

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра автоматики та телекомунікацій
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри автоматики та
телекомунікацій

_____ Валерій Поцєпаєв
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2023 р.

Випускна кваліфікаційна робота

_____ магістра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Дослідження та модернізація системи автоматичного керування
механічним маятниковим пробовідбірником»

Виконав студент 2 курсу, групи СУАм-22
(шифр групи)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва спеціальності)

_____ Машьянов Данило Сергійович
(Прізвище, Ім'я та По-батькові) (підпис)

Керівник В.о. завідувача кафедри АТ, к.т.н., доцент _____ В.В. ПОЦЕПАЄВ
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Рецензент Доцент кафедри ЕТ, к.т.н., доцент _____ О.А. ШТЕПА
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Рецензент Зав.каф. електричної інженерії, к.т.н., доцент _____ О.Ю. КОЛАРОВ
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Нормоконтроль:

Дар'я ЖУКОВСЬКА

13.12.2023 р.

*Засвідчую, що у цій випускній кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.*

Студент _____
(підпис)

Луцьк – 2023 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра автоматики та телекомунікацій
(повна назва кафедри)

Захист відбувся _____
(дата)

з оцінкою _____

Секретар ЕК _____
(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота

_____ магістра _____

Тема: «Дослідження та модернізація системи автоматичного керування механічним маятниковим пробовідбірником»

Спецчастина: _____

Виконавець, студент

гр. СУАм-22

Данило МАШЬЯНОВ

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

Валерій ПОЦЕПАЄВ

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

Ганна ТЕЛИЧКО

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Вікторія ВОРОПАЄВА

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Юлія СІМОНОВА

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтроль

Дар'я ЖУКОВСЬКА

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Луцьк – 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри АТ
Влерій Валерійович Поцесаєв

« » 2023 року

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Функціональна схема пробовідбірника ПММ-12М, функціональна схема
модернізованої системи автоматичного керування, принципова електрична
схема шафи керування ПММ-12, графічна панель оператора.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Теличко Г.О., доцент кафедри АТ		
2	Воропаєва В.Я., проректор з науково-педагогічної роботи		
3	Сімонова Ю.І., асистент		
Нормо-контроль	Жуковська Д.О., асистент	-	13.12.2023 р.

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз існуючих рішень, модернізації системи автоматичного керування пробовідбірника механічного маятникового	03.10.23	
2	Проектування модернізованої САК пробовідбірника механічного маятникового	02.11.23	
3	Розробка системи автоматичного керування пробовідбірника механічного маятникового	20.11.23	
4	Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуаціях на підприємстві	29.11.23	
5	Оформлення магістерської роботи	07.12.23	

Студент

(підпис)Данило МАШЬЯНОВ
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)Валерій ПОЦЕПАСВ
(прізвище та ініціали)

ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

Посада, Ім'я та ПРИЗВИЩЕ	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Машьянов Данило Сергійович «Дослідження та модернізація системи автоматичного керування механічним маятниковим пробовідбірником» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». – ДВНЗ ДонНТУ, Луцьк, 2023.

Зміст пояснювальної записки до бакалаврської роботи: 89 сторінок, 50 рисунків, 14 посилань на використані джерела.

Об'єкт розробки – система автоматичного керування пробовідбірника механічного маятникового.

Мета роботи – розробка модернізованої системи автоматичного керування пробовідбірника механічного маятникового, створення модернізованої функціональної та принципової схеми відповідно до технічного завдання, розробка графічного інтерфейсу керування та написання програми для контролеру.

Методи й засоби розробки: логічний синтез на основі апаратних засобів вбудованих систем керування, програмування на мові діаграмних ланцюгів стандарту IEC 61131-3.

Публікації. Машьянов Д.С., Поцєпаєв В.В. Модернізація системи автоматичного керування пробовідбірником маятниковим [Текст] / Д.С. Машьянов, В.В. Поцєпаєв // Всеукраїнський науково-практичний форум «ТАК2023»

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ, ВУГІЛЛЯ,
ПРОГРАМУВАННЯ, ПРОБОВІДБІРНИК МАЯТНИКОВИЙ, ФУНКЦІЇ,
МОДЕРНІЗАЦІЯ, КОНТРОЛЕР

ABSTRACT

Danylo Serhiyovych Mashyanov "Research and modernization of the automatic control system of the mechanical pendulum sampler" / Graduation qualification work for obtaining the master's degree in the specialty 151 "Automation and computer-integrated technologies". – DVNZ DonNTU, Lutsk, 2023.

Contents of the explanatory note to the bachelor thesis: 89 pages, 50 figures, 14 references to the used sources.

The object of development is the automatic control system of the mechanical pendulum sampler.

The purpose of the work is to develop a modernized system of automatic control of a mechanical pendulum sampler, to create a modernized functional and principle diagram in accordance with the technical task, to develop a graphical control interface and to write a program for the controller.

Development methods and tools: logic synthesis based on hardware of embedded control systems, programming in the language of circuit diagrams of the IEC 61131-3 standard

Publications. Mashyanov D.S., Potsepaev V.V. Modernization of automatic testing systems for pendulum sampling [Text] / D.S. Mashyanov, V.V. Potsepaev // All-Ukrainian scientific and practical forum "TAK2023"

AUTOMATIC CONTROL SYSTEM, COAL, PROGRAMMING,
PENDULUM SAMPLER, FUNCTIONS, MODERNIZATION, CONTROLLER

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ, МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОБОВІДБІРНИКА МЕХАНІЧНОГО МАЯТНИКОВОГО (ПММ12).....	12
1.1 Роль пробовідбірника механічного маятникового.....	12
1.2 Класифікація пробовідбірників.....	13
1.2.1 Пробовідбірник баровий	13
1.2.2 Пробовідбірники глибинний, донний та щільний	14
1.2.3 Пробовідбірник ківшевий.....	14
1.2.4 Пробовідбірник скреперний.....	16
1.2.5 Пробовідбірник маятниковий.....	17
1.3 Умови модернізації автоматизованого процесу пробовідбору.....	19
1.4 Види автоматизованих та модернізованих пробовідбірників.....	19
1.4.1 Автоматизована система пробовідбірника ПММ-У.....	19
1.4.2 Модернізована система пробовідбірника ПММ-12М.....	24
1.5 Порівняльний аналіз пробовідбірників ПММ-У та ПММ-12М.....	28
1.6 Вибір і особливості датчика рівня для пробовідбірника маятникового.....	29
1.6.1 Існуюче рішення та особливості використання.....	29
1.6.2 Бар'єр іскрозахисту БІЗ-24-Р.....	30
1.6.3 Датчик рівня ДР2іа.....	35
Висновки до розділу 1.....	40
1.8 Мета та завдання роботи.....	40
2 ПРОЕКТУВАННЯ МОДЕРНІЗОВАНОЇ САК ПРОБОВІДБІРНИКА МЕХАНІЧНОГО МАЯТНИКОВОГО (ПММ12).....	41
2.1 Математична модель пробовідбірника механічного маятникового....	41

2.2 Обґрунтування функцій та алгоритму САК.....	45
2.3 Функціональна схема САК.....	46
2.4 Електрична принципова схема модернізованої САК.....	49
2.5 Вибір і розробка технічних засобів САК.....	51
2.5.1 Вибір автоматів захисту та автоматичних вимикачів.....	51
2.5.2 Вибір датчиків для САК.....	51
2.5.3 Графічна панель-контролер Kincso.....	52
2.5.4 Вибір проміжних реле та малогабаритних контакторів.....	53
2.5.5 Бар'єр іскрозахисту.....	54
Висновки до розділу 2.....	55
3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ	
ПРОБОВІДБІРНИКА МЕХАНІЧНОГО МАЯТНИКОВОГО.....	56
3.1 Розробка алгоритмів САК.....	56
3.1.1 Створення та налаштування проекту.....	57
3.2 Написання програми для контролеру KINCO HMI.....	58
3.3 Розробка графічного інтерфейсу для панелі оператора.....	65
3.3.1 Створення проекту Kincso DTools.....	66
3.3.2 Елементи інтерфейсу панелі оператора та їх підключення до контролеру.....	66
Висновки до розділу 3.....	73
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	75
ДОДАТОК А – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуаціях на підприємстві.....	77
ДОДАТОК Б – Вхідні та вихідні змінні.....	88
ДОДАТОК В – Локальні змінні.....	89

ВСТУП

Актуальність роботи. Відбір проб вугілля є важливим процесом, який гарантує, що результати лабораторного аналізу є точними та достовірними. Це, в свою чергу, дозволяє забезпечити ефективне використання вугілля та гарантує його відповідність вимогам якості.

На шахті «САМАРСЬКА» ВСП ШУ «ДНІПРОВСЬКЕ» постало питання про підвищення якості відбору проб. Шахта надала технічне завдання на постачання проботорозробної машини МПЛ-150 М1 спільно з пробовідбірником та датчиком наявності гірничої маси на конвеєрі.

Шафа машини МПЛ150-М1 не передбачає датчик наявності гірничої маси на конвеєрі, датчик може бути використаний у схемі пробовідбірника ПММ-12 або аналога. У зв'язку з цим було запропоновано розробити датчик та шафу автоматизованого управління з новими функціями описаними в технічному завданні для пробовідбірника ПММ-12, який перебуває у користуванні шахти.

Мета роботи – розробка модернізованої системи автоматичного керування пробовідбірника механічного маятникового, створення модернізованої функціональної та принципової схеми відповідно до технічного завдання, розробка графічного інтерфейсу керування та написання програми для контролеру.

Об'єкт розробки – система автоматичного керування пробовідбірника механічного маятникового.

Методи й засоби розробки: логічний синтез на основі апаратних засобів вбудованих систем керування, програмування на мові діаграмних ланцюгів стандарту ІЕС 61131-3.

Завдання роботи, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети:

Виконати аналіз існуючих рішень, модернізації системи автоматичного керування пробовідбірника механічного маятникового.

Розробити функціональну та принципову електричну схему пробовідбірника механічного маятникового ПММ12 та обрати обладнання для її реалізації.

Розробити графічний інтерфейс для панелі оператора та написати програму для контролера.

Розробити заходи з охорони праці.

Апробація роботи. Апробація роботи. Основні положення магістерської роботи доповідалися та обговорювалися на Всеукраїнському науково-практичному форумі «ТАК2023»: телекомунікації, автоматизація, комп'ютерно-інформаційні технології, 5-6 грудня 2023 року, ДонНТУ, м. Луцьк.

Публікації. Результати досліджень, виконаних в рамках магістерської роботи, опубліковані в збірці доповідей науково-практичного форуму «ТАК2021»: телекомунікації, автоматизація, комп'ютерно-інформаційні технології, 5-6 грудня 2023 року, ДонНТУ, м. Луцьк.:

Машьянов Д.С., Поцєпаєв В.В. Модернізація системи автоматичного керування пробовідбірником маятниковим [Текст] / Д.С. Машьянов, В.В. Поцєпаєв // Всеукраїнський науково-практичний форум «ТАК2023»: телекомунікації, автоматизація, комп'ютерно-інформаційні технології, 5-6 грудня 2023 р.: збірка доповідей. – ДВНЗ «ДонНТУ», м. Луцьк 2023. – С. 167 – 171.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Структура магістерської кваліфікаційної роботи визначена її метою, планом досліджень, виконуваними завданнями та затверджена науковим керівником. До роботи входять: анотація, вступ, три розділи, основні висновки та перелік використаної літератури. Повний обсяг роботи складає 89 сторінок тексту, 50 рисунків, 14 посилань на використану літературу та додаток із заходів з охорони праці.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ, МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОБОВІДБІРНИКА МЕХАНІЧНОГО МАЯТНИКОВОГО (ПММ12)

1.1 Роль пробовідбірника механічного маятникового

У зв'язку зі збільшенням видобутку вугілля, зростанням обсягу перевезень та стандартизацією кондицій за якістю вугілля, що відвантажується, підвищилися вимоги до процесу відбору проб вугілля на шахтах і застосовуваному при цьому обладнанню. Дані вимоги передбачають максимально автоматизований, механізований та високопродуктивний відбір проб кам'яного вугілля.

Часто використовуваний тип пробовідбірників для відбору проб – пробовідбірник маятниковий. Їх розрізняють за габаритними розмірами та матеріалом що відбирається.

Незалежно від типу технологічної системи, автоматизація відбору проб в ПММ має забезпечити: надійну роботу у комплексі з іншими машинами; контроль наявності потоку вугільної руди на конвеєрі; відбір вугілля в автоматичному режимі; моніторинг кількості проб; контроль апаратів, що забезпечують безпечну роботу машини; здійснення контролю та індикації зовнішніх пристроїв; визначення розташування ковша пробовідбірника та аварійне відключення стрічкового конвеєра, з якого проводиться відбір проб у випадках аварійної зупинки ковша в потоці матеріалу, що відбирається. Реалізація більшості перерахованих технологічних процесів зараз контролюється на основі прийняття суб'єктивних рішень щодо управління процесом відбору проб та візуального контролю, що знижує його ефективність. Через це виникає необхідність поліпшення рівня автоматизації даного процесу за рахунок створення та використання покращених технічних рішень з управління.

1.2 Класифікація пробовідбірників

Пробовідбірник – це механічні пристрої для відбору проб сипкого матеріалу, рідини і газу з потоку або ємності. Залежно від конструкції, за їх допомогою можна отримувати зразки з одного рівня або відразу з декількох (якщо є така необхідність). Існує багато різних видів, моделей і конструкцій пробовідбірників, що пояснюється широтою їхнього застосування. Для відбору проб сипкого матеріалу на гірничих підприємствах найчастіше використовуються такі пробовідбірники: баровий; глибинний; донний; ківшевий; маятниковий; скреперний; щільний. Інші класифікації дають такі розподіли: відбірники проб з наскрізною проточною камерою і не наскрізні; переносні та стаціонарні; пошарові та не пошарові; для пасивного і активного взяття проби[1].

1.2.1 Пробовідбірник баровий

Пробовідбірник, призначений для відбирання проби сипкого матеріалу з конвеєра. Конструктивно пробовідбірник складається з рами, робочого органу — бару з ріжучими зубами, привода і станції управління. Бар здійснює зворотно-поступальний рух поперек потоку матеріалу і вирізає невелику його стрічку, яка виноситься у збірник для проби[2].

На рисунку 1.1 зображена схема пробовідбірника барового.

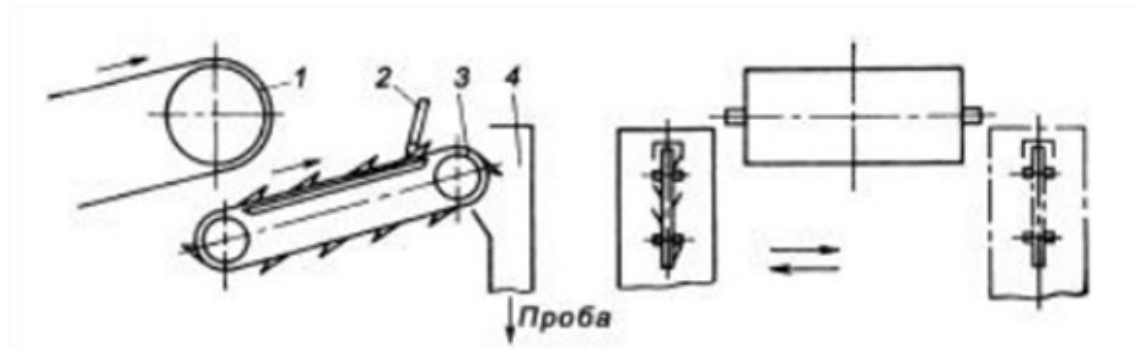


Рисунок 1.1 — Схема пробовідбірника барового

1 – Стрічковий конвеєр, 2 – Калібрувальна планка з отвором, 3 – Бар з ріжучим ланцюгом та зубцями, 4 – Жолоб для проби.

Перевага барового пробовідбірника у простоті та надійності його конструкції.

Недоліки барового пробовідбірника у відсутності системи контролю відбору проб.

1.2.2 Пробовідбірники глибинний, донний та щільний

Пробовідбірник глибинний – прилад, призначений для відбирання глибинної проби нафти у свердловинах [3].

Пробовідбірник донний – ґрунтозабірний прилад для відбору взірців крихких неконсолідованих осадових порід з морського дна; може мати форму черпака, який залишається відкритим, доки не досягне морського дна, де він автоматично закривається, забираючи при цьому пробу[4].

Пробовідбірник щільний – пробовідбірник, призначений для відбору проб з потоку пульпи, що містить зерна крупністю не більше 3 мм. Одне з конструктивних виконань – поворотний ківш з щільним отвором, який монтується в трубопроводі й призначений для відбору проби пульпи з потоку[2].

Ці пробовідбірники мають механічний характер роботи, тому запровадження автоматизованої системи у ці прилади не розглядається.

1.2.3 Пробовідбірник ківшевий

Пробовідбірник, призначений для відбору проб сипких матеріалів крупністю до 150—300 мм у місцях їхніх перепадів.

Конструктивно пробовідбірник є ланцюговим ківшевим конвеєром. На дві пари коліс-зірочок поміщені замкнені ланцюги, до яких прикріплені один

або два ковші-відсікачі. Відбір порції відбувається в момент перетинання потоку досліджуваного матеріалу ковшем, що з заданою швидкістю рухається на верхній гілці пробовідбірника. При огинанні зірочки порція вивантажується у збірник. Розміри ковша повинні забезпечити перетинання усього потоку матеріалу і розміщення усієї маси відібраної порції. Ківшеві пробовідбірники можуть функціонувати як в автоматичному режимі, так і на ручному управлінні[5].

На рисунку 1.2 зображена схема пробовідбірника ківшевого.

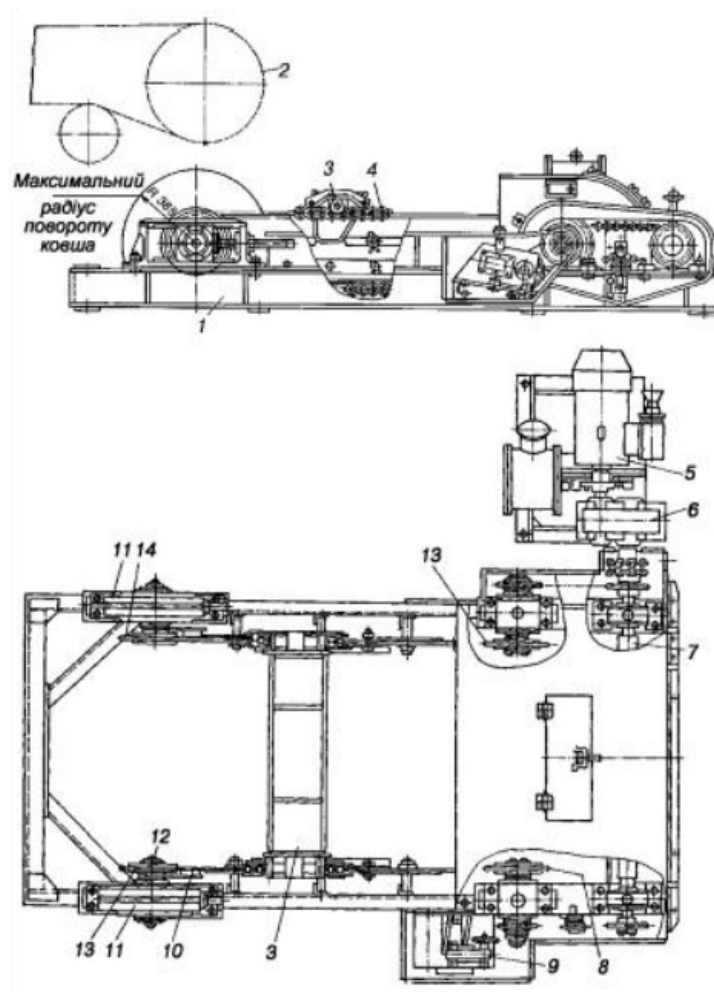


Рисунок 1.2 — Схема пробовідбірника ківшевого

1 – Рама, 2 – Стрічковий конвеєр, 3 – Робочий орган ківш, 4 – Ланцюг, 5 – Електродвигун, 6 – Редуктор, 7 – Приводний вал, 8 – 13 – Елементи редуктора для регулювання частоти відбору проб.

Перевага ківшевого пробовідбірника у наявності системи контролю положення ковша, та у можливості регулювання частоти відбору.

Недоліки ківшевого пробовідбірника у відсутності системи контролю рівня вугілля на конвеєрній стрічці, регулювання частоти відбору в механічному режимі, що не дає змогу швидкої зміни режиму роботи.

1.2.4 Пробовідбірник скреперний

Пробовідбірник, призначений для відбору проб матеріалу крупністю до 300 мм і вологістю до 14 % безпосередньо зі стрічкових конвеєрів.

Пробовідбірник встановлюється над робочою гілкою горизонтального або похилого стрічкового конвеєра. Частина стрічки конвеєра, де встановлено скреперний пробовідбірник, повинна бути плоскою. Відсікач проб являє собою відкритий спереду і знизу скрепер з напівкруглою задньою стінкою. Скрепер закріплений на нижній гілці короткого ланцюгового конвеєра. Для повного зняття стрічки матеріалу (порції) з конвеєра на нижній окрайці скрепера закріплена прогумована смуга. При русі по замкненому контуру скрепер опускається на стрічку конвеєра, ковзає по ній смугою і згрібає шар матеріалу в збірник[2].

Скреперні пробовідбірники можуть функціонувати як в автоматичному режимі, так і на ручному управлінні.

На рисунку 1.3 зображена схема пробовідбірника скреперного.

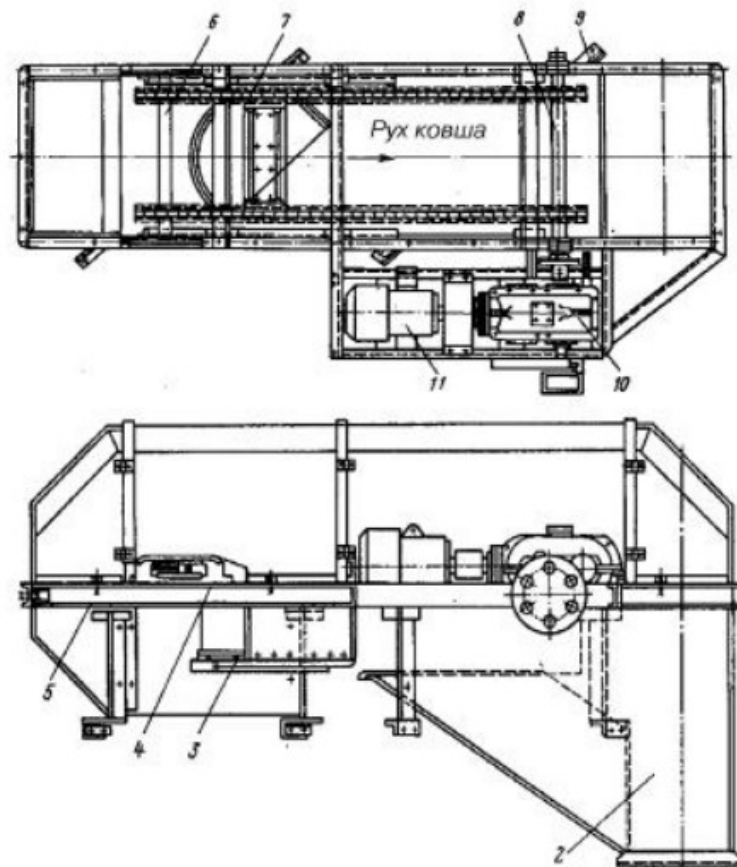


Рисунок 1.3 — Схема пробовідбірника скреперного

1 – Кожух, 2 – Жолоб для проби, 3 – Робочий орган (ківш), 4 – Натяжний пристрій, 5 – Рама, 6 – Ведучий вал, 7 – Ланцюг, 8 – Привідний вал, 9 – Опора, 10 – Редуктор, 11 – Електродвигун.

