

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт

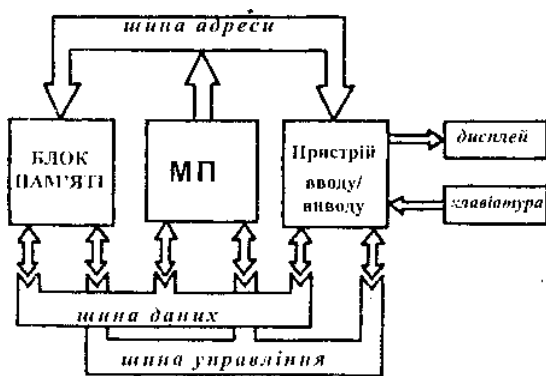
з дисципліни “Автоматизація ливарного виробництва”

для студентів спеціальності 131 “Прикладна механіка”

та дисциплін “Автоматизація виробничих процесів”

і “Устаткування, механізація та автоматизація
ливарного виробництва” для студентів спеціальності

136 “Металургія” денної форми навчання



Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Автоматизація ливарного виробництва” для студентів спеціальності 131 “Прикладна механіка” та дисциплін “Автоматизація виробничих процесів” і “Устаткування, механізація та автоматизація ливарного виробництва” для студентів спеціальності 136 “Металургія” денної форми навчання / Укл.: В.І.Гонтаренко – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 158 с.

Укладач: В.І.Гонтаренко, професор, к.т.н.

Рецензент: Е.І.Цивірко, професор, д.т.н.

Відповідальний за випуск:
В.В.Луцьов, професор, д.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри “Машини і
технологія ливарного
виробництва”
Протокол № 1
від “ 17 ” серпня 2016.

Затверджено на засіданні
НМК Інженерно фізичного
факультету
Протокол № 1
від “ 13 ” вересня 2016.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 Лабораторна робота № 1	
ПОВІРКА АВТОМАТИЧНИХ МОСТІВ	8
2 Лабораторна робота № 2	
ГРАДУЮВАННЯ ТЕРМОПАР.....	12
3 Лабораторна робота № 3	
АНАЛІЗ РОБОТИ ТА НАСТРОЮВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА РУ 4-16А.....	15
4 Лабораторна робота № 4	
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА НАСТРОЮВАННЯ ПРОГРАМНОГО РЕГУЛЮЮЧОГО ПРИСТРОЮ.....	27
5 Лабораторна робота № 5	
ЛОГІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ.....	37
6 Лабораторна робота № 6	
ЕЛЕМЕНТИ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ. РЕЛЕ ЧАСУ, УНІВЕРСАЛЬНІ ПЕРЕМИКАЧІ, КІНЦЕВІ ВИМИКАЧІ	50
7 Лабораторна робота № 7	
ЕЛЕМЕНТИ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ. РЕЛЕ ЗАХИСТУ	59
8 Лабораторна робота № 8	
АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗА ЧАСОМ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМАНДНОГО ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧНОГО ПРИЛАДУ КЕП-12У	67
9 Лабораторна робота № 9	
АНАЛІЗ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЗМІШУЮЧИМИ БІГУНАМИ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ	73
10 Лабораторна робота № 10	
АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ БУНКЕРА ПО ДВОХ РІВНЯХ	80

11 Лабораторна робота № 11

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ ОПТИМАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ
СУМІШІ ПО ДВОХ РІВНЯХ..... 84

12 Лабораторна робота № 12

АНАЛІЗ СХЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ВИБІВКОЮ З
ТРЬОМА ПІДШТОВХУВАЧАМИ 91

13 Лабораторна робота № 13

ПОВІРКА ЛОГОМЕТРА..... 96

14 Лабораторна робота № 14

ПОВІРКА АВТОМАТИЧНИХ ПОТЕНЦІОМЕТРІВ103

15 Лабораторна робота № 15

ПОВІРКА РАДІАЦІЙНИХ ПІРОМЕТРІВ.....107

16 Лабораторна робота № 16

ДИСТАНЦІЙНА ПЕРЕДАЧА НА СЕЛЬСИНАХ111

17 Лабораторна робота № 17

ДИСТАНЦІЙНА ПЕРЕДАЧА НА ФЕРОДИНАМІЧНИХ ДАТЧИКАХ115

18 Лабораторна робота № 18

ТЕРМОМЕТРИ ОПОРУ.....121

19 Лабораторна робота № 19

АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ.....131

20 Лабораторна робота № 20

АВТОМАТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ143

21 Лабораторна робота № 21

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА НАСТРОЮВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО
РОБОТА.....148

22 Лабораторна робота № 22

ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ В СИСТЕМАХ
УПРАВЛІННЯ ЛИВАРНИМИ АГРЕГАТАМИ153

ВСТУП

Стосовно ливарного виробництва рішення питань автоматизації виробничих процесів ускладнюється безліччю різних за властивостями початкових матеріалів, які приймають участь у процесі, різноманітністю самих технологічних процесів, дуже великим асортиментом випускаємих виливків, які відрізняються не тільки за сплавом, але і за розміром, складністю, чистотою поверхні, ступенем подальшої механічної обробки. При цьому наступною необхідністю є зниження матеріалоемкості і вартості одержання виливків, а також їх наближення до готових деталей машин та приладів як за точністю їх розмірів, так і за властивостями литого металу.

На сьогоднішній день поставлено і вирішується завдання – створення і впровадження у промисловість великих технічних систем у вигляді технологічних процесів, придатних для їх ефективного здійснення автоматичними системами машин, та у вигляді технологічних машин для здійснення таких технологічних процесів на виробництві. У перспективі – створення автоматичних ливарних цехів та заводів.

Автоматизація будь-якого технологічного процесу починається з вимірювання значень параметрів цього процесу.

Згідно з ГОСТ 16263-70 “Метрологія. Терміни і визначення” під вимірюванням розуміють порівняння вимірюваної величини зі значенням, прийнятим за одиницю вимірювання.

Однак, практично всі вимірювання мають відносні показники, пов’язані не тільки з похибкою приладів, а і з методикою визначення величини параметра.

Абсолютною похибкою ΔA називається різниця між показаннями приладу A_{np} та дійсним значення вимірюваної величини A_d , отриманої за зразковим приладом:

$$\Delta A = A_{np} - A_d.$$

Відносною похибкою b називається відношення абсолютної похибки ΔA до показань приладу A_{np} :

$$b = \frac{\Delta A}{A_{np}} 100\%.$$

Поправка C – різниця між дійсним значенням вимірюваної величини A_d і показанням повіряемого приладу A_{np} , яка береться з протилежним знаком:

$$C = (A_d - A_{np}),$$

$$\text{тобто } C = -\Delta A.$$

Приведена похибка δ – величина абсолютної похибки віднесена до діапазону вимірювання приладу (ширина шкали приладу):

$$\delta = \frac{\Delta A}{A_{\max} - A_{\min}} 100\%.$$

Клас точності – найбільша допустима приведена похибка:

$$\gamma = \frac{\Delta A_{\max}}{A_{\max} - A_{\min}} 100\%.$$

Допустимі значення цих похибок встановлені ГОСТом для кожного типу приладів. Промисловість випускає прилади таких класів точності: 0,05; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

Варіація приладу – найбільша різниця показань приладу в одній і тій же точці при незмінних зовнішніх умовах вимірювання, віднесена до діапазону вимірювання (ширини шкали) приладу:

$$\varepsilon = \frac{\Delta A'_{\max}}{A_{\max} - A_{\min}} 100\%.$$

Основні одиниці СІ

Величина	Одиниця		
	найменування	позначення	
		українське	міжнародне
Довжина	Метр	м	m
Маса	Кілограм	кг	kg
Час	Секунда	С	s
Сила електричного струму	Ампер	А	A
Сила світла	Кандела	КД	cd
Кількість речовини	Моль	моль	mol
Термодинамічна температура	Кельвін	К	K

Додаткові одиниці СІ

Плоский кут	Радіан	рад	rad
Телесний кут	Стерадіан	ср	sr

1 Лабораторна робота № 1

ПОВІРКА АВТОМАТИЧНИХ МОСТІВ

Мета роботи: ознайомлення з конструкцією та методом повірки автоматичних мостів.

Необхідні прилади та обладнання

1. Автоматичний міст.
2. Магазин опору.

Зрівноважені мости застосовуються для вимірювання температури в комплекті з термометром опору. У зрівноважених мостах зміна опору термометра компенсується зміною опору одного з пліч моста, так що напруга в діагоналі остається рівною нулю. В автоматичних мостах зрівнювання системи робиться реверсивним двигуном, який управляється електронним підсилювачем.

Вимірювальна схема таких мостів живиться постійною або змінною напругою, але частіше всього застосовується змінна, тому що схема підсилювача при цьому спрощується. Принципова схема автоматичного моста змінного струму показана на рис. 1.1.

Опори R_e , R_d , R_n , R_n , R_s та реохорду підбирають таким чином, щоб при температурі початку шкали потенціали точок A і B були рівні між собою. Двигок реохорду при цьому знаходиться у лівому крайньому положенні. При збільшенні температури вимірювального середовища опір R_t збільшується, що приводить до порушення рівноваги моста. Сигнал небалансу моста підсилюється підсилювачем і подається на управляючу обмотку реверсивного двигуна $РД$, який переміщує двигок реохорду до наступу рівноваги. Одночасно переміщується вказівна стрілка приладу.

Величина напруги не впливає на точність вимірювання, але впливає на чутливість приладу. Подібно логометрам, мости включаються за дво- або трипровідними схемами. Автоматичні мости повинні включатися тільки за трипровідною схемою.

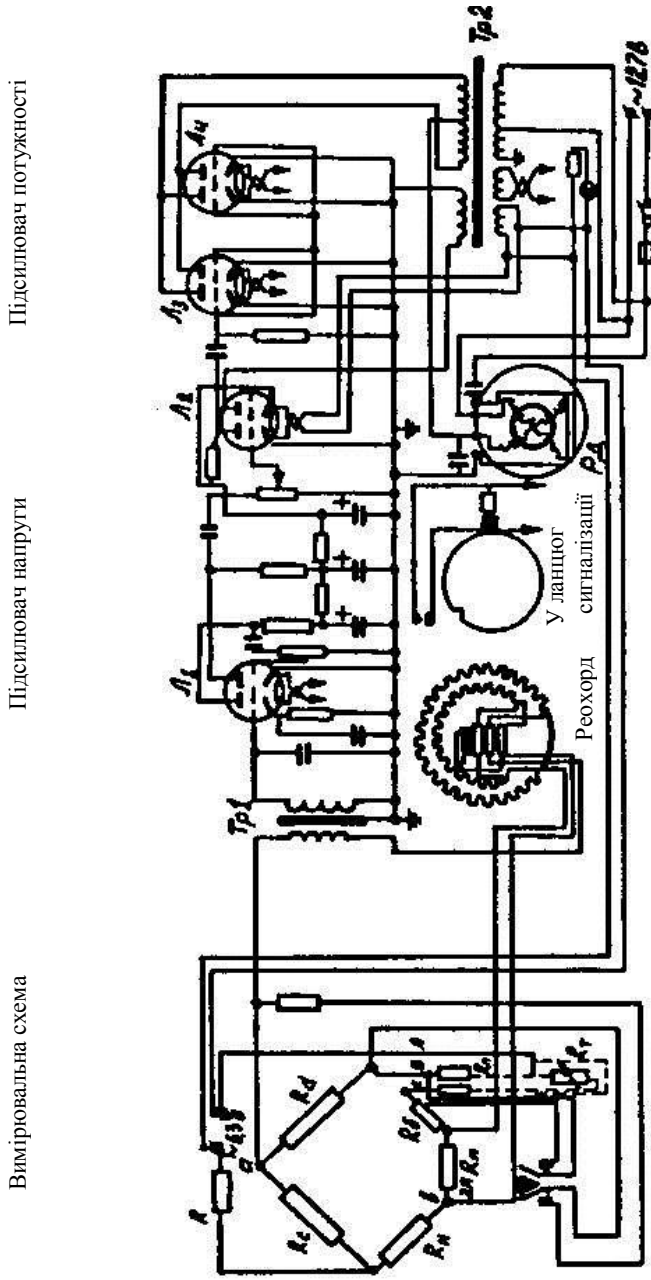


Рисунок 1.1 — Схема принципова автоматичного моста змінного струму

Порядок проведення роботи

1. Зібрати схему за рис. 1.1. До точок *A*, *B* і *C* підключити магазин опорів.
2. По таблиці 1.1 встановити на магазині значення опору, відповідне опору термометра при даній температурі.
3. Зняти показники моста при прямому та зворотному ході і записати в таблицю 1.1.
4. По даним вимірювань визначити клас точності моста та його варіацію.
5. Зробити висновки про можливість вимірювання температур даним приладом.

Таблиця 1.1 – Таблиця одержаних даних і розрахунку показників

№ п/п	Температура, °C	Опір термометра опору, Ом	Показники моста, °C		Абсолютна похибка, °C	Відносна похибка, °C
			прямий хід	зворотний хід		
1	0	100				
2	10	103,9				
3	20	107,9				
4	30	111,8				
5	40	115,7				
6	50	119,6				
7	60	123,5				
8	70	127,4				
9	80	131,2				
10	90	135,1				
11	100	138,9				
12	110	142,7				
13	120	146,5				

Література

1. Кулаков М. В. Автоматические контрольно-измерительные приборы для химических производств [Текст] / М. В. Кулаков, С. И. Щелкин – М. : Машгиз, 1961. – 552 с.
2. Топерверх Н. И. Теплотехнические измерительные и регулирующие приборы [Текст] / Н. И. Топерверх, М. Я Шерман – М. : Металлургия, 1966. – 445 с.
3. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст] : учебник для втузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов ; под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

2 Лабораторна робота № 2 ГРАДУЮВАННЯ ТЕРМОПАР

Мета роботи

1. Знайомство з принципом дії, конструкцією та роботою термопар.
2. Проведення градуювання невідомих термопар.
3. Навчити студента самостійному вирішенню практичних завдань.

Необхідні прилади та обладнання

1. Зразкова термопара (ПП).
2. Мілівольтметр групи (ПП).
3. Трубчаста електропіч.
4. Автотрансформатор або реостат.
5. Три-чотири термопар з невідомим градуюванням.
6. Цифровий мілівольтметр.
7. Термопарний перемикач на кілька положень.

Загальні відомості

При з'єднанні двох нагрітих провідників із різних металів на їх кінцях з'являється ТЕРС, величина якої залежить від цілого ряду умов.

