданої імовірності безвідмовності (як правило 0,95):

$$t_{\text{без}} = 0,034/\lambda,$$

визначено час безвідмовної роботи, відповідно до даних таблиці 2.8:

$$t_{\text{без}} = 0,034/(20.405 \cdot 10^{-6}) = 16661 \text{ год.}$$

Довговічність електронного обладнання залежить від можливості та швидкості його ремонту. У даному випадку ймовірність безвідмовної роботи обладнання протягом інтервалу часу визначається залежністю:

$$P(t) = \frac{\frac{1}{\lambda_{\Sigma}}}{T_p + \frac{1}{\lambda_{\Sigma}}} \cdot e^{-t \cdot \lambda_{\Sigma}} \quad (2.6)$$

де T_p - середній час відновлення обладнання.

Для $T_p = 5$ год можна розрахувати залежність ймовірності безвідмовної роботи обладнання від часу його експлуатації.

Для розрахунку ймовірності виникнення відмов обладнання використовуємо залежність:

$$Q(t) = 1 - P(t) \quad (2.7)$$

У результаті підрахунків за формулами (2.6) і (2.7), отримаємо графік імовірності виникнення відмов обладнання за час t (рис. 2.7, 2.8).

Обчислені для підсистем обладнання показники надійності відповідають вимогам до відповідних показників усієї проєктованої системи. Отже очевидно, що з точки зору надійності та технічної діагностики, ці підсистеми повністю відповідають своєму призначенню.

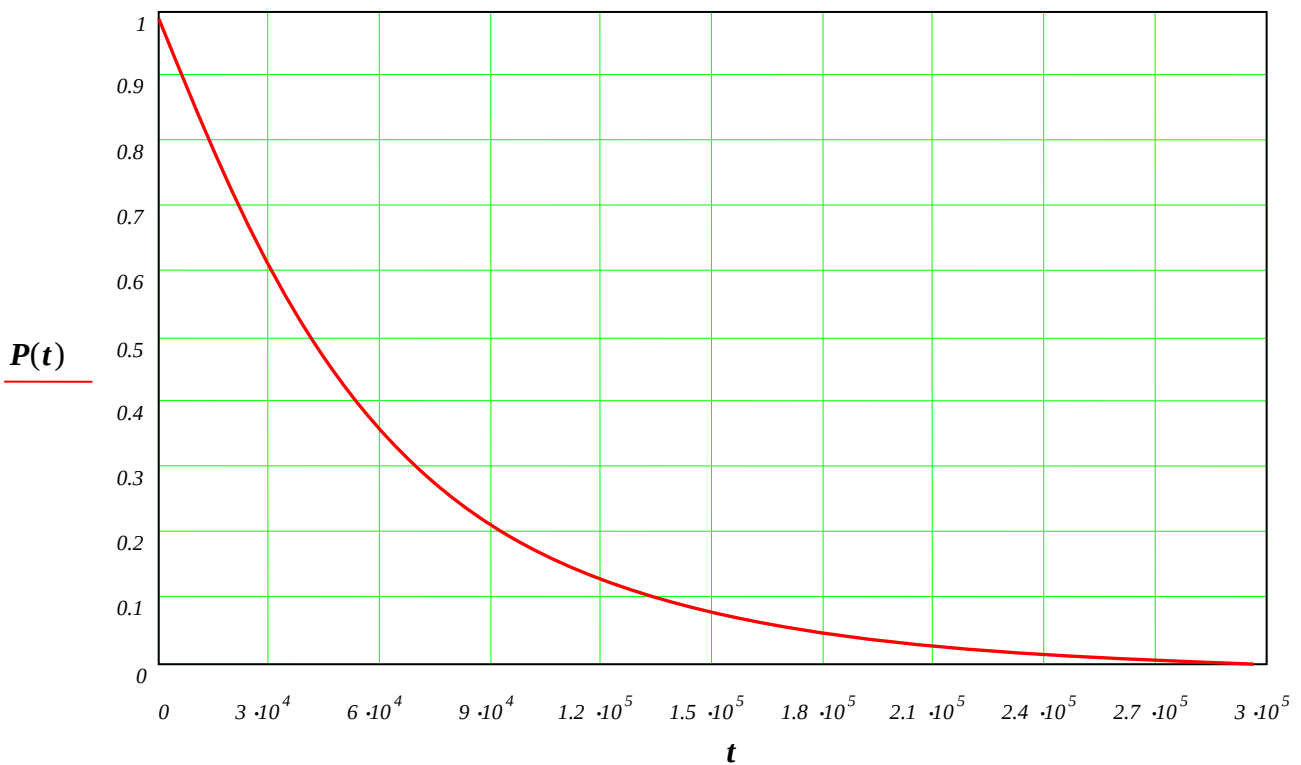


Рисунок 2.7 - Ймовірність безвідмовної роботи

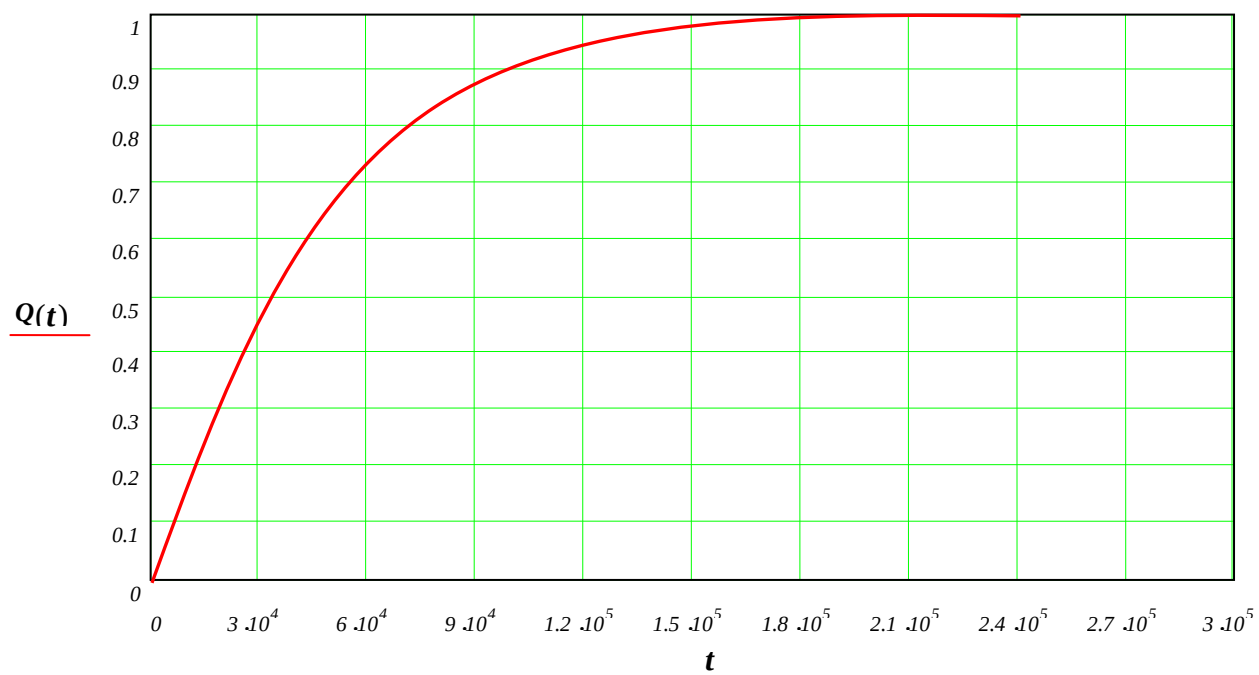


Рисунок 2.8 - Ймовірність відмови

3 Спеціальна частина

3.1 Розробка алгоритмічного забезпечення системи

Розробка алгоритмічного забезпечення системи полягає у розробці алгоритму для контролювання роботи заготовчого відділення. Алгоритм роботи відділення повинен містити у собі елементарні алгоритми всіх вузлів та агрегатів системи.

