

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Факультет денної форми навчання

Кафедра електронних
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота бакалавра

Розробка електронного пристрою захисту скіпа від перевищення швидкості руху на підйомній установці шахти «Експлуатаційна» Запорізьського залізорудного комбінату

Студент гр. ЕІз-71

О. В. Меліхов

Науковий керівник
к.т.н., доцент

М. П. Матвієнко

Конотоп 2021

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присв'ячена розробці електронного пристрою захисту скіпа від перевищення швидкості руху на підйомній установці шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату .

Об'єктом розробки такого пристрою є підйомна установка шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату.

Метою роботи є розробка електронного пристрою захисту скіпа від перевищення швидкості руху на підйомній установці шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату.

При виконанні кваліфікаційної роботи по розробці електронного пристрою захисту скіпа від перевищення швидкості руху на підйомній установці шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату були проаналізовані різні пристрої для таких систем, методи їх побудови. На основі такого аналізу і методів їх побудови та даних шахти, зроблений розрахунок для вибору квантів шляху при побудові такого пристрою для захисту скіпа від перевищення швидкості руху на підйомній установці шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату. На основі даних квантування і кількості їх на відповідних шляхах руху сосуди, був проведений аналіз існуючих контролерів і вибраний такий, що найбільше підходить для їх реалізації. Це контролер M90-TA2-CAN, на якому була розроблена програма реалізації канонічних рівнянь роботи пристрою на мові програмування U90 Ladder

Робота викладена на 39 сторінках, у тому числі включає 7 рисунків, 3 таблиці, список цитованої літератури із 15 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ, СКІП, ТАХОГРАМА, ПЕРЕВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ, ДІЛЯНКИ РУХУ, ПРОГРАМУВАННЯ, ПРИСКОРЕННЯ, КОНТРОЛЕРИ.

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ І МЕТОДІВ ЗАХИСТУ СКІПА ВІД ПЕРЕВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ НА ПІДЙОМНИХ УСТАНОВКАХ ШАХТ.....	5
1.1. Аналіз пристроїв захисту скіпа від перевищення швидкості руху на підйомних установках шахт	5
1.2. Аналіз методів захисту скіпа від перевищення швидкості руху на підйомних установках шахт.....	10
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАГРАМИ ШВИДКОСТІ І РОЗРОБКА ВИМОГ БЕЗПЕКИ ПРОГРАМУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ СКІПА ВІД ПЕРЕВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ НА ПІДЙОМНИХ УСТАНОВКАХ ШАХТ	13
2.1. Дослідження діаграми швидкості руху шахтного підйомного скіпа.....	13
2.2. Розробка вимог безпеки програмування системи захисту від перевищення швидкості руху скіпа.....	19
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ДАНИХ І РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАХИСТУ СКІПА ВІД ПЕРЕВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ НА ПІДЙОМНІЙ УСТАНОВЦІ ШАХТИ «ЕКСПЛУАТАЦІЙНА» ЗАПОРІЖСЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО КОМБІНАТУ	22
3.1. Розрахунок тахограми руху шахтного підйомного скіпа для шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату.....	22
3.2. Розробка алгоритму роботи програми на ділянках рівномірного ходу, уповільнення і дотяжки для шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату.....	26
3.3. Вибір контролера для системи захисту від перевищення швидкості руху скіпа для шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату.....	29
3.4. Вибір ефективної мови програмування та розробка програми для реалізації системи захисту руху скіпа від перевищення швидкості на підйомній установці шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату.....	32
ВИСНОВКИ.....	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	37
ДОДАТОК А.....	39

ВСТУП

Подальше збільшення видобутку залізної руди, що становить фундамент сучасної металургійної промисловості, є одним з найважливіших народногосподарських завдань. Підйомна установка гірського підприємства є найбільш відповідальною ланкою, що забезпечує видачу корисних копалин на поверхню.

Вихід з ладу підйомної установки приводить до порушення робочого процесу рудника й може бути причиною нещасних випадків.

Найпоширенішими видами аварій підйомних установок є перепідйом і тверда посадка підйомного скіпа, які можливі при перевищенні швидкості в окремі періоди роботи рудника. Відхилення дійсної швидкості руху підйомних скіпів від розрахункової практично неминуче при експлуатації всіх типів підйомних установок. Найбільше часто ці відхилення відбуваються при зміні ваги корисного вантажу, неправильних діях машиніста при ручному керуванні або порушення роботи схеми на автоматизованих установках.

Правилами безпеки на рудниках передбачається оснащення кожної підйомної установки, що має швидкість руху понад 3 м/с, обмежником швидкості, який не допускає небезпечного перевищення фактичної швидкості над розрахунковою.

У теперішній час діючі підйомні установки й ті, що вводяться в експлуатацію, обладнюються обмежниками швидкості, які повинні відповідати сучасним вимогам, які викладені для таких пристроїв в стандарті ОСТ 12.24.189-80.

Дана кваліфікаційна робота присв'ячена розробці електронного пристрою захисту скіпа від перевищення швидкості руху на підйомній установці шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізрудного комбінату, який відповідає діючому стандарту ОСТ 12.24.189-80.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ І МЕТОДІВ ЗАХИСТУ СКІПА ВІД ПЕРЕВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ НА ПІДЙОМНИХ УСТАНОВКАХ ШАХТ

1.1. Аналіз пристроїв захисту скіпа від перевищення швидкості руху на підйомних установках шахт

Пристрої захисту від перевищення швидкості призначені для захисту підйомного сосуда від перевищення допустимої швидкості його руху [1, 2].

Незалежно від конструктивних особливостей обмежники швидкості містять чотири основних вузли: завдання припустимого значення швидкості, виміру дійсної швидкості, порівняння заданого й дійсного значення швидкостей і виконання формуючого вихідного сигналу при перевищенні швидкості.

В обмежнику швидкості ОСВ [3, 4] задана швидкість задається профілем ретардуючого диска, а дійсна - відцентровим таходатчиком. Порівняння сигналів швидкостей виконується за допомогою сельсина, у якого ротор і статор можуть обертатися один відносно одного. Але обмежник швидкості даного типу громіздкий, має складну механічну частину, точність контролю знижується через люфти в зчленуваннях, що передають обертання від блоків фактичної й заданої швидкостей до блоку порівняння.

Обмежник швидкості ОСП [5] складається із двох датчиків шляхових імпульсів ДПШ-1 і блоку порівняння й контролю БПКО-1. Вихідними сигналами датчика ДПШ-1 є дві послідовності шляхових імпульсів, одержуваних від обертання диска від гальмового поля барабана за рахунок фрикційного зв'язку. Але такі обмежники технічно складні, недостатньо надійні.

Механічні пристрої обмеження швидкості

Механічний обмежник швидкості НКМЗ конструктивно зєднаний з показником глибини. Елементом, що реагує на дійсну швидкість руху є відцентровий балансір, що приводиться в обертання від вала підйомної

машини через зубчасті пари. У похиленому стані балансир утримується пружинами. При обертанні балансир прагне зайняти горизонтальне положення, переборюючи опір пружин.

Кожній швидкості обертання відповідає певне положення балансира. Швидкість, при якій спрацьовує обмежник, задається профілем ретардуючого диска [1]. Недоліком цього обмежника є: відсутність автоматичного контролю справності механічних елементів, низька чутливість вимірювального елемента на нижньому діапазоні контрольованих швидкостей.

Обмежник швидкості ОСВ призначений для контролю швидкості руху підземних шахтних підйомних машин і лебідок. Він складається із блоку таходатчиків дійсної швидкості, блоку задатчиків швидкості, блоку порівняння швидкостей і виконавчого органа. Від вихідного вала, що приводиться у рух підйомною машиною, обертання через систему передач передається на блок датчиків дійсної швидкості й блок датчиків заданої швидкості. Задана швидкість імітується профілем ретардуючого диска, дійсна - відцентровим таходатчиком. Блок порівняння швидкостей виконаний на сельсині. Ротор сельсина кінематично пов'язаний із блоком відцентрових датчиків. Статор сельсина кінематично пов'язаний із блоком заданої швидкості. Ротор сельсина повертається на кут, що відповідає дійсній швидкості руху підйомних посудин, а статор - на кут, що відповідає заданій швидкості. Таким чином, на виході сельсина виходить сигнал, пропорційний неузгодженості дійсної й заданої швидкостей.

Під час руху підйомної машини при відсутності перевищення заданої швидкості, взаємне розташування статора й ротора сельсина залишається незмінним.

Якщо дійсна швидкість руху підйомного скіпа в будь-якій точці шляху перевищить задану, ротор сельсина переміститься у бік зменшення кута початкового зсуву, реле РОС знеструмиться, що приведе до спрацьовування запобіжного гальма підйомної машини.