Взагалі сумарна ТЕРС у замкнутому ланцюзі, складеному із провідників A і B , робочий спай якої нагрітий до температури t_1 , а холодний – до t_0 (рис. 2.1), визначається із співвідношення:

$$E_{AB}(t_1; t_0) = e_{AB}(t_1) + e_{BA}(t_0), \quad (2.1)$$

де $E_{AB}(t_1; t_0)$ – сумарна ТЕРС;

$e_{AB}(t_1)$; $e_{BA}(t_0)$ – ЕРС в місцях з'єднання провідників.

Якщо $e_{AB}(t_0) = -e_{BA}(t_0)$, то можна записати:

$$E_{AB}(t_1; t_0) = e_{AB}(t_1) - e_{AB}(t_0), \quad (2.2)$$

Сумарна ТЕРС у ланцюзі з двох різних провідників, місця з'єднань яких мають різну температуру, дорівнює різниці результативної ТЕРС (мВ).

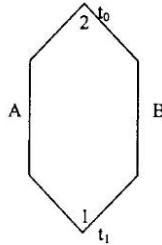


Рисунок 2.1 – З'єднання термопар

Таким чином, для термопар з невідомою характеристикою може бути знайдена залежність ЕРС термопарі від температури. Внаслідок малих величин ЕРС термопарі (0,01-0,06 мВ на 1 °С) може бути виміряна мілівольтметром або потенціометром.

Термопарі відрізняються матеріалами термоелектродів і, відповідно, межею вимірювання. Стандартами передбачено виготовлення таких термопар: хромель-копелева (ХК), хромель-алюмелева (ХА), платінородій-платинова (ПП-1), платінородій-платінородієва (ПР 30/6). Ці термопарі мають стандартне градуювання.

Для нестандартних умов використовуються нестандартні термопарі.

Порядок виконання роботи

Зразкова термопара (1) підключається через магазин опору до мілівольтметра або за допомогою компенсаційних проводів до потенціометра (рис. 2.2). Усі термопарі розташовуються у печі на однаковій відстані від краю трубки (в зоні однакової температури).

Піч нагрівається за допомогою електричного струму з регулюванням подачі через реостат (10). Результати вимірювань заносяться в таблицю і будується графік.

По осі абсцис відкладається значення ТЕРС перевіряємої термопарі, яке визначається як показниками мілівольтметра (в

мілівольтах), а по осі ординат – дійсне значення температури у печі (4), яке визначається зразковою термопарою.

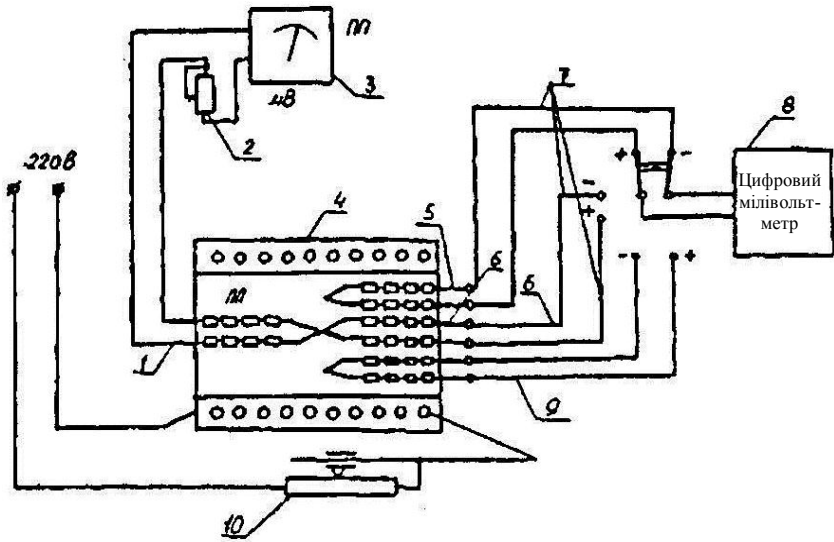


Рисунок 2.2 – Схема градування термопар

Якщо термопара підключається без компенсаційних проводів, то необхідно робити поправку на температуру нагріву холодного спаю термопар.

1. Включити піч через реостат (або автотрансформатор 10) в електромережу і визначити показники ТЕРС усіх термопар через кожні 50 °С до 500 °С.

2. За одержаними даними побудувати графік.

3. Визначити похибку вимірювань.

4. Узагальнити одержані дані та зробити висновки.

Література

Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст] : учебник для втузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов; Под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

3 Лабораторна робота № 3

АНАЛІЗ РОБОТИ ТА НАСТРОЮВАННЯ

УНІВЕРСАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА РУ 4-16А

Мета роботи: ознайомитися з роботою та настроюванням регулятора РУ 4-16А.

Необхідне обладнання та пристрої

1. Регулятор РУ 4-16А.
2. Потенціометр.
3. Термопар.
4. Виконавчий механізм.
5. Нагрівач.

3.1 Загальні відомості

3.1.1 Призначення регулятора РУ 4-16А

Автоматичні регулюючі пристрої РУ 4-16А призначені для регулювання теплових та інших виробничих процесів і працюють у комплекті з автоматичними вимірювальними приладами, які мають реостатний задатчик, виконавчий механізм (ВМ) з вмонтованим реостатом зворотного зв'язку, показчиком положення регулюючого органа, пультом керування, який забезпечує автоматичне та ручне дистанційне управління ВМ та магнітним пускачем.

Регулюючі пристрої (РП) забезпечують пропорційне астатичне та ізодромне регулювання, а також регулювання з введенням сигналу першої похідної. Регулюючі пристрої призначені для роботи у стаціонарних умовах при температурі зовнішнього середовища від 0 до 50 °С і відносній вологості від 30 до 80 %.

3.1.2 Принцип дії

Первинний датчик, установлений на об'єкті, підключений до вимірювального приладу, за допомогою якого вимірюється значення регульованого параметра.

До підсумовуючої схеми регулятора (ПС) подається сигнал непогодження з реостатним датчиком R_n вимірювального пристрою та

сигнал зворотного зв'язку з реостатним датчиком R_n виконавчого механізму ВМ (рис. 3.1). Підсумовуючу схему збирають в залежності від прийнятого закону регулювання: якщо є непогодження, схема формує керуючий сигнал відповідно цьому закону.

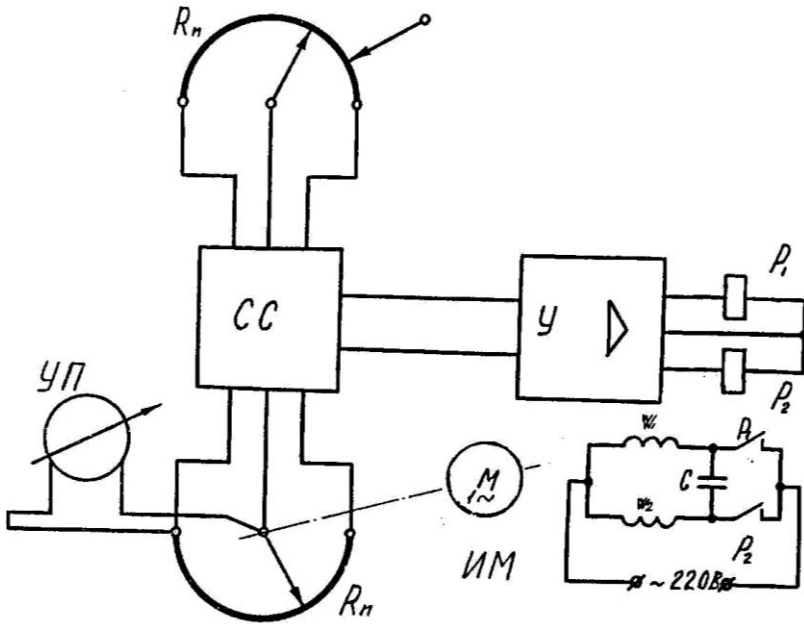


Рисунок 3.1 – Блок-схема регулятора РУ 4-16

Керуючий сигнал підсилюється електронним підсилювачем, на виході якого спрацьовують реле P_1 або P_2 в залежності від знаку керуючого сигналу. На виході підсумовуючої схеми спрацьовують реле P_1 або P_2 , що приводить до включення двигуна вперед або назад, тобто на відкривання або закривання регулюючого органу, що забезпечує повернення параметра, що регулюється, до заданого значення.

Показчик положення регулюючого органу (ПП) являє собою магнітоелектричний міліамперметр, підключений через додатковий опір на напругу, яка понижується движком з реостатного датчика зворотного зв'язку R_m виконавчого механізму. Міліамперметр має

градування у відсотках від 0 до 100. Додатковий або шунтуючий опір підбирають таким чином, щоб показники приладу відповідали величині відкриття регулюючого органу.

Розберемо більш докладно підсумовуючу схему регулятора.

Підсумовуюча схема (рис. 3.2) складається з вимірювального моста R_{33} і R_{40} – при 100 %-датчика (а); R_{39} ; R_{40} ; R_{31} ; R_0 – у випадку N % датчика (б), моста зворотного зв'язку R_3 ; R_4 ; R_{30} ; R_{32} , опорів регулювання статизму (R_6 ; R_7) з диференційованої (R_1 ; C_1) та інтегральної (R_5 ; C_2) комірок, підключених в ланцюг моста зворотного зв'язку, які дають відповідно навпаки інтегральну та диференційну дію на регулюючий орган.

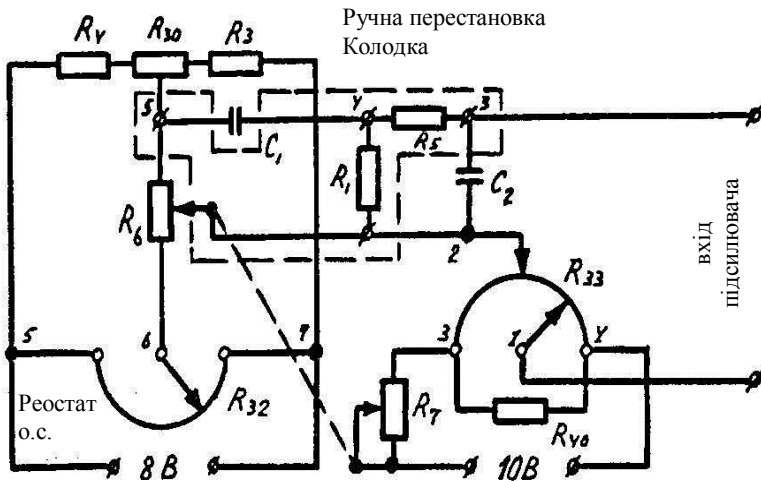
Відповідно схемі (рис. 3.3, а) здійснюється астатичне регулювання, так як на вхід посилювача подається сигнал, пропорційний відхиленню параметра (прямо із задатчика вимірювального пристрою) і, отже, величина регулюючого впливу може бути пропорційною величині і тривалості відхилення. Рівноваги в системі можна досягти тільки при регулюючому параметрі, рівному заданому. Реостат зворотного зв'язку виконавчого механізму R_{32} в процесі регулювання не бере участі.

За схемою (рис. 3.3, б) здійснюється статичне регулювання. Реостат зворотної дії виконавчого механізму підключений до схеми моста з опорами R_4 - R_{30} - R_3 , причому повзун на R_{30} знаходиться у положенні, відповідному положенню повзуна R_{32} при нормальному стані регулюючого органу. Отже, по опорі R_B , підключеному у діагональ моста, струм не тече і напруга в ланцюзі зворотного зв'язку:

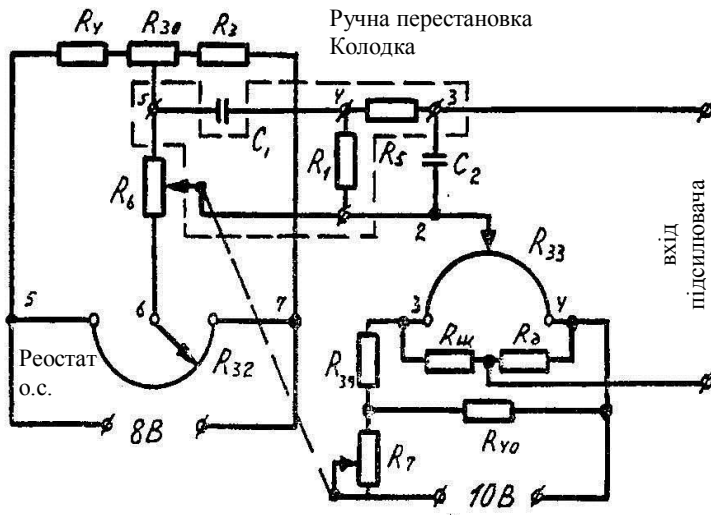
$$U_{33}=0.$$

При відхиленні значення регульованого параметра від заданої напруги непогодження U_p з реостатного датчика вимірювального приладу сигнал подається на вхід підсилювача, і виконавчий механізм включається у відповідному напрямку. Переміщення повзуна R_{32} викликає порушення рівноваги моста R_{32} - R_{40} і появу у діагоналі напруги U_{33} з полярністю, яка зустрічна полярності U_p . При цьому на вхід підсилювача надходить різниця напруг U_p - U_{33} .

По мірі руху виконуючого механізму наростає напруга U_{33} і, коли буде рівновага $U_{33} = U_p$, закінчується рух виконавчого механізму. Рівновага в системі при новому положенні регулюючого органу настає при наявності деякої напруги непогодження і при деякому відхиленні параметра від заданої величини.



а)



б)

Рисунок 3.2 — Підсумовуюча схема регулятора

Якщо зменшити величину R_7 , збільшити силу струма, який протікає по задатчику R_{33} , то одному й тому ж переміщенню виконавчого механізму буде відповідати менше відхилення параметра від заданого значення. Такий же результат може бути отриманий при зменшенні величини U_{33} при одному і тому ж положенні виконавчого механізму, що досягається переміщенням повзуна R_6 угору. Таким чином, при переміщенні повзунів R_6 і R_7 угору, можна збільшити “чутливість” регулятора, а переміщуючи униз – зменшити. “Чутливість” статичного (або пропорційного) регулятора визначається відносним відхиленням параметра (у відсотках до шкали вимірювального приладу), який викликає повне переміщення регулюючого органа із одного крайнього положення у друге. Ця величина характеризує також, в яких межах зміни параметра регулюючі дії можуть залишатись пропорційними відхиленню і називаються у зв’язку з цим діапазоном пропорційності.

Діапазон пропорційності може бути визначеним також діленням відносного значення параметра на відносне переміщення регулюючого органу.

У регуляторі РУ 4-16А є ручка з написом “Діапазон” порційності, за допомогою якої переміщуються повзуни R_6 і R_7 .

Зменшення діапазону пропорційності зменшує величину залишкового відхилення, але робить процес регулювання менш стійким. Тому діапазон пропорційності встановлюють у кожному конкретному випадку в залежності від властивостей об’єкта регулювання.