Перевага скреперного пробовідбірника у наявності автоматичного режиму керування машиною.

Недоліки скреперного пробовідбірника у відсутності функцій налаштування інтервалу відбору проб та підрахунку проб. Також до недоліків слід віднести відносну вологість вугілля яка не повинна перевищувати 14%.

1.2.5 Пробовідбірник маятниковий

Пробовідбірник складається зі зварної рами, на якій закріплена маятникова штанга зі скреперним відсікачем проб і приводів дугового і вертикального переміщення. Принцип дії маятникового пробовідбірника

полягає у згрібанні через визначені проміжки часу зі стрічки конвеєра порції за допомогою відкритого спереду і знизу скреперного ковша. При робочому ході ківш знаходиться в нижньому положенні, за допомогою механізму дугового переміщення рухається за траєкторією відповідною радіусу кривизни стрічки конвеєра. При цьому скрепер знімає з конвеєра стрічку матеріалу (точкову пробу). При зворотному ході механізмом вертикального переміщення скреперний ківш підіймається угору і над потоком матеріалу повертається у вихідне положення. Маятникові пробовідбірники функціонують в автоматичному режимі[6].

На рисунку 1.4 зображена схема пробовідбірника маятникового.

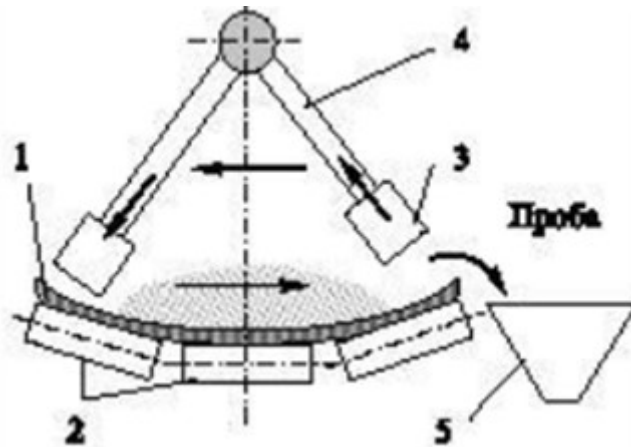


Рисунок 1.4 — Схема пробовідбірника маятникового

1 – Конвеєрна стрічка, 2 – Опорні ролики, 3 – Ківш пробовідбірника, 4 – Маятникова штанга, 5 – Збірник проб.

Переваги маятникового пробовідбірника у наявності регулювання інтервалу відбору проб, автоматичний режим роботи, працює з будь-яким за вологістю вугіллям та без вирівнювання кривизни стрічки.

Недоліки маятникового пробовідбірника у відсутності контролю вугілля на стрічці, контролю заштибування на конвеєрі та відсутність контролю фіксованого положення ковша.

Висновок: На гірничих підприємствах України набули розповсюдження пробовідбірники типу: скреперні, ковшові, а також пробовідбірники з планкою

що відтинає, з рухомим жолобом. Всі вони так чи інакше мають автоматизовані системи керування. Ці системи мають свої переваги та недоліки. Досить широкого застосування отримав пробовідбірник маятникового типу. На відмінно від інших пробовідбірників він має більший набір пристроїв автоматизації та через це не втрачає актуальність, тому що дедалі більше комплексів пробовідбору переходять на автоматизовані пристрої для забезпечення якості та високої швидкості роботи.

1.3 Умови модернізації автоматизованого процесу пробовідбору

Умови модернізації автоматизованого процесу пробовідбору залежать від наступного:

- способу керування комплексом (промисловий контролер або програмоване реле з додатковим обладнанням);
- способу контролю рівня вугілля на конвеєрній стрічці (за допомогою контактних датчиків або без контактних);
- способу контролю положення ковша (за допомогою датчика або механічного вловлювача);
- організації можливості підключення до схеми пробороздільної машини МПЛ (за допомогою дротового або без дротового підключення);

Основний технологічний процес пробовідбірної машини – відбір проб з конвеєра з встановленим інтервалом часу, підрахунок проб, контроль апаратів що забезпечують безпечну роботу машини та управління приводом що забезпечує роботу механізму ПММ.

1.4 Види автоматизованих та модернізованих пробовідбірників

1.4.1 Автоматизована система пробовідбірника ПММ-У

Пробовідбірники типу ПММ-У чотирма типорозмірами ПММ - 12У; ПММ - 16У; ПММ – 20У та ПММ – 25У. Усі типорозміри мають подібну

конструкцію крім деяких відмінностей. На рисунку 1.5 показана конструкція пробовідбірників ПММ - 12У; ПММ - 16У.

Пробовідбірник складається з наступних складових частин: рами 13 і рами нижньої 15. Тічки 14, приводу 9, кривошипа 3, штанги 5, ковша 7, коромисла 2, опори 1, укриттів 4, 6, 8. Раму 13 і нижню раму 15 з'єднують між собою в нероз'ємну конструкцію на монтажні за допомогою зварювання. Для збільшення жорсткості горизонтальній площині використовуються косинки 16, приварювані в кутових з'єднаннях. Попереднє складання рами 13 і нижньої рами 15 здійснюється за допомогою болтових з'єднань. Рама 13 є звареною металоконструкцією, основним профілем якої є швелер. На рамі є посадкові місця для кріплення приводу 9, а також отвори для кріплення течки 14, опори 1 і нижньої рами 15, вушок 10 для монтажу і демонтажу пробовідбірника. Рама нижня 15 являє собою зварювальну металоконструкцію, основним профілем якої є швелер. Течка 14 є звареною металоконструкцією, яка приварюється до рами 13, а при контрольному складанні з'єднується з рамою за допомогою болтових з'єднань. Привід 9 складається з електродвигуна, з'єданого крізь муфту з редуктором. У електромеханічних приводах пробовідбірників ПММ – 12У; ПММ – 16У застосовані електродвигуни серії АІУ. Кривошип 3 виконаний литим або зварним і має на одному кінці посадкове місце для встановлення на вихідному валу редуктора, на іншому кінці кривошипа встановлюється в підшипниках вісь для кріплення штанги. Штанга 5 являє собою зварну металоконструкцію, що має посадкові місця під осі для кріплення до кривошипа 3 і коромисла 2, а також фланець для кріплення ковша 7. Ківш 7 являє собою зварювальну металоконструкцію, що має фланець для кріплення до штанги 5. Нижня окрайка ковша футерована гумою. Коромисло 2 являє собою зварювальну металоконструкцію з листового прокату. На коромислі є посадкові місця під осі для кріплення коромисла до опори 1 і штанзі 5. Укриття 8 виконані знімними, плоскими місцями кріпляться болтами до рами 13 і 15, укриття 4 і 6 просторовими та знімними з'єднуються між собою по фланцю болтами. Для пробовідбірників ПММ – 12У; ПММ – 16У в укритті 4

встановлено пристрій що вимикає, він призначений для блокування приводу, що працює з кінцевим вимикачем 12.

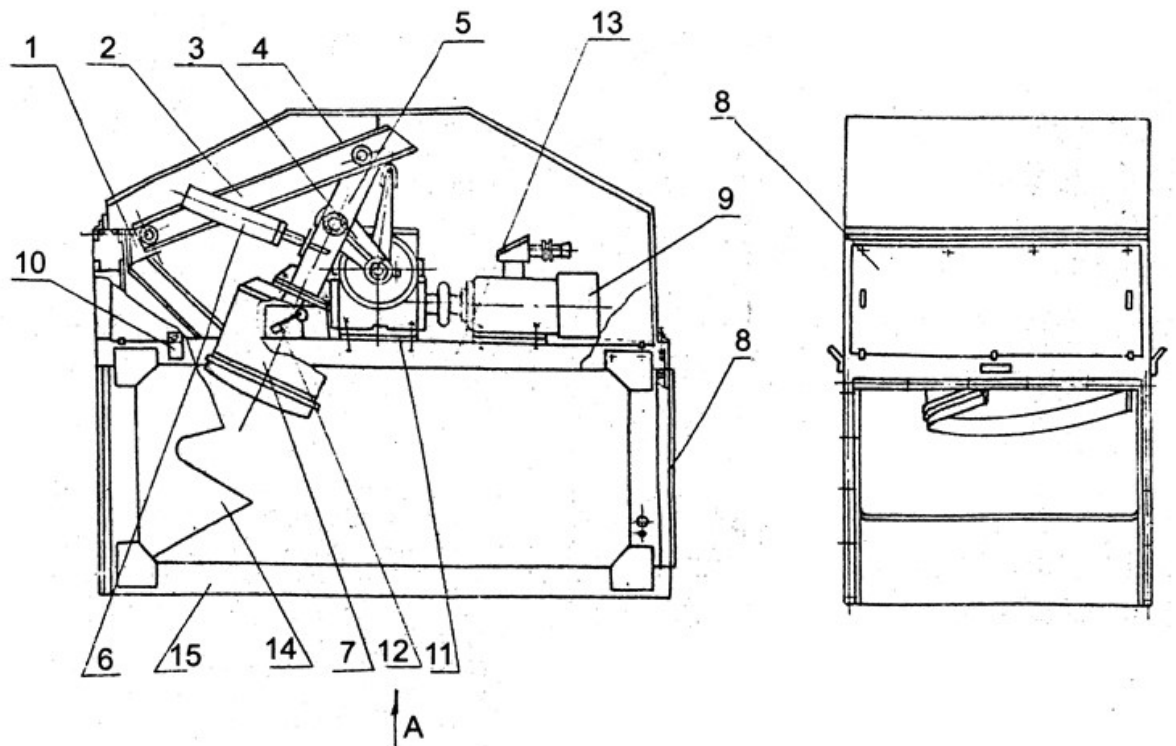


Рисунок 1.5 — Конструкція пробовідбірника маятникового

Електрична принципова схема передбачає: керування двигуном пробовідбірника в автоматичному та ручному режимах; аварійну сигналізацію (звукову та світлову) про раптову зупинку ковша пробовідбірника на конвеєрній стрічці; в автоматичному режимі інтервал відбору проб регулюється в межах від 1 до 100 секунд, за допомогою реле часу К1. Ручний режим керування пробовідбірником використовується лише при налагоджувальних та ремонтних роботах.

При включенні стрічкового конвеєра та пробороздільної машини замикаються контакти 2 – 3 та 3 – 4 (при замкнутому контакті 4 - 5 у схемі блокування фабрики). Після чого отримує живлення реле часу К1 через час, що визначається установкою реле К1, замикається його контакт у ланцюзі 6 – 11 по ланцюжку L1 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 11 – 10 отримає живлення котушка пускача К2, реле К7, на початку циклу контакт реле часу К3 в ланцюзі 11 - 10

шунтує розімкнений в цей момент контакт вимикача SQ2, вмикається двигун пробовідбірника. Ківш пробовідбірника зробить робочий цикл, в кінці якого кулачок натискає на вимикач SQ2, який контактом у ланцюзі 11 – 10 розмикає ланцюг живлення пускача K2, що призводить до відключення двигуна і зупинки ковша в крайньому положенні. Для установки ковша пробовідбірника у вихідне положення після раптового відключення та першого вимкнення служить реле часу K5. При відключенні реле K7 замикається контакт ланцюга 6 – 7 реле часу K1, що починає відлік часу наступного моменту проби. Витримка часу K1 визначається вимогами технологічного процесу конкретного підприємства та коливається від 1 с. до 100 хв.

У разі аварійної зупинки ковша на стрічці конвеєра вугілля починає накопичуватися на стрічці перед пробовідбірником. Як тільки він торкнеться електрода датчика 8,2 встановленого в цьому місці, спрацьовує блок контролю опору 8 при його спрацьовуванні замикається контакт в ланцюгу 2 - 17 і подається напруга на реле часу K4. Воно здійснює затримку передачі сигналу від реле K8 забезпечуючи тим самим захист схеми від помилкових аварійних сигналів при проходженні по конвеєру великих шматків вугілля, які можуть випадково торкнутися електрода датчика K8.2.

Після закінчення витримки часу реле K4, замикається його контакт у ланцюгу 2 – 12 і подається напруга на реле K6, контакт якого, ланцюг 5 – 6, розмикає ланцюг живлення схеми управління пробовідбірником. Вільні контакти цього реле можуть бути використані з метою технологічного блокування та сигналізації фабрики.

При аварійному режимі включається звукова Н5 та світлова Н4 сигналізація "Аварія".

Звуковий сигнал аварії може бути виключений кнопковим постом SB2 - "Зняття сигналу", що знаходиться у пробовідбірника.

Для термінової зупинки пробовідбірника в процесі роботи біля нього та на шафі управління встановлено кнопковий пост SB3, вимикач SB4, аварійний стоп, при натисканні на який відбувається відключення пробовідбірника та

включення аварійної сигналізації.

Аварійна ситуація виникає не тільки при зупинці ковша на стрічці, а й при аварійному відключенні двигуна у цьому випадку спрацьовує (вимикається) автоматичний вимикач Q1. Після усунення причини аварії зняття сигналу та відновлення ланцюга живлення схеми керування здійснюється за допомогою вимикача SB5 "Зняття сигналу", розташованого на дверях шафи керування.

На рисунку 1.6 зображена електрична принципова схема шафи управління пробовідбірника маятникового.

По команді з посту управління (при роботі в автоматичному режимі) включається електродвигун приводу 9, що зображено на рисунку 1.5, вал якого передає крутний момент через редуктор на кривошип 3, який починає рух. При русі кривошипа підіймається коромисло 2 і ківш 7 проходить над потоком матеріалу, що рухається до вихідного положення коли центр осі штанги 5 щодо коромисла суміститься з віссю обертання кривошипа 3.

При подальшому обертанні кривошипа 3 ківш 7 продовжує рух радіусом, перетинаючи потік матеріалу і згрібаючи відібрану пробу в течку 14.

Після проходження стрічки конвеєра ковшем 7 важіль 11, закріплений на тихохідному валу редуктора 9 набігає на важіль кінцевого вимикача 12 Пробовідбірник зупиняється. За наступної команди з шафи управління цикл повторюється.

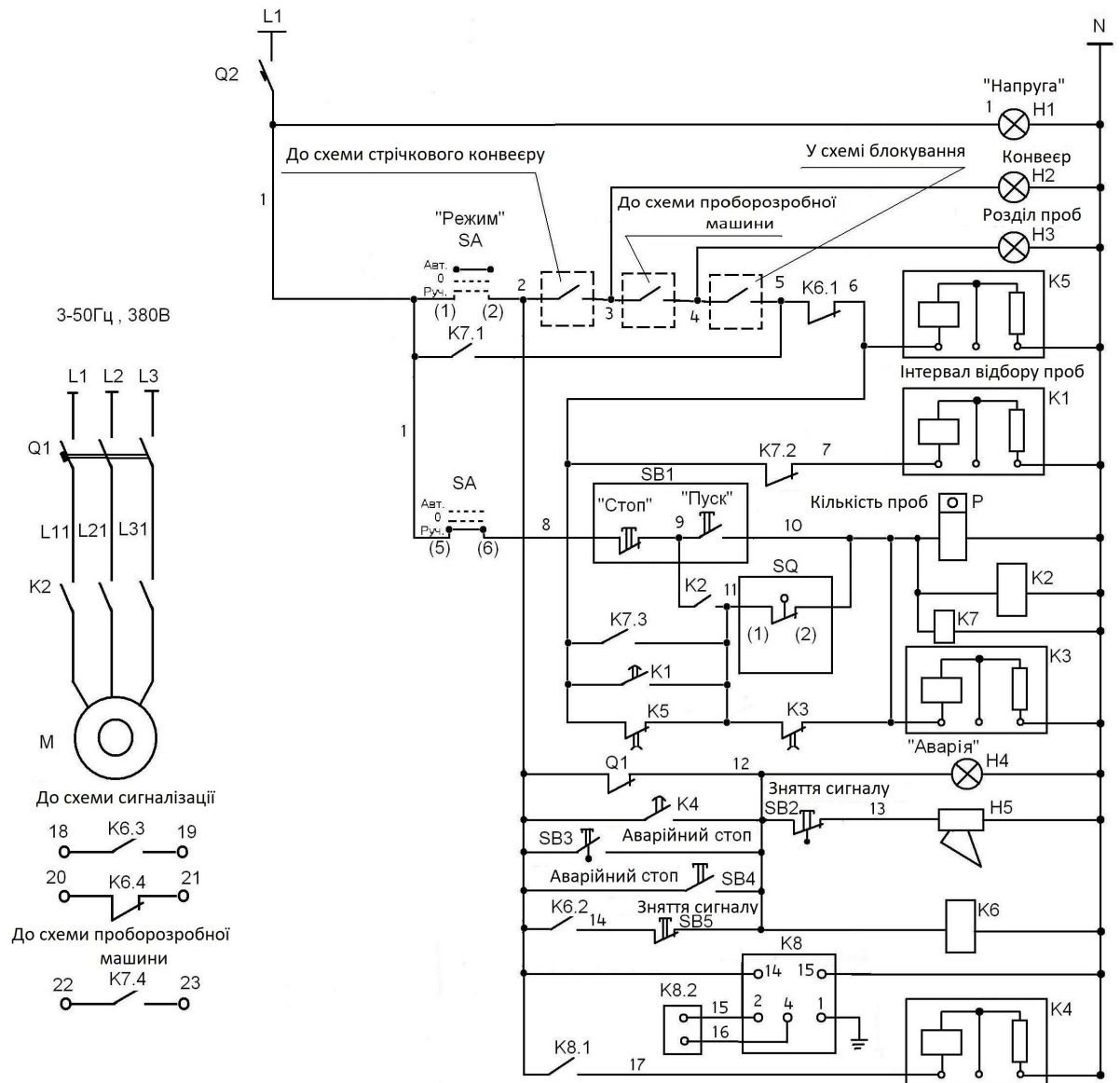


Рисунок 1.6 — Електрична принципова схема шафи управління автоматизованого пробовідбірника маятникового

1.4.2 Модернізована система пробовідбірника ПММ-12М

Основні функції модернізованої системи:

- Вибір режимів роботи;
- Здійснення контролю та індикації зовнішніх пристроїв;
- Контроль апаратів, що забезпечують безпечну роботу комплексу;
- Визначення розташування ковша пробовідбірника та аварійне відключення стрічкового конвеєра.

– Управління приводом, що забезпечує роботу механізму ПММ.

В якості керуючого пристрою використовується програмоване реле ПР200. Панель ПР200 відображає час між відборами, кількість відібраних проб та аварійні стани.

За допомогою клавiш панелі ПР200 відбувається налаштування роботи машини.

Для контролю положення (оглядових дверцят) на рамі пробовідбірника ПММ встановлений кінцевий вимикач SQ2. Коли відкриті оглядові дверці ПММ ролик кінцевого вимикача знаходиться в не натиснутому положенні. Для підключення в шафу управління використовується нормально відкритий контакт SQ2 (NO) підключається до клем 9,12. При закритті дверцят ПММ відбувається натискання на ролик SQ2, замикається ланцюг 9-12.

Визначення положення ковша. Кінцевий вимикач SQ1 встановлений таким чином, що при знаходженні ковша у крайній верхній точці над течкою його ролик натиснутий. Замкнуто ланцюг 9-11 у шафі управління. У випадках проходу ковша даної точки включається реверс електродвигуна ПММ.

Після кожного одиничного відбору проби електродвигун ПММ відключається. Для цього використовуються другі нормально відкриті контакти SQ1. Необхідно підключати обидва NO контакти, паралельно один одному.

На рисунку 1.7 зображена електрична принципова схема шафи управління пробовідбірника маятникового.

Для управління приводом ПММ використовується малогабаритний контактор КМ1, керований контактом DO2 ПР200 ланцюгом 4-7-N. Для реверсу приводу ПММ використовується малогабаритний контактор КМ2, керований контактом DO4 ПР200 ланцюгом 4-5-N.

Для включення передпускової звукової сигналізації ПММ використовується проміжне реле К1, кероване контактом DO1 ПР200 по ланцюгу 4-8-N.

Для управління конвеєром №1 використовується проміжне реле К2,

кероване контактом DO3 ПР200 по ланцюгу 4-6-N.

На рисунку 1.8 зображена електрична схема з ПР200 шафи управління пробовідбірника маятникового.