До недоліків обмежника швидкості ОСВ [3, 4] можна віднести наступне великі розміри, що ускладнює його установку й транспортування у підземних умовах, складність механічної частини апарата, низька точність роботи з появою люфтів у зчленуваннях, спільна з апаратом керування прив'язка до підйомної машини, відсутність можливості достовірної перевірки працездатності апарата на ділянці уповільнення при загальмованій машині.

Обмежник швидкості ОСД призначений для захисту вертикальних і похилих підйомних установок від перевищення припустимих значень швидкостей приведений на рис.1.1.1. Він являє собою апарат, що складається із блоку порівняння швидкостей, виконавчого органа, вузла заданої швидкості й вузла дійсної швидкості, зв'язаних між собою кінематично.

Від вала барабана підйомної машини або її редуктора обертання передається на вхідний вал апарата, потім через систему передач на вузол заданої швидкості й на вузол дійсної швидкості. Величина дійсної швидкості визначається напругою тахогенератора. Величина заданої швидкості визначається кутом повороту ротора сельсіна. Ці сигнали надходять до блоку порівняння швидкостей, що представляє собою тиристор, вхідний ланцюг якого включається в схему порівняння струмів [4, 5].

До недоліків обмежника швидкості ОСД можна віднести: великі розміри, складність механічної частини апарата, великі динамічні помилки з появою люфтів, відсутність можливості достовірної перевірки працездатності апарата на ділянці уповільнення при загальмованій машині.

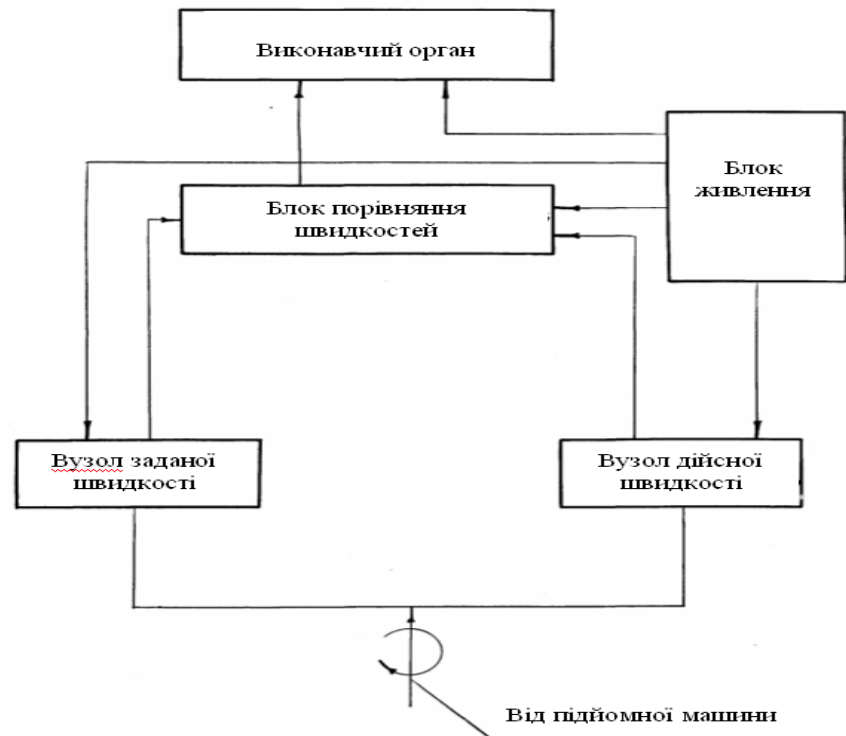


Рис.

1.1.1.

Структурна схема обмежника швидкості ОСД

Електромеханічні пристрої обмеження швидкості

Обмежник швидкості РОС-5914 складається з тахогенератора (ТГ), двох командоапаратів КАВ і КАН, реле обмеження швидкості РОС і реле контролю справності ланцюга РКЦ [4].

До недоліків електричного обмежника швидкості РОС-5914 відносяться:

а) відсутність контролю справності механічних приводів командоапаратів;

б) зниження точності роботи при більших висотах підйому через малий масштаб контрольованого шляху уповільнення.

в) спільна прив'язка й відсутність можливості перевірки працездатності в зазначеному вище змісті.

Обмежники швидкості ЕОС-2 і модернізований ЕОС-3 розроблені Конотопським заводом "Червоний металіст".

Обмежники швидкості можуть працювати лише з апаратом АЗК-1 і складаються із трьох основних блоків: заданої швидкості, порівняння й виконавчого блоку [5].

Розрахункова швидкість руху задається сельсінними командоапаратами, що приводяться в рух апаратом АЗК-1. Як нелінійний елемент для перетворення вихідної напруги сельсинів апарата АЗК-1 у параболічну залежність використаний діодний функціональний перетворювач, що працює на принципі кусочно-лінійної апроксимації. Датчик дійсної швидкості руху - тахогенератор. Основним недоліком обмежників швидкості цього типу є складність конструкції механічної частини АЗК-1, більші динамічні погрішності з появою люфтів редуктора АЗК і редуктора, що приводить в обертання тахогенератор, спільна прив'язка й відсутність можливості перевірки працездатності в зазначеному вище змісті.

Пристрої з електронними обмежниками швидкості

Обмежник швидкості із використанням магнітного запису на канаті, розроблений МакНДІ і Донецьким машинобудівним заводом ім. Ленінського комсомолу України для машин зі шківками тертя. Принцип дії обмежника швидкості складається у визначенні фактичної швидкості руху каната по тривалості періоду між двома послідовними сигналами від магнітних міток на канаті й у порівнянні цього періоду з періодом, що відповідає заданій швидкості на даній ділянці шляху [5, 6].

Вихідними даними для розрахунку програми запису магнітних міток служить мінімально можливий інтервал між сусідніми магнітними мітками, що становить 20 - 30 см.

Основний параметр програми обмежника швидкості, час проходження магнітної мітки. До недоліків обмежника швидкості з використанням магнітного запису на канаті відносяться вплив витяжки каната на точність завдання швидкості, недостатня точність завдання захисної тахограми при малих швидкостях, складність запису магнітних міток, відсутність можливості перевірки працездатності в зазначеному вище змісті.

Наведений огляд показує, що жоден з обмежників швидкості, що випускають у даний час, не відповідає сучасним вимогам до апаратів цього

типу, викладених в ОСТ 12.24.189 – 80 [6, 7]. Найбільш істотними недоліками обмежників, що випускають серійно, є:

1. Використання задатчиків припустимої швидкості руху, що мають малий кут розгорнення по шляху;
2. Використання як датчики дійсної швидкості низькоточних приладів;
3. Спільна прив'язка апаратів керування й обмежників швидкості до підйомної машини;
4. Складність налаштування й перебудови вузла задання захисної тахограми;
5. Значна кількість крапок перемикання захисної тахограми;
6. Відсутність можливості перевірки працездатності на всіх ділянках руху підйомного скіпа при загальмованій машині.

Отже, у тенденції розвитку обмежників швидкості підйому простежується поступовий перехід від електромеханічних конструкцій до електронних апаратів з використанням імпульсної цифрової, а в перспективі - мікропроцесорної техніки. При цьому для забезпечення ефективності їхнього застосування, надійності роботи й простоти обслуговування обмежники повинні бути не дуже складними пристроями [7].

1.2. Аналіз методів захисту скіпа від перевищення швидкості руху на підйомних установках шахт

Метод обмеження швидкості руху підйомного скіпа по часу

На ділянках розгону й рівномірного ходу обмежник повинен задавати значення швидкості захисної тахограми рівним $\alpha \cdot V_{\max}$ (де $\alpha=1,15$ - коефіцієнт, що враховує припустиме ПБ перевищення максимальної швидкості рівномірного ходу V_{\max}).

На ділянці уповільнення обмежник повинен задавати значення швидкості захисної тахограми у функції шляху, що визначається виразом

$$V_i = \sqrt{2 \cdot a_3 \cdot x_i + V_n^2} \quad (1.2.1)$$

де V_i - поточне значення швидкості захисної тахограми;

V_n - припустима швидкість підходу до прийомної площадки;

x_i - поточне значення шляху, що проходить підйомна посудина на ділянці уповільнення.

Принципово можливо задання швидкості захисної тахограми у функції шляху здійснювати тільки для контрольних точок шляху уповільнення, а між контрольними - у функції часу [8, 9].

При цьому, значення швидкості захисної тахограми в контрольних точках повинні визначатися з виразу (1.2.1), а між контрольними точками по формулі

$$V_z = V_{zi} - a \cdot t \quad (1.2.2)$$

де t - поточна координата часу.