За схемою (рис. 3.3, в) здійснюється регулювання, близьке до закону ізодромного регулювання.

При відхиленні значення параметра від заданого, на вхід підсилювача з реостатного задатчика R_{33} через опір R_1 надходить напруга непогодження. Включається двигун виконавчого механізму і регулюючий орган починає переміщуватись у відповідному напрямку. При цьому з’являється струм у діагоналі моста $R_{30}-R_{32}$ і конденсатор C_1 починає заряджуватись через опір R_1 напругою, яка знімається з опору R_6 . Зарядний струм конденсатора C_1 створює на опорі R_1 падіння напруги U_{33} , яке діє зустрічно напрузі U_p . Коли U_{33} стане рівним U_p , сигнал на вході посилювача буде дорівнювати нулю, двигун виконавчого механізму і повзун R_{32} зупиняються. З цього моменту сила зарядного струму конденсатора C_1 , а отже, і напруга U_{33} починає

зменшуватись; в цей же час повзун реостатного задатчика R_{33} починає вертатись до заданого положення і напруга U_p також буде зменшуватись.

В ідеальному випадку зниження U_{33} і U_p буде протікати з однаковою швидкістю, так що весь час буде підтримуватись рівнянням $U_{33}=U_p$. Якщо до моменту, коли регульований параметр стане рівним заданій величині ($U_p=0$), конденсатор C_1 повністю зарядиться і зарядний струм закінчиться ($U_{33}=0$), то процес регулювання на цьому скінчиться і регулятор прийде у режим рівноваги.

Для забезпечення стійкого регулювання без коливань повинні бути правильно підібрані параметри схеми – положення повзунів R_6 і R_7 , ємність конденсатора C_1 і величина опору R_5 , що визначають величину напруги та час заряду конденсатора.

На рис. 3.3, г показана підсумовуюча схема для статичного регулювання з попередженням по похідній. При такій схемі регулюючий вплив буде не просто пропорційним відхиленню параметра, а буде залежати також від похідної зміни напруги непогодження U_p .

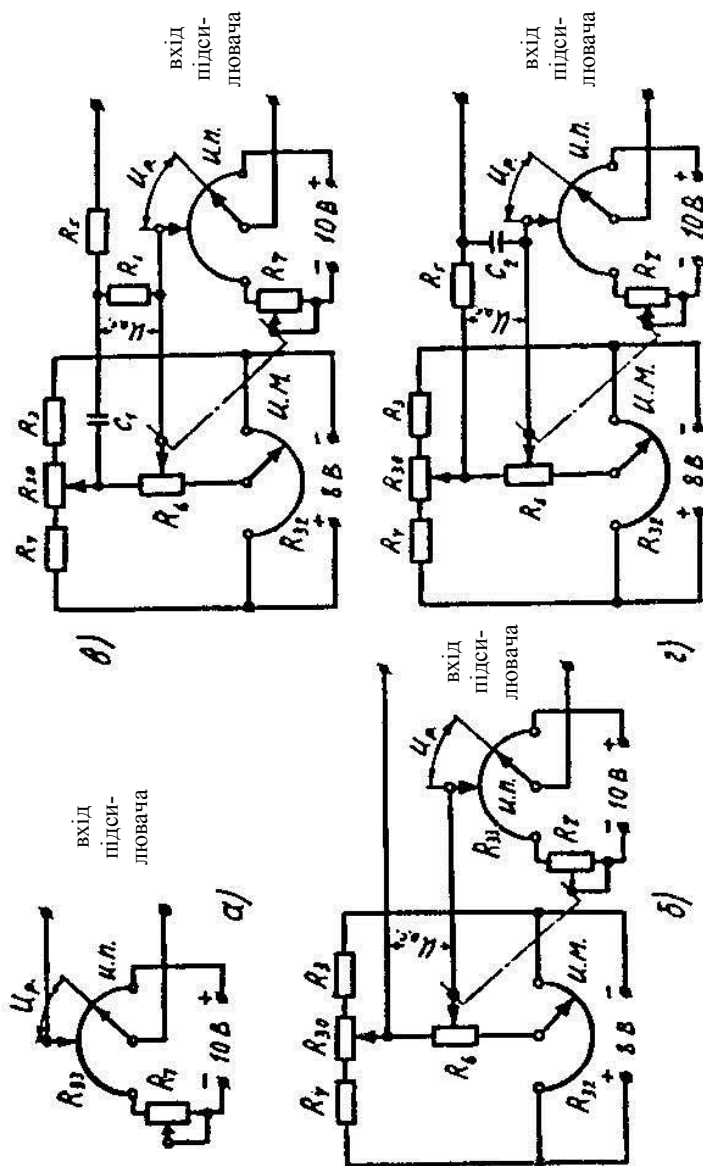
Дія по похідній буде виконуватись завдяки конденсатору C_2 , який, заряджуючись, при збільшенні U_p буде збільшувати напругу на вході підсилювача, а, розряджуючись, при зменшенні U_p буде сприяти більш швидкому змінюванню полярності та росту напруги полярності на вході підсилювача.

Підключення конденсатора C_2 до аналогічних точок схеми (рис. 3.3, в) дозволить виконувати ізодромне регулювання також з додатковою дією по похідній.

Зміна часу ізодрому і попередження, а також перемикання на різні види регулювання виконується шляхом зміни опорів та перемичок на зажимах панелі, а конкретно:

а) пропорційне регулювання відбувається, якщо конденсатор C_1 закорочений (встановлюється перемичка між зажимами 4 і 5), конденсатор C_2 відключений (перемичка між зажимами 2 і 3 знята), опір R_5 закорочено. Встановлена перемичка між зажимами 3 і 6;

б) астатичне регулювання – встановлюється перемичка між зажимами 1 і 3 і відключається конденсатор C_2 (знімається перемичка між зажимами 2 і 3);



а) астатичне регулювання; б) статичне регулювання в) ізодромне регулювання;
г) статичне регулювання з попередженням по похідній

Рисунок 3.3 — Варіанти підсумовуючої схеми регулятора РУ 4-16 А

в) ізодромне регулювання – включається конденсатор C_1 (знімається перемичка зажимів 4 і 5), відключається конденсатор C_2 (знімається перемичка між зажимами 2 і 3), підключається опір R_1 (між зажимами 1 і 4) і опір R_5 (між зажимами 3 і 6).

Час ізодрому $Ti=14 R_1 (c)$ і змінюється шляхом зміни величини R_1 .

Примітка: У разі підключення конденсатора C_2 (включена перемичка між зажимами 2 і 3) і відключення опору R_5 (ставиться перемичка між зажимами 3 і 6) час ізодрому буде дорівнювати $Ti=18 R_1 (c)$.

Необхідний час ізодрому встановлюється за допомогою змінних опорів.

г) пропорційне регулювання з попереджуванням – конденсатор C_1 закорочений (зажимами 4 і 5), конденсатор C_2 включений (ставиться перемичка між зажимами 2 і 3), опір R_5 включено (між зажимами 3 і 6). Час попередження (стала часу похідної) дорівнює $Tn=4 R_5 (c)$;

д) ізодромне з попередженням регулювання здійснюється при таких же з'єднаннях на колоді, що і пункті в), але з підключенням конденсатора C_2 (ставиться перемичка між зажимами 2 і 3). При цьому час ізодрому дорівнює: $Ti=29,1 R_1 (c)$, а час попередження: $Tn=1,92 R_5 (c)$.

Сформований підсумовуючою схемою за тим чи іншим законом сигнал подається на вхід підсилювача, який керується за допомогою командних реле роботою виконавчого механізму.

В залежності від знаку напруги на вході підсилювача спрацьовує реле P_1 і P_2 (рис. 3.1) вихідного фазочутливого каскаду.

Для стійкої праці реле по будь-якому з розглянутих вище законів регулювання потрібно, щоб швидкість переміщення регулюючого органу була пропорційною величині напруги на вході підсилювача. Однак, у виконавчому механізмі, як було показано на блок-схемі (рис. 3.1), є конденсаторний двигун з нерегульованою швидкістю обертання (те ж у рівній мірі відноситься до промислового устаткування, в якому привід регулюючого органу здійснюється трифазним асинхронним двигуном). Щоб середня швидкість переміщення регулюючого органу все ж була пропорційною вхідному сигналу, тут застосована переривіста робота двигуна: на протязі деякого часу (робочий період) двигун включений, потім на деякий час (пауза) двигун виключається. При цьому, чим більша напруга на вході

підсилювача, тим довший робочий період і коротша пауза, а отже, вища середня швидкість.

3.1.3 Підготовка і пуск РУ

Після закінчення монтажу регулюючої системи (до включення її на регулювання процесу) необхідно перевірити правильність електричних з'єднань та узгодженість роботи усіх елементів.

Для цього необхідно:

1. Провести огляд схеми і при необхідності “продзвонити” її.
2. Перемикач на пульті керування встановити у положення “ручне” управління.

3. Включити загальне джерело, подати живлення на пульт керування.

4. За допомогою кнопок або зворотного ключа добитися правильного обертання вала виконавчого механізму.

5. У крайніх положеннях повзуна зворотного зв'язку відрегулювати положення кінцевих вмикачів. При цьому, при натиску кнопки “додати”, обертання повинно бути у напрямку відкриття регулюючого органу, у протилежному разі провода, які йдуть від кнопок або зворотного ключа до обмотки двигуна, поміняти місцями.

6. Перевірити правильність показників “Показчика положення”. При правильному включенні положення стрілки його на відмітці 100 % повинно відповідати повному відкриттю регулюючого органу.

7. На лицевій панелі регулюючого пристрою встановити необхідні величини опору ізодрому і попередження, забезпечивши при цьому надійний контакт. Зажими конденсатора C_1 закоротити. Рукоятку “Нуль” встановити у положення, відповідне симетрії спрацьовування реле. Рукоятку “чутливість” встановити на поділці, яка відповідає необхідній чутливості. Рукоятку “статизм” поставити на 1-2 неоцифроване ділення, тобто 10-30 % статизму.

8. Сумістити показники датчика при підключеному вимірювальному пристрої посередині шкали.

9. Універсальний перемикач перевести на “авт.” (автоматичне регулювання). Після 2-3 хвилин прогріву виконавчий механізм повинен встановитись у середньому положенні. Якщо це не виходить (виконавчий механізм йде у одне з крайніх положень), необхідно поміняти місцями провода, які йдуть до виконавчого механізму.

10. В разі автоколивань або “залипанні” реле повернути рукоятку “стабілізуєчий зв’язок” до ліквідації автоколивань. Після цього для перевірки правильності погодження усіх напрямків необхідно перемістити вручну повзунок задатчика у пристрої. При цьому виконавчий механізм повинен відпрацювати на закриття, якщо показники датчика більші, ніж задатчика, і навпаки. Якщо цього не відбувається, то необхідно ще раз поміняти місцями кінці, які йдуть на ВМ, і разом кінці від реостату зворотного зв’язку.

11. Далі виконавчий механізм з’єднується з регулюючим органом, враховуючи граничні положення кінцевих вимикачів і регулюючого органу.

12. Вимикається перемикач на лицевій панелі, яка закорочує конденсатор. Прилад готовий до роботи.

3.1.4 Підключення регулятора на регулювання процесу. Налаштування

Відповідно статичним та динамічним характеристикам і параметрами об’єктів потрібні визначені налаштування регулятора.

Об’єкт регулювання характеризується:

1. Динамічною характеристикою (кривою розгону), за якою визначається:

- а) запізнення;
- б) стала часу і швидкість розгону;
- в) характер об’єкту (порядок і вид передаточної функції).

2. Статичною характеристикою є коефіцієнт самовимірювання.

Налаштуванню на процес регулювання підлягають:

- а) час ізодрому;
- б) час попередження;
- в) статизм (діапазон пропорційності).

Практично налаштування слід проводити у процесі самого регулювання по його якості, що зручніше в експлуатації. Налаштування регулятора за об’єктом, для якого невідомі характеристики і параметри, можливо проводити тільки таким методом.

В разі такого настроювання необхідно:

1. Перемкнути на “ручне” управління, увімкнути напругу на пульт керування і вимірювальний пристрій. На вимірювальному пристрої встановлюють необхідне значення регульованого параметра. Кнопками або зворотним ключем виводять регульований параметр на задане значення.

2. Перемкнувши на автоматичне регулювання, добитися якісного регулювання шляхом зміни таких настроювань: астатизму – рукояткою “статизм” на лицевій панелі РУ, часу ізодрому і часу попередження – підбором опорів відповідно R_1 і R_5 . При цьому слід враховувати, що судити про якість регулювання можливо тільки по закінченню достатньо тривалого часу після виходу на режим кожний раз, коли змінюється яке-небудь настроювання, з тим, щоб уникнути помилкових висновків щодо якості регулювання при випадкових обурюваннях (необхідно не менш 2–3 годин).

При цьому необхідно керуватися такими правилами:

1. Якщо дія регулятора приводить до незатухаючих коливань регульованого параметра із значною амплітудою цих коливань, тоді рукоятку “статизм” слід повертати в бік збільшення на деякий кут, достатній для зникнення незатухаючих коливань навколо завдання та навпаки.

2. Для процесу з незначними та короткочасними змінами навантаження або живлення, настроювання потребує менших значень статизму і більших значень часу ізодрому або, що те ж саме, потребує більшої участі пропорційної дії та менш – астатичної.

3. При процесах з глибокими і довгими обуреннями настроювання приведе до неминучої статичної помилки, бо в цьому випадку регулятор буде майже чисто пропорційним. Тому слід збільшити долю дії статичної частини шляхом зменшення опору R_1 , що веде до зникнення залишкової нерівномірності (статичної помилки) тим скоріше, чим менший час ізодрому (час подвоєння). Однак, при цьому підвищується схильність регулятора до автоколивань, амплітуда яких тим більша, чим менший час подвоєння. Тому при настроюванні регулятора на такого роду процеси, величина часу подвоєння вибирається максимально можливою, яка забезпечує задовільну швидкість зникання залишкової нерівномірності (залишкового відхилення) регулювання.

4. Слід мати на увазі, що основною складовою при регулюванні усіх процесів повинна бути пропорційна компонента, тобто встановлена найменш можлива ступінь нерівномірності (“статизм”), астатична компонента є допоміжною. Підвищення відносної участі цієї компоненти веде до зменшення стійкості регулюючої системи.

5. При переході на інші види регулювання керуватися вказівками, наданими у розділі 3.1.2, пп. а, б, в, г, д.

Примітка: більш докладні рекомендації щодо настроювання регулятора на об’єкт надаються у додатковій інструкції, яка додається до пристрою.