Початок роботи програми починається з того, що вагові дозатори перевіряють досягнення встановленої величини ваги волокнистого наповнювача при їх завантаженні, якщо вага не набрана управління передається подальшим блокам програми. Навпаки при досягненні запланованої ваги кожен дозатор встановлює прапорець готовності до вивантаження. Алгоритм роботи автоматизованої системи контролю дозування сипучих компонентів подано на рис. 3.1.

Вивантаження дозаторів волокнистого наповнювача проводиться лише при наявності сигналу готовності всіх дозаторів. Далі програма перевіряє чи відкритий плужковий скидач який є своєрідним сигналізатором готовності бігуна до прийому волокнистого наповнювача, якщо основний бігун не готовий до роботи вивантаження відбувається у резервний бігун. Алгоритм роботи бігуна подано на рис. 3.2.

В випадку коли обидва бігуни не готові до роботи управління передається подальшим блокам, програми. При дозволі вивантаження в бігун волокнистого наповнювача, програма вмикає стрічковий та роздавальний транспортери, вивантажує ваги волокнистого наповнювача, записує у тимчасову змінну час відвантаження дози волокнистого наповнювача та встановлює прапорець відвантаження дози в активний стан.

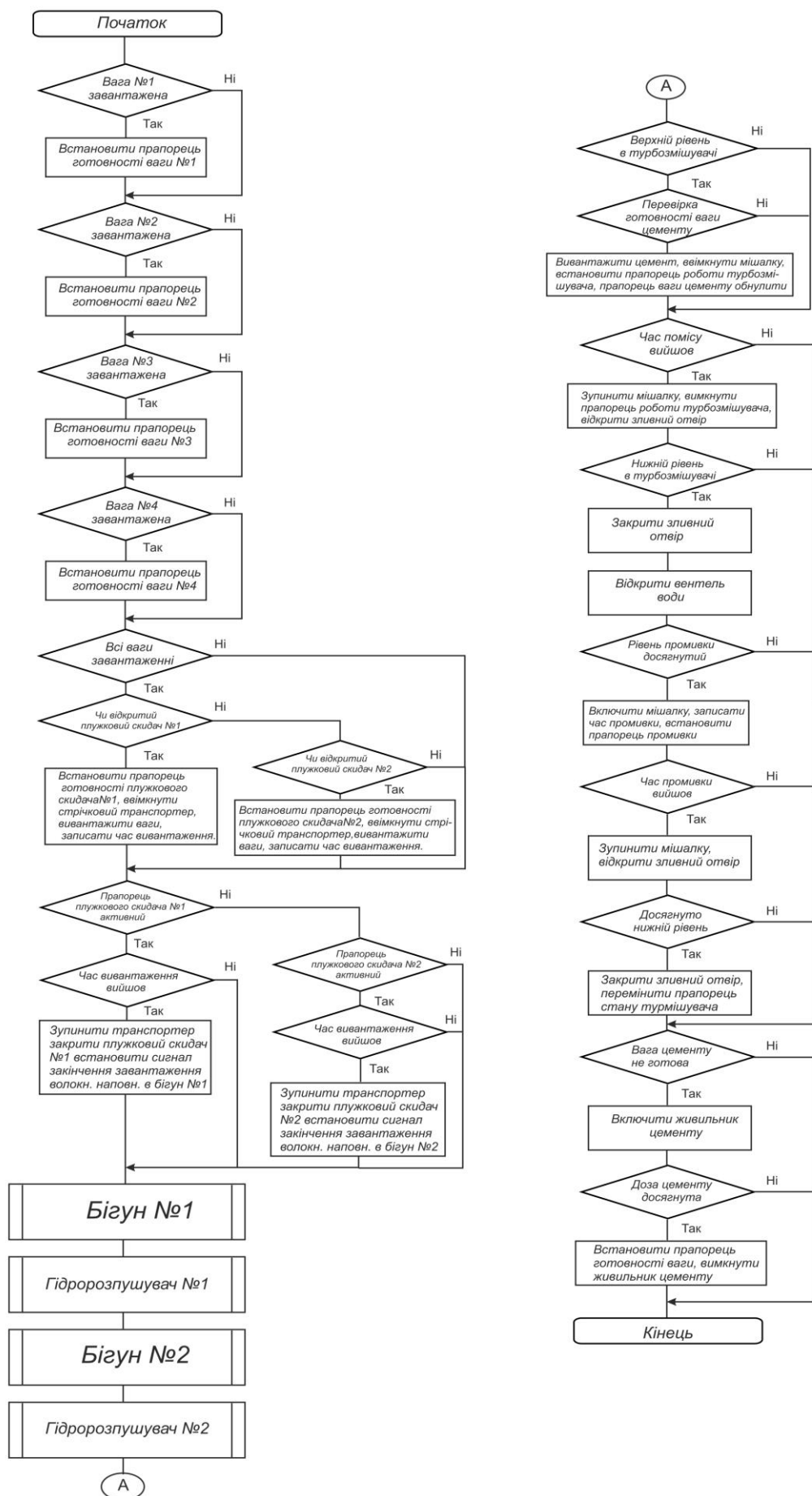


Рисунок 3.1 - Алгоритм роботи системи контролю.