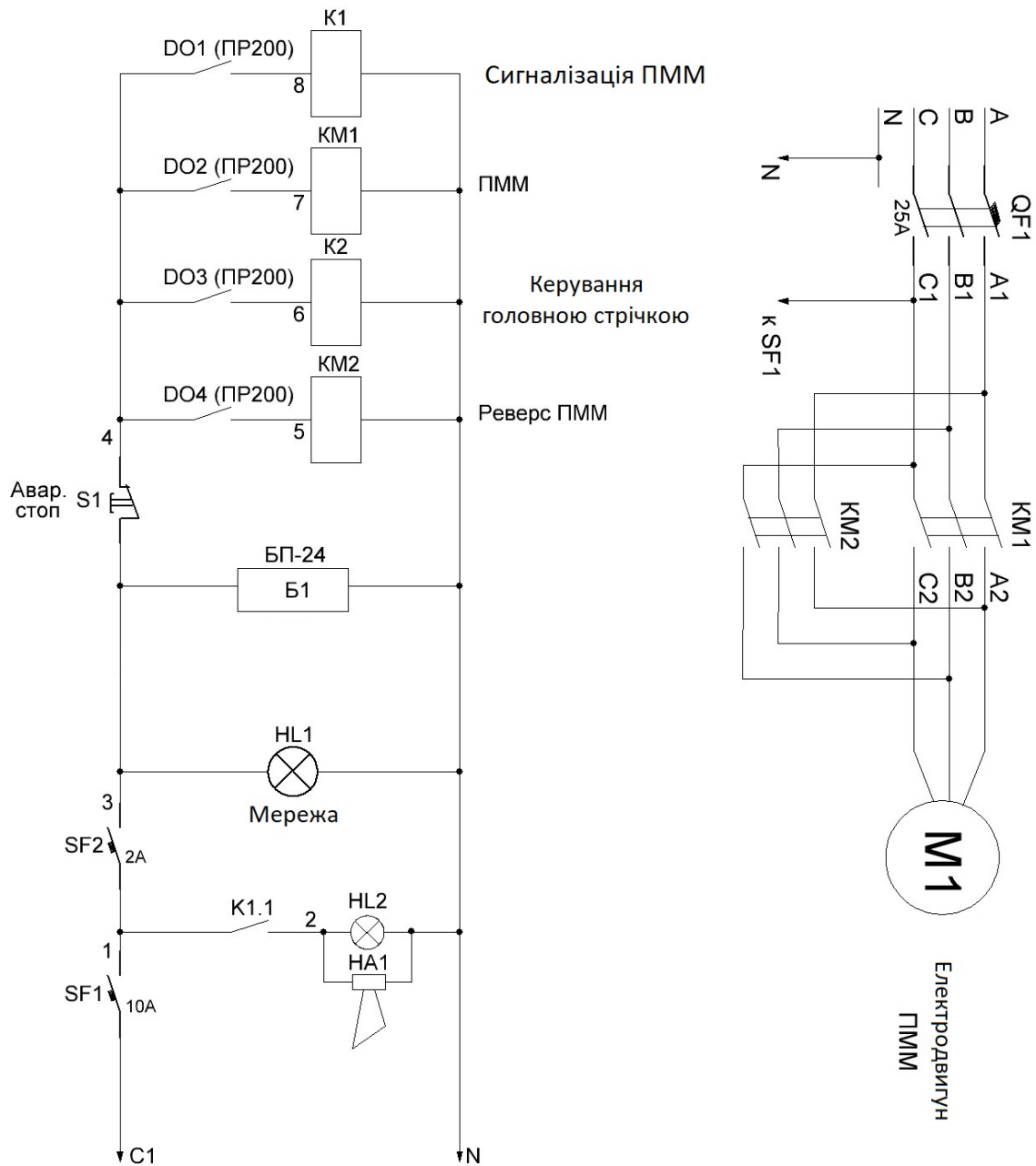


Рисунок 1.7 — Електрична принципова схема шафи управління модернізованого пробовідбірника маятникового

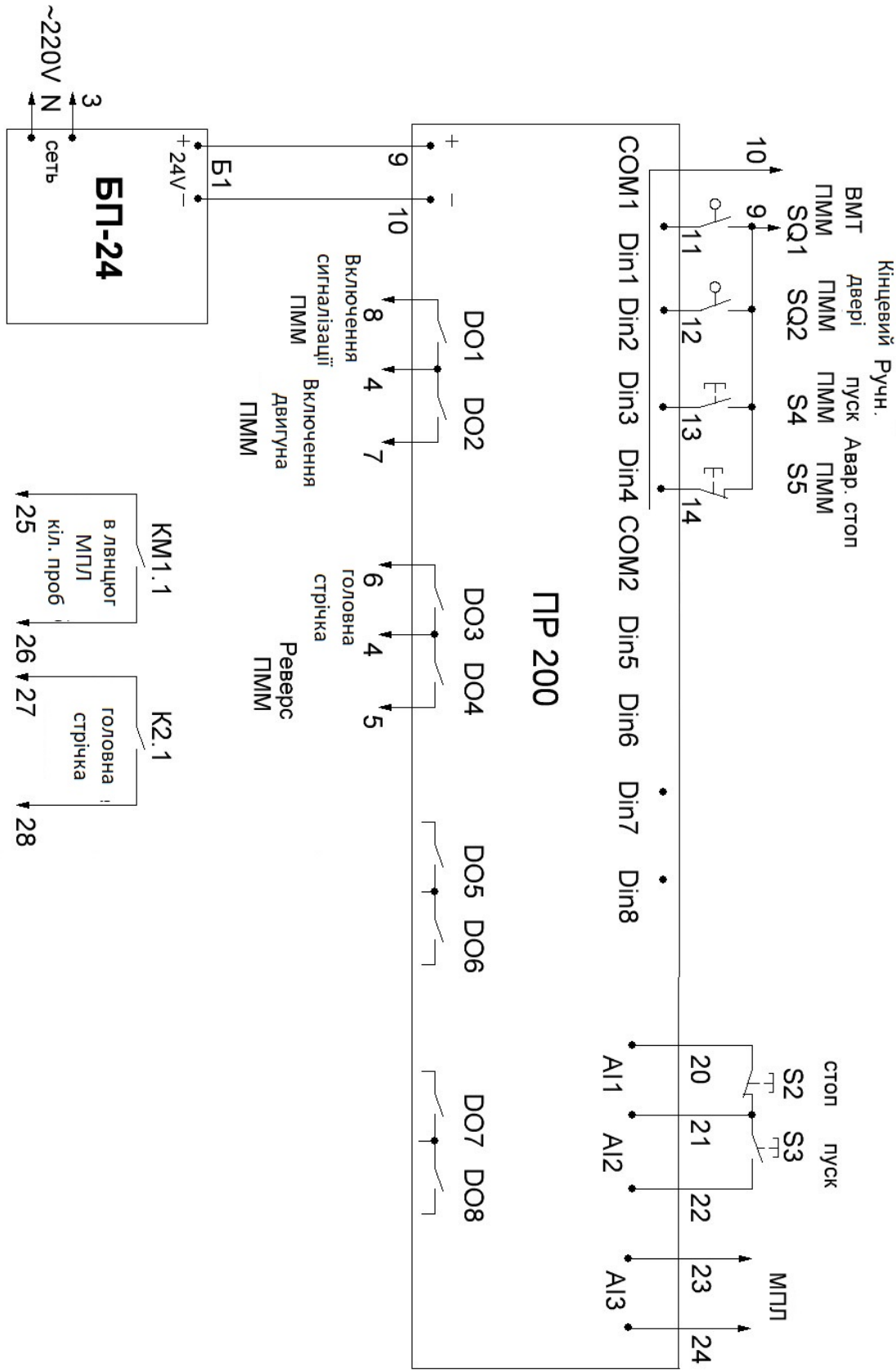


Рисунок 1.8 — Електрична схема з PR200 шафи управління
модарнізованого пробовідбірника маятникового

1.5 Порівняльний аналіз пробовідбірників ПММ-У та ПММ-12М

Пробовідбірник ПММ-У це старша автоматизована модель, яка лягає в основу модернізованої моделі ПММ-12М. Обидва пробовідбірники мають схожу схему роботи, але різний ступінь автоматизації.

Пробовідбірник ПММ-У працює на схемі з використанням реле часу, а його модернізована модель ПММ-12М працює на програмованому реле ПР200, що значно спрощує налагодження системи, управління та діагностику всіх апаратів машини.

В обох машинах контролюється зупинка ковша на конвеєрній стрічці та його положення у верхній мертвій точці. Відмінність лише у тому, що модернізована модель ПММ-12М виводить на екран, для більш детального розуміння, інформацію про зупинку ковша або про його положення верхній мертвій точці.

В обох машинах є керування електродвигуном ПММ, але у модернізованій моделі ПММ-12М додатково встановлено реверс, що свідчить про те що ківш може переїхати кінцевий і не встати у верхню мертву точку. Загалом це не є досить правильним рішенням з точки зору модернізації, так як реверс відбувається поштовхами, що в свою чергу впливає на строк служби машини.

Використання кінцевого оглядових дзерцят у модернізованій моделі ПММ-12М посприяло покращенню безпеки персоналу. У моделі ПММ-У кінцевого не передбачено тому бували випадки травмування людей.

В модернізованій моделі ПММ-12М більше детальніше організований зв'язок з проборозділювальною машиною та головним конвеєром, але не передбачений зв'язок з перевантажувачем та залізovidділювачем. Тому робота у комплексі з цими агрегатами буде не коректною.

Відсутність датчика рівня в обох моделях дуже сильно впливає на точність роботи пробовідбірника що в свою чергу значно впливає на кінцеву вартість вугілля що відбирається. В моделі ПММ-У встановлено аварійний

датчик заштибування конвеєрної стрічки, але принцип його роботи заснований на зміні опору шляхом дотику до електрода датчика, за умови що вугілля вологе.

1.6 Вибір і особливості датчика рівня для пробовідбірника маятникового

1.6.1 Існуюче рішення та особливості використання

Модель ПММ-У має датчик верхнього рівня, тобто заштибовки який представлено у вигляді електрода та блоку контролю опорів з іскрозахистом БКО-3І.

Блок забезпечує насамперед іскрозахист оскільки це є основним пунктом у використанні датчиків на шахтах та має два канали для підключення датчиків рівня.

Коли стрічка заповнюється, вимірювальний електрод торкається матеріалу, в ланцюжку датчика від оперативного джерела починає протікати постійний струм, який посилюється і при досягненні порога, що задається викликає спрацьовування реле. При контролі середовища в атмосфері високої вологості краще користуватися першим діапазоном, встановивши резистором мінімальну чутливість, а при контролі рівня сухої породи руди, вугілля необхідно працювати на другому діапазоні.

Використання цього блоку не дає точного результату вимірювання рівня вугілля, тому що робота на низькій чутливості може призвести до заштибування при сухому вугіллі й навпаки. До того ж це не дає змогу точно відбирати проби.

На рисунку 1.9 зображено блок контролю опорів БКО-3І



Рисунок 1.9 — Блок контролю опорів БКО-3І

1.6.2 Бар'єр іскрозахисту БІЗ-24-Р

Бар'єри іскрозахисту типу БІЗ призначені для забезпечення вибухозахищеності, пристроїв керування та індикації, а також датчиків та інтерфейсів типу RS, що встановлюються у вибухонебезпечних зонах. Бар'єри мають сертифікат відповідності вимогам технічних регламентів України.

Бар'єри використовуються в системах автоматичного контролю та управління технологічними процесами хімічних, нафтопереробних та інших промислових підприємств із пожежонебезпечними та вибухонебезпечними умовами виробництва[7].

Завдяки цьому бар'єру з'являється можливість використання датчиків рівня різних типів, але не усі типи підходять для використання.



Рисунок 1.10 – Різновид рівнемірів

Лотовий рівнемір - це електромеханічний перетворювач рівня, який оснащений чутливим вантажем на кінці троса або стрічки, намотаним на

катушку, розташовану в датчика. Електродвигун обертає катушку з тросом, опускаючи вантаж на нижній рівень місткості, при досягненні поверхні матеріалу зміну натягу троса буде відстежено електронікою. Внаслідок чого, напрям обертання двигуна зміниться на протилежний. Датчик повернеться у вихідне положення [8].

Використання даного датчика буде не доречним, оскільки не можливо в поточному режимі відстежувати рівень норми вугілля на конвеєрі.

.

На рисунку 1.11 зображено лотовий рівнемір.



Рисунок 1.11 – Лотовий рівнемір

Ультразвуковий рівнемір - це безконтактний датчик рівня безперервної роботи. Використовує метод відображення ультразвукових коливань від межі поділу середовищ тверда речовина - газ. Блок управління рівнеміра обчислює час перебігу імпульсу від датчика до межі речовини та назад. Чим вищий рівень речовини в бункері або силосі, тим менший час перебігу імпульсу від рівнеміра до речовини й назад. Основа блоку управління – контролер, який дає можливість запрограмувати роботу рівнеміра на час періодичного, проходження механізму[9].

Датчик більш підходить для бункерів та вагонів через те, що при роботі на конвеєрі буде стикатися з розсіюванням коливань.

На рисунку 1.12 зображено звуковий рівнемір.



Рисунок 1.12 – Звуковий рівнемір

Акустичний рівнемір - один із видів ультразвукових рівнемірів потужні акустичні хвилі, що відбиваються від поверхні речовини. Відбита хвиля від поверхні обробляється за допомогою спеціально розробленого мікроконтролера та програмного забезпечення, відфільтровуючи корисний сигнал. Метод обробки прийнятого ехо-сигналу дозволяє знизити до мінімуму втрати сигналу.

Завдяки застосуванню дуже потужного імпульсу, згасання мають набагато менший вплив у порівнянні зі звичайними ультразвуковими приладами[10].

Цей датчик кращий за попередній та його можна використовувати, але буде проблема з підключенням до блоку іскрозахисту.

На рисунку 1.13 зображено акустичний рівнемір.



Рисунок 1.14 – Акустичний рівнемір

Ємнісний рівнемір - складається з активного зонда приладу (трос, стрижень, кабель) та провідної стіни ємності, які створюють пластини

конденсатора. Ізолятором у цьому конденсаторі є або повітря, або інший матеріал у ємності, які будуть діелектриками між пластинами простого конденсатора. Показання рівнеміра прямо пропорційне зміні рівня продукту та рівня ємності конденсатора. Ємність також залежить від відстані між пластинами та виконанням умови про паралельність активної парасольки та стіни ємності або другий зонд. Застосування другого зонда необхідно при вимірі рівня ємностей незвичайної форми, сферичних ємностей з відсутніми суворо вертикальними стінами, навіть якщо стіна виготовлена з провідного матеріалу, зі стінками виготовленими зі слабо провідних чи не провідних матеріалів[11].

Складне виконання датчика, та схожість роботи з блоком контролю опору.

На рисунку 1.15 зображено ємнісний рівнемір.



Рисунок 1.15 – Ємнісний рівнемір

Розрізняють два типи мікрохвильових рівнемірів: радарний та рефлексний.

Радарний рівнемір - універсальний рівнемір безперервного виміру рівня, за принципом роботи аналогічний ультразвуковим рівнемірам, так само використовують принцип відображення хвиль від межі розділу середовищ. Відмінність полягає в тому, що ультразвукові рівнеміри працюють у діапазоні випромінювання 4. 48 кГц, а мікрохвильові радарні рівнеміри використовують частоти 7...89 ГГц[12].

Радарний рівнемір працює за принципом радіолокатора, це дозволяє

мінімізувати вплив паразитних перешкод і перешкод, пов'язаних з нерівністю вимірюваної поверхні.

Так само як і ультразвукові рівнеміри не мають контакту з об'єктом, що вимірюється, але на відміну від ультразвукових, володіють меншою чутливістю до впливу тиску в робочій ємності та температури, а також їх зміні. Радарні рівнеміри більш стійкі до таких негативних явищ, як запиленість, випаровування з вимірюваної поверхні, піноутворення. Важливою особливістю, що впливає на точність і рівень вимірювання, є розмір і тип застосовуваної антени. Розрізняють рупорні, стрижневі, трубчасті, параболічні та планарні антени. Чим більший розмір антени, тим більше потужний та вузько направлений сигнал вона формує, відповідно забезпечується максимальна дальність і максимальна роздільна здатність мікрохвильового радарного рівнеміра[12].

На рисунку 1.16 зображено радарний рівнемір.



Рисунок 1.17 – Радарний рівнемір

Рефлексний рівнемір - за принципом роботи аналогічний радарним датчикам рівнемірам. Основна відмінність - імпульс поширюється по спеціальному хвилеводу – зонду. Сигнали проходять по зонду і відбиваються від границі речовини різкою зміною діелектричної проникності. Відмінність у часі між моментом випромінювання імпульсу та моментом приймання відбитого мікрохвильового сигналу дорівнює відстані до речовини або границі

розділу двох серед. Чим більше діелектрична проникність матеріалу, тим більша потужність відбитого сигналу[13].

Датчики мають за високу ціну, тому їх встановлення економічно не вигідне.

На рисунку 1.18 зображено рефлексний рівнемір.



Рисунок 1.18 – Рефлексний рівнемір

Для модернізації системи пробовідбірної машини, в умовах шахти, жоден з проаналізованих датчиків не підходить. Тому необхідно створити новий датчик рівня маятникового типу з використанням герконів. Геркони забезпечать точність вимірювання двох рівнів, рівень нормального завантаження стрічки та рівень перевантаження (заштибування). Це дозволить не тільки точно відбирати проби, а й побудувати нову модернізовану систему ПММ12.

1.6.3 Датчик рівня ДР2іа

Датчик рівня використовується для визначення наявності матеріалу на конвеєрі з якого проводиться відбір проб та для визначення верхнього рівня матеріалу на конвеєрі з якого проводиться відбір проб рисунок 1.19. Датчик також використовується як аварійний у випадках заштибування. Датчик необхідно встановити перед машиною ПММ над конвеєрною стрічкою рисунок 1.20.

Для встановлення передбачено два положення горизонтальне що зображено на рисунку 1.21 та вертикальне що зображено на рисунку 1.22, мінімальна висота встановлення над стрічкою 430 мм у горизонтальному та 530 мм у вертикальному. У комплекті до датчика йдуть штанги 100 мм, 200 мм, 300 мм та 600 мм за допомогою яких відбувається регулювання необхідної висоти плеча штанги, максимальна довжина плеча 900 мм.

Датчик необхідно встановити так щоб робочий хід штанги був за часовою стрілкою відносно рухомої частини датчика рисунок 1.19, в протилежному разі датчик працюватиме не правильно. Якщо не має можливості встановити датчик правильно, тобто щоб рух штанги був за часовою стрілкою відносно рухомої частини датчика рисунок 1.23 то необхідно змінити підключення до клем 27-28, а саме переставити місцями дроти які підключаються, як показано на рисунку 1.24.

У шафі управління має бути встановлено БІЗ, до якого здійснюється підключення датчика рівня ДР2іа рисунок 1.25.

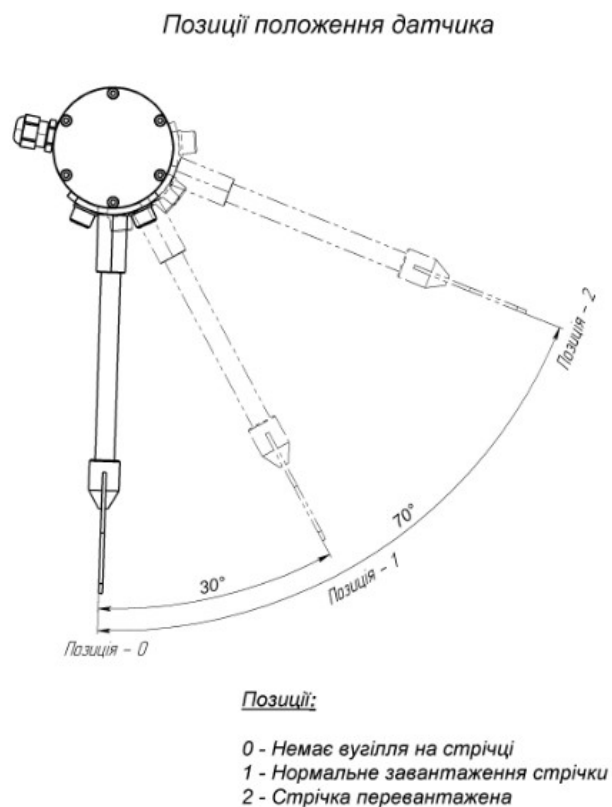


Рисунок 1.19 – Датчик рівня ДР2іа

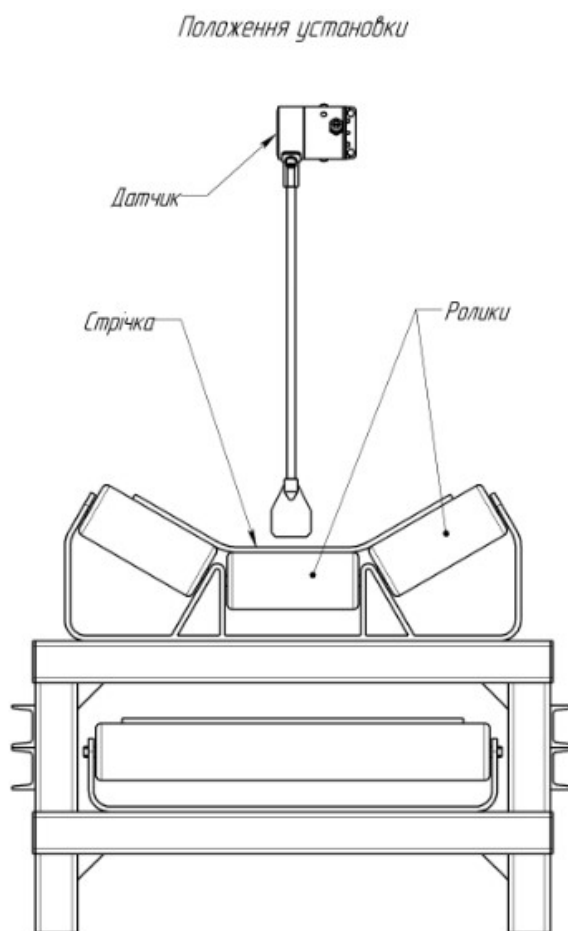


Рисунок 1.20 – Розташування датчика рівня над конвеєрною стрічкою

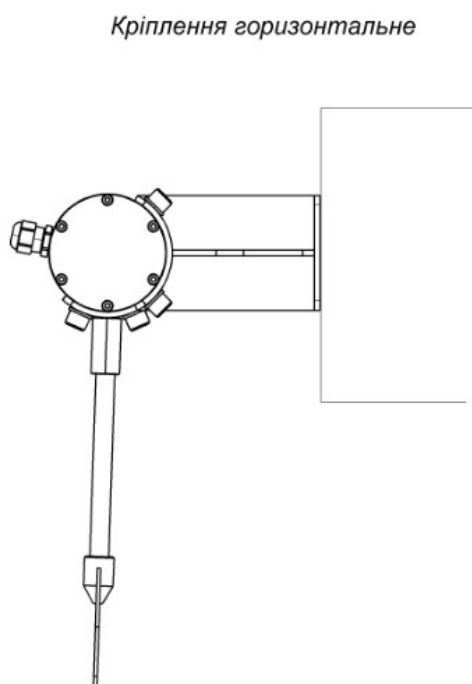


Рисунок 1.21 – Горизонтальне кріплення датчика рівня

Кріплення вертикальне

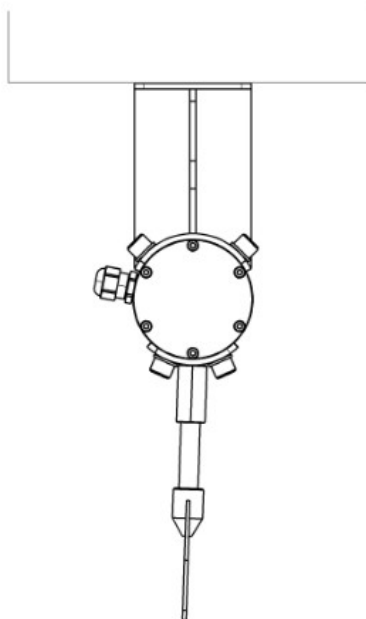


Рисунок 1.22 – Вертикальне кріплення датчика рівня

Положення установки

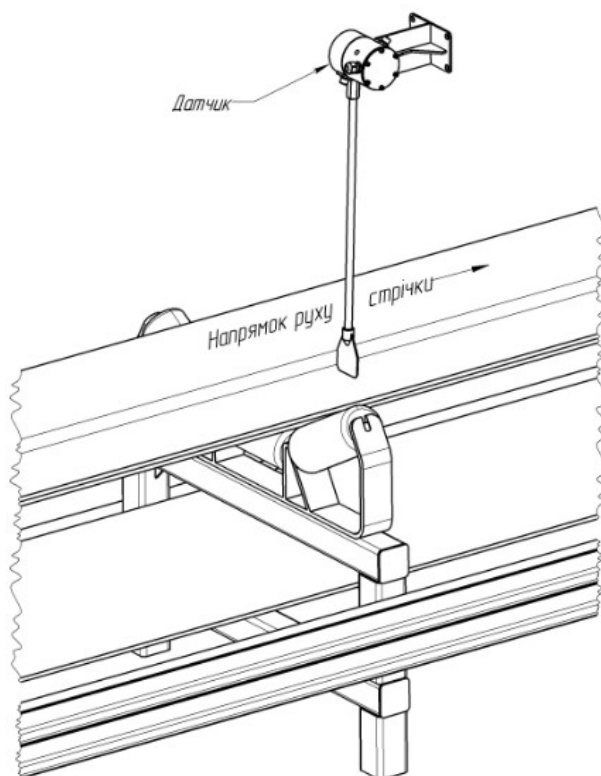


Рисунок 1.23 – Правильне положення датчика рівня над конвеєрною стрічкою

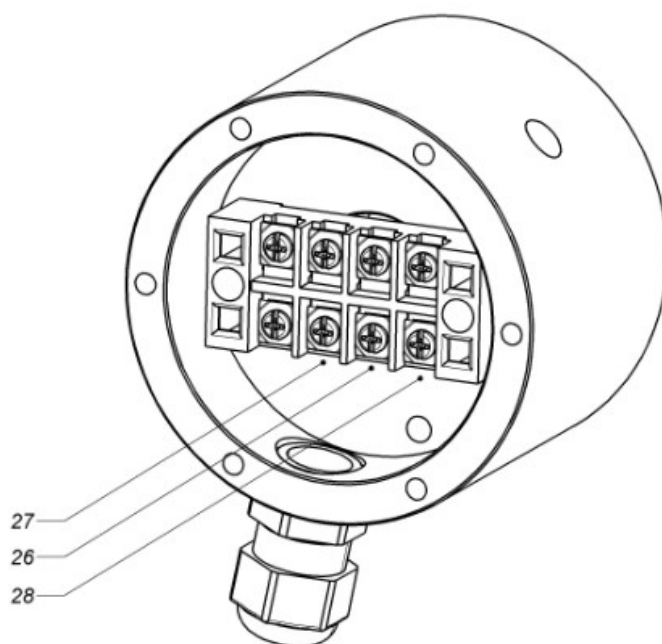


Рисунок 1.24 – Підключення датчика рівня (рух плеча штанги проти часової стрілки)