Порядок проведення роботи

1. Ознайомитись з електричною схемою і будовою регулятора. В процесі знайомства вузли та елементи схеми порівняти з вузлами та елементами самого регулятора РУ 4-16А.

2. Відповідно до інструкції проводиться настроювання регулятора на різні закони регулювання. Робиться оцінка якості регулювання.

3. У звіті до лабораторної роботи додається схема регулятора, опис його настроювання і висновки щодо оцінки якості регулювання при різних законах регулювання.

Література

1. Фейгин В. И. Электронные и полупроводниковые приборы в металлургии [Текст] / В. И. Фейгин – М. : Металлургия, 1959. – 222 с.

2. Свенчанский А. Д. Автоматическое регулирование электрических печей [Текст] / А. Д. Свенчанский, К. Д. Гуттерман – М. : Энергия, 1965. – 479 с.

3. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст] : учебник для вузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов ; под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

4 Лабораторна робота № 4

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ТА НАСТРОЮВАННЯ ПРОГРАМНОГО РЕГУЛЮЮЧОГО ПРИСТРОЮ

Мета роботи

1. Ознайомитись з схемою та конструкцією регулятора РУ 5-01М.
2. Освоїти налаштування регулятора.

Необхідні прилади та обладнання: програмний регулятор РУ 5-01М.

4.1 Призначення програмного регулятора РУ 5-01М

В деяких випадках автоматичного регулювання режимів технологічних процесів потрібно забезпечити не постійність регулюючого параметра, а його зміну за часом по заздалегідь введеній програмі. Такі завдання частіше всього зустрічаються при автоматичному регулюванні температури в різноманітних термічних печах періодичної дії для відпалу, загартування, зпикання і т.п., коли потрібно, наприклад, протягом визначеного відрізка часу плавно підвищувати температуру до заданого значення, забезпечуючи при цьому необхідну швидкість нагрівання, потім визначений час підтримувати задану температуру постійною і, нарешті, по заздалегідь заданій програмі протягом визначеного часу поступово знижувати температуру.

Для автоматичного регулювання параметрів по заздалегідь заданій програмі використовують автоматичні регулюючі пристрої типу РУ 5-01, РУ 5-02 та ряд інших.

Автоматичні регулюючі пристрої РУ 5-01М призначені для позиційного регулювання різноманітних параметрів по заданій програмі, які працюють в комплекті з автоматичними потенціометрами і мостами, що мають додатковий реостатний датчик із 100 %-вою зоною пропорційності. Автоматичні електронні програмні задавальні пристрої призначені для забезпечення пропорційного або ізодромного регулювання різноманітних параметрів по заданій програмі, а працюють у комплекті з ізодромними регулюючими пристроями, наприклад РУ 4-16А та автоматичними потенціометрами і мостами, що мають додатковий реостатний датчик із 100 %-вою зоною пропорційності.

4.2 Будова та робота регулятора

Програмний регулюючий пристрій РУ 5-01 забезпечує автоматичне регулювання параметрів за програмою, яку наносять тушшю або спеціальною фарбою на діаграмний папір у вигляді лінії шириною 10 мм відповідно заданому графіку ведення процесу. Ширина діаграмної стрічки 160 мм, довжина 10 м, що дозволяє регулювати процеси за часом циклу до 500 годин. Діаграмна стрічка з накресленою програмою знаходиться у приладі між фотоопором та освітлювальною лампою, які змонтовані на рухомій каретці слідкуючої системи (рис. 4.1). Фотоопір $R_{ф.с.}$ являється одним із пліч моста, складеного з опорів R_5 , R_6 , R_7 , $R_{ф.с.}$ та живленого змінним струмом від обмотки II трансформатора Tr_1 через потенціометр R_3-R_9 . Струм із діагоналі моста через конденсатор C_4 та опори R_1 і R_4 подається по обидві сітки подвійного тріоду L_4 , який керує живленням обмотки O_1 реверсивного конденсаторного двигуна M_1 . Якщо програмна смуга на діаграмній стрічці затемнює, приблизно половину робочої площі фотоопору $R_{ф.с.}$, то міст керування (рівновага моста у такому положенні підлаштується за допомогою змінного опору плеча R_5) знаходиться в рівновазі і струм на сітки лампи L_4 не надходить. Діаграмна стрічка невинно із заданою швидкістю переміщується синхронним двигуном M_2 і, коли положення програмної смуги по відношенню до фотоопору зміниться, рівновага моста порушиться, фаза напруги, яка з'являється при цьому на діагоналі моста, залежить від того, збільшилось чи зменшилось освітлення фотоопору, тобто відповідно зменшився чи збільшився опір.

В залежності від фази напруги на діагоналі моста відпирається (у відповідні на півперіоди) лівий або правий тріод лампи L_4 , і по обмотці O_1 починає протікати струм. Напруга на обмотці O_1 або співпадає по фазі, або протилежна напрузі мережі, що живить другу обмотку O_2 двигуна M_1 через конденсатор C_2 .

Таким чином, зменшення або збільшення освітлення фотоопору визначає напругу обертання двигуна M_1 , що переміщує каретку з фотоголівкою слідкуючої системи.

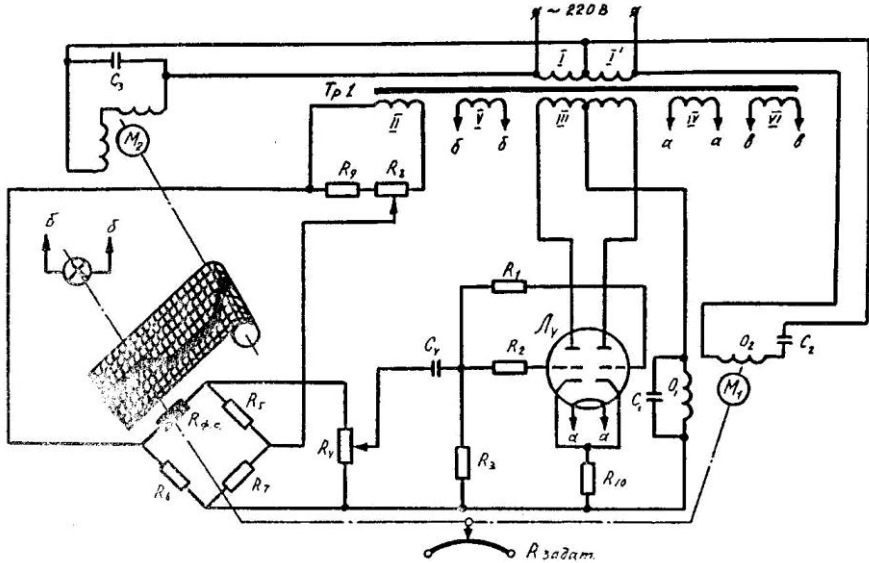


Рисунок 4.1 — Спрощена схема слідкуючої системи програмного регулятора РУ 5-01М

При цьому каретка переміщується до тих пір, поки програмна смуга знову буде затуляти приблизно половину фотоопору, тобто фотоголівка весь час “стежить” за програмною смугою і переміщується при зміні її положення.

З двигуном M_1 і рухомою кареткою слідкуючої системи твердо зв’язаний движок реостатного задатчика, $R_{здат}$, який також переміщується відповідно накресленій програмі та є задатчиком для регулюючої частини пристрою.

Змінні опори R_4 і R_8 використовуються для регулювання чутливості слідкуючої системи; опір R_3 являється опором витoku обох сіток, а опір R_{10} забезпечує автоматичне зміщення.

На рис. 4.2 показана схема регулюючої частини пристрою РУ 5-01М. Реостатний задатчик $R_{здат}$ слідкуючої системи увімкнений у вимірювальну мостову схему, два інших плеча якої складає реостатний датчик $R_{вп}$ вимірювального пристрою зі 100 %-вою зоною пропорційності, який вимірює значення регулюючого параметра. Мостова схема живиться від окремої обмотки VI

трансформатора слідкуючої системи (рис. 4.1). Потенціометричні опори R_0' і R_0'' увімкнуті у мостову схему для суміщення початку та кінця шкали програмного пристрою зі шкалою вимірювального приладу. При наявності непогодження між показаннями вимірювального приладу (положення повзуна $R_{вн}$) та завданням (положення повзуна $R_{задан}$), на вхід трансформатора надходить напруга, фаза якої залежить від знака непогодження. З виходу трансформатора Tr_3 сигнал надходить на обидві керуючі сітки подвійного триїду L_5 (6НП).

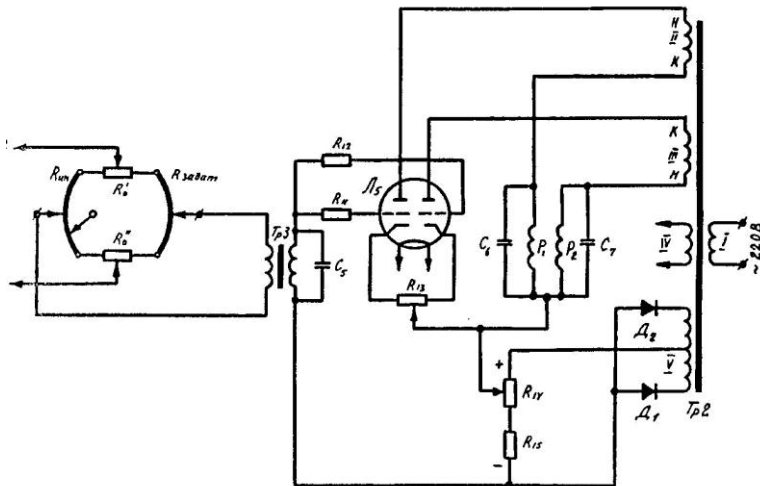


Рисунок 4.2 — Спрощена схема регулюючої частини програмного регулятора РУ 5-01М

При відсутності сигналу обидва триоди L_5 замкнуті постійним негативним зміщенням сіток, які знімають з потенціометра R_{14} , R_{15} . Завдяки тому, що анодні ланцюги кожного триїду лампи L_5 живляться протилежною за фазою напругою, при надходженні сигналу на обидві сітки відмикається той триїд, в якому співпадають фази сигналу і анодної напруги, а той триїд, в якому фаза сигналу виявляється протилежною фазі анодної напруги, залишається замкнутим.

Для забезпечення збігу фази сигналу з фазою анодної напруги та компенсації зсуву фази, яка з'являється внаслідок наявності

індуктивності вхідного трансформатора Tr_3 , до вторинної обмотки вхідного трансформатора підключений конденсатор C_5 , який створює резонанс напруг на частоті 50 Гц. При резонансі напруг індуктивний опір трансформатора зникає і зсув фаз між вхідним і вихідним сигналом відсутній.

При відмиканні одного з тріодів спрацьовує відповідно реле P_1 або P_2 , контакти якого вмикають вперед або назад виконавчий механізм регулюючого органа. Для симетрії у спрацюванні реле служить потенціометричний опір R_{13} .

Коли показання вимірювального приладу приходять у відповідність з установкою програмного задатчика, струм розбалансу зникає та відповідно реле знеструмлюється і вимикає виконавчий механізм.

Чутливість регулятора (або точніше, ширина зони нечутливості) встановлюється движком потенціометра R_{14} , який регулює величину постійного негативного зміщення.

Таким чином, програмний регулюючий пристрій РУ 5-01 забезпечує регулювання по заданій програмі та по закону астатичного регулятора.

Якщо потрібно здійснювати програмне регулювання за будь-яким іншим законом, то використовують тільки програмний пристрій регулятора РУ 5-01 та його задатчик *R_{задат}* вмикають у схему відповідного регулятора, наприклад РУ 4-16А, як показано на рис. 4.3. Для цієї мети програмну фотослідкуючу пластину пристрою РУ 5-01 випускають без регулюючого блока та називають програмним задавальним пристроєм типу РУ 5-02.

4.3 Підготовка приладу до пуску

Для приведення програмного пристрою в дію необхідно:

1. Заправити ПП діаграмною стрічкою, для чого: висунути кронштейн, диском ручної задачі відвести каретку у ліве крайнє положення, відтягнувши верхню рукоятку вправо, вставити рулон з діаграмною стрічкою, затиснути гільзу діаграмної стрічки так, щоб виступ, який є на диску, увійшов у проріз на торці капронової гільзи. Взяти пусту гільзу, відмотати частину стручки і встановити її у проріз гільзи. Намотавши невелику кількість стрічки на гільзу, відвести нижню рукоятку вправо і вставити гільзу на місце.

2. Встановити потрібну швидкість просування діаграмної стрічки шляхом підбору на редукторі приліду відповідних шестерен за таблицею, яка нанесена на пластині, що закриває редуктор. Оскільки змінні шестерні зовнішні, то для їх перестановки достатньо вигвинтити гвинти, які фіксують шестерні на втулках редуктора.

3. Залити в редуктор синхронного і реверсивного двигунів по 5 см^3 масла МПВ.