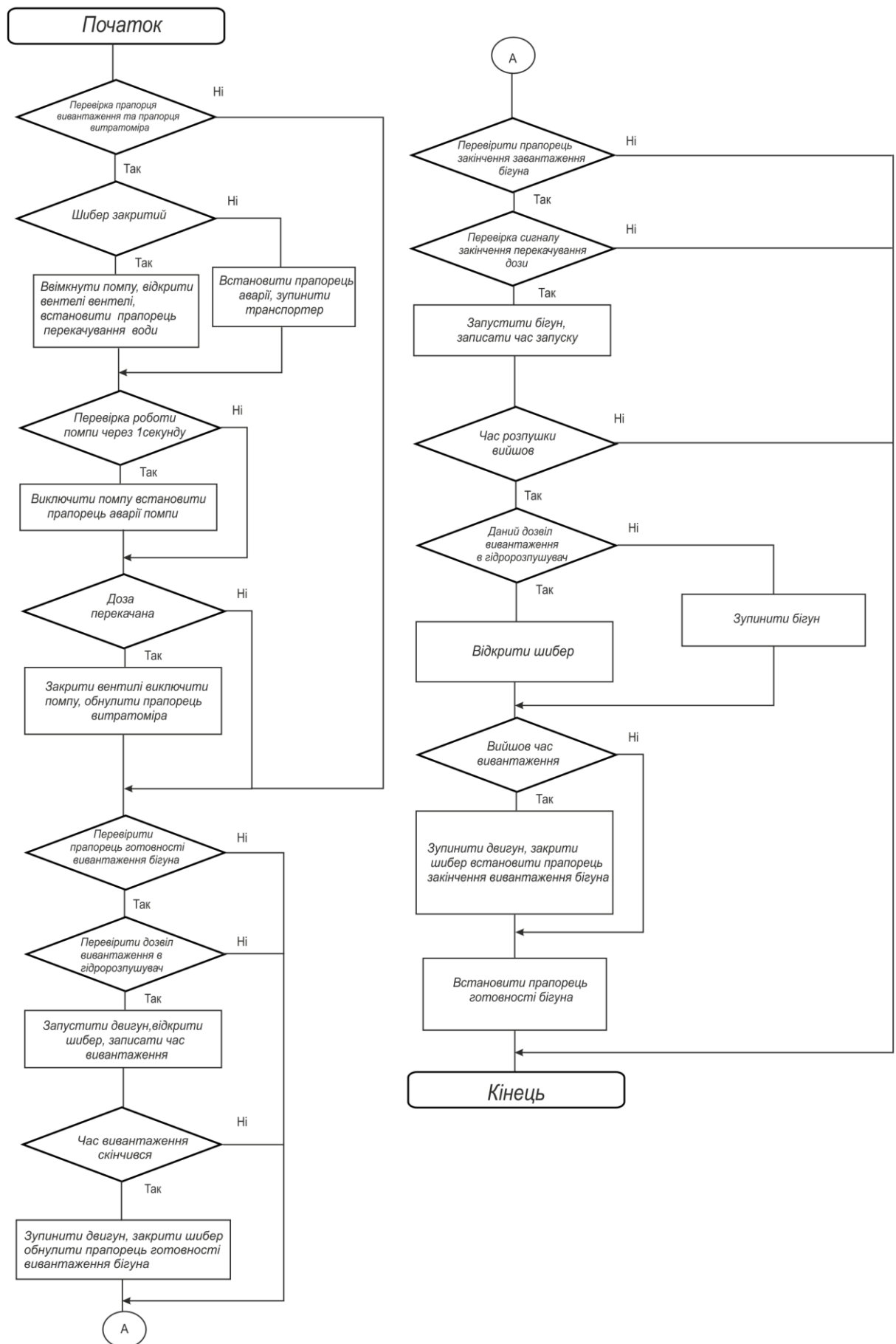


Рисунок 3.2 - Алгоритм роботи бігуна.

Далі програма перевіряє чи вийшов час вивантаження, якщо так тоді вона зупиняє стрічковий транспортер, закриває плужковий скидач, та обнулює прапорець вивантаження ваг волокнистого наповнювача. Програма вмикає живильні транспортери що є сигналом для відважування нової порції волокнистого наповнювача.

Наступним функціональним блоком системи є витратомір води якому передається управління. Витратомір основний чи резервний в залежності від того, який бігун прийняв дозу волокнистого наповнювача, перевіряє стан прапорця вивантаження, якщо він не обнулений тоді він вступає в роботу, в інакшому випадку управління передається наступним блокам системи.

Далі програма перевіряє чи шибер знаходиться в закритому стані, якщо ні то вона зупиняє транспортер, встановлює прапорець аварії бігуна в активний стан. В інакшому випадку програма відкриває впускний та живильний вентиля живильного насоса.

В подальшому програма перевіряє чи реєструє датчик потоку воду на протязі 1 секунди, якщо ні вона вмикає насос, перекриває вентиля, та встановлює прапорець аварії бігуна в активний стан.

Якщо реєструється наявність потоку води тоді програма проводить відмірювання встановленої дози на розпушування волокнистого наповнювача. При досягненні такої дози виконується аналогічні операції для відключення живильного насоса.

При вступі в роботу функціонального блоку програмного забезпечення, що відповідає за бігун перевіряється прапорець закінчення обробки волокнистого наповнювача та прапорець готовності до завантаження гідророзпушувача, якщо вони обидва активні тоді запускається бігун та відкривається шибер для вивантаження попереднього замісу у турбозмішувач. Записується час вивантаження після його закінчення управління передається іншим блокам програми.

Алгоритм роботи гідророзпушувача подано на рис. 3.3.

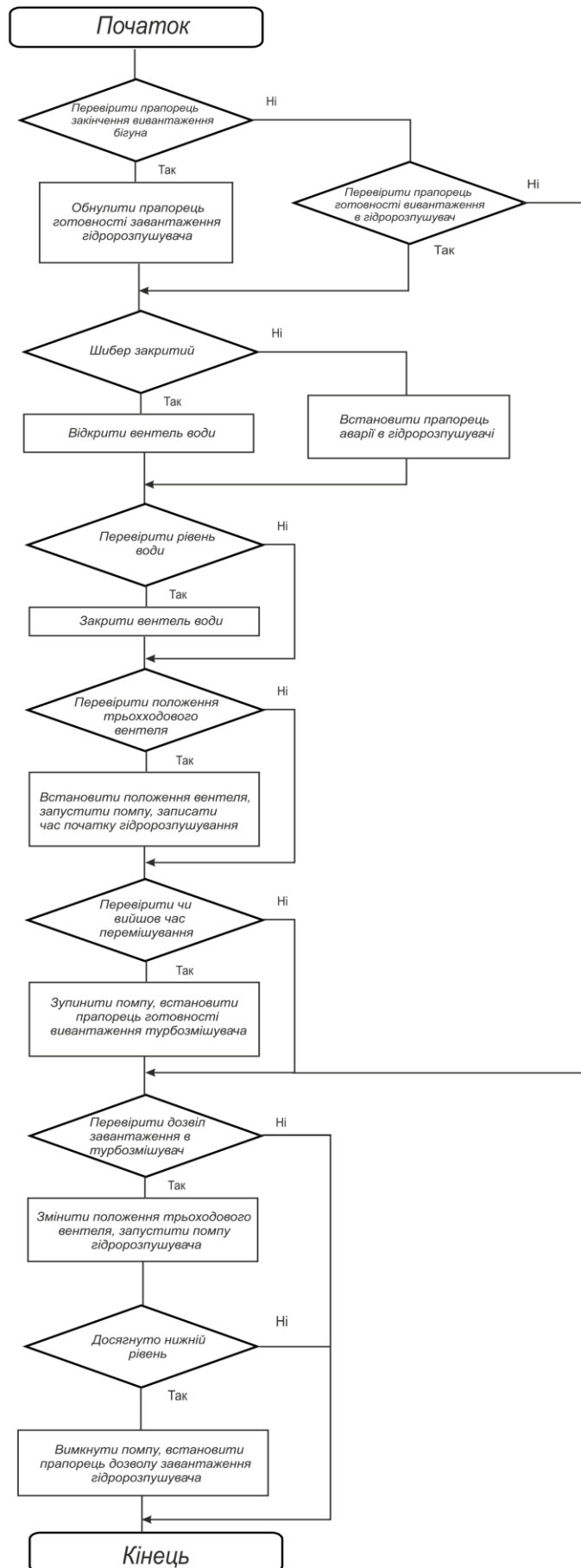


Рисунок 3.3 - Алгоритм роботи гідророзпушувача.

У випадку не залишення попереднього замісу а приготування нового перевіряється прапорець аварії бігуна, якщо він активний управління передається далі. В іншому випадку перевіряється сигнал стану плужкового скидача та сигнал закінчення перекачування дози води. Якщо плужковий скидач закритий та сигнал перекачування дози води в активному стані, перевіряється чи закритий шибер.

В випадку його відкриття прапорець аварії встановлюється в активний стан. Інакше бігун запускається в роботу та встановлюється час запуску бігуна.

Потім перевіряється чи час зупинки вже вийшов чи ні. При закінченні часу розпушки в бігуні перевіряється стан прапорця дозволу загрузки бігуна. В випадку дозволу загрузки відкривається шибер та бігун працює в режимі виграшки.

При закінченні вивантаження зупинити бігун, закрити шибер. При не дозволенні вивантажити волокнистий наповнювач в гідророзпушувач бігун зупиняється зразу, а прапорець закінчення обробки волокнистого наповнювача встановлюється в активний стан, щоб при наступному циклі провести вивантаження.