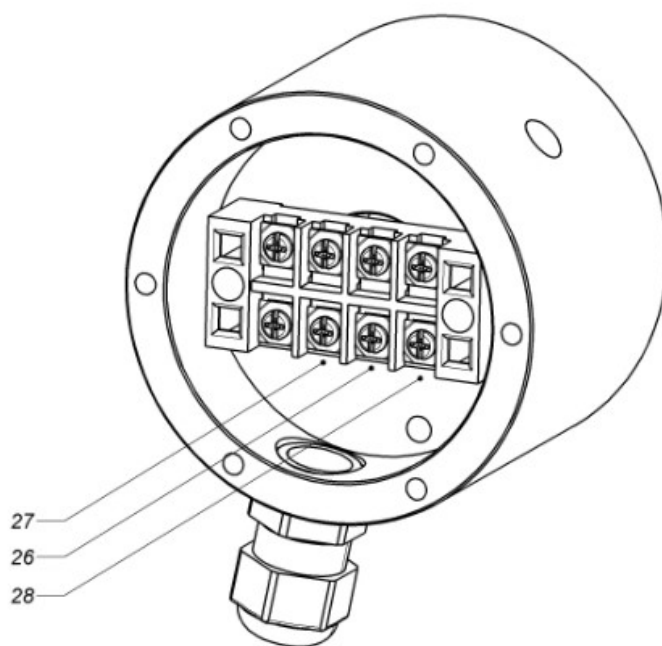


Рисунок 1.25 – Підключення датчика рівня (рух плеча штанги проти часової стрілки)

Висновки до розділу 1

Виконано аналітичний огляд пробовідбірників. На основі цього огляду визначено, що для модернізації пробовідбірника механічного маятникового ПММ12 потрібно керуватись наступними чинниками:

1. Використовувати за основу схему модернізованої моделі ПММ-12М оскільки вона не досконала і може бути виведена на новий рівень.
2. Для виміру рівня використовувати датчик рівня ДР2іа, це дуже вплине на економічну частину.
3. Використання бар'єра іскрозахисту у парі з датчиком.

Провів порівняльний аналіз пробовідбірників ПММ-У та ПММ-12М та виділив плюси й мінуси двох систем, щоб надалі на основі цього розробити нову модернізовану систему автоматичного керування пробовідбірником механічним маятниковим ПММ12.

1.8 Мета та завдання роботи

Мета роботи – розробка модернізованої системи автоматичного керування пробовідбірником механічним маятниковим ПММ12, створення модернізованої функціональної та принципової електричної схеми, розробка графічного інтерфейсу для панелі оператора та написання програми для контролера.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати наступні завдання:

- 1) Виконати аналіз існуючих рішень модернізації системи автоматичного керування пробовідбірником механічним маятниковим ПММ12;
- 2) Розробити функціональну та принципову електричну схему пробовідбірника механічного маятникового ПММ12 та обрати обладнання для її реалізації;
- 3) Розробити графічний інтерфейс для панелі оператора та написання програми для контролера.

2 ПРОЕКТУВАННЯ МОДЕРНІЗОВАНОЇ САК ПРОБОВІДБІРНИКА МЕХАНІЧНОГО МАЯТНИКОВОГО (ПММ12)

2.1 Математична модель пробовідбірника механічного маятникового

Найбільш широко методика пробовідбору, величина помилки та ступінь репрезентативності пробовідбору розглянуті у працях французького інженера П'єра Гі [14]. Результати цих досліджень були включені до сучасних стандартів.

Математична модель пробовідбірника механічного маятникового може бути побудована на основі таких основних припущень:

- Пробовідбірник є маятником, який здійснює гармонічні коливання.
- Коливання маятника збуджуються електромагнітним приводом.
- Матеріал, з якого складається пробовідбірник, є пружним та недеформованим.

На підставі цих припущень можна побудувати таку математичну модель:

$$F(t) = x + kx; \quad (2.1)$$

де: x – відхилення маятника від положення рівноваги;

k – коефіцієнт жорсткості маятника;

$F(t)$ – електромагнітна сила, що збуджує коливання маятника.

Ця модель описує рух маятника у площині. Для моделювання руху маятника у просторі необхідно додати третю координату, яка буде відповідати куту повороту маятника.

Щоб розрахувати параметри математичної моделі, необхідно знати такі дані:

- Масу маятника;
- Довжина маятника;
- Коефіцієнт жорсткості маятника;

- Електрична характеристика електромагнітного приводу;

Параметр k можна розрахувати за такою формулою:

$$k = mg/l ; \quad (2.2)$$

де: m – маса маятника;

g – прискорення вільного падіння;

l – довжина маятника.

Електричну характеристику електромагнітного приводу можна розрахувати за такою формулою:

$$F(t) = Bs(t); \quad (2.3)$$

де: B – сила електромагнітного поля;

$s(t)$ – струм у котушці електромагнітного приводу.

Використовуючи ці дані, можна розрахувати параметри математичної моделі та використовувати її для моделювання руху маятникового пробовідбірника.

З математичної моделі можна отримати такі важливі характеристики пробовідбірника:

- Період коливань маятника;
- Амплітуда коливань маятника;
- Час, протягом якого маятник досягає максимальної амплітуди.

Ці показники визначають ефективність роботи пробовідбірника. Так, наприклад, період коливань має бути досить великим, щоб пробовідбірник встиг захопити достатній обсяг матеріалу. Амплітуда коливань має бути досить великою, щоб пробовідбірник міг проникати вглиб матеріалу. Час, за який маятник досягає максимальної амплітуди, має бути досить малим, щоб пробовідбірник не встигав втрачати швидкість через опір матеріалу.

У цьому випадку модель датчика положення маятника буде мати такий вигляд:

$$y(t) = 1, \text{ якщо } x(t) \geq l_{\max} \quad (2.4)$$

де: $y(t)$ - вихід датчика положення маятника;

$x(t)$ - положення маятника;

$l_{\max}$ – довжина маятника.

Цей вираз визначає, що вихідний сигнал датчика положення маятника дорівнює одиниці коли маятник досягає верхньої мертвої точки. Математична модель системи автоматичного управління пробовідбірником у цьому випадку матиме такий вигляд:

$$x'' + kx = Bs(t); u(t) = y(t) \quad (2.5)$$

де: x - відхилення маятника від положення рівноваги;

k – коефіцієнт жорсткості маятника;

$u(t)$ - вихід блоку керування;

$y(t)$ - вихід датчика положення маятника;

B – сила електромагнітного поля;

$s(t)$ - струм у котушці електромагнітного приводу.

Ця модель визначає рух маятника без урахування опору матеріалу. Для обліку опору матеріалу необхідно додати у модель такі рівняння:

$$f_{\text{опору}} = -cx \quad (2.6)$$

Ця модель описує рух маятника з урахуванням опору матеріалу. Робота системи автоматичного управління пробовідбірником у цьому випадку буде така, коли маятник досягає верхньої мертвої точки, ланцюг рветься, і вихід датчика положення маятника стає рівним одиниці. Блок управління отримує сигнал від датчика положення маятника та припиняє подачу струму в електромагнітний привід.

Математична модель конвеєрної стрічки – це математичний опис руху конвеєрної стрічки. Вона може бути використана для моделювання роботи конвеєра, розрахунку його продуктивності та потужності, а також для діагностики несправностей. Математична модель конвеєрної стрічки може бути побудована на основі наступних рівнянь. Рівняння руху стрічки:

$$m \cdot l \cdot \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + k \cdot x = F \quad (2.7)$$

де: m – маса стрічки;

l – довжина стрічки;

x - відхилення стрічки від положення рівноваги;

k – коефіцієнт жорсткості стрічки;

F – сила, що діє на стрічку.

Рівняння стану стрічки:

$$\frac{dx}{dt} = v \quad (2.8)$$

де: v – швидкість стрічки.

Рівняння взаємодії стрічки з матеріалом:

$$f_{\text{опору}} = -cx \quad (2.9)$$

де: $f_{\text{опору}}$ - сила опору матеріалу;

c – коефіцієнт опору матеріалу;

x – відхилення стрічки від положення рівноваги.

Ця модель описує рух стрічки, взаємодію стрічки з матеріалом та роботу системи натягу стрічки. Для використання цієї моделі необхідно визначити такі параметри:

- Масу стрічки;
- Коефіцієнт жорсткості стрічки;
- Коефіцієнт опору матеріалу;
- Силу, що діє на стрічку.

Після визначення цих параметрів модель можна використовувати для налагодження роботи конвеєра.

2.2 Обґрунтування функцій та алгоритму САК

Існуючі системи автоматизованого керування пробовідбірника механічного маятникового мають певні недоліки, які ускладнюють процес обслуговування та не надають можливості більш точного аналізу системи.

На основі докладного аналізу системи пробовідбірника механічного маятникового та зроблених висновках в попередньому розділі, пропоную модернізувати САК, котра зможе більш чітко слідкувати за процесом відбору проб.

В основі модернізованої системи закладено принцип керування та контролю на одній графічній панелі керування, яка здійснює:

- Вибір режиму роботи пробовідбірника за допомогою кнопок на графічній панелі. Пробовідбірник може працювати в автоматичному або ручному режимі;
- Вибір часу між відборами проб;
- Налаштування параметрів машини таких як час роботи перевантажувача, час руху вугілля від датчика до ковша, час одного оберту ковша, час з'їзду ковша з кінцевого вимикача та допустимий час верхнього рівня датчика ДР2іа;
- «Увімкнення/відключення» переходу в режим налагодження системи керування пробовідбірником в якому не враховуються проби з порожнього конвеєра;

- «Увімкнення/відключення» сирен при аварійних ситуаціях, світлова індикація аварійних ситуацій не відключається;

Графічна панель представляє з себе контролер, що дозволить побудувати розподілену систему управління та диспетчеризації, яку можна використовувати у рамках одного пристрою.

Контролер призначений для:

- Опитування дискретних входних сигналів з датчика рівня вугілля на конвеєрній стрічці й кінцевих вимикачів що встановлені на пробовідбірнику, головного конвеєру, залізовідділювача, машини пробороздільної лабораторної та сигнал на ручний відбір з кнопки що встановлена на шафі керування пробовідбірником;

- Керування дискретними (релейними) виходами пробовідбірника здійснюється за допомогою програмного забезпечення, яке реалізує алгоритми управління. Алгоритми управління визначають, коли і які реле повинні бути включені або вимкнені. До дискретних виходів пробовідбірника підмикаються проміжні реле сигналізації, реле приводу пробовідбірника, реле приводу перевантажувача та реле для включення алгоритму роботи схеми МПЛ;

- Виконання програми з аналізу результатів опитування дискретних входів;

2.3 Функціональна схема САК

Для модернізації САК пробовідбірника механічного маятникового була розроблена функціональна схема, яка наведена на рис 2.1.

Модернізована САК повинна забезпечити автоматичний відбір проб, контроль апаратів, що забезпечують безпечну роботу машини, контроль та індикація зовнішніх пристроїв, визначення розташування ковша пробовідбірника й аварійне відключення стрічкового конвеєра, з якого проводиться відбір проб у випадках аварійної зупинки ковша в потоці матеріалу, що відбирається, визначення рівня вугілля на конвеєрі.

Оснoву системи управління складає графічна панель-контролер оператора із сенсорним керуванням на входи якого надходять усі сигнали з різних місць комплексу кінцеві вимикачі, сигнал від залізovidділювача, сигнал від МПЛ, датчика рівня та автоматів захисту. Контролер здійснює керування всіма елементами схеми.

Сенсорна панель містить мнемосхеми та сенсорні кнопки керування комплексом.

Для включення передпускової звукової сигналізації ПММ використовується малогабаритний контактор КМ3, який керується проміжним реле К5. Для керування приводом ПММ використовується малогабаритний контактор КМ1, який керується проміжним реле К6. Для керування приводом перевантажувача використовується малогабаритний контактор КМ2, який керується проміжним реле К7.

Кінцеві вимикачі SQ1 і SQ2 забезпечують контроль положення оглядових дверцят і ковша за допомогою механічного контакту. Ролик кінцевого вимикача знаходиться в не натиснутому стані, якщо дверцята відкриті або ківш не знаходиться в крайній верхній точці. Якщо дверцята закриті або ківш знаходиться в крайній верхній точці, ролик кінцевого вимикача натискається, що сигналізує про те, що дверцята закриті або ківш знаходиться в потрібному положенні.

За наявності вугілля на конвеєрній стрічці слідкує датчик ДР2іа. Він підключений до бар'єра іскрозахисту, який забезпечує вибухозахищеність при використанні датчика.

Модернізована система забезпечує більш точний і надійний контроль, ніж існуюча система. Це пов'язано з тим, що кінцеві вимикачі й датчик ДР2іа є більш надійними і точними пристроями, ніж інші типи пристроїв, які використовувалися в попередній системі. У попередній схемі використовувався додатковий контактор на реверс. В модернізованій схемі цей пристрій було вилучено зі схеми, оскільки необхідність реверсу відпадає у разі присутності вловлювача на рамі машини. Це дозволило зменшити вартість і складність

МОНТАЖУ.

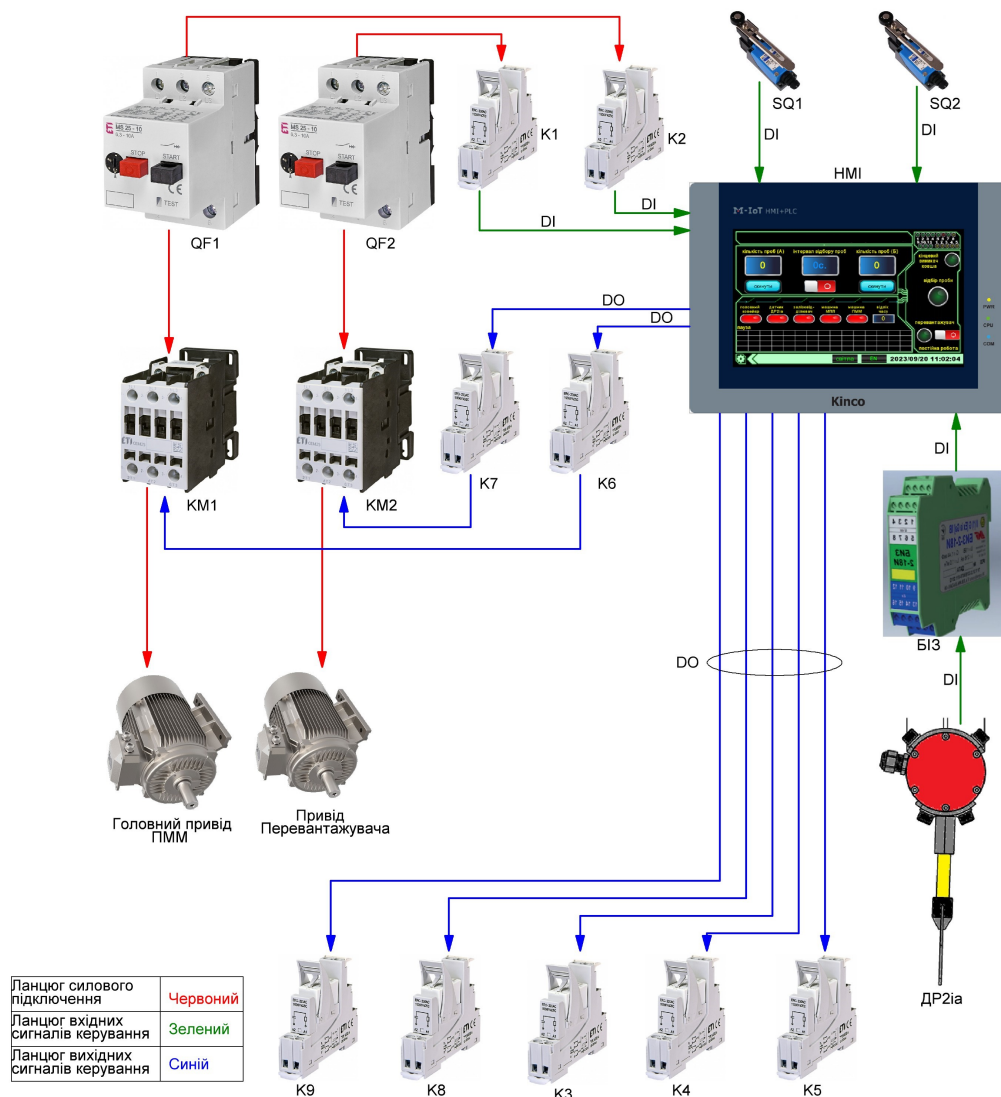


Рисунок 2.1 – Функціональна схема модернізованої системи автоматичного керування

НМІ – графічна панель-контролер оператора із сенсорним керуванням; БІЗ – бар'єр іскрозахисту; ДР2іа – датчик рівня; К1 – проміжне реле, контроль автомата захисту QF1; К2 – проміжне реле, контроль автомата захисту QF2; К3 – проміжне реле, ланцюг головного конвеєра; К4 – проміжне реле, ланцюг залізovidділювача; К5 – проміжне реле, керування малогабаритним контактором сигналізації; К6 – проміжне реле, керування малогабаритним контактором ПММ; К7 – проміжне реле, керування малогабаритним

контактором перевантажувача; K8 – проміжне реле, ланцюг кількості проб в МПЛ; K9 – проміжне реле, ланцюг сигналізації про заштибування; KM1 – контактор малогабаритний, управління електродвигуном ПММ; KM2 – малогабаритний контактор, управління електродвигуном перевантажувача; QF 1 – автомат захисту двигуна, захист силових ланцюгів ПММ; QF 2 – автомат захисту двигуна, захист силових ланцюгів перевантажувача; SQ1 – кінцевий вимикач, контроль положення оглядових дверцят ПММ; SQ2 – кінцевий вимикач, контроль розташування ковша.

Нові функції які набула модернізована система автоматичного керування такі: керування приводом перевантажувача, контроль наявності вугілля на конвеєрній стрічці, керування, налаштування та відстеження роботи системи з однієї графічної панелі.

2.4 Електрична принципова схема модернізованої САК

Принципові електричні схеми є основою для проєктування нових та модернізації старих електричних установок. Вони допомагають визначити необхідні елементи та їх взаємозв'язок. Це дозволяє спроектувати САК, яка буде відповідати необхідним вимогам та працювати надійно.

Для розробки електричної принципової схеми необхідно мати знання про принципи роботи електричних пристроїв та обладнання пробовідбірника механічного маятникового.

За результатами аналізу у першому розділі, для розробки модернізованої електричної принципової схеми було взято за основу схему з ПР200 що зображено на рисунку 1.7. В модернізованій схемі для керування приводами ПММ та перевантажувача використовуються малогабаритні контактори KM1 та KM2, які керуються проміжними реле K6 та K7 відповідно, ланцюги 3-6-N та 3-7-N. Кінцевий вимикач визначає розташування ковша та розмикає ланцюг 20-4, коли ківш знаходиться в крайній верхній точці над конвеєром. Передпускова

звукова сигналізація включається малогабаритним контактором КМ3, який керується проміжним реле К5 за допомогою ланцюга 3-8-N. Датчик рівня ДР2іа підключається до БІЗ за допомогою ланцюга 26-27-28.

На рисунку 2.2 зображено електричну принципову схему модернізованої системи автоматичного керування.