V_{zi} - значення швидкості захисної тахограми, що відповідає даній контрольній точці шляху уповільнення. Визначення необхідної кількості контрольних точок захисної тахограми на ділянці уповільнення при комбінованому способі показує, що для їх розрахунку необхідно урахувати похибку виміру швидкості. Але навіть при досить низьких вимогах до припустимої похибки задання швидкості необхідна значна кількість точок корекції. Технічна реалізація корекції захисної тахограми за допомогою датчиків положення посудини, установлених у стовбурі, практично неможлива.

Отже, при цьому методі необхідно значно ускладнити схему обмежника швидкості. У результаті чого, основна перевага аналізованого способу завдання захисної тахограми – простота технічної реалізації - губиться. Крім того, варто мати на увазі, що впровадження обмежника, задання захисної тахограми в якому здійснюється цей спосіб, неминуче приведе до зниження продуктивності підйомної машини в ручному режимі керування за рахунок помилкових спрацьовань обмежника.

Метод обмеження швидкості руху підйомного скіпа по шляху

Цей метод базується на задання захисної тахограми у функції шляху. Захисна тахограма обмежника швидкості шахтних підйомних машин на ділянках уповільненого руху описується параболічною залежністю припустимої швидкості від поточної координати підйомного скіпа відносно приймальної площадки. Захисна тахограма може бути також представлена лінійно-спадаючою функцією часу. Якщо ділянку уповільнення розділити ординатами, проведеними через рівні відрізки осі часу t_p , рис.1.2.1, то отримаємо ряд трапецій, площі яких $h_1, h_2, h_3...$ чисельно дорівнюють довжині ділянок стовбура, за часом проходження яких можна судити про те, чи має місце перевищення швидкості. Якщо час проходження піднімальною посудиною зазначених відрізків $t > t_p$, то перевищення швидкості немає. Якщо $t < t_p$, то має місце перевищення швидкості, що повинно викликати запобіжне гальмування. Таким чином, завдання захисту від перевищення швидкості зводиться до розбиття всієї висоти підйому на певні нерівні ділянки шляху, виміру часу проходження піднімальною посудиною цих ділянок і порівняння отриманого значення з розрахунковою величиною t_p . [10,11]

На основі цього принципу будуються обмежники із заданням захисної тахограми у функції шляху.

На підставі вищевикладеного варто зробити висновок про доцільність завдання припустимої швидкості руху підйомного скіпа саме цим методом: методом обмеження швидкості руху підйомного скіпа по шляху.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАГРАМИ ШВИДКОСТІ І РОЗРОБКА ВИМОГ БЕЗПЕКИ ПРОГРАМУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ СКІПА ВІД ПЕРЕВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ НА ПІДЙОМНИХ УСТАНОВКАХ ШАХТ

2.1 Дослідження діаграми швидкості руху шахтного підйомного скіпа

Обмежник швидкості незалежно від конструктивних особливостей повинен містити чотири основних вузли: завдання захисної тахограми, виміру дійсної швидкості, порівняння величин заданої й дійсної швидкостей і виконавчий-формуючий сигнал перевищення швидкості. При цьому, спосіб побудови обмежника швидкості в цілому, якість його роботи й вартість, в основному визначаються ідентичними параметрами вузла завдання захисної тахограми. Тому основним завданням при розробленні обмежника швидкості є вибір способу виконання цього вузла й технічних засобів реалізації способу.

ОСТ 12.24.189-80 [9] допускає два можливих способи завдання допустимої швидкості: у функції часу з коректуванням по шляху або у функції місцезнаходження підйомного скіпа.

Дослідження діаграм швидкості руху шахтних підйомних машин виконане з метою обґрунтування максимально допустимої величини інтервалу між шляховими відмітками і встановлення закону програмування тривалості інтервалів часу, що визначають задану швидкість захисного відключення цифрового обмежувача.

Початковим матеріалом для досліджень служать залежності зміни робочої (2.1.1), захисної (2.1.2) і критичної (2.1.3) швидкості на шляху сповільненого руху підйомної сосуди при підході до крайнього положення [9, 10, 11].

$$\frac{V_p^2 - V_g^2}{2a_p} = Sp \quad (2.1.1)$$

$$\frac{V_3^2 - V_g^2}{2a_3} = S_3 \quad (2.1.2)$$

$$AV_{kp}^2 + BV_{kp} + C = S_{kp} \quad (2.1.3)$$

де S_p, V_p і a_p - відповідно шлях, швидкість і прискорення по робочій діаграмі швидкості ;

S_3, V_3, a_3 - відповідно шлях, швидкість і прискорення по захисній діаграмі швидкості ;

V_n - контрольована обмежувачем швидкість підходу на шляху дотягування ;

V_g - робоча швидкість дотягування підйомної судини до кінцевого пункту;

A, B, C - параметри залежності критичної швидкості судини його видалення від кінцевого пункту, що виражаються через параметри підйомної установки;

V_{kp}, S_{kp} - координати крапок по діаграмі критичної швидкості, а прискорення по захисній діаграмі визначається виразом [11]

$$a_3 = a_p \frac{\alpha^2 V_p^2 \cdot \max - V_n^2}{V_p^2 \cdot \max - V_g^2} , \quad (2.1.4)$$

де $V_p^2 \max$ - максимальна робоча швидкість підйомної судини на ділянці рівномірного ходу ;

a - допустимий коефіцієнт перевищення швидкості рівномірного ходу ($a = 1,15$).

Аналізуючи залежності (2.1.1 - 2.1.4) відмітимо, що діаграми робочої (2.1.1) і захисної (2.1.2) швидкості мають однозначний взаємозв'язок через (2.1.4), а діаграми критичної (2.1.3) і захисної швидкості (2.1.2) такого зв'язку не мають. Відзначимо також, що співвідношення на шляху уповільнення при типових значеннях

$V_g = 0,5 - 0,7 \text{ м/с}$ і $V_n = 1,5 \text{ м/с}$ змінюється від 1,15 (на ділянці, що примикає до рівномірного ходу) до 2,14 - 3 (на ділянці, яка стикується з дотяжкою).

При цифровому принципі побудови обмежувача швидкості, що працює від дискретних шляхових відміток, захисна діаграма швидкості має ступінчастий вигляд рис .2.1.1.

Оскільки захисна і критична діаграми швидкості не мають однозначного взаємозв'язку, а досвід розрахунків і наладок обмежувачів свідчить про часті випадки близького розташування цих кривих і навіть про наявність критичних точок зіткнення і перетину діаграм, коли доводиться удаватися до коректувань розрахункових робочих і захисних діаграм [10, 11], то розглядатимемо варіант заміни плавної кривої залежності (2.1.2) ступінчастою, як показано на рис.2.1.1, коли праві кінці сходинок огинаються розрахунковою захисною діаграмою (2.1. 2).

При переході до ступінчастої діаграми точки реальної захисної діаграми наближаються до робочої діаграми. Оцінімо, яку величину шляхового кванта можна допустити по критерію розумного співвідношення на ділянці уповільнення, що примикає до шляху дотягування.

З урахуванням апаратної похибки обмежувача [11] $\delta = \pm (0,03V_n + 0,07)$ м/с фактична швидкість захисної діаграми на шляховому інтервалі перед дотяжкою буде

$$V_z = 0,97 V_n - 0,07 \quad (2.1.5)$$

і робоча швидкість у цій же точці шляху згідно рис.2.1.1 і залежності (2.1.1)

$$V_p = \sqrt{V_s^2 + 2_{ap} S} \quad (2.1.6)$$

Співвідношення швидкостей на цій ділянці

$$\gamma = \frac{V_z}{V_p} = \frac{0,97U_n - 0,07}{\sqrt{V_p^2 + 2_{ap} S}} \quad (2.1.7)$$