Програмне управління роботою гідророзпушувача починається з перевірки прапорця готовності завантаження, якщо він активний тоді управління передається іншим блокам програми. В іншому випадку перевіряється чи закритий шибер, якщо ні тоді прапорець аварії бігуна встановлюється в активний стан і управління передається наступним блокам програми. Інакше програма дає команду на відкриття живильного вентиля води для заповнення ємності гідророзпушувача. Проводиться перевірка досягнення рівня води в ємності, перевіряється положення трьохходового вентиля, якщо він не замикає коло гідророзпушувача проводиться його замикання.

Далі програмне забезпечення запускає відцентрову помпу, та записує час початку гідророзпушки волокнистої суспензії. Після закінчення часу

розпушки програмне забезпечення зупиняє помпу, та перевіряє сигнал дозволу перекачування суспензії в турбозмішувач в випадку його відсутності управління передається іншим блокам програми. В інакшому випадку змінюється положення трьохходового вентиля та запускається помпа.

Перекачування суспензії в турбозмішувач ведеться доти поки суспензія не досягне нижнього рівня в ємності гідророзпушувача, при закінченні вивантаження в турбозмішувач суспензії програма встановлює прапорець готовності завантаження гідророзпушувача в активний стан (див. графічну частину кваліфікаційної роботи).

При вступі в роботу функціональних блоків турбозмішувача програма перевіряє чи в ємності досягнуто верхній рівень, якщо ні управління передається іншим блокам програми.

В іншому випадку перевіряється готовність ваги цементу до вивантаження, при готовності ваги подається сигнал на її вивантаження. Вмикається мішалка для проведення змішування, та прапорець роботи турбозмішувача встановлюється в активний стан. При закінченні часу відведеного на змішування мішалка зупиняється та обнулюється прапорець роботи турбозмішувача.

При закінченні процесу перемішування подається команда на відкриття зливного отвору і маса самопливом перетікає в черпакову мішалку.

При досягненні нижнього рівня зливний отвір закривається, а прапорець готовності до промивки встановлюється в активний стан. Впускний вентиль води відкривається для набору води для промивки турбозмішувача.

При досягненні в ємності турбозмішувача рівня промивки впускний вентиль води закривається, обнулюється прапорець готовності промивки, вмикається мішалка для промивки ємності турбозмішувача, записується час для промивки, та встановлюється прапорець промивки турбозмішувача.

При закінченні часу промивки зупиняється мішалка турбозмішувача та відкривається зливний отвір для зливу води. При досягненні нижнього рівня зливний отвір перекривається та обнулюється прапорець стану промивки турбозмішувача.

Робота функціонального блока ваги цементу починається при перевірці прапорця готовності ваги цементу, якщо він не активний тоді управління передається далі іншим блокам програми. Інакше вимикається живильник ваги цементу. При цьому ведеться перевірка досягнення встановленого значення ваги, якщо воно досягається живильний транспортер вимикається а прапорець готовності ваги цементу встановлюється в активний стан.

Алгоритм роботи працює циклічно при досягненні кінця опитування роботи всіх агрегатів цикл роботи починається знову, оператор впливає на хід програми лише через системні переривання.

3.2 Розробка програмного забезпечення

Програмне забезпечення системи контролю дозування, яке керує процесом контролю приготування сировинних сумішей, створене в програмному пакеті STEP 7. Вигляд структури проекту зображений на рисунку 3.4.

STEP 7 - це пакет стандартного програмного забезпечення, який використовується для конфігурації і програмування програмованих логічних контролерів SIMATIC. Він являється частиною промислового програмного забезпечення SIMATIC.

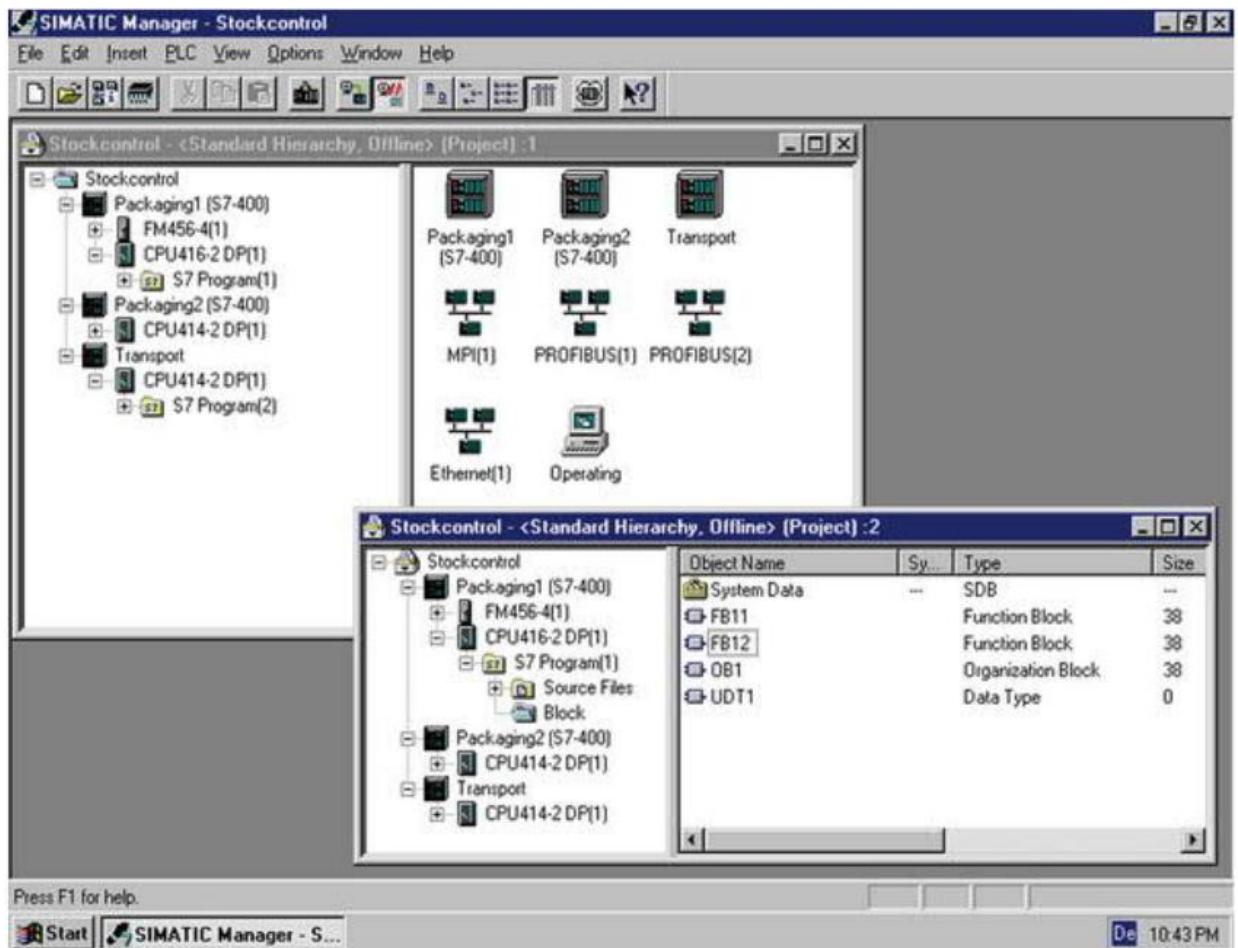


Рисунок 3.4- Структура проекту

Мови програмування SIMATIC вмонтованні в STEP 7 представляють мов відповідують вимогам стандарту EN 61131-3 або IEC 1131-3.