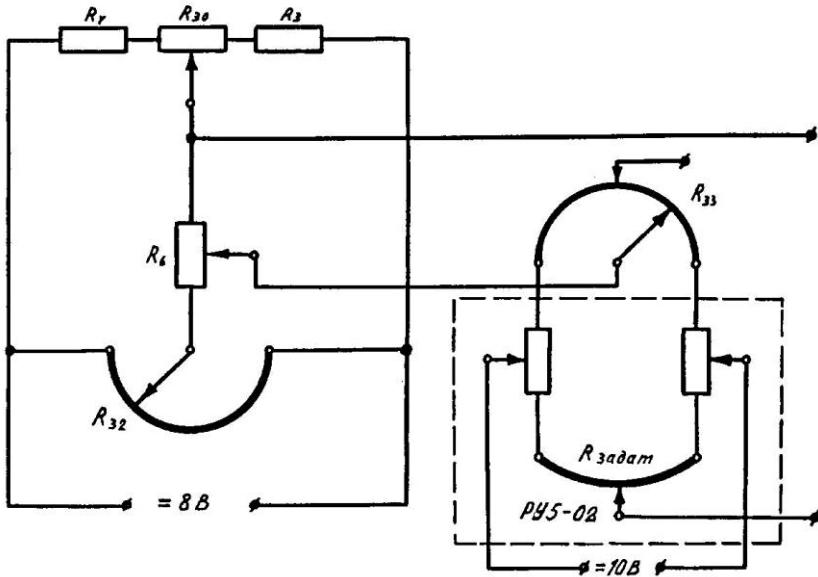


Рисунок 4.3 — Схема підключення задатчика програмного пристрою PY 5-02 і регулятора PY 4-16A

4.4 Настройка слідкуючої системи

Рекомендується періодично перевіряти настройку слідкуючої системи за наступною методикою:

1. Збалансований міст слідкуючої системи: швидкість каретки при повному освітленні ФС-КО та повному затемненні його повинні бути рівні. Для перевірки цього положення тумблер ПП “прилад” поставити в положення “включено” (усі інші ланки системи регулювання повинні бути знеструмлені). Тумблер “ручне-автомат”

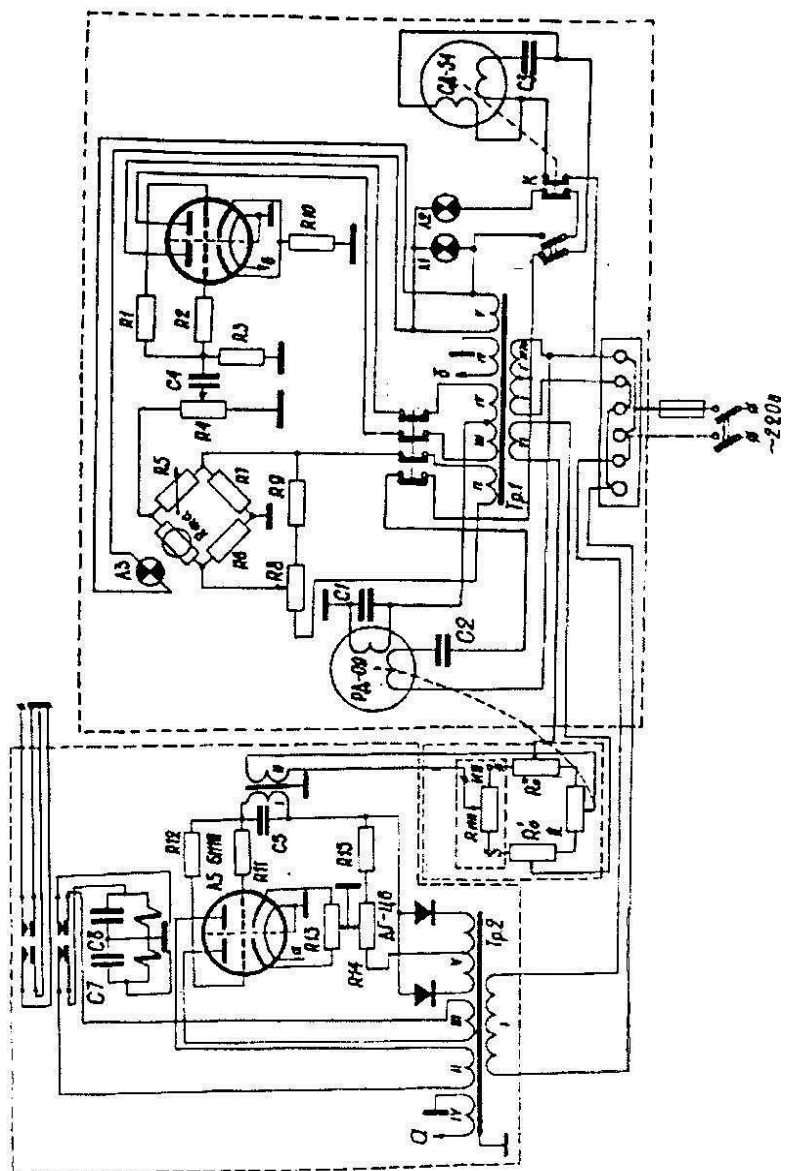
поставити в положення “автомат.”. Між ФС-КО та лампочкою підсвітлення помістити аркуш чорного паперу та зафіксувати швидкість руху каретки вправо. Потім при затемненні ФС-КО зафіксувати швидкість каретки вліво. Якщо швидкості різні, то при обертанні осі потенціометра R_4 “міст” (рис. 4.4), добитися однакової швидкості руху каретки в обох напрямках.

2. Перевірити погодження поділок ПП з поділкою програмної стрічки; при цьому тумблер “ручне-автомат” поставити в положення “ручне”. На діаграмну стрічку чорною тушшю нанести вертикальну програму, права грань якої повинна проходити по лінії, яка означає 50 % графічної сітки діаграмної стрічки. Зарядити ПП стрічкою, диском ручної задачі відвести каретку у праве крайнє положення, поставити тумблер “ручне-автомат” у положення “автомат”, стрілка ПП повинна рухатися вліво і зупинитися проти 50-ї поділки шкали. При цьому вибирати таке положення осі потенціометра R_3 “чутлив.” (рис. 4.3), при якому кількість напівколивань каретки на грані програми повинна бути не більше 3-4.

Якщо стрілка ПП не встановилась проти 50-ї поділки шкали, то необхідно відпустити гвинти, що кріплять шкалу і зсунути її так, щоб 50-а поділка знаходилася проти стрілки, після чого закріпити шкалу гвинтами.

3. Перевірити походження початку шкали ПП зі спрацюванням кінцевого вимикача, для чого: вийняти електронну лампу L_4 (рис. 4.4) підсилювача слідкуючої системи і диском ручної задачі встановити строку ПП на нульове позначення шкали. В такому положенні синхронний двигун СД-54 повинен бути не включений. При зсуві стрілки ПП на 1-1,5 м вліво від нульового позначення кінцевий вимикач повинен вимкнути синхронний двигун і включити сигнальну лампочку (проти червоного світлофільтра) “програми”.

Якщо кінцевий вимикач виключає двигун СД-54, коли стрілка ПП знаходиться справа від нуля або не виключає його, коли стрілка ПП знаходиться зліва від нуля, необхідно відпустити гвинти, які кріплять каретку до тросика, зсунути каретку в той чи інший бік, закріпити її гвинтами, перемістити каретку в праве крайнє положення (до упору) – показчик ПП повинен стояти проти сотої поділки шкали або праворуч від нього.



4.5 Налаштування програмного пристрою в системі регулювання

При налаштуванні системи регулювання необхідно користуватися методиками налаштування, описами та монтажньо-експлуатаційними інструкціями на ланки, що входять в дану систему.

Налаштування ПП в системі регулювання рекомендується виконувати в наступній послідовності:

1. Подати напругу живлення на прилад, поставивши перемикач на “прилад” у положення “ввімкнений”. Тумблер “ручне-автомат” поставити у положення “ручне”.

2. При вимкненому вимірювальному приладі узгодити шкалу ПП зі шкалою вимірювального приладу таким чином:

а) вручну стрілки ПП та вимірювального приладу встановити на нульові поділки шкали;

б) повільно повертати вісь підгоночного потенціометра “початок шкали” в той чи інший бік до моменту, коли обидва реле в регуляторі РУ 5-01М розімкнуть свої контакти. Якщо при обертанні осі потенціометра неможливо добитися одночасного знеструмлення обох реле, необхідно поміняти кінці (3,4) проводів, що йдуть до кінців реохорда вимірювального приладу;

в) аналогічним способом сумістити кінцеві точки шкал, обертуючи вісь підгоночного потенціометра “кінець шкали”;

г) остаточну перевірку узгодження шкал слід зробити шляхом почергової установки стрілки ПП на 20, 50, 80 поділок шкали ПП з одночасною установкою стрілки вимірювального приладу на позначення, які відповідають 20-, 50-, 80 % довжини шкали вимірювального приладу.

В кожному з цих положень (з допустимим відхиленням $\pm 0,5 \%$) обидва реле регулятора повинні бути знеструмлені.

3. Включити вимірювальний прилад.

4. Перемикач системи регулювання “ручне-автомат” поставити в положення “автомат”.

5. Дискон ручної задачі стрілку ПП встановити так, щоб обидва реле були знеструмлені, а виконавчий механізм відключений. При цьому вал виконавчого механізму не повинен знаходитись в крайніх положеннях.

6. Перевірити правильність комутації виконавчого механізму з робочими контактами реле ПП, для чого:

а) зсунути стрілку ПП на 2 поділки від положення рівноваги вправо – одне реле повинно вмикати виконавчий механізм, який перемістить регулюючий орган. Таке збурення системи регулювання повинно збільшити значення регулюючого параметра, тобто через деякий час (час зпізнання об'єкта) стрілка вимірювального приладу також повинна відхилитися вправо.

Якщо стрілка вимірювального приладу при цьому рухається вліво, необхідно змінити фазу напруги на обмотці виконавчого механізму:

б) ввести збурення системи зворотного знаку – зсунути стрілку ПП на 2 поділки від положення рівноваги вліво – стрілка вимірювального приладу повинна відхилитися також вліво.

7. Збалансувати міст слідкуючої системи.

8. Ручним керуванням довести об'єкт регулювання до стану, при якому регулююча величина досягає значення, близького заданому початковому за програмою.

9. Перемикач системи регулювання “ручне-автомат” поставити в положення “автомат”.

Порядок проведення роботи

1. Ознайомитись з електричною схемою регулятора.
2. У відповідності з інструкцією зробити настройку регулятора.
3. У звіті по лабораторній роботі дати схему регулятора і опис його настройки.

Література

1. Фейгин В. И. Электронные и полупроводниковые приборы в металлургии [Текст] / В. И. Фейгин – М. : Металлургия, 1959. – 222 с.
2. Свенчанский А. Д. Автоматическое регулирование электрических печей [Текст] / А. Д. Свенчанский, К. Д. Гуттерман – М. : Энергия, 1965. – 479 с.
3. Воробьев Е. И. Проектирование промышленных роботов [Текст]: учеб. пособие для машиностроит. техникумов / Е. И. Воробьев, Э. И. Шехвиц – М. : Машиностроение, 1993. – 144 с.

5 Лабораторна робота № 5

ЛОГІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ

Мета роботи

1. Ознайомлення з будовою та принципом дії логічних елементів.
2. Набуття навичків читання та складання схем автоматики.

Необхідне обладнання

1. Зібрані панелі логічних елементів.
2. Джерела живлення постійного струму 1,5 В, 12 В.
3. Вольтметр постійного струму зі шкалою 20 В (або тестер).

Логічними називаються елементи, які реалізують прості логічні операції з сигналами. Як правило, вони служать основою більш складних логічних схем, які здійснюють задані складні логічні функції в пристроях і системах автоматики.

До простих логічних операцій належать: логічне множення, логічне додавання, логічне заперечення, заборона, імплікація, операція Вебба, операція Шеффера та ін.

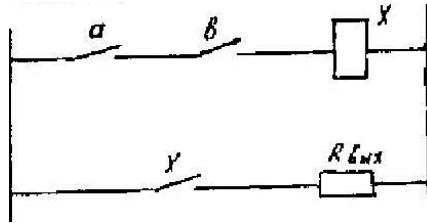
За допомогою логічних елементів у пристроях і системах автоматики можуть бути вирішені наступні задачі: сигналізація, блокування, захист, керування послідовністю технологічних операцій та ін.

В контактному логічному елементі одному стану відповідає замкнуте положення контактів “Так”, другому – розімкнуте положення “Ні”. В безконтактному логічному елементі стану “Так” відповідає наявність струму на виході, а стану “Ні” – відсутність струму. Перший стан “Вихід є” умовно позначають через 1, другий – “Виходу немає” – через 0. Аналогічні позначення застосовуються і для входів логічного елемента (1 – сигнал поданий, 0 – сигналу немає). В даній роботі розглядаються наступні логічні елементи: “І”, “ІЛІ”, “НЕ”, “Пірс”, “Шеффера”, “Пам’ять”.

5.1 Логічний елемент “І”

Логічний елемент “І” реалізує логічну функцію “І”, що називається також кон’юнкцією. Сигнал на виході з’являється лише у

тому випадку, якщо є сигнали на всіх входах одночасно. Таку логічну операцію для трьох входів a , b , c виконує, наприклад, релейна схема:



Логічний елемент “І” реалізує логічну функцію “І”, символічне зображення якої має вигляд звичайного алгебраїчного добутку:

$$V=ABC.$$

Логічні елементи можуть бути побудовані на контактних реле, електронних лампах, напівпровідникових вентилях, транзисторах, магнітних елементах, пневматичних пристроях та ін.

Схема (рис. 5.1), яка розглядається, складається з трьох діодних входів, двох транзисторів, включених за схемою з загальним емітером, і працюючих в “ключовому” режимі – включено, виключено.

Подача сигналів на схему відбувається за допомогою тумблерів ТВ пристрою входу. Опори R_1 , R_2 , R_3 (по 910 Ом) пристрою входу імітують внутрішні опори попередніх елементів. Вхідні опори транзисторів R_4 і R_5 (по 4,7 кОм) служать для обмеження базового струму. Опори R_6 і R_7 (по 4,7 кОм) є навантаженням джерела, які подають напругу зміщення 1,5 В. Опори R_9 і R_{10} (по 910 Ом) – колекторне навантаження транзистора. Вихідний сигнал знімається в точці $V=ABC$.

Якщо хоча б один із вхідних сигналів відсутній (діодний вхід включений тумблером на землю), напруга на виході діодів (точка m) буде дорівнювати нулю. До бази транзистора VT_1 у цьому випадку додається позитивна напруга зміщення через опір $R_6 = 4,7$ кОм, в результаті чого транзистор VT_1 знаходиться в закритому стані. Транзистор VT_2 при цьому буде відкритий, оскільки до його бази прикладений негативний потенціал -12 В через опори R_9 і R_5 , в

результаті напруга на виході транзистора (різниця потенціалів), а отже, на виході елемента буде рівна нулю.

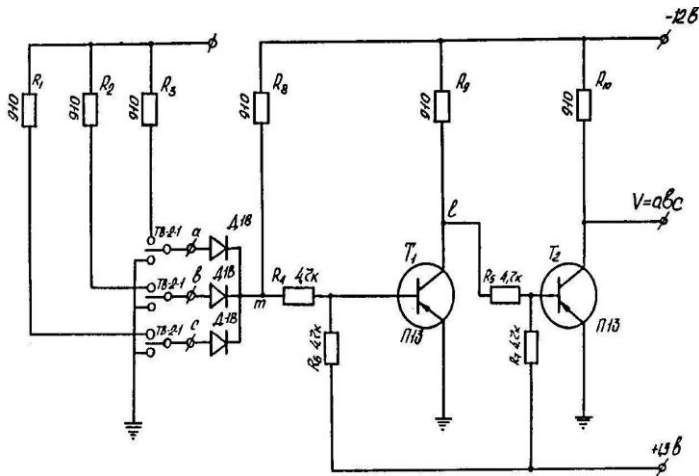


Рисунок 5.1 – Схема транзисторного логічного елемента “І”

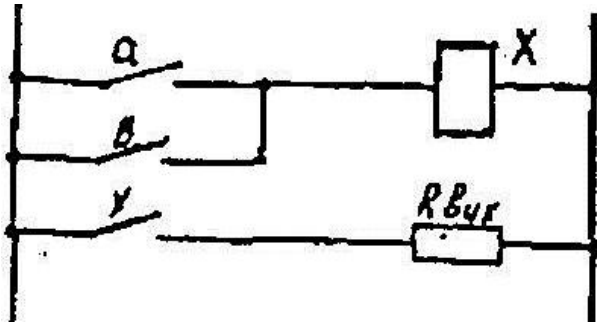
При одночасній подачі на всі три діодних входи негативних сигналів (-12 В), діоди замикаються і на базу транзистора VT_1 подається негативний потенціал -12 В через опір R_3 і R_4 . Транзистор VT_1 відмикається і потенціал в точці l дорівнює нулю. До бази другого транзистора VT_2 прикладається позитивна напруга зміщення $1,5\text{ В}$ через опір R_7 . Транзистор VT_2 замикається і на виході (точка V – земля) з’являється напруга (різниця потенціалів).