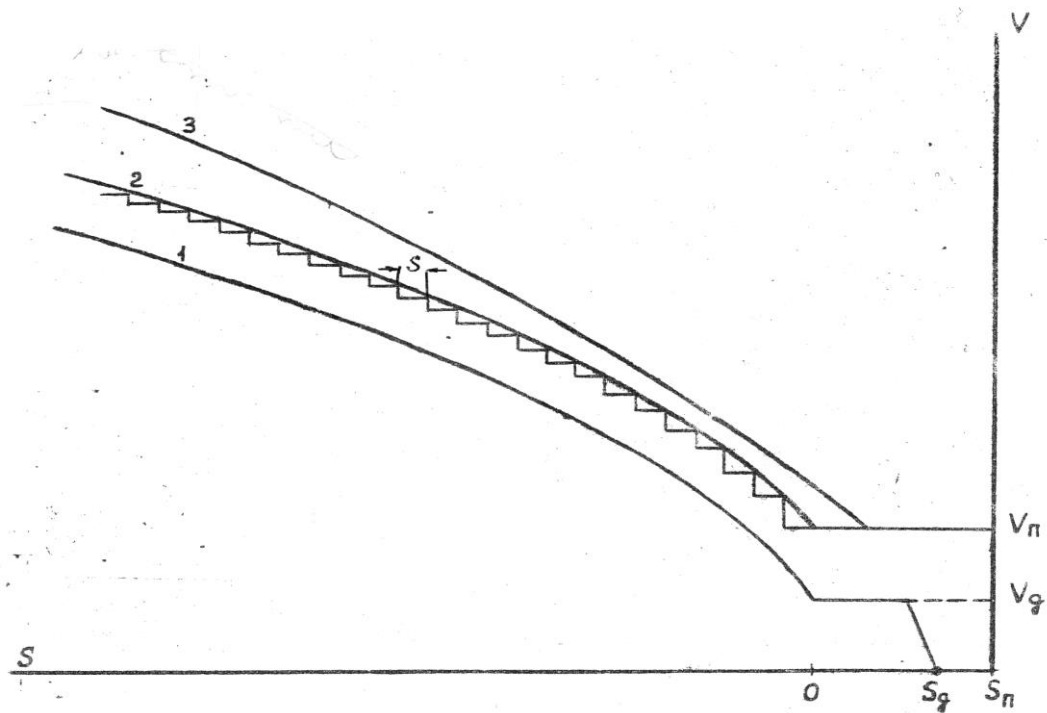


Рис. 2.1.1. Захисна діаграма на шляховому інтервалі перед дотяжкою

Із співвідношення (2.1.7) отримаємо вираз для шляхового кванта

$$S = \frac{(0,97 - 0,07)^2 - \mu^2 V_g^2}{2\mu^2 a_p} \quad (2.1.8)$$

Відносно величини коефіцієнта, відмітимо, що для підйомних автоматизованих установок з приводом за системою Г - Д, якщо робоча діаграма швидкості виконується з достатньою точністю, його значення набуває $\mu = 1,1 - 1,2$, Проте для більшості підйомів з ручним режимом управління для ділянки шляху уповільнення, що примикає до шляху дотягування, навряд чи виправдані значення менші $\mu = 1,5$. Інакше спостерігатимуться часті накладання запобігаючого тормозу, хоча безпосередньої небезпеки при завершенні циклу підйому ще немає.

У табл. 2.1.1 відповідно до залежності 2.1.8 приведені розрахункові значення шляхового кванта для найбільш поширених на практиці числових значень початкових параметрів.

Таблиця шляхового кванту

Таблиця 2.1.1

Параметри системи	$V_n = 1,5 \text{ м / с}$				$V_n = 1,0 \text{ м / с}$			
	$V_g = 0,7 \text{ м / с}^2$		$V_g = 0,5 \text{ м / с}^2$		$V_g = 0,5 \text{ м / с}^2$		$V_g = 0,3 \text{ м / с}^2$	
	$a_p = 0,8$ м / с ²	$a_p = 0,5$ м / с ²	$a_p = 0,8$ м / с ²	$a_p = 0,5$ м / с ²	$a_p = 0,5$ м / с ²	$a_p = 0,3$ м / с ²	$a_p = 0,5$ м / с ²	$a_p = 0,5$ м / с ²
S, см	23	36	38	60	11	18	27	45

По даним табл.2.1.1 можливо зробити висновок, що максимально-допустима величина шляхового кванта в значній мірі залежить від параметрів підйомної установки (V_n , V_g , a_p) і для найбільш поширених на практиці сполучень їх числових значень знаходиться у межах 10см...60 см.

У принципі величина шляхового кванта може оприділятися для кожної установки з урахуванням конкретних значень параметрів V_n , V_g , і a_p і на етапі монтажу і налагоді обмежника повинно виготовлятися відповідний перфораційний пристрій. Можливо також стверджувати, що шляховий квант в 10 см задовільнятиме вимогам практично всіх грузолюдських підйомів, а шляховий квант в 20 см - практично всіх грузових підйомів.

Для визначення закону зміни тимчасових інтервалів, відповідно заданій швидкості, запишемо вираз для часу руху шляхового кванта з уповільненням захисної діаграми швидкості

$$T_i = \frac{V_i - V_{i-1}}{a_3} \quad (2.1.9)$$

де V_i і V_{i-1} - швидкості по захисній діаграмі на початку і в кінці шляхового кванта

$$V_i = \sqrt{V_n^2 + 2a_3 S \cdot i} \quad (2.1.10)$$

$$V_{i-1} = \sqrt{V_n^2 + 2a_3 S \cdot (i-1)} \quad (2.1.11)$$

i - номер шляхового кванта від ділянки дотягування у напрямі до ділянки рівномірного ходу. Підставляючи значення V_i і V_{i-1} (2.1.10) і (2.1.11) в (2.1.9) отримаємо:

$$Ti = \frac{\sqrt{V_n^2 + 2a_3 S \cdot i} - \sqrt{V_n^2 + 2a_3 (S \cdot i)}}{a_3} \quad (2.1.12)$$

Виконаємо деякі перетворення

$$Ti = \frac{\sqrt{2a_3 S} \left[\sqrt{\frac{U_n^2}{2a_3 S} + i} - \sqrt{\frac{V_n^2}{2a_3 S} + (i-1)} \right]}{a_3} \quad (2.1.13)$$

Позначимо :

$$\frac{V_n^2}{2a_3 S} = C \quad (2.1.14)$$

Тоді

$$Ti = \frac{\sqrt{2a_3 S}}{a_3} \left[\sqrt{C+i} - \sqrt{C+(i-1)} \right] \quad (2.1.15)$$

З (2.1.14) слідує

$$\sqrt{2a_3 S} = \frac{V_n}{\sqrt{C}} \quad (2.1.16)$$

і множник в (2.1.15)

$$\frac{\sqrt{2a_3 S}}{a_3} = \frac{V_n \cdot \sqrt{C}}{\sqrt{C} \cdot a_3 \cdot \sqrt{C}} = \frac{V_n \sqrt{C}}{C \cdot a_3} \quad (2.1.17)$$

З урахуванням (2.1.14) виразу (2.1.17) можна перетворити, підставивши замість "C" в знаменник його значення

$$\frac{V_n \sqrt{C} \cdot 2a_3 S}{U_n^2 \cdot a_3} = \frac{2\sqrt{C \cdot S}}{U_n} \quad (2.1.18)$$

Але $\frac{S}{V_n} = T_o$ - час проходження шляхових квантів по захисній діаграмі на ділянці дотяжки

Отже

$$\frac{\sqrt{2a_3 S}}{a_3} = 2T_o \sqrt{C} \quad (2.1.19)$$

І тоді (2.1.15) можна записати у вигляді

$$T_i 2T_o \sqrt{C} [\sqrt{C+i} - \sqrt{C+(i-1)}] , \quad (2.1.20)$$

де $C = \frac{U_n^2}{2a_3 S}$; $T_o = \frac{S}{U_i}$, де i – номер інтервалу.

При $V_n=1,5$ м/сек, $\alpha V_{p.\max}=23$ м/сек і $S=0,1$ м

T_i повинне змінюватися у межах від 66,7 м/сек до 4,3 м/сек. При тих же значеннях V_n і $\alpha V_{p.\max}$, але $S=0,2$ м T_i повинне змінюватися від 133,4 м/сек до 8,6 м/сек. Програмування проміжних тимчасових інтервалів повинне здійснюватися згідно із законом (2.1.20). Схемотехнічно блок заданої швидкості буде реверсивним лічильником шляхових імпульсів і часозадаючий пристрій, управляємий цим лічильником. Блок фактичної швидкості - вимірювач інтервалів часу. Порівняння фактичного періоду надходження послідовних шляхових відміток із заданим тимчасовим інтервалом виконується блоком порівняння тимчасових інтервалів. Така може бути структура цифрового без тахо- генераторного обмежувача, що не потребує жорсткого кінематичного зв'язку з підйомною машиною.

2.2. Розробка вимог безпеки програмування системи захисту від перевищення швидкості руху скіпа

Вимоги до програмування системи захисту від перевищення швидкості мають наступні показники [1, 3, 5, 8].

1. Діапазон робочих швидкостей

людських підйомних установок	0..14 м/сек
вантажних підйомних установок	0...23 м/сек
2. Швидкість дотягування підйомної судини $V_{\partial}=0,3...0,7$ м/сек
3. Уповільнення по робочій діаграмі A_p =до 0,8 м/сек²
4. Діапазон перебудови уставки спрацьовування обмежувача за швидкістю $V_3 = 0,5...23$ м/сек

5. Закон зміни захисної діаграми на

$$V_z = \alpha V_p = 1,15V_p$$

6. Уставка швидкості по захисній діаграмі

на ділянці рівномірного ходу

$$V_z = 1,15V_{p \max}$$

7. Закон зміни установки швидкості

на шляху сповільнення

$$V_z = \sqrt{V_n^2 + 2a_3 S_3}$$

$$V_n = 0,5 \dots 1,5 \text{ м/сек}$$

$$a_3 = a_p \frac{\alpha^2 V_{p \max}^2 - V_n^2}{V_{p \max}^2 - V_g^2}$$

S_3 - поточне значення шляху від ділянки дотяжки

8. Уставка швидкості по захисній тахограмі на ділянці дотягування, регулюється у межах $V_3 = 0,5 - 5$ м/сек

9. При цифровому способі контролю швидкості величина шляхового кванта в межах 10см - 60см. У загальному випадку рекомендується заздалегідь орієнтуватися на $S=10$ см (для людських підйомних установок) і $S=20$ см (для вантажних підйомних установок), але ця величина може бути і індивідуальною для конкретної установки.