Стандартний пакет працює в операційній системі Windows і відповідає графічній і об'єктно орієнтованій філософії роботи в Windows.

Стандартне програмне забезпечення здатне проводити підтримку на всіх стадіях процесу вирішення задачі автоматизації, таких як:

- створення та керування об'єктами;
- створення програм для програмованих контролерів;
- конфігурування та призначення параметрів апаратури і зв'язку;
- керування символами;
- завантаження програм в програмовані контролери;
- тестування систем автоматизації;

- діагностування несправностей встановлення.

Користувацький інтерфейс програмованого пакета STEP 7 зпроектований так, щоб задовільнити самим останнім досягненням ергономіки і полегшити початок роботи.

SIMATIC Manager є основною формою з якої автоматично запускаються всі додатки необхідні для роботи, він керує всіми даними які відносяться до проекту автоматизації незалежно від того, для якої системи програмованого керування вони спроектовані.

Інструментальні засоби необхідні для редагування вибраних данни, запускаються автоматично.

В попередньому підрозділі наведений алгоритм роботи прогамного створеного в середовищі програмування системами комплексної автоматизації виробництва STEP 7.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

4.1 Заходи з охорони праці на підприємстві

4.1.1 Аналіз потенційних небезпек і шкідливих факторів

Фактори виробничого середовища вагомо впливають на стан здоров'я працюючих, хоча в кожному конкретному випадку виділити цей вплив та дати оцінку внеску умов праці в рівень здоров'я працюючих складно. Тим більше що вплив виробничого оточення на організм людини, особливо сьогодні, реалізується на фоні погіршення якості навколишнього середовища- забруднення атмосферного повітря, питної води та продуктів харчування, неправильного способу життя, шкідливих звичок.

Сучасне виробниче підприємство являє собою комплекс виробництв, кожне з яких відрізняється своїм специфічним “спектром” шкідливостей. Окремі виробництва, цехи та ділянки, які розташовані на одному промисловому майданчику, навіть при дотриманні його зонування та необхідної відстані між заводськими спорудами, своїм спектром шкідливостей перекривають шкідливості сусідніх виробництв, через що працівники волокнистоцементного виробництва в тій чи іншій можуть наражатися на дію сукупності технологічних факторів як власного так і сусіднього виробництва.

Однак у кожному конкретному випадку в цілому можна говорити про переважаючий вплив окремих факторів виробничого середовища та умов праці на стан здоров'я працюючих. Найбільш чітко цей вплив реалізується у формі професійних захворювань-паталогічних станів людини, які обумовленні роботою і пов'язані з надмірним напруженням організму чи несприятливим впливом шкідливих виробничих факторів.

Небезпека- наслідок дії деяких факторів на людину. При не відповідності факторів характеристикам людини з'являється феномен

небезпеки. Неоднорідність системи “людина-середовище”- об’єктивна основа небезпеки. Матеріальними носіями небезпечних та шкідливих факторів являються об’єкти, які формують в нього; засоби праці; продукти праці; технологія, операції, дії; природно-кліматичне середовище; люди.

Шкідливий фактор- це така дія на людину, яка в визначених умовах призводить до захворювання чи зниження роботоздатності.

Небезпечний фактор- це дія на людину, яка в визначених умовах призводить до травми чи іншому різкому погіршенню здоров’я.

По можливому характеру дії на людину фактори діляться на: безпосередні (шум, вібрація, освітленість), опосередкованні (корозія, налип, нерівності поверхності).

По структурі розрізняють фактори: прості (електричний струм, підвищення забрудненість повітря); виробничі породжені взаємодією простих факторів (вибухи, пожежі).

По наслідкам різняться фактори, які викликають втому людини (нервово-психічні перевантаження), захворювання (суспільні та професіональні), травматизм, аврії, пожежі.

Вібрація також не сприятливо діє на організм людини, вона може бути причиною функціональних розладів нервової та серцево-судинної системи, а також опорно-рухового апарату. Тривала дія вібрації приводить до розвитку вібраційної хвороби, успішне лікування якої можливе лише на ранній стадії розвитку. Нормативним документом, що визначає допустимі межі вібрації на робочому місці є СНіП 3044-94 “Санитарные нормы вибрации на рабочем месте”.

Шум - це набір звуків різної інтенсивності і частоти, що знаходяться в хаотичному безладному поєднанні. Нормативними документами, що стосуються шумів є: ДСТУ 12.1.003-93 і санітарні норми СНіП 3223-95.

Аналізуючи потенційні небезпеки, які загрожують робочому персоналу заготовчого відділення цеху волокнистоцементного виробництва складається таблиця 4.1, яка містить перелік потенційних небезпек та їх

фактичні та нормативні значення.

Таблиця 4.1- Перелік потенційних небезпек в заготовчому відділенні

Джерело небезпеки	Номінальне та фактичне значення
Шум	Діюче значення рівня звукового тиску $L_p = 78$ дБ на середній геометричній частоті $f_{c,r} = 10^3$ Гц, при ГДР $L_p = 82$ дБ при $f_{c,r} = 10^3$ Гц
Загальна вібрація	Діюче значення віброшвидкості $L_v = 70$ Дб при середній геометричній частоті $f_{c,r} = 63$ Гц, при ГДР $L_v = 109$ дБ при $f_{c,r} = 63$ Гц
Робота на висоті ($h \geq 1$ м)	Можливість падіння та отримання механічних травм
Електричний струм	Робоча напруга $U_p = 380$ В, робочий струм $I_p \geq 12$ кА при частоті $f = 50$ Гц при номінальному значенні $I \leq 0,1$ А- можливість враження персоналу електричним струмом

Для ефективної трудової діяльності необхідно забезпечити нормальні метрологічні умови і потрібну чистоту повітря. В результаті виробничої діяльності в повітряне середовище поступають різні шкідливі речовини.

Шкідлива речовина- це речовина, яка при контакті з організмом людини в випадку порушення вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання чи відхилення в стані здоров'я, які виявляються сучасними методами як в процесі роботи так і в наступні строки життя теперішнього і майбутнього поколінь.

Всі шкідливі речовини по характеру впливу на людину можна

розділити на дві групи: токсичні і не токсичні. Токсичні речовини як правило вступають в взаємодію з організмом людини, викликаючи різні відхилення в стані здоров'я працюючого.

Нетоксичні речовини в більшості своїй викликають подразнюючу дію на слизову оболонку дихальних шляхів, очей та шкіру працюючих. Нетоксичний пил звичайно спричиняє подразнюючу дію на слизову оболонку людини, а при попаданні в легені- до виникнення специфічних захворювань.

За ступенем впливу на організм шкідливі речовини згідно ДСТУ 12.1.007-96 підрозділяються на чотири класи небезпеки: надзвичайно небезпечні, високонебезпечні, помірнонебезпечні, малонебезпечні.

Вміст шкідливих речовин у повітрі не повинен перевищувати гранично допустимої концентрації (ГДК) котрі оцінюються в мг/м^3 .

ГДК- це така концентрація, яка не повинна викликати в організмі людини негативних змін і явищ на протязі всього робочого стажу при нормальній тривалості зміни.

Вміст шкідливих речовин у повітрі, яке надходить у виробниче приміщення, не повинен перевищувати $0.3 \cdot \text{ГДК}$, встановлених для робочої зони виробничих приміщень. Норми концентрації викидів в атмосферу повітря вказані в ДСТУ 12.1.005-98 ССБП.