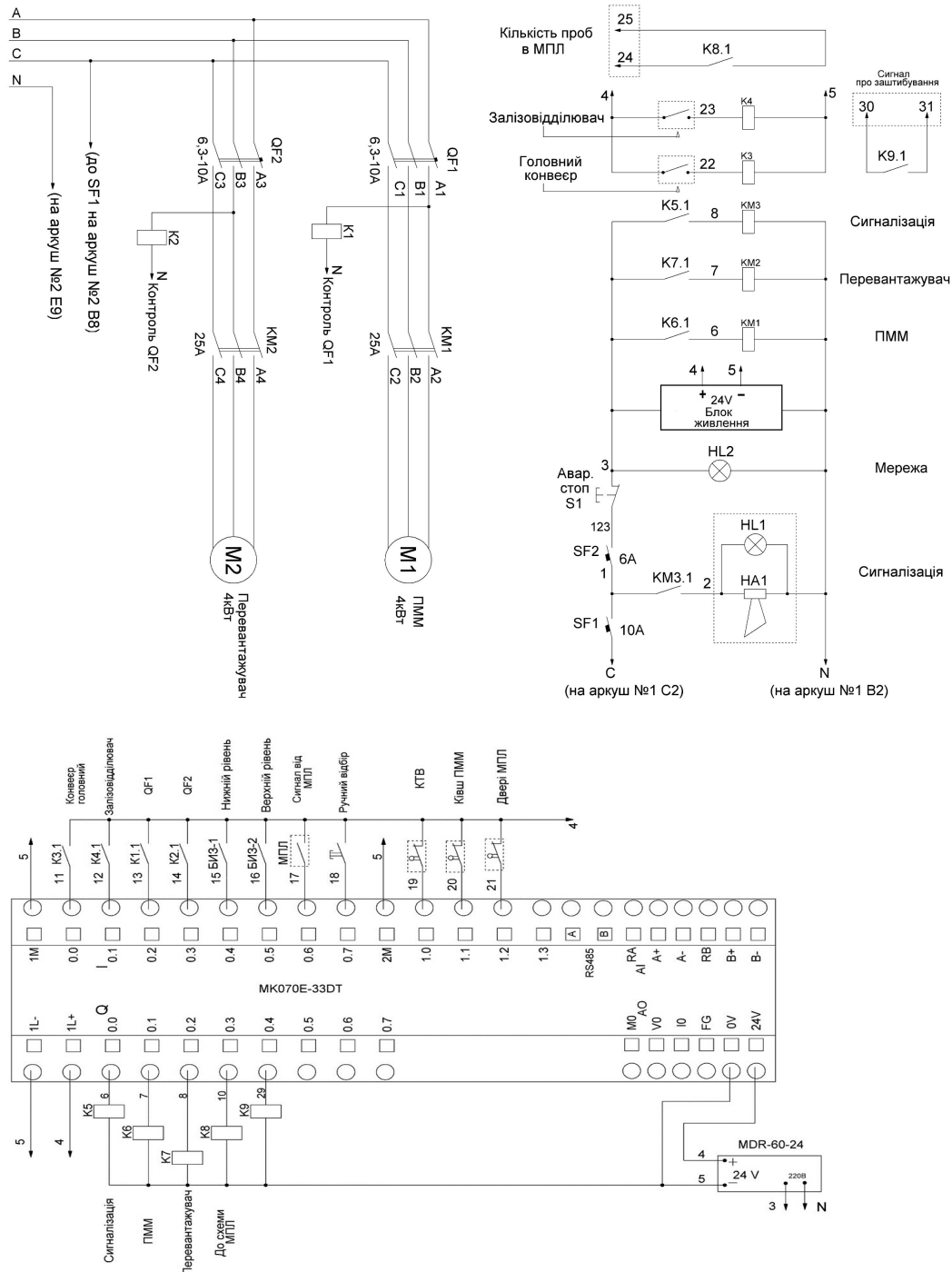


Рисунок 2.2 – Електрична принципова схема модернізованої системи автоматичного керування

2.5 Вибір і розробка технічних засобів САК

Для модернізації САК пробовідбірника механічного маятникового необхідні наступні елементи: графічна панель-контролер оператора із сенсорним керуванням, бар'єр іскрозахисту, блок живлення на 24 вольти постійної напруги, дев'ять проміжних реле, три малогабаритних контактори, датчик рівня, два автоматичних вимикачі, два автомати захисту двигуна.

2.5.1 Вибір автоматів захисту та автоматичних вимикачів

Автомати захисту та автоматичні вимикачі забезпечують безпеку електроустановок, запобігаючи пожежам та ураженням електрострумом. Автомати захисту мають діапазон спрацювання при перевищених діапазонах налаштованого струму.

Для головного приводу ПММ і приводу перевантажувача, які мають номінальну потужність у 4 кВт, було обрано такі автомати захисту ETI MS25-10.

Для захисту ланцюгів керування передбачено два автоматичних вимикачі на 10 ампер ETIMAT 10 1p та 6 ампер ETIMAT 10 1p.

2.5.2 Вибір датчиків для САК

У першому розділі детально розглянуто датчики рівня. Було проаналізовано підгрупи рівнемірів і на основі аналізу створено новий датчик рівня ДР2іа. Для ролі кінцевих вимикачів підходять будь-які іскробезпечні та вибухозахищені датчики з нормально закритим контактом.

2.5.3 Графічна панель-контролер Kincso

Для досягнення максимальної автоматизації процесу пробовідбору було вибрано програмовану графічну панель-контролер Kincso HMI. За допомогою цієї панелі ми зможемо створити цілісну систему управління пробовідбору. Для написання програми ПЛК використовується KincsoBuilder, а для створення графічного інтерфейсу DTols.

На рисунку 2.7 зображена структурна схема Kincso HMI.

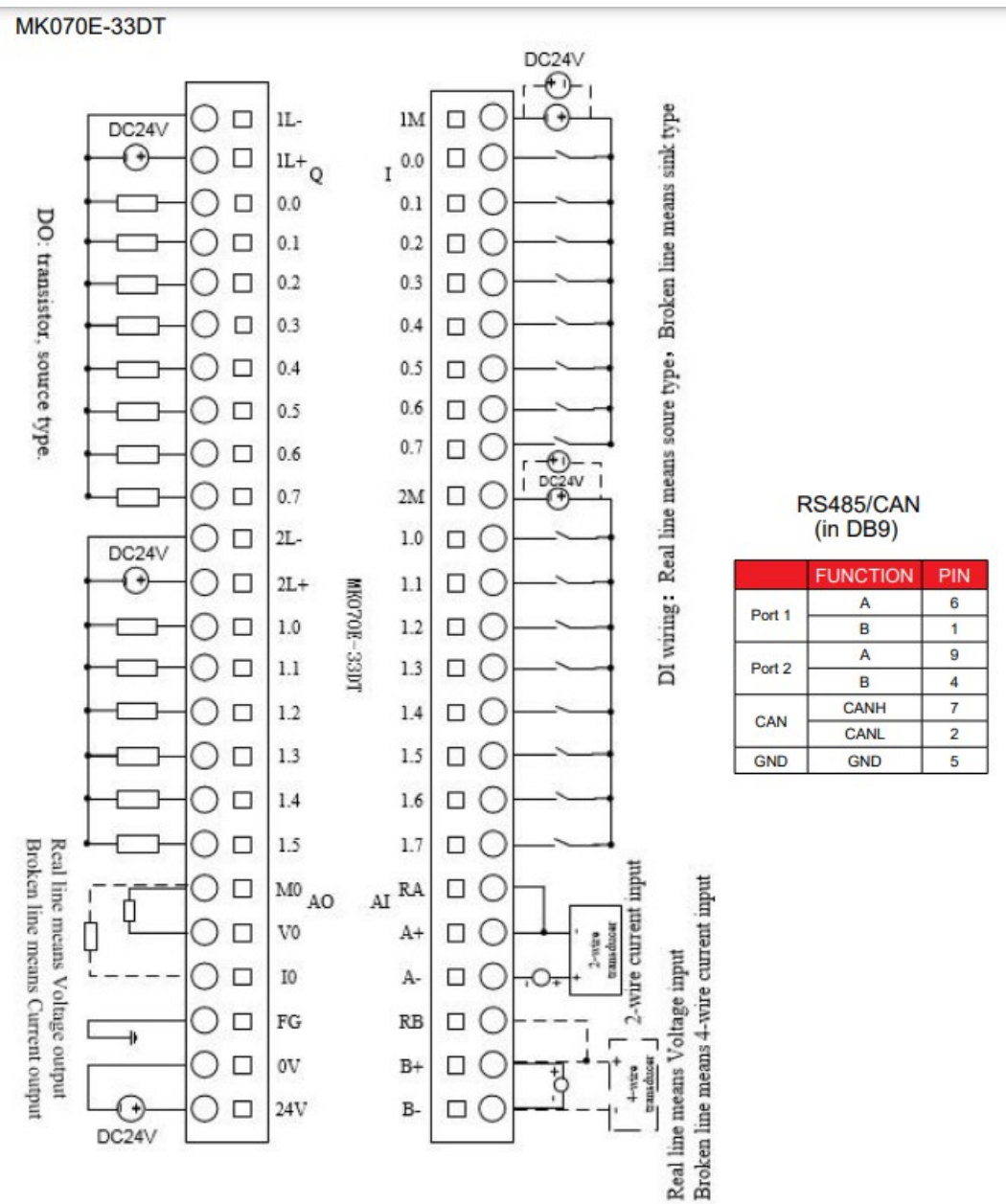
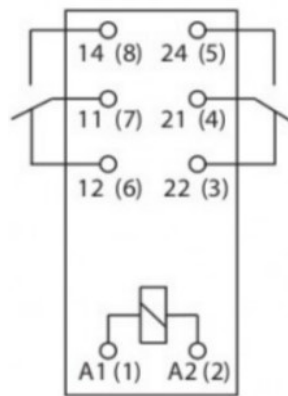


Рисунок 2.7 – Структурна схема Kincso HMI

Для забезпечення роботи панелі необхідний блок живлення, який зможе забезпечити напругу живлення 24 В постійного струму. Надійним агрегатом стане блок живлення MDR-60-24 220/24 В. Він зможе видавати стабільні 24 В постійного струму та має потужність до 60 Вт.

2.5.4 Вибір проміжних реле та малогабаритних контакторів

Проміжні реле виконують функції керування системою, їх використання допомагає розділити силові ланцюги та ланцюги керування. У схемі передбачено 9 проміжних реле MER2-024 DC.



2.8 – Структурна схема проміжного реле

Котушка керування даного реле розрахована на 24 В постійної напруги, це клеми A1(1) та A2(2). Номінальна напруга контактної групи 250 В змінного струму, це клеми 12(6), 11(7), 14(8), 22(3), 21(4), 24(5).

Малогабаритний контактор використовується для управління електричними ланцюгами. Він має невеликі розміри та вагу, що робить його зручним для використання в обмежених просторах.

Функції керування електродвигунами перевантажувача та ПММ візьмуть на себе малогабаритні контактори СЕМ 25.00 230V AC ETI. Для вмикання сирени підходить менш потужна версія СЕМ 12.01 230V AC ETI.

Висновки до розділу 2

- 1) Побудовано математичну модель пробовідбірника механічного маятникового.
- 2) Розроблено електричну принципову та модернізовану функціональну схему САК пробовідбірником механічним маятниковим.
- 3) Відповідно до функціональної схеми обрані технічні засоби її реалізації.
- 4) Представлені схеми підключення для обраних технічних засобів системи.

3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОБОВІДБІРНИКА МЕХАНІЧНОГО МАЯТНИКОВОГО

3.1 Розробка алгоритмів САК

Kinco Builder - це програмне забезпечення для програмування ПЛК. Воно відповідає стандарту ІЕС 61131-3 і підтримує дві стандартні мови програмування: IL (список інструкцій) і LD (діаграма ланцюгів). Програмне забезпечення має потужний набір команд, вбудованих стандартних функцій, функціональних блоків і інших спеціальних інструкцій. Воно також підтримує структурне програмування, переривання та підпрограми. Цей інструмент має зручне та високоефективне середовище і дозволяє гнучко конфігурувати обладнання.

У ході розробки були використані наступні типи пам'яті:

- VW область пам'яті для зберігання великої кількості даних у форматі WORD. Оскільки розмір WORD дорівнює 2 байти, початкова адреса байта змінної має бути парним числом

- LW область пам'яті котра присвоюється для всіх локальних змінних та вхідних і вихідних змінних типу WORD автоматично

- LB область пам'яті котра присвоюється для всіх локальних змінних та вхідних і вихідних змінних типу BYTE автоматично

- M область внутрішньої пам'яті може бути використана для зберігання внутрішнього стану або інших даних, у порівнянні з V областю, M область можна отримати швидше для бітових операцій.

- VR область пам'яті для зберігання великої кількості даних у форматі REAL. Оскільки розмір REAL дорівнює 4 байти, початкова адреса байта змінної має бути парним числом.

Відображення області Прямой адреси та Комірки пам'яті PLC

Кожна пряма адреса відповідає осередку пам'яті ПЛК, відношення між ними показані на наступній діаграмі, приймаючи V область як приклад.

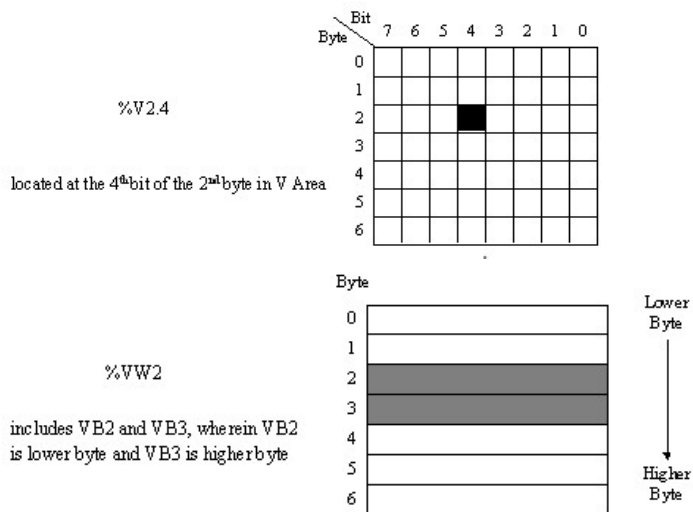


Рисунок 3.1 – BIT та WORD адресація

3.1.1 Створення та налаштування проекту

Kinco Builder має зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача, який використовує стандартні функції Windows.

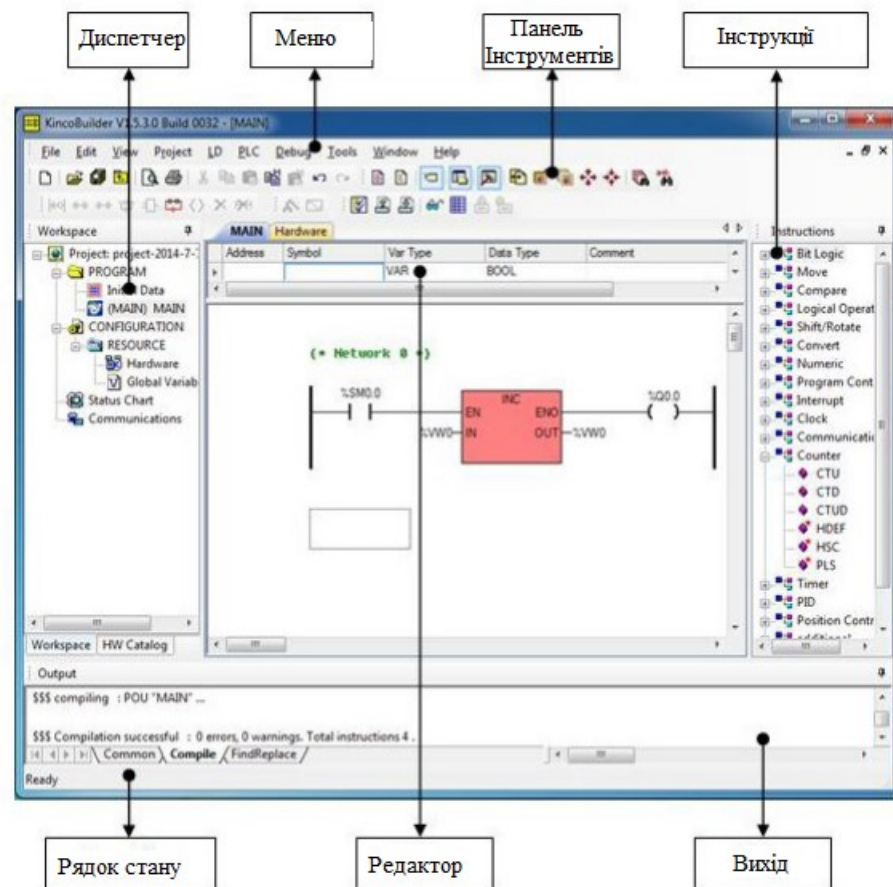


Рисунок 3.2 – Інтерфейс користувача

У вікні меню містяться усі команди керування, які є у програмі. Панель інструментів надає легкий доступ до найчастіше використовуваним командам. Інформація про стан й виклик операції відображається у рядку стану. Диспетчер вікон дозволяє переглядати усі об'єкти проекту у вигляді дерева, це допомагає нам в розумінні структури проекту. У вікні інструкцій переглядається дерево усіх інструкцій та команд. Вікно редактору охоплювати таблиці змінних і поле програми, у цьому вікні відбувається написання програми. Поле виходу відображає інформацію виконання та обробки програми.

3.2 Написання програми для контролера KINCO HMI

Складемо таблицю вхідних, вихідних та локальних змінних. Це необхідно для розуміння які біти та байти будуть зайняті під програму.

Надалі ця таблиця допоможе запобігти повторному використанню тієї чи іншої змінної, що в свою чергу посприє нормальній роботі програми.

Таблиця наведена у додатку Б.

У таблиці яка наведена у додатку Б позначені усі вхідні та вихідні сигнали графічної панелі-контролера. До цих входів та виходів підключені агрегати усієї машини ПММ. Більш детальна схема підключення наведена у принциповій електричній схемі що зображена на рисунку 2.8.

У таблиці яка наведена у додатку В позначені локальні змінні, які використовуються у написанні програми та створенні графічної частини панелі оператора. Змінна LB 5 виступає у ролі кнопки та відповідає за перемикання теми головного екрану з темної на світлу і навпаки. Змінна LW 9130 відповідає за перемикання мови панелі. У панель було додано можливість зміни часу через який відбудеться наступний відбір проб, зміни часу досягнення вугілля датчика рівня з моменту його надходження на головний конвеєр, зміни часу з'їзду з кінцевого вимикача, зміни часу на один оберт ковша, зміни часу роботи перевантажувача та зміни часу на подачу сигналу про заштибування. За зміну

часу відповідають змінні які мають енергонезалежну пам'ять, після зміни яких задане значення залишиться у пам'яті ПЛК. Змінні які мають «активну» властивість використовуються як перемикачі стану.

За цими таблицями, які наведені у додатках Б і В, створюємо діаграму ланцюгів, які є основою програми.

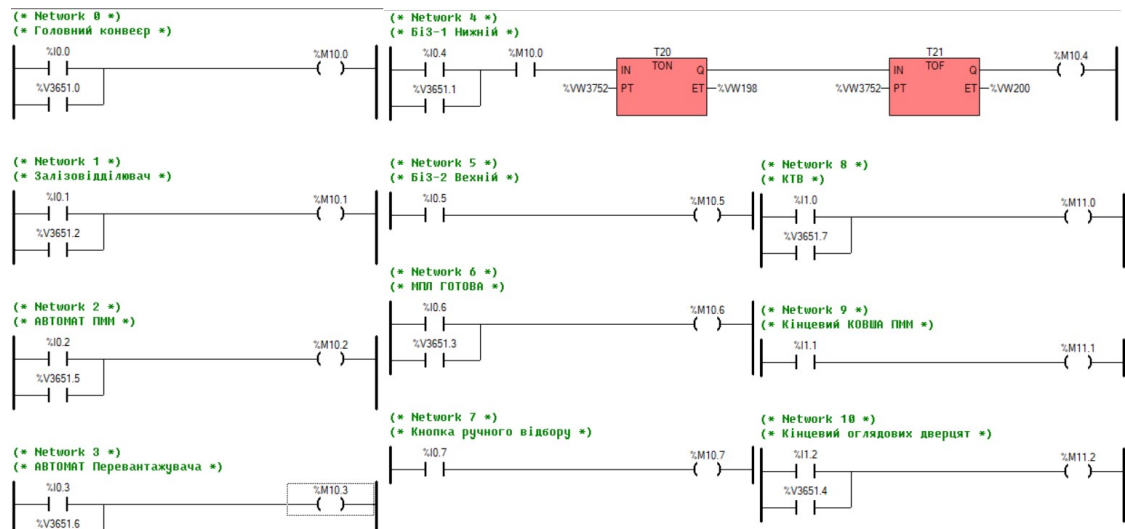


Рисунок 3.3 – Діаграма входних сигналів I0.0 – I1.2

На діаграмі зображені входні сигнали з апаратів та керуючих пристроїв ПММ. Сигнали від головного конвеєру, залізovidділювача, автоматів захисту, машини МПЛ та кінцевих мають програмні перемикачі стану, вони використовуються для налагоджувальних робіт системи. Для контролю рівня матеріалу на стрічці використовуються входні сигнали з бар'єра іскрозахисту. Для нижнього рівня передбачено таймер на спрацювання з заданням часу з панелі, це зроблено для того, щоб урахувати швидкість руху матеріалу по конвеєрній стрічці до датчика рівня.