10. Програмування тимчасови інтервалів, що характеризують швидкість захисної діаграми на ділянці уповільнення при цифровому способі контролю швидкості здійснювати за формулою

$$T_i = 2T_0 \sqrt{C} (\sqrt{C+i} - \sqrt{C+(i-1)})$$

де $T_0 = \frac{S}{V_i}$ $C = \frac{V_n^2}{2a_3 S}$

де, S – величина шляхового кванта;

i – номер шляхового інтервалу, починаючи із сторони ділянки дотяжки.

11. Апаратна погрішність обмежувача

$$\delta = \pm (0,03 + 0,07) \text{ м/сек.}$$

11. Перемикання діаграм захисної швидкості по режимах роботи ("Вантаж", "Люди", "Ревізія") і по номерах горизонтів повинно

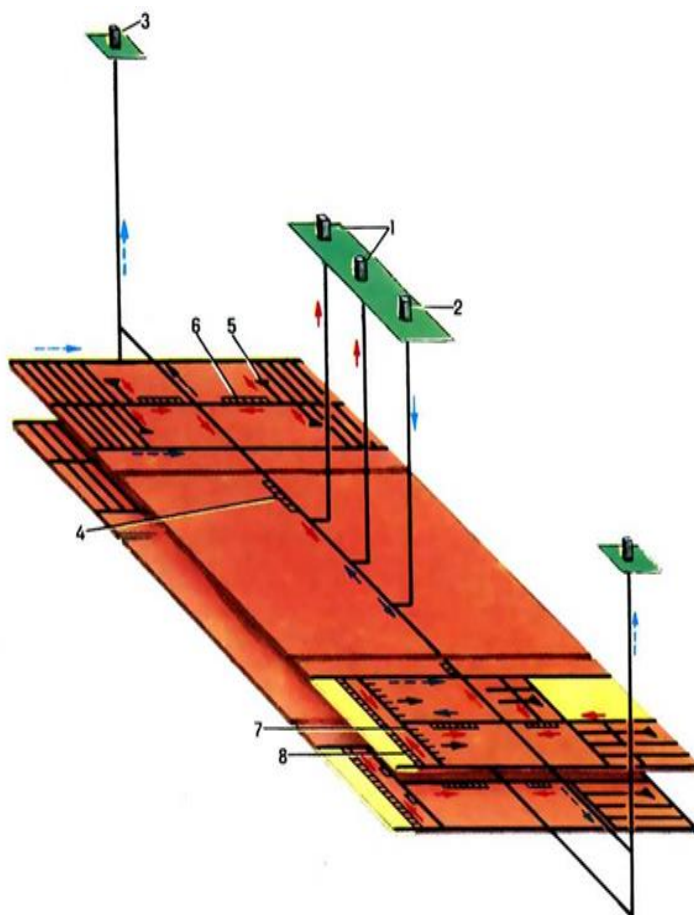
здійснюватися автоматично по командах, що поступають в обмежувач від апаратури стволової сигналізації.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ДАНИХ І РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАХИСТУ СКІПА ВІД ПЕРЕВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ НА ПІДЙОМНІЙ УСТАНОВЦІ ШАХТИ «ЕКСПЛУАТАЦІЙНА» ЗАПОРІЖСЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО КОМБІНАТУ

3.1. Розрахунок тахограми руху шахтного підйомного скіпа для шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату

Технологічна схема видобування залізної руди на шахті «Експлуатаційна» наведена на рис. 3.1.1.

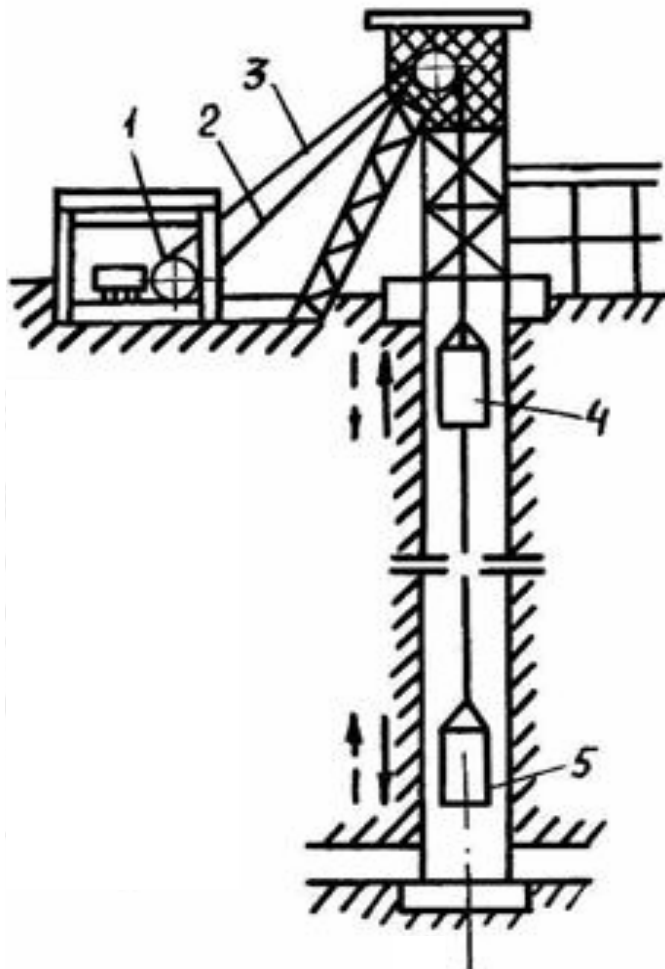


1. Стволи для видачі руди
2. Допоміжний ствол
3. Вентиляційний ствол
4. Головний транспортний штрек
5. Комбайн у камері
6. Панельний конвеєр
7. Комбайн у лаві
8. Забійний конвеєр

Рис. 3.1.1. Технологічна схема видобування залізної руди на шахті «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату

Розріз вантажного ствола шахти «Експлуатаційна», показаний на рис. 3.1.2.

Для розрахунку беремо технічні дані з паспорту підйомної установки



шахти «Експлуатаційна»

Запорізького залізорудного

комбінату:

1- привід електродвигуна

2 – трос противаги

3 – трос скіпа

4 – противага

5 – скіп

тип підйому – вантажний;

система підйому - одно скіповий
із противагою;

висота підйому H – 1100м;

годинна продуктивність A – 57
т/ч;

корисна вага вантажу Q – 6800

кг;

Рис. 3.1.2. Розріз вантажного ствола шахти «Експлуатаційна»

Розраховуємо необхідне число підйомів на годину. Визначаємо по
необхідній годинній продуктивності підйомної установки [10, 11, 12]:

$$n = \frac{A \cdot 1000}{Q} = \frac{57 \cdot 1000}{6800} = 8.4 \text{ підйомів на годину}; \quad (3.1.1)$$

тривалість одного циклу підйому

$$T_1 = \frac{3600}{2 \cdot n} = \frac{3600}{2 \cdot 8.4} = 215 \text{ с}; \quad (3.1.2)$$

середню й максимальну швидкість підйому

$$v_{cp} = \frac{H}{T_1} = \frac{1100}{215} = 5,1 \text{ м/с}; \quad (3.1.3)$$

$$v_{max} = a \cdot v_{cp} = 1,11 \cdot 5,1 = 5,7 \text{ м/с} \quad (3.1.4)$$

де $a=1,1 - 1,3$ – множник швидкості.

Прискорення при підйомі й спуску вантажу не повинне перевищувати $0,75 \text{ м/с}^2$ [1, 2]. Приймаємо прискорення й сповільнення руху скіпа поза розвантажувальними кривими:

$$a_1 = a_3 = 0,75 \text{ м/с}^2; \quad (3.1.5)$$

прискорення на початку і уповільнення на прикінці підйому

$$a_0 = a_B = 0,3 \text{ м/с}^2. \quad (3.1.6)$$

Розраховуємо швидкості сходу скіпа з кривих і входу а в криві

$$v_0 = v_B = \sqrt{2a_0h_0} = \sqrt{2 \cdot 0,3 \cdot 3,5} = 1,449 \text{ м/с}. \quad (3.1.7)$$

де $h_0 = 3,5 \text{ м}$ — шлях руху скіпа в розвантажувальних кривих.