Для заготовчого відділення цеху волокнистоцементного виробництва характерна наявність в повітрі не токсичних речовин волокнистого наповнювача та цементу. Значення їх номінальних та допустимих концентрацій в залежності від робочого місця показано в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2- Запиленність повітря заготовчого відділення

Робоча спеціальність	Шкідлива речовина	Допустимий рівень мг/м ³	Фактичний вміст Мг/м ³	Допомога при ураженні
Дозувальник волокнистого наповнювача	Волокнистий наповнювач	2	1,4	Чисте повітря, промити уражену поверхню при ураженні легень чай
Оператор		2	1,2	
Бункерувальник цементу	Цемент	6	5,3	
Оператор		6	2,6	

4.1.2 Вимоги виробничої санітарії та безпеки організації праці

Виробнича санітарія- система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних міроприємств і засобів, спрямованих на захист працюючих від шкідливих факторів середовища.

Головну увагу виробнича санітарія приділяє захисту людини від дії виробничих шкідливостей, що передаються через повітряне середовище, або шляхом безпосереднього контакту. Шкідливості, що передаються через повітряне середовище, або шляхом безпосереднього контакту, можуть бути у вигляді дискомфортного мікроклімату, пилюки, газу, шуму; недостатньою або надмірною освітленістю робочого місця. На людину можуть діяти і шкідливості які передаються шляхом безпосереднього контакту з шкідливими речовинами, з вібруючим інструментом або обладнанням.

Задача виробничої санітарії- створення здорових і безпечних умов

праці на основі встановлених ГДК виробничих шкідливостей.

Виробничим мікрокліматом називається фізичний стан повітряного середовища виробничих приміщень, який визначається температурою, вологістю рухом повітря та тепловим випромінюванням нагрітих поверхонь, що в сукупності впливають на тепловий стан організму людини.

Мікроклімат виробничих приміщень на відміну від мікроклімату житла та громадських споруд характеризується великим різноманіттям поєднання температури, вологості, руху повітря, інтенсивності, спектрального складу променистого тепла. Виробничий мікроклімат відрізняється великою динамічністю, залежить від коливань зовнішніх метеорологічних умов, часу доби, пори року, характеру виробничого процесу, умов обміну повітря з зовнішньою атмосферою. Виробничий мікроклімат впливає на хід біологічних процесів у організмі людини і за певних умов може бути причиною порушення їхнього здоров'я.

Основні значення оптимальних та допустимих норм температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні виробничих приміщень наведені в таблиці 4.3.

Виробнича вентиляція- це організований обмін повітря між виробничими приміщеннями та атмосферою.

Виробнича вентиляція використовується:

- для створення нормальних метеорологічних умов;
- для не допущення надмірного забруднення повітря;
- для недопущення утворення вибухонебезпечних сумішей газу, парів, пилу (ДСТУ 12.04.021-95).

За способом перемішування повітря робоча вентиляція буває: природною і штучною. Можливе застосування змішаної вентиляції.

У відповідності до санітарних норм у всіх приміщеннях повинна бути передбачена природна вентиляція. Повітрообмін тут відбувається внаслідок різниці температур повітря в приміщенні і зовнішнього повітря,

а також в результаті дії вітру через витяжні канали, шахти, квартирки. Природна вентиляція виробничих приміщень може бути не організованою і організованою.

Таблиця 4.3- Норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря

Період року	Категорія робіт	Температура° С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
Холодний	Середньої важкості-IIa	18-20	15-23	40-60	75	0,2	≥0,3
	Важка- III	16-18	12-19	40-60	75	0,3	≥0,3
Теплий	Середньої важкості-IIa	21-23	17-27	40-60	65 при (26 °C)	0,3	0,2-0,4
	Важка- III	18-20	13-26	40-60	75 при (24 °C)	0,4	0,2-0,6

Механічна вентиляція забезпечує підтримку постійного повітрообміну не залежно від зовнішніх метеорологічних умов. Повітря, що поступає в приміщення, при необхідності нагрівається або охолоджується, сушиться або очищається від пилуки.

В заготовчому віділенні цеху волокнистоцементного виробництва

використана вентиляція яка наведена в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4-Вентиляція заготовчого відділення

Вентиляція	За допомогою чого реалізована
Природна	Вентиляційні шахти, отвори, кватирки.
Механічна	Пристрій ВЦ-5-75 при потужності 4 кВт(8 штук).

По походженню в даний час розрізняють три види виробничого освітлення: природне, штучне, сумісне.

Природне освітлення позитивно впливає не тільки на зір але й тонізує організм людини в цілому і здійснює сприятливий психологічний вплив. Тому всі приміщення у відповідності із санітарними нормами і правилами повинні мати природне освітлення.

Природне освітлення- це освітлення приміщень світлом неба (прямим або відбитим), що проникає через світлові потоки. Воно може бути боковим, якщо здійснюється через відкриті пройоми в стінах, верхнім через пройоми в покритті, комбіноване- суміщення бокового і верхнього природного освітлення.

Кількісною оцінкою природнього освітлення є величина виражена в відсотках, що називається коефіцієнт природнього освітлення, що показує у скільки раз освітленість в середині приміщення менша зовнішньої освітленості.

В нашій країні діють норми освітленості СНіП 11-4-99, які охоплюють як природне так і штучне освітлення, де задаються як кількісні так і якісні так і якісні характеристики. Ці норми побудовані на основі класифікації робіт за певними кількісними ознаками по яких встановлюють величину мінімальної освітленості.

Норми та фактична освітленість заготовчого відділення цеху волокнистоцементного виробництва наведені в таблиці 4.5.

Всі данні, що стосуються вимог виробничої санітарії та безпеки організації праці взяті із типового паспорту санітарно-технічного стану і наявності засобів охорони праці в цеху волокнистоцементного виробництва.

Таблиця 4.5- Норми та фактична штучна освітленість заготовчого відділення по робочим місцям

Робоче місце	Норма освітленості Лк	Фактична освітленість Лк	Джерела світла
Дозувальки волокнистого наповнювача	75	83	ППР-3 (лампи розжарення Г- 220-500)
Бункеров- щики цементу	75	83	
Оператори	80	83	

4.1.3 Розрахунок вентиляції в заготовчому відділенні

Розрахунок вентиляції в заготовчому відділенні цеху волокнистоцементного виробництва проводиться по визначенню необхідного повітрообміну на асиміляцію шкідливих виділень в приміщенні заготовчого відділення. Розрахунок проводиться для теплого, перехідного, та холодного періоду року. Розрахунок проводиться за формулою (4.1):

$$L = L_{p.3} + \frac{A \cdot Q_{\text{я}} - B \cdot L_{p.3} \cdot (t_{p.3} - t_n)}{B \cdot K \cdot (t_{p.3} - t_n)} \quad (4.1)$$

де $Q_{\text{я}}$ – надлишок явної теплоти в приміщенні заготовчого відділення, кВт;

$A=3600$, $B=1.2$ кДж / (м³·°С)- перевідні коефіцієнти для системи Сі;

$t_{p.з}$ - температура повітря робочої зони, °С;

t_n - температура притічного повітря, °С;

K - коефіцієнт повітрообміну.

Початкові данні для розрахунку наводяться в таблиці 4.6 взятій із “Технический проект цеха волокнистоцементного виробництва. Сантехническая часть.” та “Типового паспорту санітарно-технічного стану і наявності засобів охорони праці в цеху волокнистоцементного виробництва.”