Таким чином, при будь-якій комбінації вхідних сигналів (обовязково повинні бути подані всі) схема, що розглядається, виконує логічну операцію “І”.

5.2 Логічний елемент “ІЛП”

Логічний елемент “ІЛП” в загальному випадку має n -входів і один вихід. Сигнал на виході з’являється у тому випадку, якщо є хоча

б один із вхідних сигналів. Таку логічну операцію (для трьох входів A , B , C) виконує релейна схема:



Логічний елемент “ІЛІ” реалізує логічну функцію “ІЛІ”, яка називається також диз’юнкцією. Символічне зображення функції має вигляд звичайної алгебраїчної суми:

$$V=A+B+C$$

Схема (рис. 5.2), яка розглядається, складається з трьох діодних входів, включених за схемою з загальним емітером і працюючих в “ключовому” режимі – включено, виключено.

Вихідний сигнал знімається в точці V .

Якщо всі сигнали відсутні, на базу першого транзистора VT_1 прикладається позитивна напруга зміщення через опір $R_6 = 4,7 \text{ кОм}$, в результаті чого транзистор VT_1 знаходиться в закритому стані.

Транзистор VT_2 при цьому буде відкритий, тому до його бази прикладений негативний потенціал -12 В через опори R_8 і R_5 . Напруга на виході дорівнює нулю.

При подачі хоча б одного негативного сигналу з пристрою входу на базу транзистора VT_1 через опір R_4 , транзистор VT_1 відмикається і потенціал в точці I стає рівним нулю. Тоді до бази другого транзистора VT_2 прикладається позитивна напруга зміщення $1,5 \text{ В}$ через опір R_1 . Транзистор VT_2 замикається і на виході (точка V – земля) з’являється напруга (різниця потенціалів).

Таким чином, при будь-якій комбінації вхідних сигналів схема, що розглядається, виконує логічну операцію “ІЛІ”.

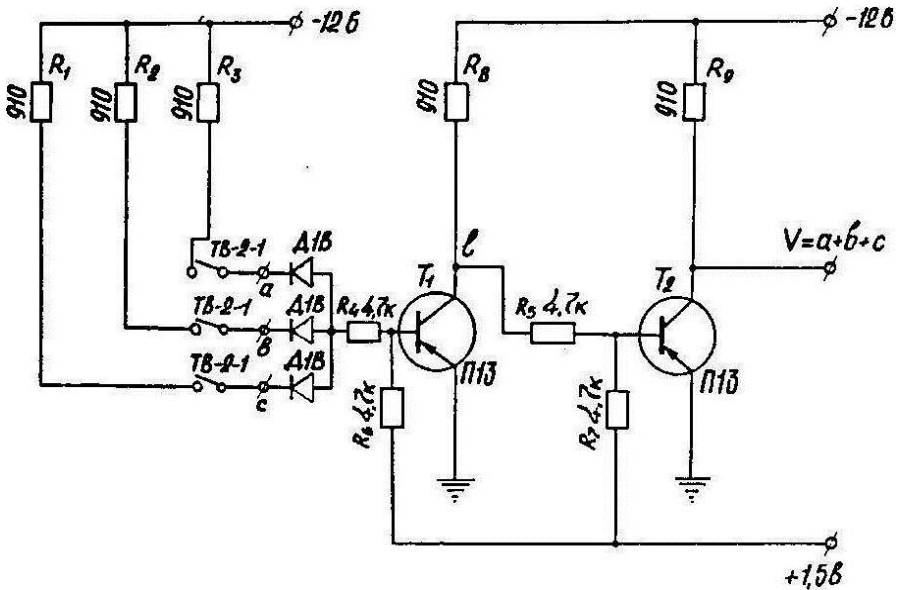
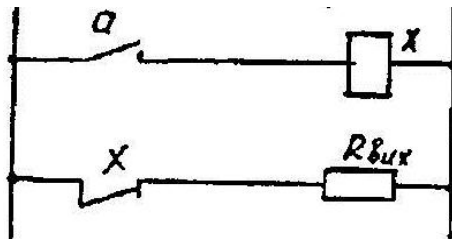


Рисунок 5.2 – Схема транзисторного логічного елемента “ЛПІ”

5.3 Логічний елемент “НЕ”

Логічний елемент “НЕ” має один вхід і один вихід. Сигнал на виході з’являється при відсутності сигналу на вході. Таку логічну функцію виконує, наприклад, релейна схема:



Логічний елемент “НЕ” реалізує логічну функцію “НЕ”, яка називається інверсією, або запереченням, а сам логічний елемент

інколи називають інвертором. Символічне зображення функції має вид:

$$X = \bar{a}.$$

Схема (рис. 5.3), яка розглядається, зібрана на одному транзисторі, що працює в “ключовому” режимі – включено, виключено.

Вихідний сигнал знімається в точці $V = \bar{a}$. Якщо вхідний сигнал відсутній, на базу транзистора прикладається позитивна напруга зміщення через опір $R_3 = 4,7 \text{ кОм}$, в результаті чого транзистор знаходиться в закритому стані і на виході (точка V – земля) з’являється напруга (різниця потенціалів).

При подачі негативного сигналу за допомогою тумблера ТВ-2-1 на базу транзистора, транзистор відмикається і напруга на виході стає рівною нулю.

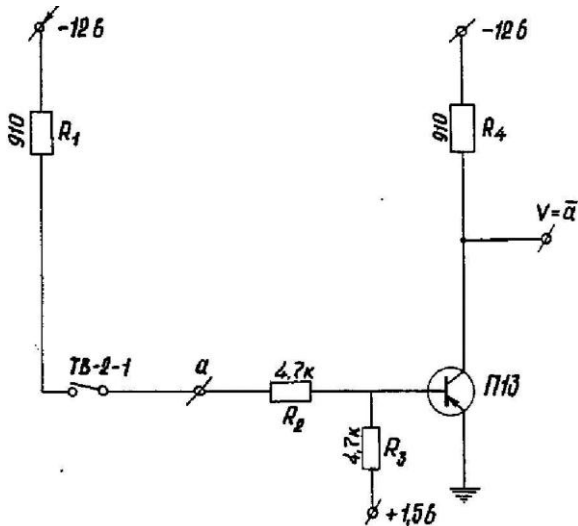


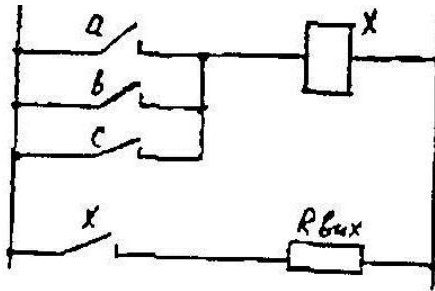
Рисунок 5.3 – Схема транзисторного логічного елемента “НЕ”

Таким чином, у всіх можливих випадках схема виконує логічну операцію “НЕ”.

5.4 Логічний елемент “Пірс”

За допомогою логічного елемента “Пірс” (також називається стрілкою Пірса) можуть бути побудовані всі основні елементарні і складні логічні функції (“І”, “ІЛІ” та ін.), тому елемент “Пірс” є уніфікованим елементом. В загальному випадку елемент “Пірс” має n -входів і один вихід.

Елемент “Пірс” відрізняється від елемента “ІЛІ”, який розглядався вище, відсутністю вхідного транзистора. Сигнал на виході елемента з’являється в тому випадку, якщо на всіх входах відсутні сигнали, тобто виконується операція “ІЛІ”...“НЕ”. Таку операцію для трьох входів виконує, наприклад, релейна схема:



Символічне зображення функції має вид:

$$X = \overline{a + b + c}.$$

Схема (рис. 5.4), що розглядається, складається з трьох діодних входів і одного транзистора, працюючого в “ключовому” режимі – включено, виключено. Вихідний сигнал знімається в точці

$$V = \overline{A + B + C}.$$

Якщо всі вхідні сигнали відсутні, на базу транзистора подається позитивна напруга зміщення через опір $R_4 = 4,7 \text{ кОм}$, в результаті чого транзистор знаходиться в закритому стані і на виході (точка V – земля) є напруга (різниця потенціалів).

Транзистор VT_2 при цьому буде відкритий, тому до його бази прикладений негативний потенціал -12 В через опори R_8 і R_5 . Напруга на виході дорівнює нулю.

При подачі хоча б одного сигналу з пристрою входу, на базу транзистора через опір $R_4 = 4,7\text{ кОм}$ подається негативний потенціал -12 В . Транзистор вимикається і вихідний сигнал зникає.

При будь-якій комбінації вхідних сигналів схема виконує логічну операцію “НЕ”...“ІІІ”.

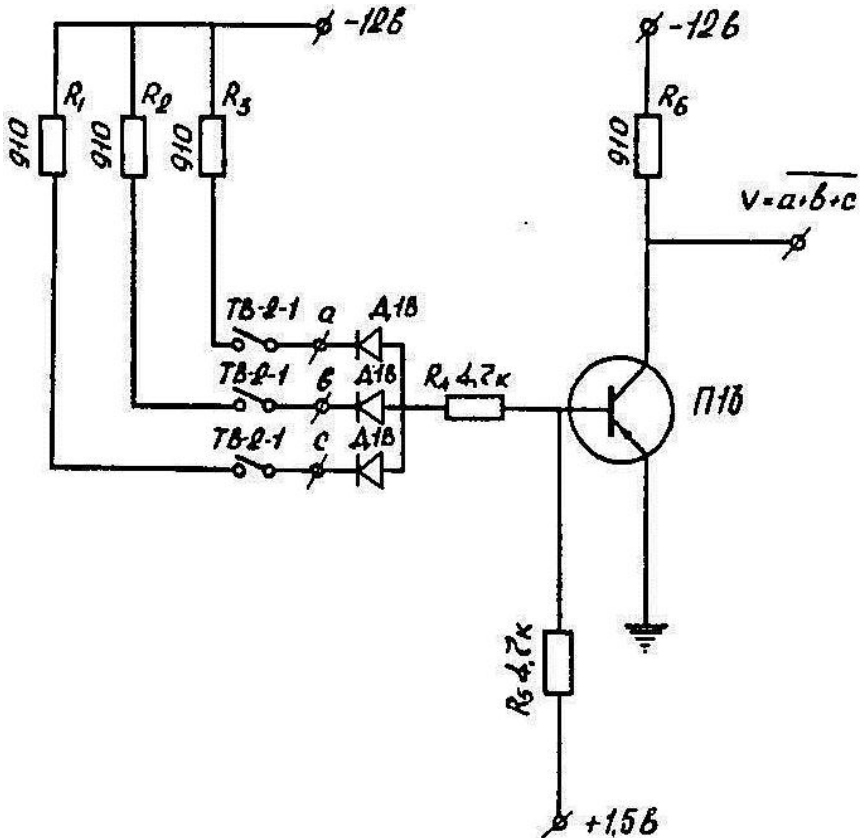
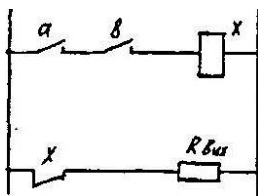


Рисунок 5.4 – Схема транзисторного логічного елемента “Пірс”

5.5 Логічний елемент “Шеффера”

Логічний елемент “Шеффера” в загальному випадку має n -входів і один вихід. Сигнал на виході елемента зникає лише в тому випадку, якщо є сигнали на всіх входах одночасно, тобто виконується операція “НЕ”...“І”.

Таку логічну операцію для трьох входів виконує, наприклад, релейна схема:



Логічний елемент “Шеффера” реалізує логічну функцію. Символічне зображення функції має вигляд:

$$X = \overline{a \cdot b \cdot c}.$$

Схема (рис. 5.5), що розглядається, складається з трьох діодних входів і одного транзистора, працюючого в “ключовому” режимі – включено, виключено.

Вихідний сигнал знімається в точці $V = \overline{ABC}$.

Якщо хоча б один із вхідних сигналів відсутній (діодний вхід включений тумблером на землю), напруга на виході діодів (точка m) буде дорівнювати нулю. До бази транзистора через опір $R_5 = 4,7 \text{ кОм}$ прикладається позитивна напруга зміщення, в результаті чого транзистор знаходиться в закритому стані. На виході (точка V – земля) є напруга.

При одночасній подачі на всі три входи негативних сигналів, діодний вхід замикається і на базу транзистора через опори $R_7 = 910 \text{ кОм}$ і $R_4 = 4,7 \text{ кОм}$ подається негативний потенціал -12 В , транзистор відмикається і потенціал в точці V приймає значення нуля.

Таким чином, при подачі всіх сигналів на вхід (в будь-якій комбінації) схема, яка розглядається, виконує логічну операцію функції “Шеффера”.