Час руху посудини із прискоренням a_0 і з a_B

$$t_0 = \frac{v_0}{a_0} = t_B = \frac{v_B}{a_B} = \frac{1,449}{0,3} = 4,83 \text{ с}. \quad (3.1.8)$$

Час і шлях при русі скіпа із прискоренням a_1 і з a_3 :

$$t_1 = \frac{v_{max} - v_0}{a_1} = t_3 = \frac{v_{max} - v_B}{a_3} = \frac{5,7 - 1,449}{0,75} = 5,67 \text{ с}; \quad (3.1.9)$$

$$x_1 = x_3 = \frac{v_{max} + v_0}{2} t_1 = \frac{5,7 + 1,449}{2} 5,67 = 20,27 \text{ м}. \quad (3.1.10)$$

Час і шлях рівномірного руху скіпа:

$$t_2 = \frac{x_2}{v_{max}} = \frac{1049,23}{5,7} = 184,1 \text{ с}, \quad (3.1.11)$$

$$x_2 = H - x_1 - x_3 - 2h_0 = 1100 - 20,27 - 23,5 - 2 \cdot 3,5 = 1049,23 \text{ м}. \quad (3.1.12)$$

Тривалість руху скіпа

$$T = t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + t_B = 4,83 + 5,67 + 184,1 + 5,67 + 4,83 = 205,1 \text{ с}.$$

Виходячи з виконаного розрахунку тахограми руху скіпової підйомної установки шахти «Експлуатаційна» Запорізького залізорудного комбінату виходить слідуюча тахограма, рис.3.1.3.

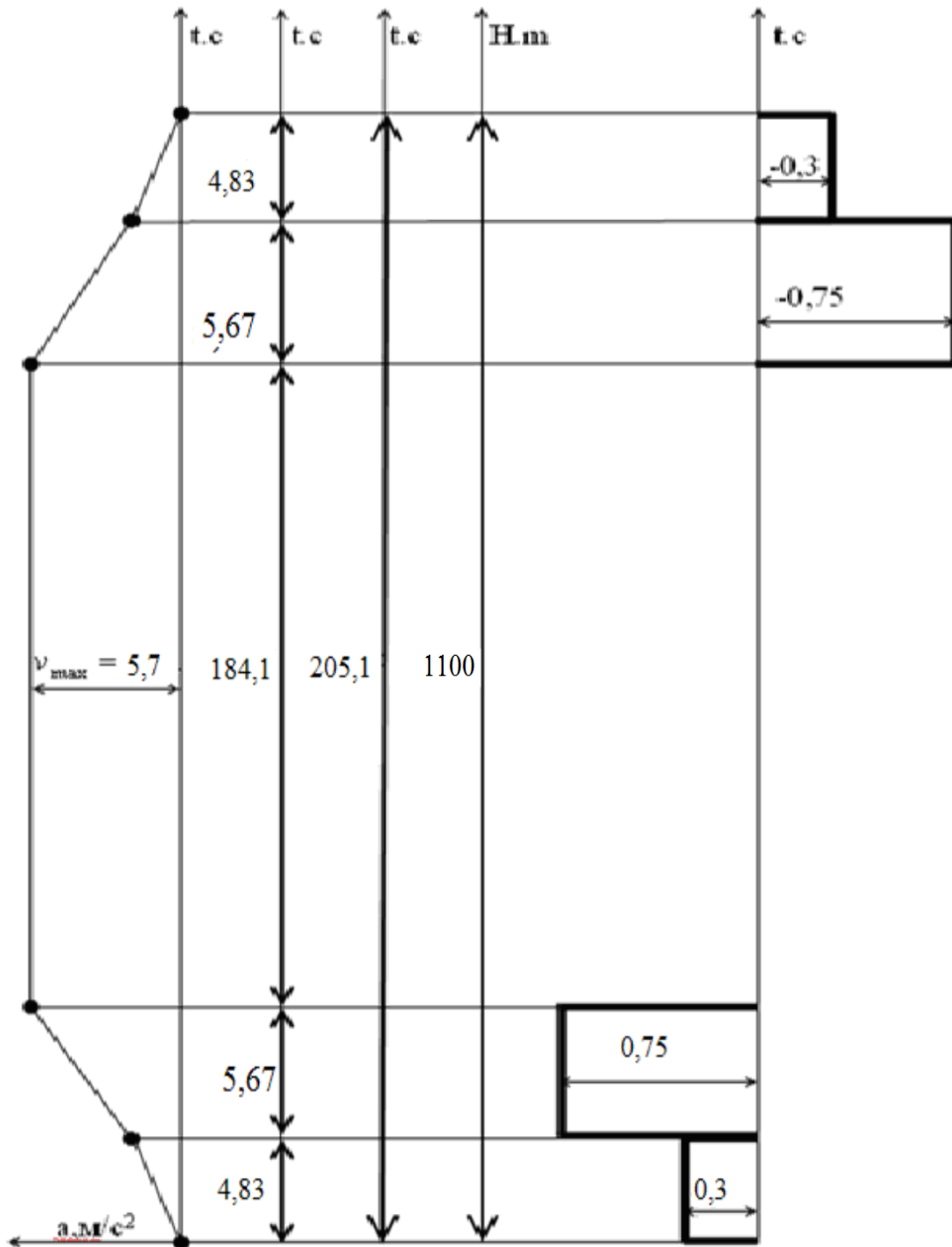


Рис. 3.1.3. Тахограма швидкості прискорення на початку і уповільнення на прикінці підйом

На рис. 3.1.1. прийняти наступні позначення:

$a_0 = a_B = 0,3 \text{ м/с}^2$ - прискорення на початку і уповільнення на прикінці підйому;

$a_1 = a_3 = 0,75 \text{ м/с}^2$ - прискорення і уповільнення;

5,7 м/с - максимальна швидкість;

4,83с - час руху скіпа із прискоренням на початку і уповільненням на прикінці;

5,67 с - час руху скіпа із прискоренням і уповільненням;

184,1 с - час рівномірного руху;

205,1 с - загальний час руху скіпа.

3.2. Розробка алгоритму роботи програми на ділянках рівномірного ходу, уповільнення і дотяжки для шахти «Експлуатаційна» Запорізького залізорудного комбінату

Визначимо необхідну величину шляхового кванта для обмежника швидкості по шляху [4, 5]. При розгляді рисунку 3.1.3 можна отримати вираз для кожної із зазначених ділянок

$$h_i = t_p \cdot \left(V_i - \frac{\Delta V}{2} \right) \quad (3.2.1)$$

$$\Delta V = t_p \cdot a_3 \quad (3.2.2)$$

$$V_i = 1,15 V_{\max} - \Delta V(i - 1) \quad (3.2.3)$$

$$h_i = 1,15 \cdot V_{\max} \cdot t_p - \frac{t_p^2 \cdot a_3}{2} - t_p^2 \cdot a_3 (i - 1) \quad (3.2.4)$$

де $i=1, 2, 3, \dots$ номер ділянки шляху;

Тахограма ділянки рівномірного ходу, уповільнення та дотяжки має вигляд приведений на рис. 3.2.1.