Таблиця 4.6 - Початкові данні для розрахунку

Назва приміщення	Розрахункові періоди	$t_n, ^\circ\text{C}$	$T_{p.з}, ^\circ\text{C}$	$Q_{я}, \text{кВт}$	$L_{p.з}, \text{м}^3/\text{г}$
Заготовче відділення цеху волокнистоцементного виробництва	Зимовий	-16	+18	12	10^4
	Перехідний	+10	+18	453	10^4
	Літній	+22.1	+25.1	914	10^4

Розрахунок необхідного повітрообміну для холодної пори року за формулою (4.1):

$$L = L_{p.з} + \frac{A \cdot Q_{я} - B \cdot L_{p.з} \cdot (t_{p.з} - t_n)}{B \cdot K \cdot (t_{p.з} - t_n)}$$

$$L := 10000 + \frac{3600 \cdot 12 - 1.2 \cdot 10000 \cdot (18 + 16)}{1.2 \cdot 1.85 \cdot (18 + 16)}$$

$$L = 5.167 \times 10^3 \quad \text{м}^3/\text{г}$$

Розрахунок необхідного повітрообміну для перехідної пори року за формулою (4.1):

$$L = L_{p.з} + \frac{A \cdot Q_{я} - B \cdot L_{p.з} \cdot (t_{p.з} - t_n)}{B \cdot K \cdot (t_{p.з} - t_n)}$$

$$L := 10000 + \frac{3600 \cdot 453 - 1.2 \cdot 10000 \cdot (18 - 10)}{1.2 \cdot 1.85 \cdot (18 - 10)}$$

$$L = 9.642 \times 10^4 \quad \text{м}^3/\text{Г}$$

Розрахунок необхідного повітрообміну для літньої пори року за формулою (4.1):

$$L = L_{p.3} + \frac{A \cdot Q_{\text{я}} - B \cdot L_{p.3} \cdot (t_{p.3} - t_n)}{B \cdot K \cdot (t_{p.3} - t_n)}$$

$$L := 10000 + \frac{3600 \cdot 914 - 1.2 \cdot 10000 \cdot (25.1 - 22.1)}{1.2 \cdot 1.85 \cdot (25.1 - 22.1)}$$

$$L = 4.986 \text{ м}^3/\text{Г}^5$$

Параметри повітря, що надходить в приміщення через прийоми витяжок, які розміщені в робочій зоні чи зонні обслуговування необхідно приймати в відповідності з ДСТУ 12.1.005-96.

4.2 Заходи з безпеки життєдіяльності

4.2.1 Підвищення стійкості цеху волокнистоцементного виробництва при дії електромагнітного поля або імпульсу на організм людини, на виробництво і заходи захисту

Для електричної та електронної апаратури автоматизованої системи управління випарної станції цукрового заводу є небезпечним електромагнітне випромінювання у вигляді короткого імпульсу великої потужності, що супроводжує ядерний вибух.

По природі електромагнітний імпульс (ЕМІ) в першому наближенні можна порівняти з електромагнітним полем близької блискавки, що створює спотворення радіосигналів. Виникає ЕМІ в основному в результаті взаємодії гамма-випромінювання, що утворюється під час вибуху, з атомами навколишнього середовища.

При взаємодії гамма-квантів з атомами середовища останнім надається імпульс енергії, невелика доля якої витрачається на іонізацію атомів, а основна – на надання поступального руху електронам на іонам, що утворюються в результаті іонізації. Через те, що електронам надається значно більше енергії, ніж іонам, останні практично залишаються на місці, а електрони віддаляються від них зі швидкостями, близькими до швидкості світла в радіальному напрямку від центру вибуху. Несиметричність електричного заряду (потoku електронів) в місці вибуху в повітрі викликає імпульс струму, який випромінює електромагнітну енергію так само, як і при проходженні його у випромінюючі антени.

Район, де гамма-випромінювання взаємодіє з атмосферою, називається районом джерела ЕМІ. Щільна атмосфера біля земної поверхні обмежує область поширення гамма-квантів. Тому при наземному вибуху район джерела займає площу всього у декілька квадратних кілометрів і приблизно співпадає з районом, де діють інші уражаючі фактори ядерного вибуху.

При висотному ядерному вибуху гамма-кванти можуть пройти сотні кілометрів до взаємодії з молекулами повітря і внаслідок його розрідженості проникнути глибоко в атмосферу. Тому розміри району джерела ЕМІ виходять великими. При висотному вибуху потужного боєприпаси може утворитися район джерела ЕМІ діаметром 1600 км і товщиною в 20 км, нижня межа якого пройде на висоті близько 18 км.

Таким чином, об'єкти, що знаходяться і за межами вогнища ядерного ураження, можуть опинитися під сильним впливом ЕМІ при висотних ядерних вибухах.

Електромагнітний імпульс наземного ядерного вибуху на відстані до декількох кілометрів від центру вибуху представляє собою одиночний сигнал з крутим переднім фронтом і тривалістю декілька десятків мілісекунд. Енергія ЕМІ розподілена в широкому діапазоні частот – від декількох герц до кількох мегагерц. Однак високочастотна складова спектру містить незначну долю енергії імпульсу; а основну частину його енергії

несуть частоти до 30 кГц.

Амплітуда ЕМІ у вказаній зоні може досягати дуже великих значень – у повітрі тисячі вольт на метр при вибухах малої потужності і десятки тисяч вольт на метр при вибухах великої потужності.

Оскільки амплітуда ЕМІ швидко зменшується із збільшенням відстані, ЕМІ наземного ядерного вибуху уражає тільки на відстані декількох кілометрів від центру вибуху; на великих відстанях він здійснює тільки короточасний негативний вплив на роботу електронної апаратури.

4.2.2. Уражаюча дія електромагнітного випромінювання.

Вплив електромагнітного випромінювання на людину залежить від напруженості електромагнітного поля, потоку енергії, частоти коливань, розміру поверхні тіла, що випромінюється.

Найбільш вразливими др. Електромагнітного опромінення є тканини людини, що не містять кровоносних судин. До них відносяться очі і шлунково-кишковий тракт.

Електромагнітне опромінення сильно вражає центральну нервову систему (викликаючи головні болі, втрати свідомості) та серцево-судинну систему (різкі зміни тиску, пульсу).

Електромагнітне випромінювання у вигляді імпульсу негативно впливає і на апаратуру, так як викликає високі імпульси струмів і напруг у провідниках і кабелях повітряних і підземних ліній зв'язку, сигналізації, управління, електропередачі і т.п.

Вплив ЕМІ може привести до згорання чутливих електронних і електричних елементів, пов'язаний з відкритими провідниками (електромережа), а також до серйозних порушень в цифрових і контрольних пристроях, звичайно без необоротних змін. Отже вплив ЕМІ необхідно враховувати для всіх електронних систем. Для найбільш важливих пристроїв потрібно застосовувати заходи захисту і підвищувати їх стійкість до ЕМІ.

Особливістю ЕМІ як уражаючого фактору є його здатність поширюватися на десятки і сотні кілометрів в навколишньому середовищі і по різних комунікаціям (мережам електро- і водопостачання, провідного зв'язку і т.п.).

Найбільш піддатливі впливу ЕМІ системи зв'язку, сигналізації, управління, так як кабулі і апаратура в цих системах мають граничну електричну міцність не більше 10 кВ імпульсної напруги, тоді як наведені імпульси від ЕМІ можуть перевищувати ці значення.

Особливо піддатлива впливу ЕМІ апаратура. Виконана на напівпровідниках і інтегральних схемах, що працюють на малих струмах і напругах, а отже, чутливих до впливу зовнішніх електромагнітних полів. ЕМІ пробиває ізоляцію, випалює елементи електросхем апаратури, викликає короткі замикання, іонізацію діелектриків, спотворює або повністю стирає магнітний запис, стирає "пам'ять" ЕОМ і т.п.