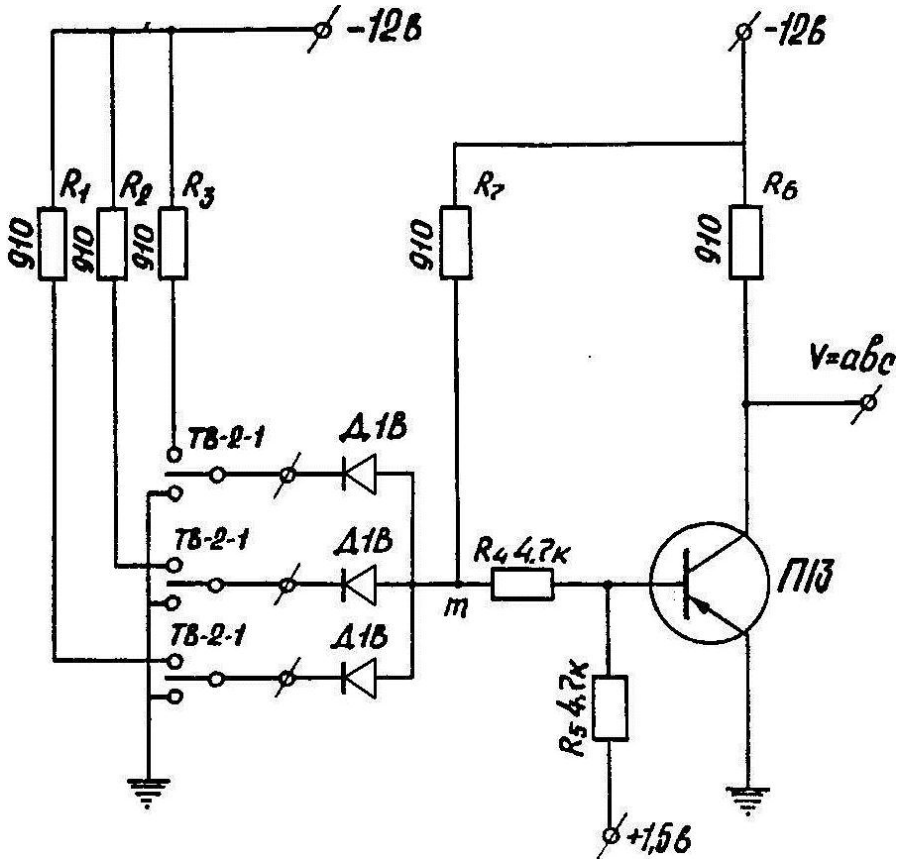


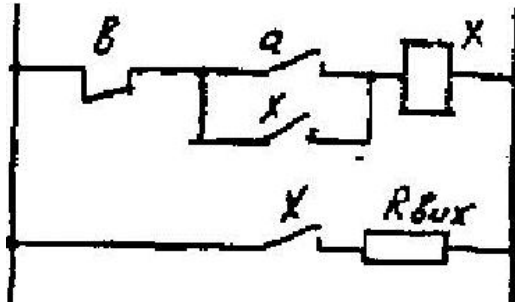
Рисунок 5.5 – Схема транзисторного логічного елемента “Шеффера”

5.6 Логічний елемент “Пам’ять”

Елемент “Пам’ять” (також називається триггером) володіє двома станами стійкої рівноваги, в кожному з яких він може

знаходитися скільки треба довгий час. Перехід з одного стану в другий відбувається стрибкоподібно. При подачі на вхід триггера керуючої напруги на виході елемента з'являється сигнал, який залишається і після зняття керуючого сигналу. Вихідний сигнал триггера зникає тільки після подачі сигналу скидання. В цьому стані триггер залишається до наступної подачі керуючого сигналу.

Таку операцію виконує, наприклад, релейна схема:



Символічне зображення функції “Пам’ять” має вигляд:

$$V = (V + A) \cdot \bar{B}.$$

Схема (рис. 5.6), що розглядається, побудована на двох діодних транзисторах, працюючих в “ключовому” режимі – включено, виключено.

Вихідний сигнал знімається в точці $V = (A + V) \cdot \bar{B}$.

Для розуміння роботи схеми слід мати на увазі, що напівпровідникові тріоди замикаються при напрузі на базі, яка дорівнює нулю, і що в режимі насичення колекторного струму напруга на колекторі майже рівна нулю. Нехай в початковий момент один із тріодів, наприклад VT_1 закритий, його колекторний струм близький до нуля і напруга на його колекторі буде, приблизно, дорівнювати негативній напрузі на джерелі живлення -12 В . Ця ж негативна напруга через опір $R_5 = 4,7\text{ кОм}$ буде прикладена до бази другого транзистора VT_2 , який завдяки цьому буде повністю відкритий.

Через цей триод буде йти значний колекторний струм (струм насичення): завдяки падінню напруги на колекторному опорі $R_{10} = 910 \text{ Ом}$ на базі першого транзистора буде близько до нуля. В цьому стані схема буде знаходитись до тих пір, поки зовнішній сигнал не перекине її в інший сталий стан.

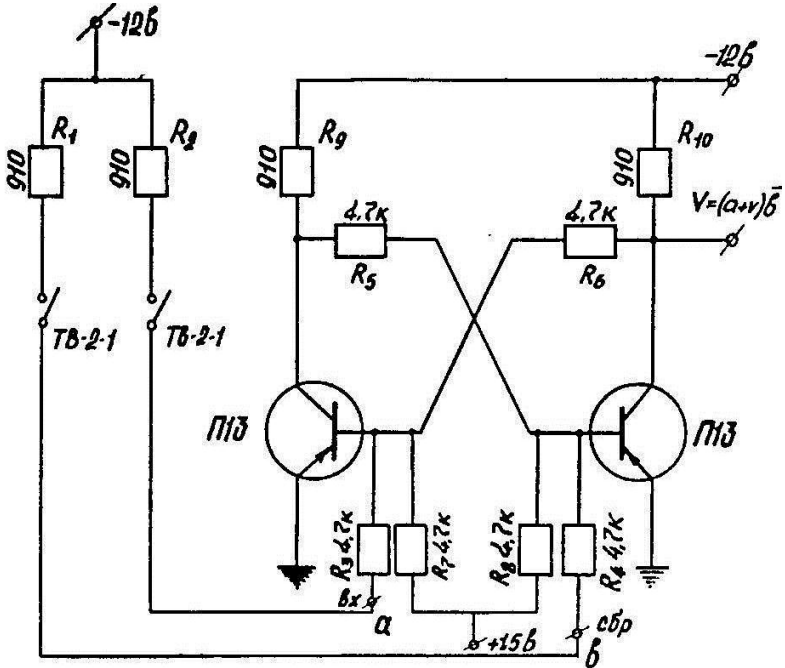


Рисунок 5.6 – Схема транзисторного логічного елемента “Пам’ять”

При подачі негативного потенціалу на базу першого транзистора VT_1 останній відкривається, через нього протікає значний колекторний струм і, завдяки падінню напруги на опорі $R_5 = 4,7 \text{ кОм}$ напруга на базі транзистора VT_2 буде близька до нуля. Під дією напруги зміщення $1,5 \text{ В}$, яка поступає на бізу триода VT_2 через опір $R_8 = 4,7 \text{ кОм}$, триод закривається. Величина колекторного струму стане майже рівною нулю. На виході схеми в точці $(V - \text{земля})$ з’явиться напруга, яка приблизно дорівнює напрузі джерела живлення. Останні, які поступають через опір R_6 на базу, першого триода,

тримають його у відкритому стані, навіть після того, як прибралий керуючий сигнал.

Таким чином, на виході тріода сигнал або відсутній, або з'являється.

Порядок проведення роботи

1. Ознайомитись з електричними схемами транзисторних елементів.
2. Зібрані панелі логічних елементів підключити до джерел живлення і перевірити їх роботу за допомогою вольтметра.
3. В звіті привести схеми логічних елементів “НЕ”, “І”, “ІЛІ”, “Пірс”, “Шеффера”. Описати їх будову та роботу.

Література

1. Левитан В. Л. Автоматизация литейных процессов. Слаботочные электрические схемы управления с бесконтактными и контактными элементами [Текст] / В. Л. Левитан – Л. : Машгиз, 1963. – 96 с.
2. Свенчанский А. Д. Автоматическое регулирование электрических печей [Текст] / А. Д. Свенчанский, К. Д. Гуттерман – М. : Энергия, 1965. – 479 с.
3. Загаевский Тадеуш Промышленная электроника [Текст] / Т. Загаевский, С. Мальхазер, А. Квецинский – Перевод с польского. – М. : Энергия, 1976. – 640 с.
4. Ямповський Л. С. Елементи роботехнічних пристроїв і модулі ГВС [Текст]: підручник для студентів вузів / Л. С. Ямповський, М. М. Поліщук, М. М. Ткач – К. : Вища школа, 1992. – 432 с.
5. Погрібний В. О. Основи інформаційних процесів у роботизованому виробництві [Текст]: підручник для вузів / В. О. Погрібний, І. В. Роженьківський, Ю. П. Юрченко – Львів : Світ, 1995. – 304 с.
6. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст]: учебник для вузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов; Под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

6 Лабораторна робота № 6

ЕЛЕМЕНТИ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ. РЕЛЕ ЧАСУ, УНІВЕРСАЛЬНІ ПЕРЕМИКАЧІ, КІНЦЕВІ ВИМИКАЧІ

Мета роботи

1. Ознайомлення з будовою та роботою реле часу, проміжних реле, універсальних перемикачів і кінцевих вимикачів.
2. Зняття характеристик приладів.

Необхідне обладнання

1. Панель з реле часу, проміжним реле, універсальним перемикачем і кінцевим вимикачем.
2. Секундомір.

6.1 Призначення та опис моторного реле часу Е-58

Моторне реле часу Е-58 використовується в схемах автоматичного керування для створення витримок часу при контролі або керуванні робочими циклами технологічних процесів. Реле часу Е-58 – це електромеханічний пристрій з приводом від синхронного електродвигуна, в якому перемикання контактів відбувається по закінченні визначених раніше заданих проміжків часу з моменту включення реле.

Технічні характеристики реле Е-58

Номінальна напруга електродвигуна та електромагніту.....	220 В
Допустиме відхилення напруги від номінальної.....	0,9-4,4 В
Споживаєма потужність реле.....	25 Вт
Витримка час.....	2-60 с
Точність витри.....	0,25 с
Кількість контактів.....	4 пари
Кількість ланцюгів керування.....	3
Тривалий допустимий струм контактів.....	5 А
Комутаційна здатність контактів.....	700 Вт
В ланцюгах змінного струму.....	при 220 В
Зносостійкість /кількість спрацьовувань/, не менше.....	100000

Час повернення, не більше..... 1,0 с

Приводом механізму реле служить синхронний двигун типу СД-2, який має вбудований понижуючий редуктор зі швидкістю обертання вихідного вала – 2 об/хв.

Будова реле показана на рис. 6.1. Обертання від двигуна 1, з редуктором 2 передається осі 3, на якій насаджений торцевий диск 4 і шестерня, що має торцеві зубці. Диск 4 вільно сидить на осі і може переміщуватись вдовж осі, знаходячись з нею в зачепленні, оскільки втулка диску має квадратний перетин і вісь в місці посадки має квадратний перетин.

При подачі живлення електромагніт 7 важилем, закріпленим на якорі, переміщує вдовж осі 3 диск 1, вводить його в зачеплення з торцевими зубцями шестерні. В результаті цього обертання вала редуктора через шестерні 5 і 6 передається головній осі реле з насадженими на ній шкалами часу. На шкалах часу закріплені упори 9, які при обертанні блока шкал повертають пластмасові кулачки 10, стичні з контактними пластинами. Контактні пластини через кулачки миттєво переключають контакти.

Після спрацювання всіх контактів відбувається розмикання нормально закритого допоміжного контакту реле, послідовно ввімкненого в ланцюг живлення електродвигуна. На шкалі, відповідній цьому контакту, повинна бути встановлена витримка часу більше витримки часу контакту реле з найбільшим встановленням.

Після відключення двигуна подальше обертання блока шкал припиняється. Повернення механізму реле в початкове положення відбувається після відключення живлення електромагніту зачеплення 7, якір якого виводить із зачеплення торцевий диск 4. Спиральна зворотна пружина 11, один кінець якої закріплений на головній осі реле, а другий нерухомий, розкручується і повертає блок шкал в початкове положення. Плавність повернення забезпечує центробіжне гальмо, вісь 8 якого через зубчасту передачу зв'язана з головною віссю реле.

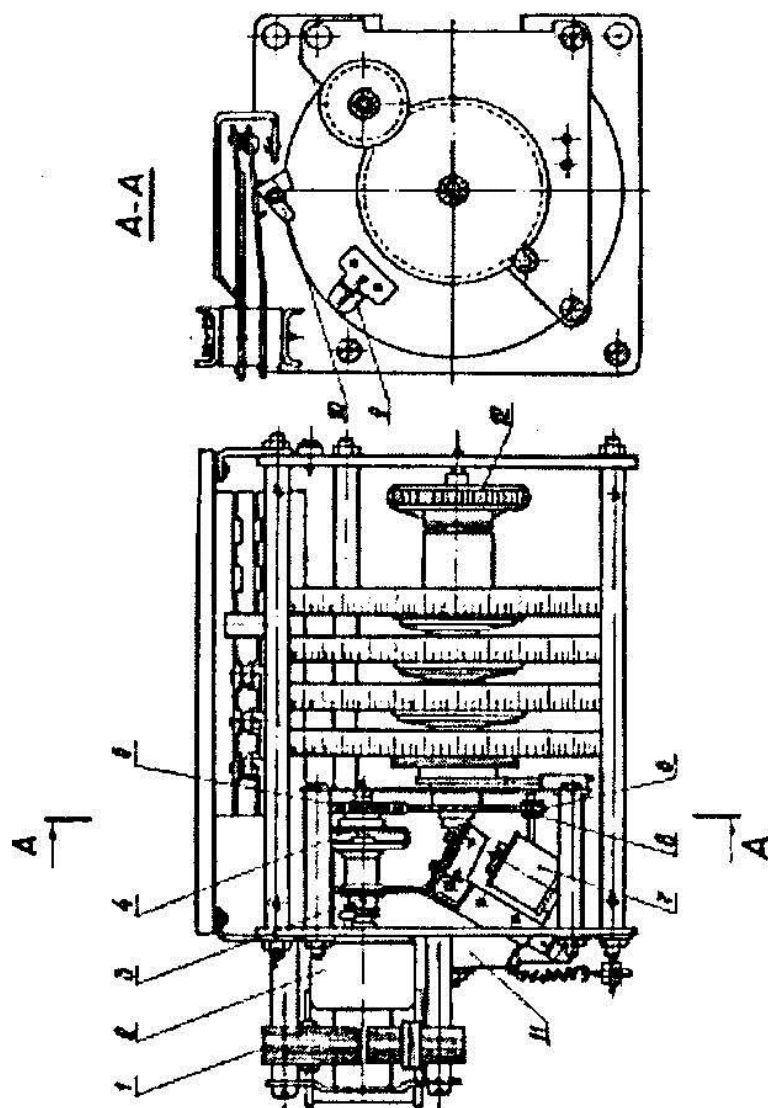


Рисунок 6.1 – Схема реле часу Е-58

Встановлення часу витримки на шкалах реле відбувається при зняттю кожусі і відключеному живленні. Перед встановленням часу витримки відпускають затискну гайку 12. Потім, повертаючи шкали так, щоб проти вказівника-стрілки, відповідаючого даній шкалі, була встановлена відповідна поділлка, встановлюють час витримки на поділки шкали – 0,5 с. Інтервал між витримками може бути будь-яким, але не менше 1,5 с. Після встановлення часу витримки, положення шкал, відповідно потрібним витримкам часу, фіксуються затискною гайкою 12. Електрична схема реле приведена на приладі.