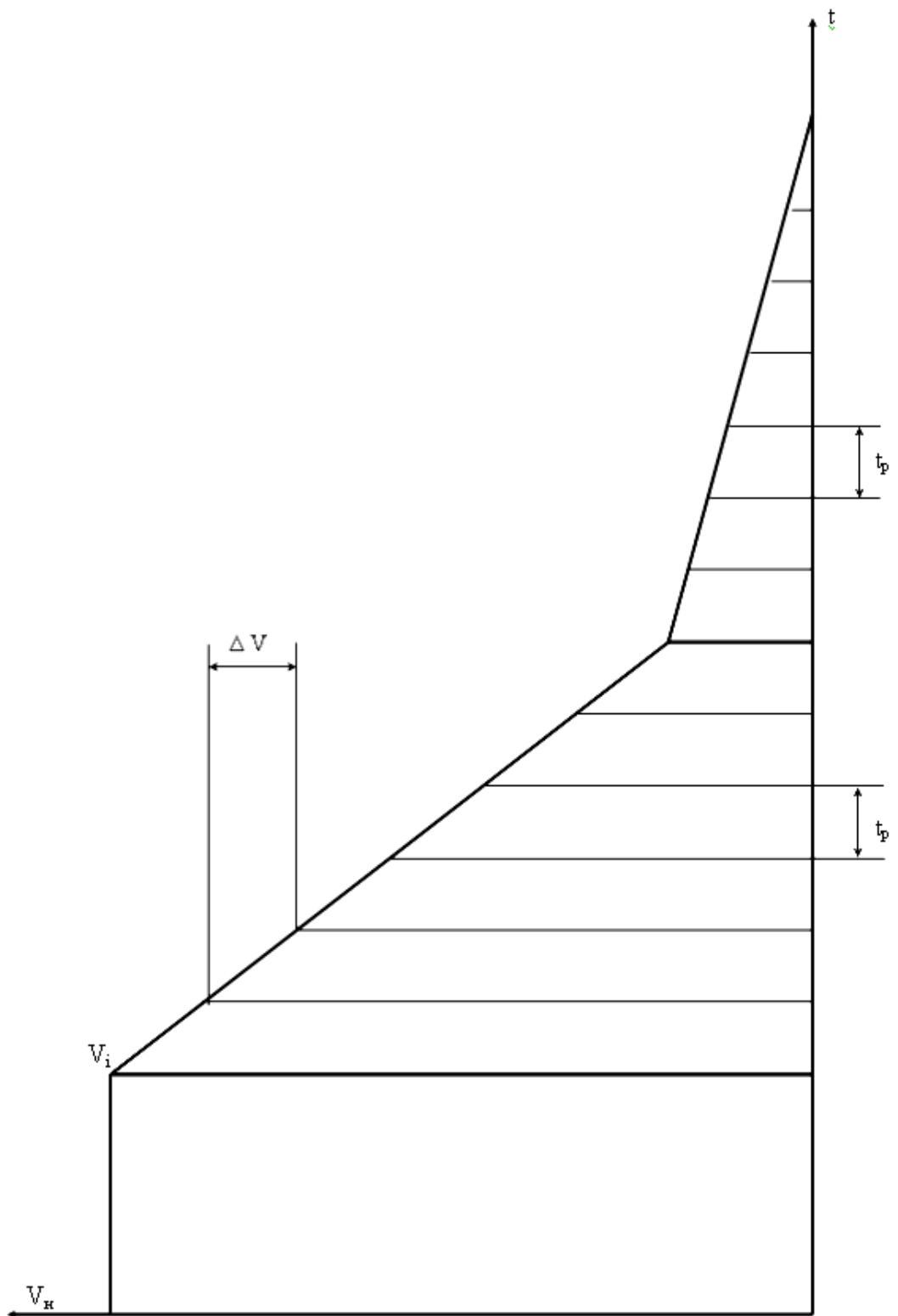


Рис.3.2.1. Розбиття захисної тахограми на ділянки шляху (кванти)

У формулах 3.2.3. і 3.2.4. наведені наступні позначення:

V_n – швидкість підходу, м/с;

V_i – швидкість на початку відрізка шляху, м/с;

V_{\max} – максимальна швидкість, м/с;

ΔV – зміна швидкості захисної тахограми м/с;

Вираз (3.2.4) являє собою арифметичну прогресію і може бути записаний в наступному вигляді:

$$h_i = h_{(i-1)} - b,$$

де $h_{(i-1)}$ – довжина попередньої ділянки шляху, м;

b – різниця прогресії, м.

$$b = t_p^2 \cdot a_3 \quad (3.2.5)$$

Рівняння (3.2.5) дає зв'язок між довжиною одиничного кванта шляху й часом виміру. З огляду на, що цей час не повинен перевищувати 0,1 с (вимога ОСТ 12.24. 189-80 до швидкодії обмежника), а уповільнення захисної тахограми на ділянці уповільнення – $a = 0,75 \text{ м/с}^2$, визначаємо вимоги до вихідної інформації датчиків шляхових квантів, використовуваних у складі обмежника швидкості. При вищевказаних вихідних даних величина одиничного кванта шляху дорівнює $7,5 \cdot 10^{-3}$ м. Видачу одиничного кванта шляху такої тривалості забезпечують датчики типу ЦДФ-3 і ДПІ.

Кількість точок (n) на ділянці уповільнення, визначиться з виразу:

$$n = \frac{\alpha \cdot V_{\max} \cdot t}{b} \quad (3.2.6)$$

підставляючи у вираз (3.2.6) значення одиничного кванта шляху, отримаємо $n_y = 5817,942 \approx 5818$ - максимально можлива кількість точок на ділянці уповільнення.

З рівняння (3.2.6) визначаємо довжину одиничного кванта на ділянці дотяжки при $t_p = 0,1$ с, а уповільнення на ділянці дотяжки $a = 0,3 \text{ м/с}^2$. Для вказаних даних величина одиничного кванту на ділянці дотяжки дорівнює $3 \cdot 10^{-3}$ м. Для видачі одиничного кванту такої тривалості також використаємо датчики типу ЦДФ-3 і ДПІ [11, 12].

Кількість точок (n) на ділянці дотяжки також визначається за формулою (3.2.6) і дорівнює $n_d = 10783,92 \approx 10784$.

Для збільшення точності вимірювання оберемо оптимальну величину одиничного кванту шляху для обох ділянок. Обираємо найменшу величину кванту $b=3 \cdot 10^{-3}$ м, та за формулою (3.2.6) розраховуємо кількість точок на ділянці уповільнення при обраній величині кванту шляху.

$$n_{y1} = \frac{1,15 \cdot 5,7 \cdot 5,67}{0,003} = 12388,95 \approx 12389$$

Кількість точок на всій ділянці шляху розраховуємо додаванням отриманих величин при однаковій величині кванту шляху тобто: $n = n_{y1} + n_d = 12389 + 10784 = 23173$ точки.

Отже на посудині, що рухається по стовбуру шахти ставиться датчик, який видає імпульс, що свідчить про проходження посудиною кожного кванту шляху і вимірює фактичний час проходження цього кванту. При порівнянні фактичного часу проходження кожного кванту і часу заданого ОСТ 12.24. 189-80 до швидкодії обмежника швидкості t_p , програма буде визначати чи має місце перевищення швидкості і відповідним чином реагувати на це перевищення [13].

3.3. Вибір контролера для системи захисту від перевищення швидкості руху скіпа для шахти «Експлуатаційна» Запорізького залізнорудного комбінату

Програмуєми логічні контролери є основною частиною програмно технічного пристроїв при сучасній автоматизації шахтних технологічних процесів [13, 14].

Компанія ЗАТ "КОНСТАР" пропонує програмуєми логічні контролери (ПЛК) ДО101, ДО201, ДО301, ДО302 власного виробництва, що включають у свій склад широку гаму виробів від мініатюрних до головних контролерів, які можуть бути використані для розв'язання завдань автоматизації будь-якого ступеня складності, зовнішній вигляд яких приведений на рис.3.3.1



Рис. 3.3.1. Програмуєми контролери ЗАТ КОНСТАР

Виробнича компанія "Промконтролер" розробляє, виготовляє й поставляє універсальні промислові контролери МФК 3000, МФК, ТКМ 700, ТКМ 52, ТКМ

410 і ТЕКОНИК, призначені для розв'язання широкого кола завдань автоматизації об'єктів у різних галузях промисловості , рис. 3.3.2.

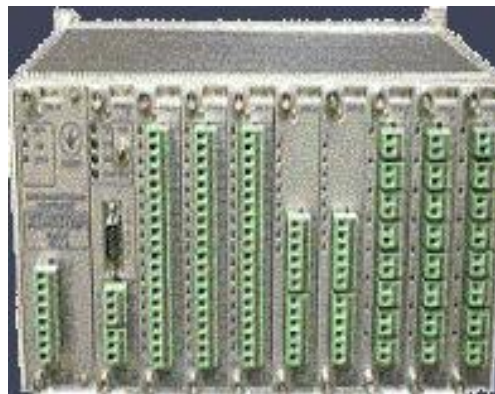


Рис. 3.3.2 Програмуєми логічні контролери компанії

"ТЕКОН": МФК, МФК 3000

Програмуєми контролери серії "ЕС" й "MICRO EN", рис. 3.3.3 , мають компактне, моноблочне виконання, а програмуєми контролери серії "Н-200/250/252" й "ЕН-150" - модульне. Вони призначені для керування невеликими й середніми системами автоматизації й найпростішим устаткуванням. У межах однієї серії контролери можуть підключатися каскадно, рис.3..3.3.



Рис. 3.3.3. Програмуєми контролери серій "ЕС", "ЕН", "Н" фірми НІТАСНІ
Компанія UNITRONICS [13, 14]. у новій серії малогабаритних програмуємих логічних контролерів (ПЛК) **Unitronics M90** з інтегрованою панеллю оператора пропонує широкий спектр контролерів для об'єктів різної складності – від невеликих систем до великих розподілених комплексів дистанційного керування.

Комплект поставки Unitronics M90 включає інтегрований модуль ПЛК+Дисплей, необхідні аксесуари й кабель для підключення, а також програмне забезпечення для конфігурування додатків, рис. 3.3.4.