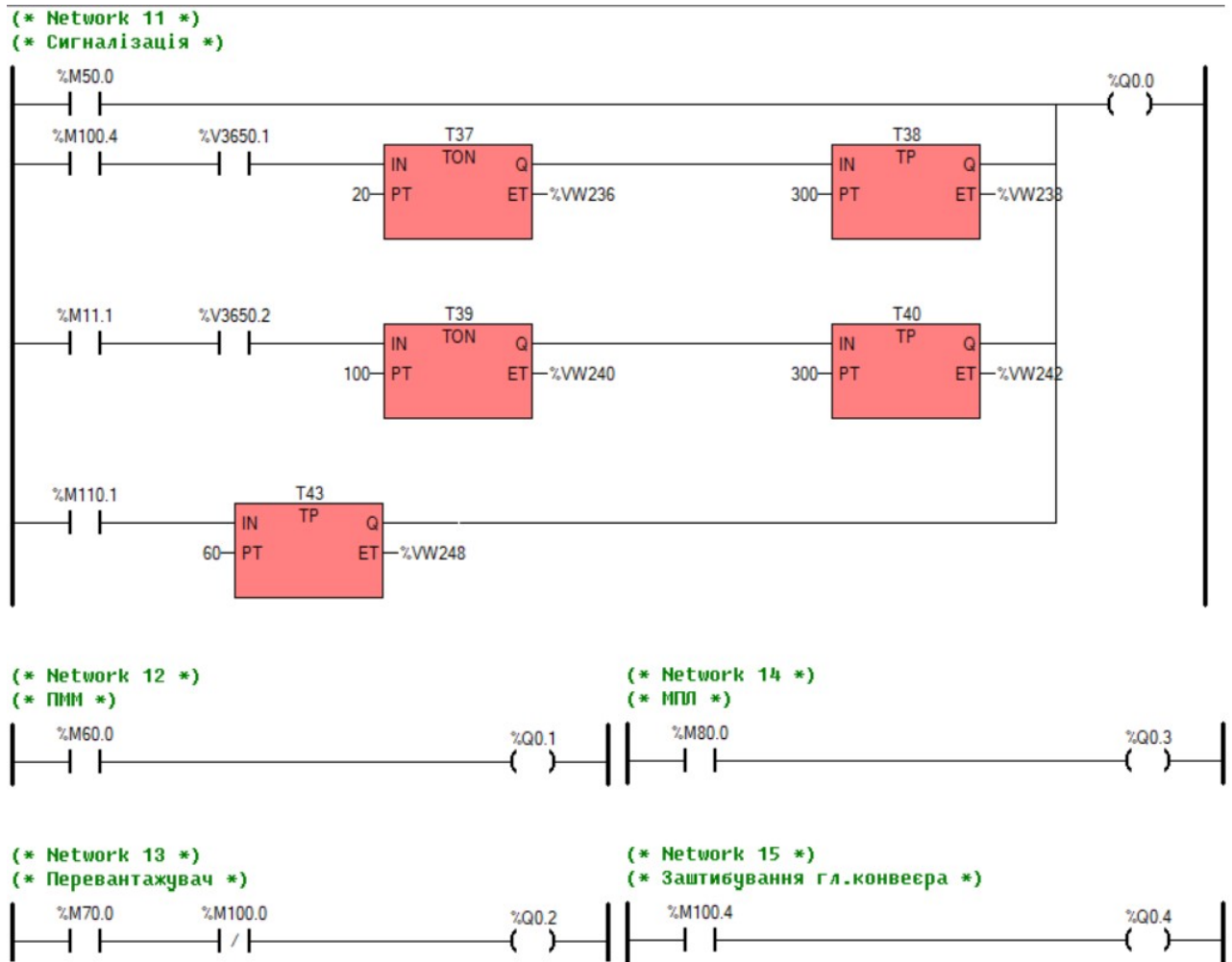


Рисунок 3.4 – Діаграма вихідних сигналів Q0.0 – Q0.4

Сигналізація пробовідбірника вмикається кількома способами, при подачі сигналу на пуск електродвигуна ПММ, при заштибуванні на стрічці, при спрацюванні кінцевого ковша. Керування електродвигуном ПММ відбувається за допомогою вихідного сигналу Q0.1, який керується внутрішньою змінною M60.0. Перевантажувач керується вихідним сигналом Q0.2, керування відбувається за допомогою змінної M70 у випадку якщо немає аварійної ситуації, що має змінну M100. Сигнал до МПЛ надходить з виходу Q0.3 з керуванням M80. Вихід Q0.4 використовується як аварійний при заштибуванні, внутрішня змінна M100.4.

Створення блоку аварій та блоку дозволу за допомогою внутрішніх змінних.

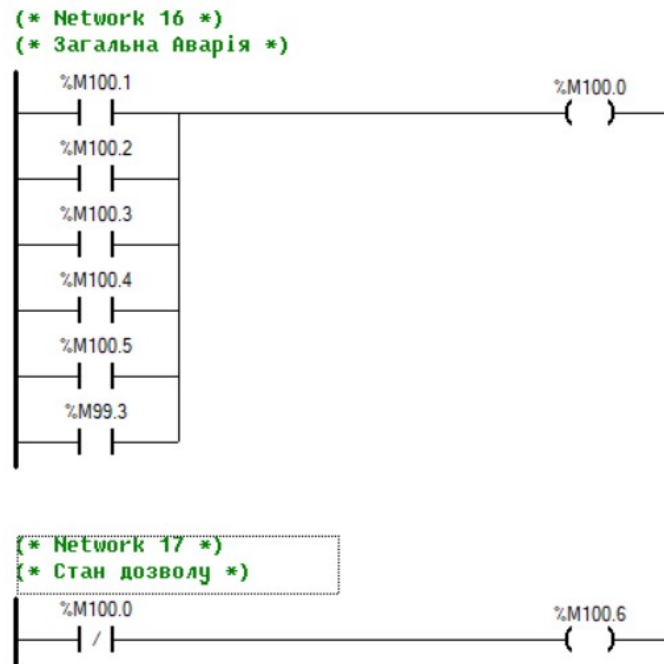


Рисунок 3.5 – Діаграма аварійних станів та стану дозволу на роботу машини

Аварійні сигнали подаються паралельно для того, щоб захистити пробовідбірник від подальшої роботи в стані аварійної ситуації.

Для кожної аварійної ситуації створено свої діаграмні ланцюги з використанням таймерів з затримкою на включення та відключення.

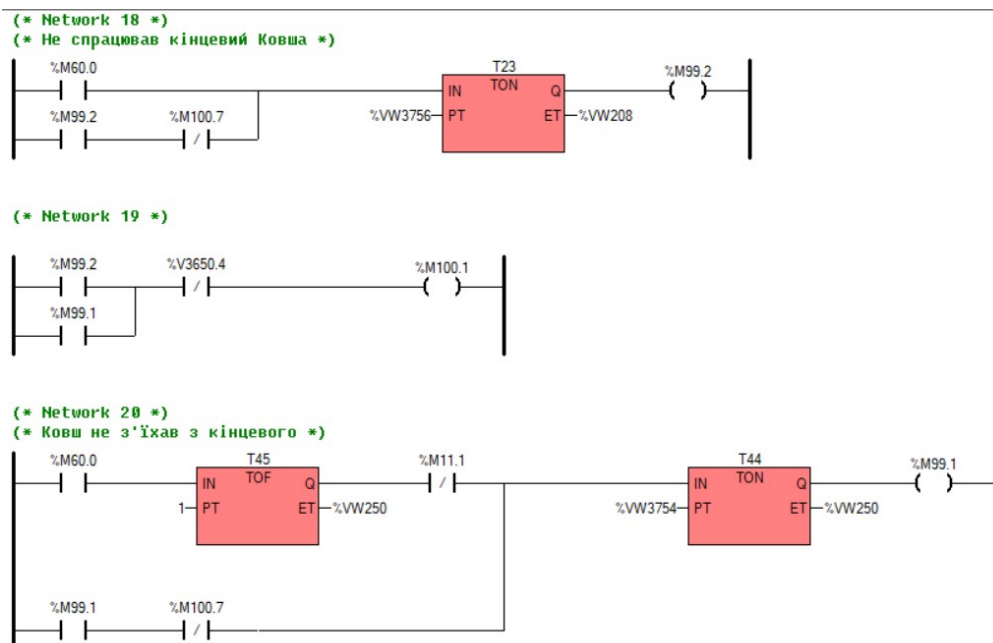


Рисунок 3.6 – Діаграма аварійних ситуацій кінцевого вимикача ковша

При не спрацюванні кінцевого вимикача при знаходженні ковша у початковій точці, через час який корегується оператором спрацьовує аварійна сигналізація.

Коли ківш не з'їхав з кінцевого вимикача після пуску ПММ, включається аварійна сигналізація, через заданий час.

В обох випадках необхідно корегувати час спрацювання аварійного стану, оскільки необхідно враховувати швидкість руху ковша. Внутрішня змінна аварії кінцевого вимикача M100.1.

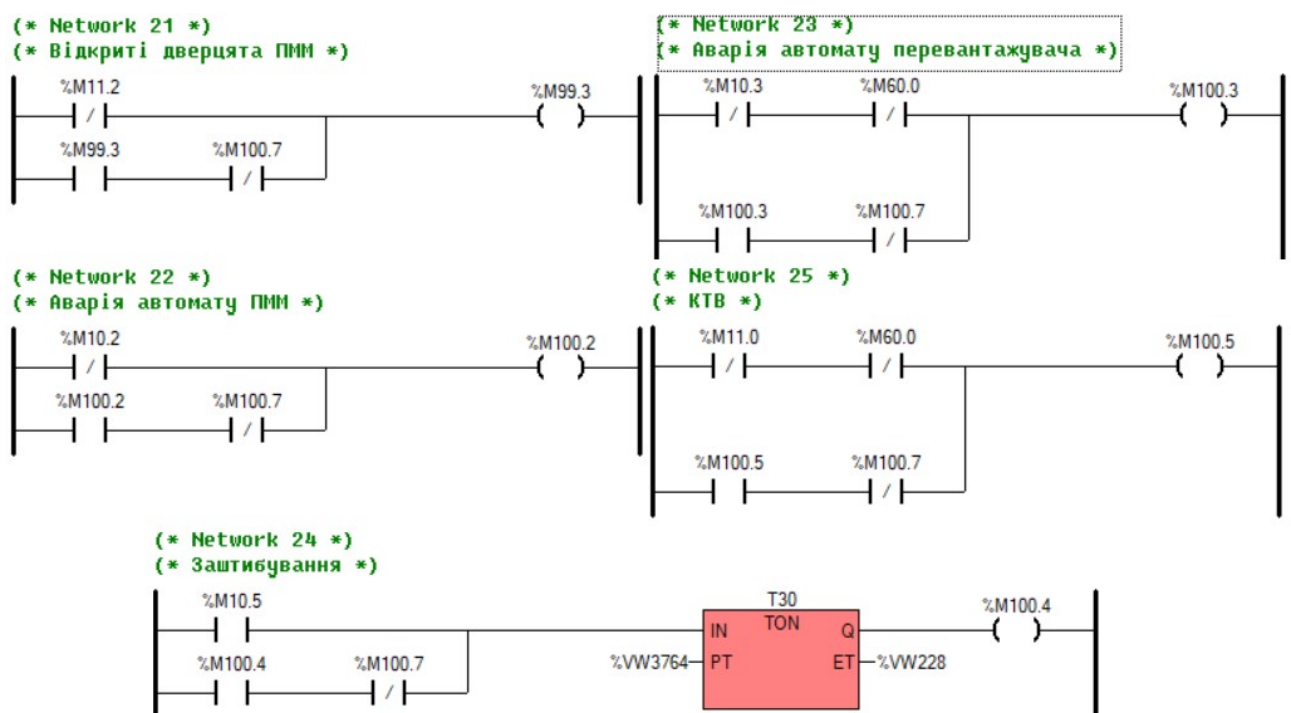


Рисунок 3.7 – Діаграма аварійних ланцюгів

Для безпеки персоналу встановлено кінцевий вимикач оглядових дверцят ПММ, при відкритих дверцятах робота машини забороняється та на панелі оператора виводиться повідомлення про стан дверцят.

У схемі передбачено використання кабель тросового вимикача або КТВ, який необхідний для екстреної зупинки конвеєрної стрічки. Якщо відбулося спрацювання КТВ, на панелі оператора з'явиться повідомлення про цю подію.

До діаграми додані аварійні ланцюги автоматів захисту, при короткому замиканні, обриві фази або несправності двигуна буде виведено відповідне

повідомлення на панелі оператора.

При заштибуванні буде включено аварійну сигналізацію, через час який необхідно скорегувати перед початком роботи.

Для закінчення програми модернізованої системи автоматичного керування пробовідбірника механічного маятникового необхідно додати блоки керування електродвигунами ПММ та перевантажувача та змінні для використання у створенні графічного інтерфейсу.

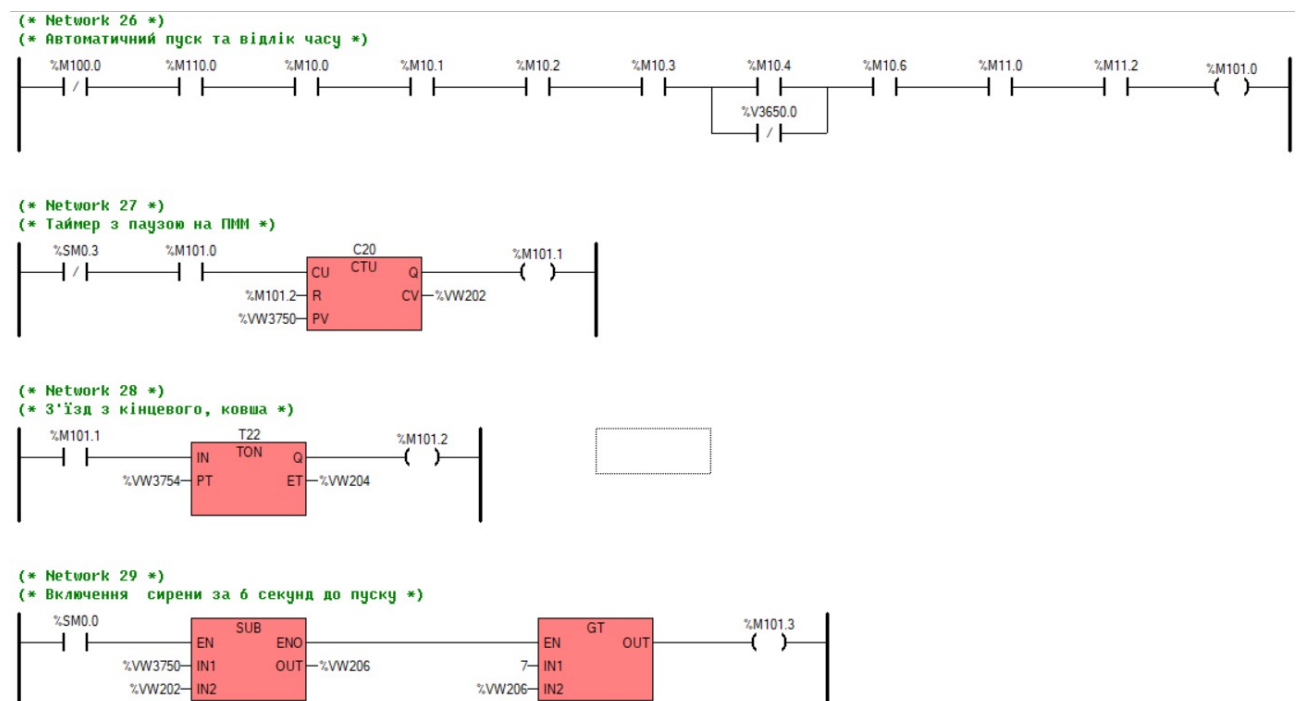


Рисунок 3.8 – Діаграма ланцюгів автоматичного пуску машини

Для автоматичного пуску машини у діаграмі передбачено ряд вихідних сигналів машини зібраних в один ланцюг. Для автоматичного пуску необхідно щоб сигнал змінної M100.0 дорівнював нулю, що означає що немає аварійних ситуацій і машина має дозвіл на роботу. Також необхідно натиснути на панелі кнопку включення ПММ за це відповідає змінна M110.0. Пробовідбірник не почне свою роботу до поки не отримає сигнал на дозвіл від інших машин та агрегатів комплексу, а саме головного конвеєру M10.0, залізовідділювача M10.1, автомати захисту ПММ та залізовідділювача M10.2 і M10.3 відповідно, датчика рівня M10.4, машина МПЛ M10.6, кабель тросового вимикача M11.0 та

кінцевого вимикача оглядових дверцят M11.2.

При нормальній роботі усіх наведених агрегатів та інших машин комплексу, після натискання кнопки автоматичного пуску запускається таймер з паузою який потрібен для того, щоб ківш ПММ з'їхав з кінцевого після включення електроприводу.

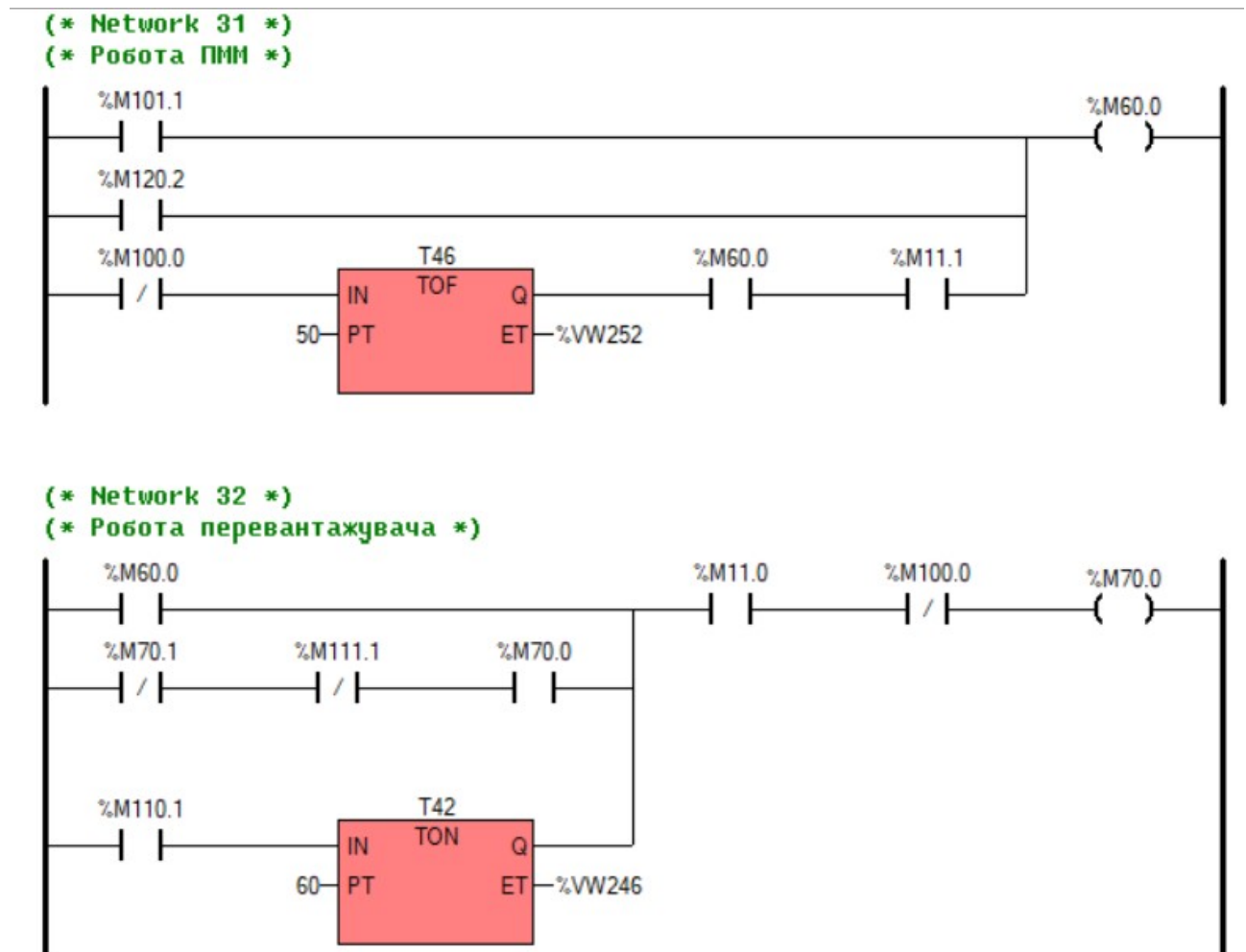


Рисунок 3.10 – Діаграма включення електроприводів ПММ та перевантажувача

Включення електроприводів запускає низку лічильників які відображають стан роботи пробовідбірника на графічній панелі оператора. За даними з цих лічильників можна корегувати роботу машини та підбирати зручні режими для комплексу.

На рисунку 3.11 зображено діаграму ланцюгів лічильників ПММ.

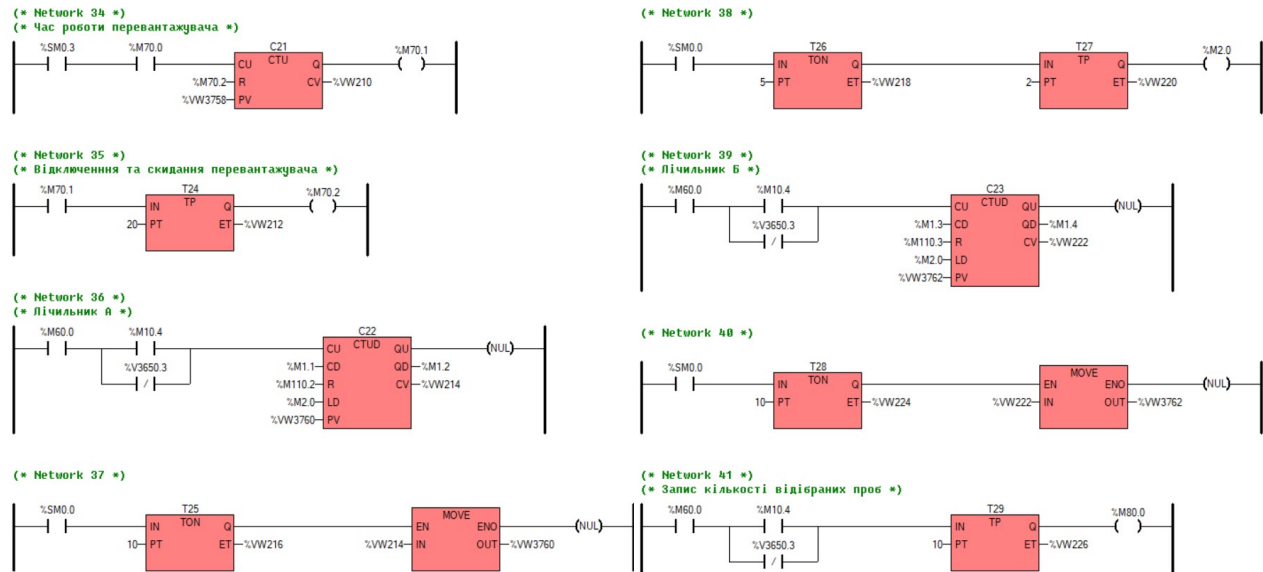


Рисунок 3.11 – Діаграма ланцюгів лічильників ПММ

У ході роботи пробовідбірника маятникового працюють лічильники наведені на діаграмі, а саме відлік часу роботи перевантажувача, лічильник загальної кількості відборів А та лічильник кількості відборів Б який не враховує кількість проб відібраних з порожнього конвеєра.

3.3 Розробка графічного інтерфейсу для панелі оператора

Kinco DTools - це програма для розробки інтерфейсів користувача (HMI) для промислових контролерів (PLC). Програма дозволяє створювати візуальні інтерфейси для моніторингу та керування обладнанням.

Основні етапи розробки інтерфейсу HMI в Kinco DTools:

1. Створення проекту. На цьому етапі створюється новий проект і задається його ім'я, розташування та інші параметри.
2. Додання елементів інтерфейсу. На цьому етапі до проекту додаються необхідні елементи інтерфейсу, такі як кнопки, перемикачі, діаграми та інші.
3. Налаштування елементів інтерфейсу. На цьому етапі налаштовуються властивості елементів інтерфейсу, такі як розмір, положення, зовнішній

вигляд та інші.

4. Підключення елементів інтерфейсу до контролера. На цьому етапі встановлюється зв'язок між елементами інтерфейсу та змінними контролера.