Встановлено, що при впливі ЕМІ на апаратуру найбільші напруги наводяться на вхідних колах. В транзисторах спостерігається наступна залежність: чим вище коефіцієнт підсилення транзистора, тим менша його електрична міцність.

ЕМІ пошкоджує також резистори, викликає іскріння в їх між контактних з'єднаннях, що приводить до локального нагріву і порушення опору покриття. Для резисторів типу МЛТ гранична напруга складає близько 10 КВ.

Великі струми, зумовлені прикладеним імпульсом напруги, проходячи через конденсатор в місцях підвищеного опору можуть викликати нагрівання шару металізації і його вигорання, порушити контакти між обкладками і выводами. І оскільки за короткий час дії імпульсу тепла енергія не встигає поширитись на весь об'єм конденсатора передатись в навколишнє середовище, то локальні перегрівання досить небезпечні. Руйнівні струми в метало паперових конденсаторах досягають 100...200 А.

Таким чином, ЕМІ ядерного виду ефективно уражає

електротехнічні прилади, тому при вирішенні задачі підвищення стійкості роботи об'єктів у надзвичайних ситуаціях важливо правильно оцінити ймовірність пошкодження електротехнічних і електронних систем в результаті впливу ЕМІ і знайти шляхи і способи захисту від проникнення імпульсів енергії у внутрішні кола апаратури.

4.2.3 Методи захисту від впливу електромагнітного випромінювання.

Надійний захист електротехнічних систем і електронної апаратури від пошкоджень, що викликаються ЕМІ ядерних вибухів, може бути успішним лише при комплексному вирішенні проблеми.

В кожному конкретному випадку повинні бути знайдені найбільш ефективні і економічно доцільні методи захисту електронної апаратури. Серед цих методів найбільш поширені екранування, оптимальне просторове розміщення і заземлення окремих частин системи, застосування запобігаючи перенапрузі пристрої та інше. Розглянемо суть основних методів.

Одним з методів підвищення стійкості і захисту електронних систем від дії сильного електромагнітного випромінювання є застосування металевих екранів. Вони відбивають електромагнітні хвилі і поглинають високочастотну енергію. Через систему заземлення струм, наведений ЕМІ, стікає в землю, не приносячи шкоди електронній апаратурі, що знаходиться всередині металевих шаф або коробів. Товщину екрану і послаблення, що ним здійснюється, можна розрахувати, знаючи потужність і густину потоку випромінювання за екраном, провідність, магнітну проникність матеріалу, частоту електромагнітного поля.

Для розширення спектру частот електромагнітних випромінювань, що поглинаються, можуть використовуватися різні типи екранів, виконані із різних елементів.

Найдешевший екрануючий матеріал – холоднокатані сталеві листи. Стінки екранів можуть виконуватися як у вигляді решіток (сіток), так і у

вигляді суцільних листів. Хоча вартість екранів із суцільними стінками дещо більша, але їх екрануючі властивості кращі.

Для захисту від ЕМІ широко застосовуються розрядники, що встановлюються на входи і виходи апаратури.

Основні функції захисного розрядника – детектування імпульсу, розмикання лінії або відведення енергії для запобігання руйнувань апаратури. Розрізняють два основні види захисних розрядників – “м’які” і “жорсткі” обмежувачі. “М’які” обмежувачі – нелінійні опори, що залежать від напруги (конденсатори, варистори), а “жорсткі” – прилади із пробоем (газові розрядники, діоди, вугільні загороджувачі та ін.).

Напівпровідникові захисні прилади менш стійкі до наведених напруг, але мають менший час спрацювання.

Для електронної апаратури, що встановлена в приміщенні основну небезпеку представляє імпульс, що пройшов по колу живлення. Для захисту апаратури рекомендуються плавкі запобіжники і захисні вхідні пристрої, які являють собою релейні прилади, що реагують на перевищення струму або напруги в колі.

Висновок

Стійкість апаратури до впливу ЕМІ у значній мірі залежить від правильної експлуатації ліній і ретельного контролю справності засобів захисту. До важливих вимог експлуатації відносяться періодична і своєчасна перевірка електричної міцності ізоляції ліній і вхідних кіл електронної апаратури, своєчасне виявлення і усунення заземлень провідників, контроль справності розрядників і плавких вставок.

Вказані способи і засоби захисту повинні застосовуватись у всіх видах електротехнічної і радіоелектронної апаратури з врахуванням характеру вражаючої дії електромагнітних випромінювань для забезпечення надійної роботи підприємства в надзвичайних обставинах.

Висновки

У даній кваліфікаційної роботи розроблена система контролю дозування компонентів для виробництва волокнистоцементних суспензій яка відповідає вимогам, що були поставлені при формулюванні постановки завдання та реалізовані при розробці системи. Програмне забезпечення системи реалізовано на основі використання середовища розробки проектів комплексної автоматизації Step7 фірми Siemens.

Система контролю дозування компонентів для волокнистоцементних суспензій дозволяє оперативно проводити реєстрацію подій в заготовчому відділенні волокнистоцементного виробництва, здійснювати контроль та зміну протікання технологічного процесу в залежності від умов постачання сировини.

Результатом проектування стало створення структурної схеми системи контролю дозування компонентів. Для цього підбрано відповідне обладнання, описано особливості його конфігурації, розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення для управління роботою даної системи залежно від заданих умов.

References

Список літератури

1. Карапузов Є. К. Матеріали і технології в сучасному будівництві: Підручник / Є. К. Карапузов, В. Г. Соха, Т. Є. Остапченко. – Київ : Вища школа, 2004. – 416 с.
2. Кондращенко О. В. Композиційні будівельні матеріали : конспект лекцій / О.В. Кондращенко. – Харків : ХНАМГ, 2009. – 68 с.
3. Автоматизація виробничих процесів : навч. посіб. / Проць Я. І., Савків В. Б., Шкодзінський О. К., Ляшук О. Л. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 344с.
4. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.
5. Лабораторний практикум з проектування та моделювання роботи електропневматичних схем у середовищі програмного пакету «FluidSIM Pneumatics» з курсу «Технічні засоби автоматизації» / укл. : О.К. Шкодзінський. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 32 с.<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31418>
6. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.
7. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 1 [навчальний посібник]. Львів : «Магнолія 2006», 2013. 256 с.
8. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник]. Львів : "Магнолія 2006", 2014. 312 с.

9. Паламар М. І., Стрембіцький М. О., Паламар А. М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 150 с.
10. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/42995>.
11. Платформа .NET та мова програмування C# 8.0: навчальний посібник / Коноваленко І.В., Марущак П.О. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2020 – 320 с.
12. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник/ І.Р. Козбур, П.О. Марущак, В.Р. Медвідь, В.Б. Савків, В.П. Пісьціо.–Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022.–324с.
13. Савків В.Б., Капаціла Ю.Б., Михайлишин Р.І. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Тернопіль.: Видавництво ТНТУ. 2021. 50 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35172>
14. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник / І.Р. Козбур, П.О. Марущак, В.Р. Медвідь, В.Б. Савків, В.П. Пісьціо. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. – 324 с. / (Рекомендовано до друку вченою радою Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя протокол № 9 від 4 жовтня 2022 р.
15. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження часових характеристик неперервних лінійних систем», по курсу «Теорія автоматичного управління», для студентів 3 курсу спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Авт.: Козбур І.Р., Козбур Г.В. Марущак П.О., Савків В.Б. – Тернопіль: ТНТУ, ФПТ, каф. АВ, – 2022. – 19 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39206>