Рис. 3.3.4. Укомплектований контролер Unitronics M90

Даний контролер має розміри 96 x 96 x 64 мм. Він має 16 - розрядний дисплей і клавіатуру введення з 15 клавішами. Клавіатура забезпечує налаштування і зміну значень внутрішніх змінних.

Програмне забезпечення, що поставляється з контролером, забезпечує програмування M90 і інтерфейсу "людина-машина" у програмному середовищі U90 Ladder

Для реалізації кваліфікаційної роботи використаємо контролер M90-T1-CAN, який забезпечує реалізацію 16 дискретних входів і 12 дискретних виходів, оскільки з цим контролером найменші затрати по модулю розширення.

Виходячи з розгляду типів контролерів та їх характеристик був вибраний контролер Unitronics M90 для управління в системі обмеження швидкості руху для шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізничного комбінату вибираємо контролер Unitronics M90-T1 зображений на рис. 3.3.5.



Рис. 3.3.5. Контролер Unitronics M90-T1

3.4. Вибір ефективної мови програмування та розробка програми для реалізації системи захисту руху скіпа від перевищення швидкості на підйомній установці шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізничного комбінату

Програмні застосування HMI-інтерфейса для контролера Unitronics M90 створюється на персональному комп'ютері, використовуючи для цього програмне забезпечення U90 Ladder, що працює в операційній системі Windows, або NT 4.0. Контролер Unitronics M90 програмується за

допомогою Ladder Logic [13, 14, 15, 16]. Програмне застосування контролера Unitronics M90 - це програма, яка виконується у M90. Вона дозволяє M90 реалізувати свої функції управління. Програмне застосування НМІ-інтерфейса настраює параметри роботи інтерфейсу оператора M90, використовуючи для:

- налаштування функцій за допомогою клавішної панелі M90;
- створення і виводи на ЖК-дисплей M90 повідомлень.

Після підготовки своєї програми, вона завантажується у контролер Unitronics M90.

Редактор U90 Ladder використовується для створення мереж багатоланкової схеми, які формують основу додатку (програми).

Мережі багатоланкової схеми складені з різних типів елементів:

- контактів (стан або умова);
- котушок (результат або вираз логічної операції.);
- функціональних блоків (математичні функції, функції порівняння, логічні функції, функції часу).

Програмне забезпечення Ladder U90

Програмне забезпечення, повністю сумісне з Windows, має наступні вимоги до ПК:

Роздільна здатність екрану ПК має бути не менше, чим 800 x 640. При нижчій

здатності здійснити інсталяцію програмного забезпечення неможливо.

ПК повинен мати наступну операційну систему: Windows 95/98/NT/2000.

Для інсталяції програмного забезпечення потрібно 40 Мб вільного простору на головному жорсткому диску. Це обумовлюється наступним фактом: до системного файлу вікон додається безліч DLL.

Контакт [15, 16]

При установці контакту в мережі стан операнда завантажується в двійковий

накопичуючий суматор. При стану операнда - "істинно" (або логическ. 1 або більше), тоді мережа буде під напругою. При операнді - "хибно" (або лог. 0 або менше), тоді мережа буде без напруги.

Інвертований контакт [15, 16]

Можлива установка наступних контактів:

Нормально відкритий (замикаючий контакт);

Нормально закритий (розмикаючий контакт).

Позитивне програмування M90 виконується за допомогою ПК, використовуючи операцію:

Вид контакту - позитивна операція (позитивний імпульс або збільшення параметра);

Позитивна операція означає, що при опиті операнд підключить напругу до мережі тільки при зміні статусу "0" на "1".

Негативна операція:

Вид контакту - негативна операція (негативний імпульс або зменшення параметра). Негативна операція означає, що при опиті операнд підключить напругу до мережі тільки при зміні статусу "1" на "0".

Котушка [15, 16]

Вихідна дія котушки залежить від набору умов.

Котушка буде під напругою до тих пір, поки її умови істинні.

Унаслідок того, що котушка повністю залежить від своїх умов, контролер при кожному опиті перевіряє її стан і повторно порушує котушку, якщо її умови все ще істинні.

Не рекомендується порушувати котушку більш, ніж один раз через програмне забезпечення.

Котушки з установленими параметрами:

Установка параметрів котушки;

Скидання параметрів котушки.

При установці параметрів котушки відбувається розділення котушки і її

умов. Котушка більше не залежить від статусу умов, цей стан зафіксований до

тих пір, поки не поступає команда скидання.

Функції [15, 16]

Важливою частиною кожної мови є функціональні блоки.

Функціональні блоки сприяють ефективнішому виконанню різних операцій, дозволяючи при цьому зменшувати час і об'єми програмування.

Функція порівняння.

Під функцією порівняння ми розуміємо наступні: "більше" ($>$); "більше або рівно" (\geq); "рівно" ($=$); "менше або рівно" (\leq); "менше" ($<$).

У всіх випадках ми говоримо про порівняння двох чисел.

Ці числа можуть бути узяті з МІ або SI або поступати як константи (відмічені з #). Якщо умова порівняння дотримується, то RLO двійкового накопичуючого суматора буде рівне "1".

Математичні функції.

M90 підтримує 4 основних математичних операції: додання; віднімання; множення; ділення.

Логічні операції.

Можливі наступні логічні операції: «І»; «АБО»; «виключаюче АБО»;

Лістинг програми роботи пристрою обмеження швидкості руху на підйомній установці шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату виконаного на контролері Unitronics-M90-T1- CAN bus, приведений у додатку А.

ВИСНОВКИ

Розроблена система захисту від перевищення швидкості руху скіпа на підйомній установці шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату відповідає реальним вимогам і може бути прийнята за основу при проектуванні реальних систем призначених для контролю і захисту шахтних підйомних машин від перевищення швидкості.

У кваліфікаційній роботі було поставлено завдання розробити електронний пристрій захисту скіпа від перевищення швидкості руху скіпа на підйомній установці шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи були проаналізовані різні системи захисту від перевищення швидкості руху скіпа на підйомних установках шахт , проведено огляд методів обмеження швидкості руху скіпа. Серед цих методів вибраний оптимальний – метод контролю обмеження швидкості руху підйомного скіпа по шляху.

Розроблена тахограма роботи скіпа стосовно шахти «Експлуатаційна» Запоріжського залізорудного комбінату .

На основі вибраного методу розроблений алгоритм і програма контролю обмеження швидкості руху скіпа в момент його розгону, уповільнення і дотяжки. В основу роботи алгоритма обмеження швидкості покладено розбивку шляху на кванти, виміру часу проходження скіпом кожного кванту та порівняння цього фактичного часу з дозволим.

Зроблений аналіз існуючих контролерів та вибраний такий, що найбільш підходить для реалізації поставленої задачі. Розроблена програма реалізації алгоритму на мові програмування U90 Ladder.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мурзин В. А., Решетников В. И., Шатило А. Н. Захист рудничних піднімальних машин від перевищення швидкості. Вид-во "Надра" М. 1974 р.
2. Правила безпеки у вугільних і сланцевих шахтах. Вид-во "Надра" 1973 р. стор.76-125.
3. Правила безпеки у вугільних і сланцевих шахтах, "Надра", М., 1986, 448с.
4. Правицкий Н. К. Рудничні підйомні установки. Державне науково-технічне видавництво літератури по гірничій справі М 1963 р.
5. Мурзин В. А. й ін. Захист рудничних підйомних установок від перевищення швидкості", "Надра", М., 1974, 175 с.
6. Система стандартів безпеки праці. Обмежники швидкості шахтних підйомних установок.
7. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань. ОСТ 12.24.189-80 стор.21.
8. Протокол технічної наради в МакНДІ від 2 січня 1995 р. по оцінці стану захисту від перевищення швидкості підйому.
9. ОСТ12.24.189-80 ССБТ. Обмежники швидкості шахтних підйомних установок. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
10. Посібник по ревізії, налагодженню й випробуванню шахтних підйомних установок.
11. Методика розрахунку критичних, захисних і робочих тахограм шахтних підйомних установок.
12. Стендаль К. Е. "Шахтні підйомні установки із транзисторною автоматичною системою керування" "Кольєрі Гардієн", № 5507, листопад, 1966
13. Евстифеев А.В. Микроконтролеры AVR семейства Classic фирмы Atmel – М. : Издательский дом Додэка – XXI, 2002. – 288с.

14. Предко М. Руководство по микроконтролерам: В 2 – х Т. – Пер. с англ. – М. : Посмаркет, 2001. – Т.1 – 415 с., Т.2 – 487 с.

15.Матвієнко М.П. Проектування цифрових пристроїв. – К.: Вид. Ліра-К, 2018. – 364 с.

16. Матвієнко М.П. Промислова електроніка. – К.: Вид. Ліра-К, 2019. – 424 с.

ДОДАТОК А

Лістинг програми пристрою