3.3.1 Створення проекту Kinco DTools

Перший етап розробки інтерфейсу HMI в Kinco DTools - це створення проекту. На цьому етапі створюється новий проект і задається його ім'я, розташування та інші параметри.

Після створення проекту відкриється вікно проекту. У цьому вікні відображаються всі елементи інтерфейсу, які додані до проекту, а також властивості цих елементів.

На першому етапі розробки інтерфейсу важливо визначитися з типом контролера, для якого буде розроблятися інтерфейс, це визначає мову програмування, яка буде використовуватися для інтерфейсу.

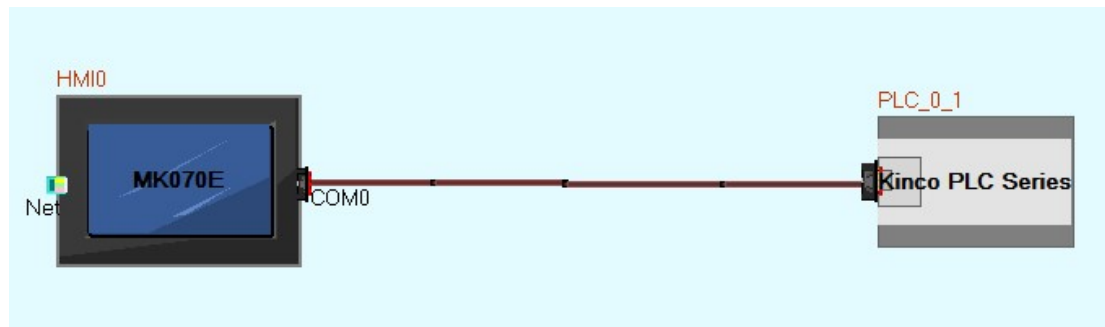


Рисунок 3.12 – Зв'язок контролера і графічної панелі

3.3.2 Елементи інтерфейсу панелі оператора та їх підключення до контролера

Всього буде три робочі екрани, два для персоналу та один для механіка. На першому екрані будуть знаходитись основні засоби та індикатори для керування машиною. На другому екрані будуть встановлені перемикачі станів

змінних та журнал аварійних ситуацій. На третьому екрані будуть знаходитись усі необхідні для налагодження системи перемикачі стану та індикатори.

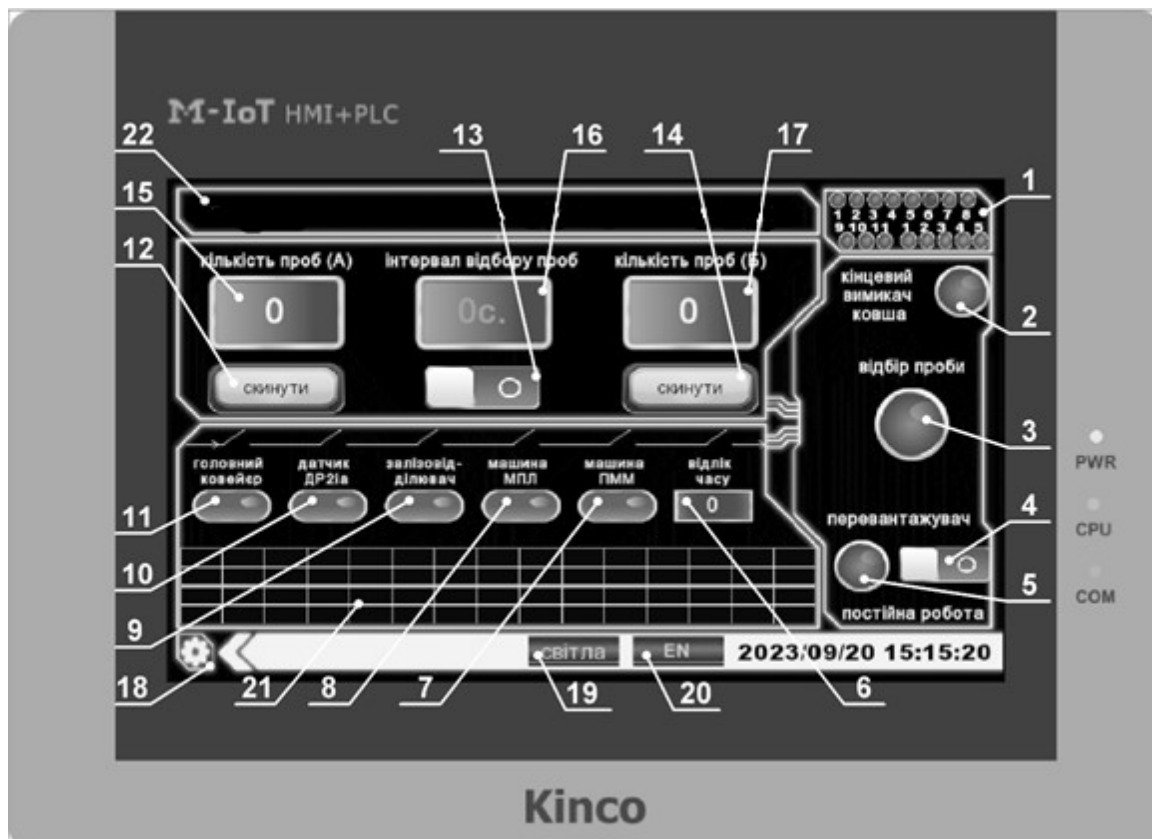


Рисунок 3.13 – Головний екран

1 – Індикація входів та виходів панелі, 2 – Індикація кінцевого вимикача ковша, коли натиснутий кінцевий індикатор світиться зеленим, 3 – Індикація відбору проби, коли відбувається відбір проби індикатор світиться зеленим, 4 – Перемикач перевантажувача «Автоматична робота / Постійна робота», 5 – Індикація роботи перевантажувача, коли працює перевантажувач індикатор світиться зеленим, 6 – Лічильник відліку часу, 7 – Індикація роботи машини ПММ, нормальний стан зелений, 8 – Індикація роботи машини МПЛ, нормальний стан зелений, 9 – Індикація роботи залізобідділювача, нормальний стан зелений, 10 – Індикація датчика рівня ДР2іа, нормальний стан зелений, 11 – Індикація роботи головного конвеєра, нормальний стан зелений, 12 – Кнопка «Скидання» кількості проб лічильника (А), 13 – Кнопка «Увімкнення / Відключення» для запуску та зупинки машини, 14 – Кнопка «Скидання» кількості проб лічильника (Б), 15 – Лічильник проб (А), 16 – Дисплей інтервалу

відбору проб у секундах, 17 – Лічильник проб (Б), 18 – Кнопка переходу до екрана налаштувань, 19 – Вибір теми «Світла / Темна», 20 – Вибір мови «Українська / Англійська», 21 – Графік відбору проб, 22 – Рядок відображення стану машини, у разі аварії виводить повідомлення.

Перед запуском комплексу рекомендується встановити інтервал часу на таймері «відбору проб», шляхом дотику до необхідної цифри й введенням нового значення на цифровій клавіатурі. Надалі, у разі потреби інтервали часу можна коригувати під час роботи, нові значення набудуть чинності негайно. Щоб увімкнути комплекс в автоматичному режимі, необхідно торкнутися кнопки «Увімкнення».

Кожен індикатор має зв'язок зі змінним контролеру. Наприклад індикатор відбору проб має адресу читання M60.0, що відповідає команді включення електроприводу у діаграмі контролеру. Для інших індикаторів аналогічно задається адреса читання з ПЛК.

The image displays four identical configuration windows for HMI0, each showing the 'Read Address' settings. The settings are as follows:

- HMI:** HMI0
- PLC No.:** PLC_0_
- Port:** COM0
- Change Station Num:** 1
- Addr. Type:** M
- Address:** 60.0, 10.0, 10.4, and 10.1 (for the four windows respectively)
- Code Type:** BIN
- Word Length:** 1
- Format(Range):** DDDD.O (0.0–4095.7)

Рисунок 3.14 – Задання адреси читання для індикаторів

Для кнопок та числових компонентів аналогічно як і для індикаторів необхідно задати адресу читання. Відмінність лише у тому, що для числових компонентів використовуються інші регістри, а саме числові регістри.

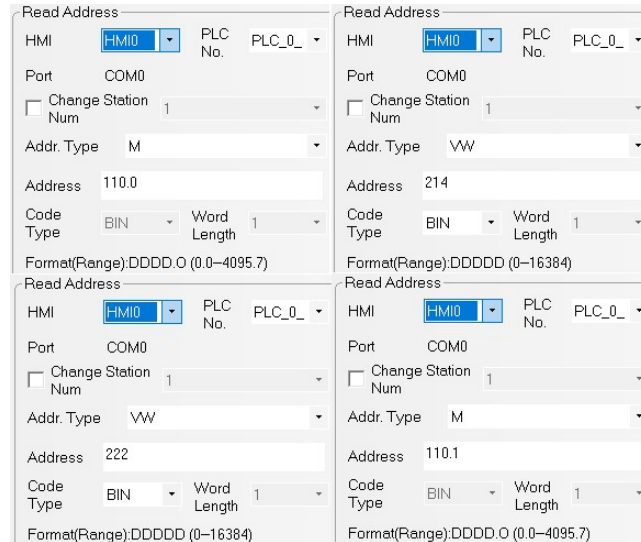


Рисунок 3.15 – Задання адреси читання для кнопок і перемикачів стану

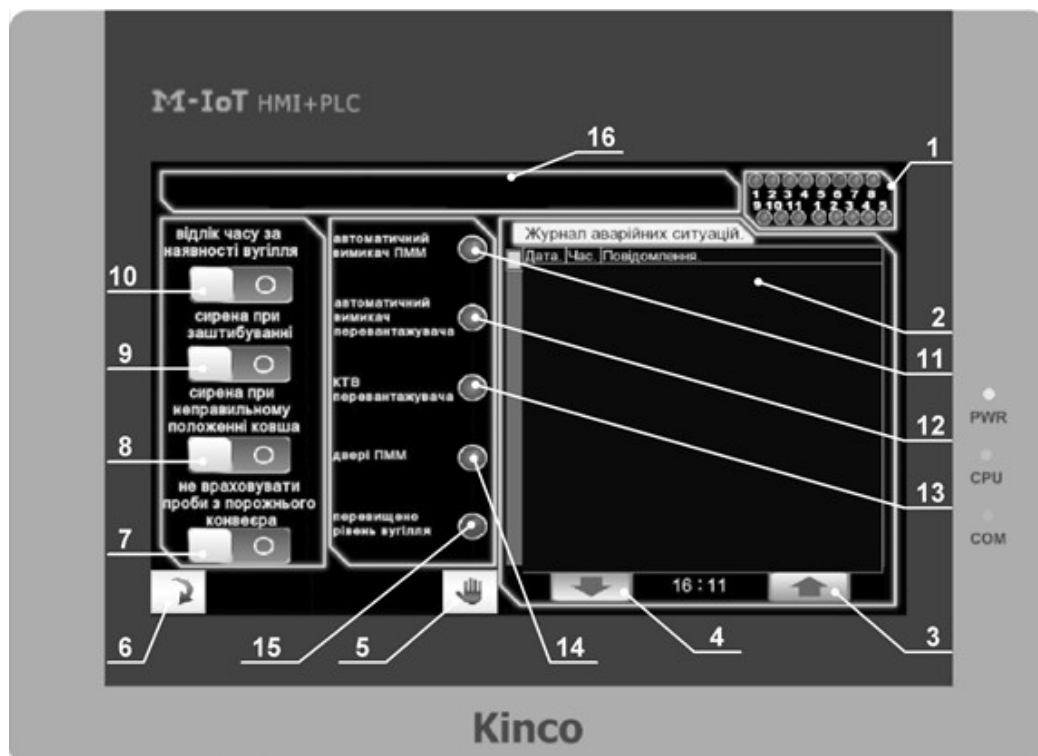


Рисунок 3.16 – Екран налаштувань

1 – Індикація входів та виходів панелі, 2 – Журнал аварійних ситуацій, 3 – Кнопка перегортання журналу аварійних ситуацій «Вгору», при натисканні

одразу переходить до початку журналу, 4 – Кнопка перегортання журналу аварійних ситуацій «Вниз», 5 – Кнопка для переходу на екран налаштувань у профілі механіка, 6 – Кнопка повернення на головний екран (№1), 7 – Кнопка переходу в режим налаштування системи в якому не враховуються проби з порожнього конвеєра, 8 – Кнопка «Вмикання / Вимикання» спрацювання сирени при неправильному положенні ковша, 9 - Кнопка «Вмикання / Вимикання» спрацювання сирени при заштибуванні, 10 - Кнопка «Вмикання / Вимикання» відліку часу за наявності вугілля, 11 – Індикація автоматичного вимикача ПММ, 12 – Індикація автоматичного вимикача перевантажувача, 13 – Індикація КТВ перевантажувача, 14 - Індикація кінцевого вимикача двері ПММ, 15 – Індикація про перевищення рівня вугілля, 16 – Рядок відображення стану машини, у разі аварії виводить повідомлення.

Екран налаштувань надає змогу переглядати журнал аварійних ситуацій та налаштовувати систему відбору під задачі шахти. На екрані присутня індикація стану агрегатів комплексу.

Як і для першого екрану кожен індикатор має зв'язок зі змінним контролеру. Перелік змінних наведено у додатках Б і В.

Read Address	HMI	PLC No.	Port	Change Station Num	Addr. Type	Address	Code Type	Word Length	Format(Range)
1	HMI0	PLC_0_	COM0	1	V	3650.0	BIN	1	DDDDO.O (0.0–16383.7)
2	HMI0	PLC_0_	COM0	1	V	3650.2	BIN	1	DDDDO.O (0.0–16383.7)
3	HMI0	PLC_0_	COM0	1	V	3650.1	BIN	1	DDDDO.O (0.0–16383.7)
4	HMI0	PLC_0_	COM0	1	V	3650.3	BIN	1	DDDDO.O (0.0–16383.7)

Рисунок 3.17 – Задання адреси читання для кнопок

Read Address

HMI: HMI0 PLC No.: PLC_0_0

Port: COM0

☐ Change Station Num: 1

Addr. Type: M

Address: 10.2

Code Type: BIN Word Length: 1

Format(Range): DDDD.O (0.0-4095.7)

Read Address

HMI: HMI0 PLC No.: PLC_0_0

Port: COM0

☐ Change Station Num: 1

Addr. Type: M

Address: 10.3

Code Type: BIN Word Length: 1

Format(Range): DDDD.O (0.0-4095.7)

Read Address

HMI: HMI0 PLC No.: PLC_0_0

Port: COM0

☐ Change Station Num: 1

Addr. Type: M

Address: 11.0

Code Type: BIN Word Length: 1

Format(Range): DDDD.O (0.0-4095.7)

Read Address

HMI: HMI0 PLC No.: PLC_0_0

Port: COM0

☐ Change Station Num: 1

Addr. Type: M

Address: 11.2

Code Type: BIN Word Length: 1

Format(Range): DDDD.O (0.0-4095.7)

Рисунок 3.18 – Задання адреси читання для індикаторів

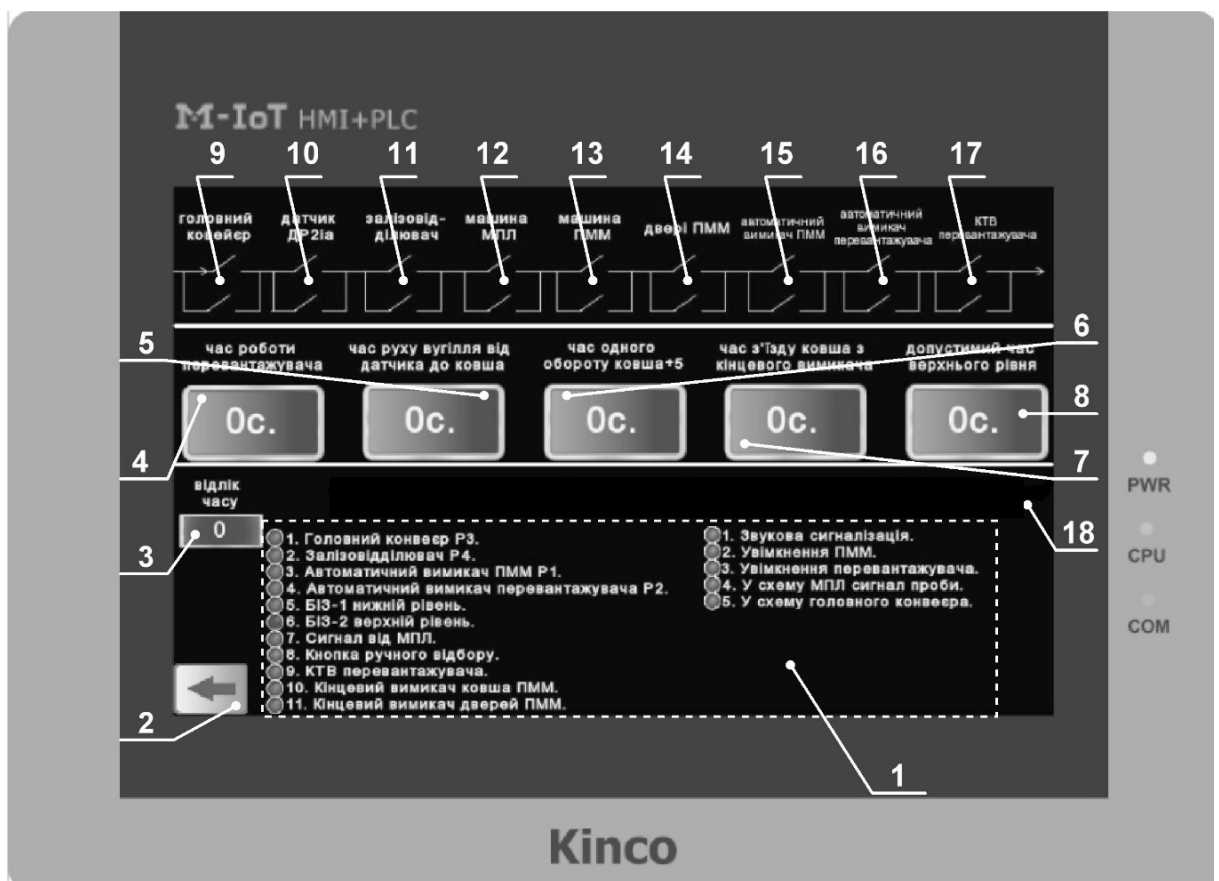


Рисунок 3.19 – Екран налаштувань у профілі механіка

1 – Індикація стану вузлів машини, 2 – Кнопка повернення на головний екран, 3 – Дисплей відліку часу, 4 – Дисплей для задання часу роботи перевантажувача, 5 – Дисплей для задання часу руху вугілля від датчика до

ковша, 6 – Дисплей для задання часу одного оберту ковша, 7 – Дисплей для задання часу з'їзду ковша з кінцевого вимикача, 8 – Дисплей для задання допустимого часу верхнього рівня датчика ДР2іа, 9 – Відображення стану, нормально відкритого, контакту головного конвеєра, з можливістю встановлення програмної «перемички», 10 – Відображення стану, нормально відкритого, контакту датчика рівня ДР2іа, з можливістю встановлення програмної «перемички», 11 – Відображення стану, нормально відкритого, контакту залізovidділювача, з можливістю встановлення програмної «перемички», 12 – Відображення стану, нормально відкритого, контакту сигналу машини МПЛ, з можливістю встановлення програмної «перемички», 13 – Відображення стану, нормально відкритого, контакту сигналу машини ПММ, з можливістю встановлення програмної «перемички», 14 – Відображення стану, нормально відкритого, контакту кінцевого дверей ПММ, з можливістю встановлення програмної «перемички», 15 – Відображення стану, нормально відкритого, контакту автоматичного вимикача ПММ, з можливістю встановлення програмної «перемички», 16 – Відображення стану, нормально відкритого, контакту автоматичного вимикача перевантажувача, з можливістю встановлення програмної «перемички», 17 – Відображення стану, нормально відкритого, контакту КТВ перевантажувача, з можливістю встановлення програмної «перемички», 18 – Рядок відображення стану машини, у разі аварії виводить повідомлення.

Всі «перемички» мають енергонезалежну пам'ять, тому після відключення живлення залишаються у стані в якому були до відключення.

Екран налаштувань для механіка надає більш детальну інформацію про стан машини ніж екран налаштувань для персоналу та більше можливостей для налаштування комплексу. За необхідністю механік має змогу змінювати значення лічильників для агрегатів під час роботи для поліпшення якості відбору проб.

Висновки до розділу 3

1) Розроблені алгоритми на основі модернізованої функціональної схеми для керування основною системою котра керується контролером KINCO.

2) Розроблено програму для контролера. У ході розробки збільшилася безпека роботи пробовідбірника шляхом додавання аварійних ланцюгів, зменшилася ймовірність виникнення аварійних ситуацій за рахунок контролю рівня матеріалу на конвеєрній стрічці й заштибування та підвищилася надійність роботи пробовідбірника внаслідок додавання блоку дозволу на роботу машини.

3) Розроблено графічний інтерфейс оператора для модернізованої системи автоматичного керування пробовідбірника механічного маятникового він є зручним та інформативним. Він дозволяє операторам та механікам ефективно керувати пробовідбірником і налаштовувати його під конкретні потреби.

ВИСНОВКИ

1) Виконано аналітичний огляд пробовідбірників. На основі цього огляду визначено, чим потрібно керуватись для модернізації пробовідбірника механічного маятникового ПММ12. Провів порівняльний аналіз пробовідбірників ПММ-У та ПММ-12М та виділив плюси й мінуси двох систем, щоб надалі на основі цього розробити нову модернізовану систему автоматичного керування пробовідбірником механічним маятниковим ПММ12.

2) Розроблено електричну принципову та модернізовану функціональну схему САК пробовідбірником механічним маятниковим, обрано комплекс апаратних засобів для технічної реалізації системи.

3) Розроблені алгоритми на основі модернізованої функціональної схеми для керування основною системою котра керується контролером KINCO.

4) Розроблено програму для контролера KINCO у середовищі програмування Kinco Builder на мові LD (діаграма ланцюгів)

5) Розроблено графічний інтерфейс оператора для модернізованої системи автоматичного керування пробовідбірника механічного маятникового

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Беляєв А. П. Гірниче виробництво: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. Вип. 1. Загальний курс гірництва. – К.: Національний гірничий університет, 2011. – 480 с.
2. Беляєв А. П. Довідник по відбору проб сипких матеріалів. 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Національний гірничий університет, 2012. – 481 с.
3. Лагутенко В. І. Нафтовидобуток: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: Національний гірничий університет, 2012. – 269 с..
4. Пількевич В. А. Гідрогеохімія морів і океанів: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: Національний гірничий університет, 2012. – 372 с.
5. Гірниче виробництво: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. / За ред. А.П. Беляєва. – К.: Національний гірничий університет, 2011. – 377 с.
6. Пробовідбірники: основи теорії та практики. / За ред. В.М. Шешко. – К.: Національний гірничий університет, 2009. – С. 187-188.
7. Бар'єри іскрозахисту типу БІЗ. Керівництво з експлуатації. С. 2-4. URL: https://skydom.info/uploads/1.1.%20Бар'єр%20іскрозахисту%20СКМ-БІЗ-08%20КЕ_Керівництво%20з%20експлуатації.pdf
8. Устаткування для вимірювання рівня – Temix: електронний ресурс. URL: <https://temix.com.ua/uk/product-category/level-measuring-equipment/> (дата звертання 14.11.23)
9. Майстренко, Д.В. Ультразвукові рівнеміри: принцип роботи, види та застосування / Д.В. Майстренко // Машинобудування. – 2022. – № 4. – С. 2-3.
10. Войцехівський, Л.М. Ультразвукові рівнеміри / Л.М. Войцехівський, В.І. Смирнов. – К.: Техніка, 2021. – 304 с.
11. Коваленко, І.В. Ємнісні рівнеміри: сучасні тенденції розвитку / І.В. Коваленко, С.О. Коваленко // Наука і прогрес. – 2023. – № 1. – С. 24-27.
12. Войцехівський, Л.М. Радарний рівнемір / Л.М. Войцехівський, В.І.

Смирнов // Ультразвукові та радіаційні рівнеміри. – К.: Техніка, 2021. – С. 128-135.

13. Сєров, В.М. Рефлексні рівнеміри / В.М. Сєров, В.І. Смирнов // Ультразвукові та радіаційні рівнеміри. – К.: Техніка, 2021. – Вип. 2. – С. 140-145.

14. Pierre M. Gy. Sampling of particulate materials. Theory and practice. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company. 1979. 431p.

ДОДАТОК А – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуаціях на підприємстві

А.1 Основні шкідливі виробничі фактори, що впливають на умови праці робітників відділу АСУ ТП

До основних шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, пов'язаних з роботою на персональному комп'ютері належать: напруга зорових органів та перевтомлення очей; навантаження на кисті рук та пальці; тривале знаходження в статичному стані, що викликає застійні явища в організмі; випромінювання різного виду (рентгенівське, електромагнітне, інфрачервоне, статистичні поля); механічні шуми, пов'язані з роботою кулера, дискового приводу, оргтехніки; іонізація повітря; виділення в повітря робочого приміщення різних хімічних речовин (озон, триметілфосфат, біфеніли); небезпека статичної електрики.

До психологічно шкідливих факторів можна віднести розумову напругу та нервово-емоційне перевантаження, які виникають внаслідок підвищеної концентрації уваги. Усі ці фактори негативно впливають на здоров'я працівників відділу АСУ ТП та сприяють виникненню професійних захворювань: комп'ютерний зоровий синдром; радіохвильова хвороба; синдром висихання рогівки ока; кистьовий тунельний синдром; захворювання шкіри; захворювання кишкового тракту; серцево-судинні захворювання; комп'ютерна алергія.

А.2 Заходи щодо поліпшення умов праці робітників відділу АСУ ТП

Для зменшення шкідливого впливу негативних факторів виробничого середовища на працівників відділу АСУ ТП необхідно вжити заходів щодо поліпшення їх умов праці: при облаштуванні робочих місць з ПК не допускати розміщення комп'ютеру у підвальних приміщеннях; приміщення має бути

обладнане системою опалення, кондиціонування повітря, вентиляцією; для боротьби зі статичним полем підтримувати відносну вологість повітря на рівні 50-60% за допомогою кондиціонування, для підлоги використовувати матеріали з антистатичного матеріалу; дотримуватися параметрів: площа на одного працюючого – 6 м², об'єм – 20 м³; відстань від робочого місця з ПК до стіни з вікном повинна становити не менше ніж 1,5 м, від інших стін – на відстані 1 м, а відстань між столами – 1,5 м; не застосовувати для обробки приміщення полімерні матеріали, що виділяють шкідливі хімічні речовини; відстань від екрану комп'ютера до очей повинна складати 50-70 см; час праці за ПК не повинен перевищувати 20 годин на тиждень, при цьому робити перерву кожні 45 хвилин на 5 хвилин.

Для зменшення шкідливого впливу негативних факторів виробничого середовища робоче місце з ПК повинно відповідати наступним гігієнічним вимогам: екран та клавіатура повинні розташовуватись на оптимальній відстані від очей користувача, що становить 600...700 мм; висота робочої поверхні робочого столу має регулюватися в межах 680...800 мм; робочий стіл повинен мати простір для ніг заввишки не менше ніж 600 мм, завширшки не менше ніж 500 мм, завглибшки (на рівні колін) не менше ніж 450 мм, на рівні простягнутої ноги - ніж 650 мм.

Для зменшення негативного впливу мобільного апарату необхідно: скоротити до мінімуму час розмови по телефону; обирати мобільний телефон з мінімальним значенням SAR (Specific Absorbtion Rate). SAR – одиниця виміру питомої величини поглинання випромінювання організмом людини; максимальна потужність випромінювання телефону. Максимальне значення SAR у Європі складає 2 Вт/кг;[4] підносити термінал до вуха після з'єднання з абонентом. Під час здійснення з'єднання збільшується потужність випромінювання телефону.

Згідно з приведеними вимогами можемо розробити схему необхідного розташування робочих місць, яка приведена на рис. А.1:

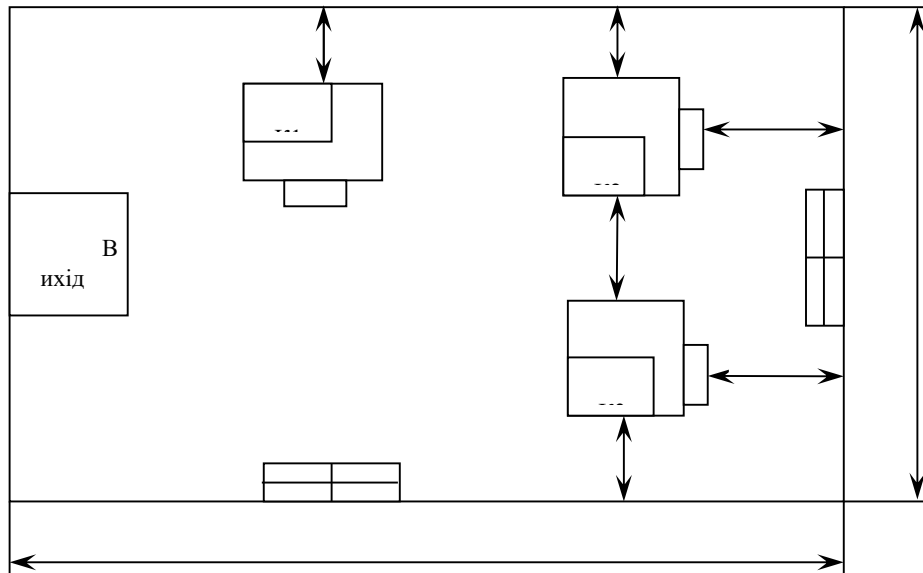


Рисунок А.1 – Облаштування робочих місць із ПК

Таким чином, дотримано всіх вимог. При цьому працюючі не звернені обличчям до вікна при роботі за комп'ютером.

А.3 Розрахунок кондиціонування та вентиляції для відділу АСУ ТП

У відділі АСУ ТП є джерела екстремальних температур, тому необхідно визначити необхідні умови їх вентилявання. Витрату повітря у відділі з додатковим тепловиділенням визначаємо по формулі:

$$L = \frac{Q_{\text{над}}}{c \cdot p (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}, \quad (\text{А.1})$$

де $Q_{\text{над}}$ - надлишкове виділення тепла в робочому приміщенні, ккал/год.;

c - теплоємність повітря (0,237 ккал/кг);

p - обсягова вага повітря (1,226 кг/ м³);

$t_{\text{в}}$ - температура витяжного повітря (26°С);

$t_{\text{н}}$ - температура повітря, що притікає (18°С).

Розрахуємо надлишкове надходження тепла по формулі:

$$Q_{над} = Q_{уст} + Q_{пер} + Q_{осв} + Q_{ср}, \quad (A.2)$$

де $Q_{уст}$ - виділення тепла від устаткування;

$Q_{пер}$ - виділення тепла робітниками;

$Q_{осв}$ - надходження тепла від електричного освітлення;

$Q_{ср}$ - надходження тепла від сонячної радіації через вікна.

Визначимо виділення тепла від устаткування по формулі:

$$Q_{уст} = P \cdot K_a \cdot K_b \cdot 860 \text{ ккал/год}, \quad (A.3)$$

де P - сумарна потужність устаткування, кВт/год;

K_a - коефіцієнт установленної потужності (0,95);

K_b - коефіцієнт одночасної роботи (1,0).

$$Q_{уст} = [(x_1 \cdot k_1) + (x_2 \cdot k_2) + (x_3 \cdot k_3) + (x_4 \cdot k_4)] \cdot K_a \cdot K_b \cdot 860 \text{ ккал/год}, \quad (A.4)$$

де x - кількість системних блоків, моніторів, принтерів, кондиціонерів відповідно; k - потужність системних блоків, моніторів, принтерів, кондиціонерів відповідно.

Розрахуємо:

$$Q_{уст} = [(3 \cdot 0,5) + (3 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,4) + (1 \cdot 6,3)] \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 860 = 490,2 \text{ ккал/год}. \quad (A.5)$$

Визначимо виділення тепла від обслуговуючого персоналу за допомогою формули:

$$Q_{пер} = n \times g, \quad (A.6)$$

де n - кількість працюючих;

g - кількість тепла, що виділяє один працівник за годину (100 ккал/год.)

Розрахуємо:

$$Q_{\text{пер}} = 6 \times 100 = 600 \text{ ккал/год.} \quad (\text{A.7})$$

Визначимо надходження тепла від електричного освітлення по формулі:

$$Q_{\text{осв}} = E_{\text{м}} \cdot g_1 \cdot S, \quad (\text{A.8})$$

де $E_{\text{м}}$ – нормована освітленість для цієї зорової роботи, приймаємо рівним 400 лк;

g_1 – питома тепловиділення на 1 м² підлоги при 1 лк освітленості (для люмінесцентних ламп – 0,05 ккал/год.);

S – площа приміщення, м².

Розрахуємо:

$$Q_{\text{осв}} = 400 \cdot 0,05 \cdot 45,44 = 908,8 \text{ ккал/год.} \quad (\text{A.9})$$

Визначимо надходження тепла від сонячної радіації через вікна по формулі:

$$Q_{\text{ср}} = F \cdot g_2 \cdot K_{\text{осл}}, \quad (\text{A.10})$$

де F - площа віконних прорізів (1,55 м²);

g_2 - кількість тепла, що надходить через 1 м² віконного прорізу (65 ккал/год.);

$K_{\text{осл}}$ - коефіцієнт ослаблення, приймаємо - 0,4.

Розрахуємо:

$$Q_{\text{ср}} = 1,55 \cdot 65 \cdot 0,4 = 40,3 \text{ ккал/год.} \quad (\text{A.11})$$

Визначимо кількість надлишкового тепла:

$$Q_{\text{над}} = 490,2 + 600 + 908,8 + 40,3 = 2039,3 \text{ ккал/год.} \quad (\text{A.12})$$

Визначимо витрати повітря в приміщенні:

$$L = \frac{2039,3}{0,237 \cdot 1,226 \cdot (26-18)} = 877,31 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (\text{A.13})$$

Існуюча в наявності система вентилявання має продуктивність 600 куб. м./годину, але це не задовольняє необхідним нормативам. Потрібно замінити функціонуючу систему вентилявання на більш потужнішу. Параметри мікроклімату на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Відповідно доданих санітарних норм температура повітря, швидкість руху повітря і відносна вологість у холодні періоди року повинна складати 22-24 градуса по Цельсію, 0,1 метра в секунду і 40-60 % відповідно. У теплі періоди року температура повітря повинна складати 23-25 градусів Цельсія, рухливість повітря 0,1-0,2 метрів секунду, вологість 40-60 %. Температура може коливатися від 22 до 26 градусів Цельсія при збереженні всіх інших параметрів мікроклімату. Вище зазначені норми цілком відповідають фактичним відділу АСУ ТП.

А.4 Розрахунок системи загального рівномірного освітлення з лампами розжарювання

Розміри відділу: довжина ($a=7,1$ м), ширина ($b=6,4$ м), висота ($h=3$ м). Визначимо норми освітлення для та розрахункову висоту для виділених зон. Мінімальна освітленість за нормами $E=400$ лк. Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття - $R_{\text{стелі}} = 70\%$, $R_{\text{стін}} = 50\%$. Висота робочих поверхонь (столів) $h_p = 0,7$ м. Для освітлення прийнято світильники типу УПМ-15, які підвищуються до стелі, відстань від світильника до стелі $h_c = 0,5$ м. Мінімальна освітленість за нормами $E=400$ лк.

1) Визначимо висоту підвісу світильників над підлогою:

$$h_0 = H - h_C = 3 - 0,5 = 2,5 \text{ м.} \quad (\text{A.14})$$

Для світильників загального освітлення з лампами розжарювання потужністю до 200 Вт мінімальна висота підвісу над підлогою відповідно до СНіП П-4-79 повинна бути у межах 2,5 - 4,0 м, залежно від характеристики світильника. В нашому випадку це відповідає цій вимозі.

- 2) Визначимо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p = 2,5 - 0,7 = 1,8 \text{ м.} \quad (\text{A.15})$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками (L) і висоти їх підвісу (h).

- 3) Визначимо рекомендовану відстань між світильниками:

$$L = 0,7h = 0,7 \cdot 1,8 = 1,26 \text{ м.} \quad (\text{A.16})$$

- 4) Розрахуємо необхідну кількість світильників:

$$N = \frac{ab}{L^2} = \frac{7,1 \cdot 6,4}{1,16^2} = 33,77 \approx 35 \quad (\text{A.17})$$

Приймаємо 35 світильників, враховуючи розміри приміщення розміщуємо їх у 3 ряди по 7 штук.

- 5) Світловий потік лампи світильника визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} \text{ ккал / год} , \quad (\text{A.18})$$

де E - нормативна освітленість, лк;

K_3 - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп (1,5);

S - площа приміщення, що освітлюється, m^2 ;

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення для ламп розжарювання (=1,15);

N - кількість світильників;

n - кількість ламп у світильнику;

η - коефіцієнт використання світового потоку, який визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення (i) та коефіцієнтів відбиття стін та стелі.

6) Визначимо показник приміщення для кожної зони:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} = \frac{7,1 \cdot 6,4}{1,8 \cdot (7,1 + 6,4)} = 1,8 \quad (A.19)$$

7) З таблиці 3.25 [2] знаходимо коефіцієнт використання ($\eta = 0,52$) для світильників УПМ-15 (при $P_{\text{стелі}} = 70\%$, $P_{\text{стін}} = 50\%$).

8) Світловий потік одного світильника, а значить і лампи, оскільки за конструктивним виконанням у світильнику цього типу встановлена лише одна лампа, дорівнює:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{400 \cdot 45,44 \cdot 1,5 \cdot 1,15}{35 \cdot 0,52} = 1722,73_{\text{лм}} \quad (A.20)$$

9) З таблиці 3.27 [2] обираємо лампу БК (біспіральна криптонова) потужністю 100 Вт, світловий потік якої становить 1450 лм. Хоча це значення менше розрахованого на 14%, однак не перевищує встановлену норму ($-0\% < \Delta\Phi_{\text{л}} < +20\%$). Сумарна електрична потужність усіх світильників,

встановлених у приміщенні становить:

$$\Sigma P_{\text{св}} = P \cdot N = 100 \cdot 35 = 3,5 \text{ кВт.} \quad (\text{A.21})$$

A.5 Пожежна безпека

У приміщенні відділу АСУ ТП основні міри для забезпечення пожежної безпеки визначає Інструкція про заходи пожежної безпеки для службових приміщень. Вона є обов'язковою для виконання всіма співробітниками. В інструкції про засоби пожежної безпеки для службових приміщень забороняється: улаштовувати тимчасові електромережі, застосовувати саморобні плавкі вставки в запобіжниках, прокладати електричні проводи безпосередньо по пальній основі, експлуатувати світильники зі знятими ковпаками (розсіювачами), використовувати саморобні подовжувачі, що не відповідають вимогам Правил пристрою електроустановок; пристосовувати вимикачі, штепсельні розетки для підвішування одягу й інших предметів, обгортати електролампи і світильники, заклеювати ділянки електромережі пальною тканиною, папером; використовувати побутові електрокип'ятильники, чайники тощо без непалених підставок, залишати без нагляду включеними в електромережу кондиціонери, комп'ютери, рахункові і друкарські машинки і т.п.; захаращувати підступи до засобів пожежогасіння, використовувати пожежні крани, рукави і пожежний інвентар не за призначенням, зберігати документи, різні матеріали, предмети й інвентар у шафах (нішах) інженерних комунікацій; курити (крім спеціально відведених для цього адміністрацією місць, позначених написом «Місце для паління» і забезпечених урною чи попільницею з непаленого матеріалу), проводити зварювальні й інші вогневі роботи без оформлення відповідного дозволу, застосовувати легкозаймисті рідини.

A.6 Безпека при надзвичайних ситуаціях на підприємстві

Меблі й устаткування в цехах підприємства МК «Азовсталь» повинні розміщатися таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (шириною не менше 1 м). Евакуаційні шляхи і виходи необхідно постійно держати вільними, нічим не зашарашувати. Засоби протипожежного захисту в приміщеннях потрібні триматися у справному стані.

У випадку виявлення пожежі слід: негайно повідомити державну пожежну охорону за телефоном «101», вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, своє прізвище; повідомити про пожежу керівництву, а в нічний час черговому охоронцю;

У разі можливості почати гасіння пожежі наявними засобами, організувати зустріч пожежних підрозділів.

При виникненні пожежі у початковій стадії його розвитку випромінюється тепло, токсичні продукти згоряння, імовірні руйнування будівельних споруд. Тому слід як можна швидше провести евакуацію людей із палаючої будівлі. Показником ефективності евакуації є час, протягом якого працівники можуть при необхідності залишити окремі приміщення і будівлю в цілому. Безпека евакуації досягається тоді, коли час евакуації не перевищує час настання критичної фази розвитку пожежі, тобто часу від початку пожежі до досягнення граничних для людини впливів факторів пожежі (критичних температур, ступені задимлення, зниження концентрації кисню и т.п.). Число евакуаційних виходів повинно бути не менш двох. Вони повинні розташовуватися розосереджено.

Двері на шляхах евакуації повинні відкриватися у напрямку виходу із будівлі. У кожному приміщенні на видному місці повинен бути вивішений план евакуації при пожежі. При пожежі обов'язково необхідно враховувати небезпечні чинники і механізм їх дії на людину. Користуватися ліфтом категорично забороняється. Шахта ліфта є шляхом для поширення диму і отруйних продуктів горіння, до того ж при пожежі ліфт часто відключають і

можна опинитися в пастці при пожежі.

Якщо ви знаходитесь в приміщенні де немає пожежі, но відрізани вогнем, димом, високою температурою від головних шляхів евакуації, то в першу чергу необхідно заважити доступу диму и продуктів горіння в це приміщення. Для чого необхідно негайно закрити усі щілини у дверях та під ними змоченими водою ганчірками, рушниками, робочими халатами та іншим.

Якщо приміщення все ж заповнено димом, необхідно підповзти до вікна, закрити при цьому рот та ніс змоченою тканиною, яка грає роль фільтру та в певної мірі захищає від продуктів горіння.

Рухатись у задимленій зоні поповзом або максимально пригнувшись, необхідно тому що більшість нагрітих газоподібних отруйних речовин та дим збираються у верхній зоні приміщення, окрім цього, в приміщенні при горінні температура на рівні очей людини у 6 разів вище за температуру на рівні полу, до того ж внизу завжди зберігається більша концентрація кисню. Коли ви опинились біля вікна трохи відкрийте його та дихайте через щілину, очікуючи прибуття пожежників. При їх прибутті негайно зверніть на себе увагу. Ніколи не стрибайте через вікно без відомої на це необхідності (кожний другий стрибок з 4-го поверху при пожежі - смертельний).

ДОДАТОК Б – Вхідні та вихідні змінні

Вхід/Вихід	Хбіт.байт	Схема	Контакт
вхід №1	I0.0	головний конвеєр	NO
вхід №2	I0.1	залізовідділювач	NO
вхід №3	I0.2	автомат ПММ	NC
вхід №4	I0.3	ав2 перевантажувач	NC
вхід №5	I0.4	БИЗ1 нижній	NO
вхід №6	I0.5	БИЗ2 верхній	NO
вхід №7	I0.6	МПЛ готова	NO
вхід №8	I0.7	Кнопка ручний відбір	NO
вхід №9	I1.0	КТВ	NC
вхід №10	I1.1	кінцевий ковша	NC
вхід №11	I1.2	кінцевий дверей	NC
вихід №1	Q0.0	сирена	-
вихід №2	Q0.1	ПММ	-
вихід №3	Q0.2	перевантажувач	-
вихід №4	Q0.3	до схеми МПЛ	-
вихід №5	Q0.4	до схеми ГЛ КОНВ	-

ДОДАТОК В – Локальні змінні

Локальні змінні	Змінні	Властивість	Пам'ять
кнопка "вибір теми"	LB 5	Панель (активна)	тема
кнопка "EN UA"	LW 9130	Панель (активна)	мова
Відбір через (секунд)	VW3750	Панель (змінна)	ПАМ'ЯТЬ
Зворотній відлік	%VW206	Панель (відображення)	без пам'яті
Включення ПММ	%M110.0	Панель (відображення)	без пам'яті
АВАРІЯ	%M100.0	Панель (відображення)	без пам'яті
Час від датчику до вугілля	%VW3752	Панель (змінна)	ПАМ'ЯТЬ
Час з'їзду з кінцевого	%VW3754	Панель (змінна)	ПАМ'ЯТЬ
Час на один оберт	%VW3756	Панель (змінна)	ПАМ'ЯТЬ
Час роботи перевантажувача	%VW3758	Панель (змінна)	ПАМ'ЯТЬ
Постійна робота перевантажувача	%M110.1	Панель (активна)	без пам'яті
Лічильник А	%VW214	Панель (відображення)	без пам'яті
Скидання лічильнику А	%M110.2	Панель (активна)	без пам'яті
Лічильник Б	%VW222	Панель (відображення)	без пам'яті
Скидання лічильнику Б	%M110.3	Панель (активна)	без пам'яті
Рахунок кількості проб за вугіллям	%M110.4	Панель (активна)	без пам'яті
Рахунок часу за вугіллям	%M110.5	Панель (активна)	без пам'яті
Час на заштибування	%VW3764	Панель (змінна)	ПАМ'ЯТЬ
Скидання	%M100,7	Панель (активна)	без пам'яті