6.2 Реле часу типу ЕВ-234

Реле часу типу ЕВ-234 застосовується в різноманітних схемах автоматики і захисту в якості елемента для здобуття регулюючої сповільненої передачі імпульса від керуючого органу.

При замиканні ланцюга котушки 1 втягується якір електромагніту 3, чим пускається в хід загальмований часовий механізм і перемикаються контакти миттєвої дії (один Н.О. і один Н.З. та загальною точкою. Рис. 6.2). Під дією ведучої пружини 11 зубчатий сектор 10 починає повертатися і обертати зчеплену з ним шестерню 13, на вала якої закріплений важіль з рухомим контактом 22. Швидкість ходу часового механізму регулюється положенням вантажів на коромисла 21. Величина витримки часу визначається відстанню від початкового положення рухомого контакту 22 до нерухомих контактів 23, які для зміни встановлення часу можна переміщати по шкалі 24. Нерухомі контакти 23 мають упор, на якому після їх замикання зупиняється важіль з рухомим контактом.

Реле ЕВ-234 працює на змінному струмі напругою 220 В. Витримка часу – 0,5-9 с. Споживана потужність 75 Вт.

Електрична схема реле ЕВ-234 знаходиться на приладі.

6.3 Реле проміжного типу МКУ-48

Реле застосовуються в схемах автоматичного управління і регулювання в якості проміжного реле. При подачі напруги на котушку реле відбувається перемикання контактів.

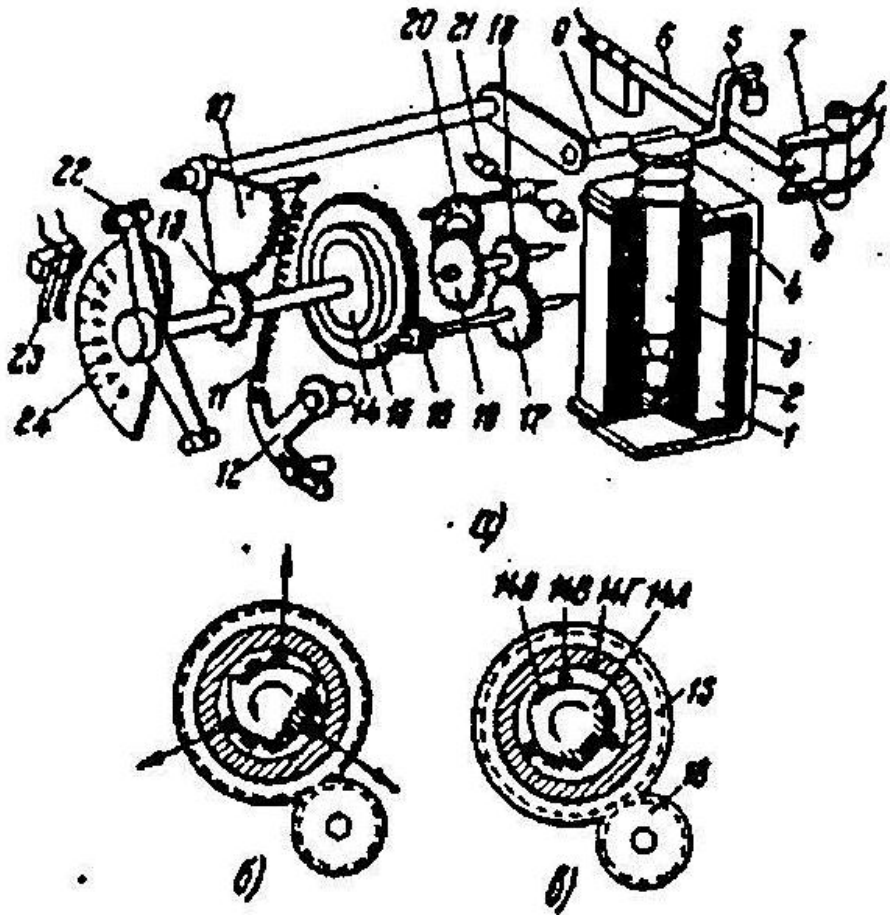


Рисунок 6.2 – Схема реле часу EB-234

6.4 Кінцеві вимикачі ВК-211, ВК-411

Кінцеві вимикачі в схемах управління служать в якості датчиків, що сигналізують про закінчення переміщення будь-якого органа машини або агрегату.

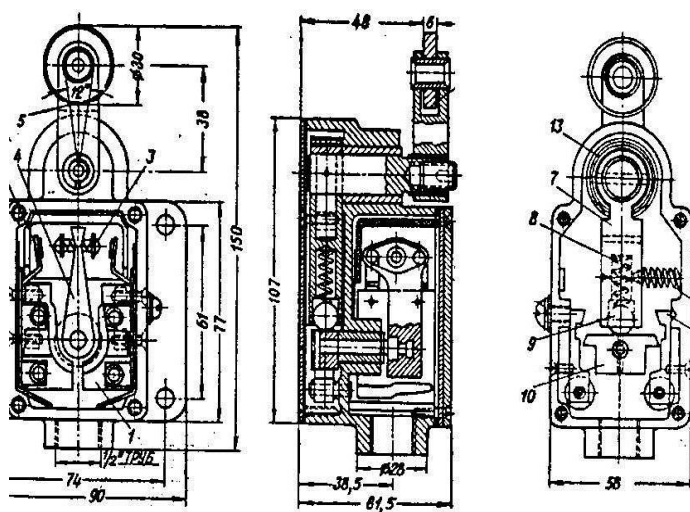


Рисунок 6.3 – Схема кінцевого вимикача ВК-211

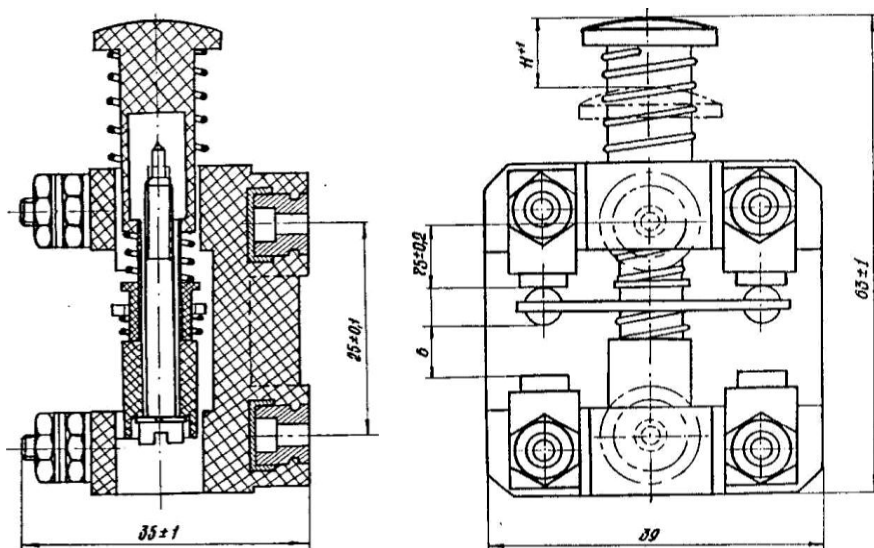


Рисунок 6.4 – Схема кінцевого вимикача ВК-411

При дії на кінцевий вимикач всередині нього відбувається замикання або розмикання контактів. У вимикачі ВК-211 (рис. 6.3) перемикання контактів відбувається відразу після того, як сила дії на вході досягне якогось значення. У вимикачі ВК-411 (рис. 6.4) переміщення рухомого контакту дорівнює швидкості зовнішньої дії на шток, що, звичайно, приводить до обмеження комутуючої потужності.

6.5 Універсальний перемикач

Служить для одночасного включення декількох ланцюгів. На панелі показаний універсальний перемикач, включення якого робиться вручну, виключення автоматичне при подачі напруги на котушку електромагніту.

Порядок проведення роботи

1. Зібрати схему згідно з рис. 6.5.
2. На реле РВ-1 задають час: для контакту РВ11 – 50 с.; РВ12 – 10 с.; РВ13 – 25 с.; РВ14 – 45 с. Для реле часу РВ2 встановлення часу – 7 с. Універсальним перемикачем пускають схему в роботу і за допомогою секундомера визначають фактичний час спрацьовування контакту в реле.
3. На підставі замірів фактичного часу спрацьовування контактів реле побудувати циклограму.
4. Для реле часу РВ1 задають установки часу: для контакту РВ11 – 60 с.; для контакту РВ14 відповідно 10, 20, 30, 40, 50 с. Для РВ21 – 3 с. Включають схему універсальним перемикачем і за допомогою секундомера визначають фактичний час спрацьовування контакту РВ14. Побудувати діаграму в координатах: заданий час T_3 – фактичний час T_Φ .

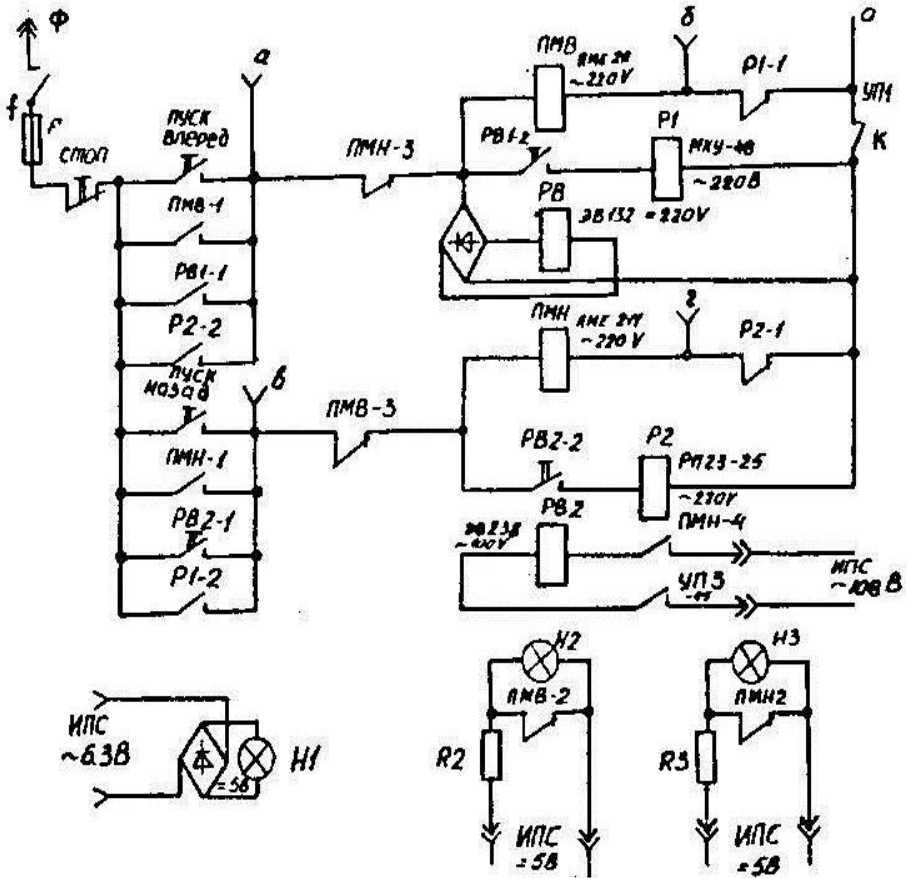
Визначають максимальну погрішність реле за формулою:

$$\Delta = [(T_3 - T_\Phi) / 60] \cdot 100\%.$$

5. На реле РВ1 для контакту РВ11 задається час 60 с., для контакту РВ12 – 20 с. На реле РВ2 задається витримка 1-8 с., схема включається за допомогою універсального перемикача, а потім

кінцевим вимикачем 2КВ включається реле РВ2. Проводиться робота у відповідності з п. 4.

6. На основі одержаних результатів зробити висновки.



УП – універсальний перемикач; ПВМ, ПМН – пускачі магнітні “вперед”, “назад”;

РВ1, РВ2 – реле часу; Р1, Р2 – проміжні реле; Ф – запобіжник;

Н1...Н3 – сигнальні лампочки; ИПС – джерело струму стабілізований;

а, б–в, г–ф, к–ф, о – точки підключення електричних ланцюгів

Рисунок 6.5 – Схема електрична принципова

Література

1. Справочные данные по электрооборудованию [Текст] : сб. трудов. – Т. 2. – М. : Машгиз, 1960. – 607 с.
2. Таев И. С. Электрические аппараты автоматики и управления [Текст] / И. С. Таев – М. : Высшая школа, 1975. – 224 с.
3. Спыну Г. А. Промышленные роботы: Конструирование и применение [Текст] : учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / Г. А. Спыну – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : Вища школа, 1991. – 310 с.
4. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст] : учебник для втузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов ; под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

7 Лабораторна робота № 7

ЕЛЕМЕНТИ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ. РЕЛЕ ЗАХИСТУ

Мета роботи

1. Ознайомлення з будовою та роботою теплових реле і реле максимального струму.
2. Зняття характеристик приладів.

Необхідне обладнання

1. Панель з тепловим реле і реле максимального струму.
2. Регулятор напруги РНШ-62, ЛАТР.
3. Секундомір.

7.1 Реле струму електромагнітні серії ЕТ-520

Реле максимального струму миттєвої дії серії ЕТ-520 застосовуються у схемах захисту електричних установок (електричних машин, трансформаторів, ліній електропередач) від коротких замикань і перевантажень.

За конструкцією магнітної системи реле серії ЕТ-520 відносяться до групи електромагнітних реле з поворотним якорем (рис. 7.1). На полюсах нерухомого сердечника 1 розташовані дві обмотки 2, на вісі 3 закріплений Z-образний сталевий ярм 4. Магнітний потік, який створюється струмом обмотки, пронизує ярм і останній прямує повернутися у напрямку полюсів сердечника за годинниковою стрілкою. Цьому протидіє спіральна пружина 5, внутрішнім кінцем зв'язана віссю ярма, а зовнішнім – з повідком 6 покажчика 9. На вісі 3 закріплені також ізольовані від неї контактні срібні мостики 7, які хитаються навколо своєї осі.

При визначеному струмі спрацювання, який протікає в обмотках реле, електромагнітний обертаючий момент стає більше протидіючого моменту спіральної пружини і ярм повертається за годинниковою стрілкою. При цьому контактні мостики замикають нормально відкриті (або розмикають нормально закриті) нерухомі контакти 8. При зменшенні струму в котушках до відомої величини ярм під дією спіральної пружини повертається у початкове положення. Плавна зміна струму спрацювання реле досягається

відповідною зміною протидіючого зусилля пружини 5 за допомогою покажчика 9, зв'язаного з повідком 6.

Електрична схема реле показана на приладі.

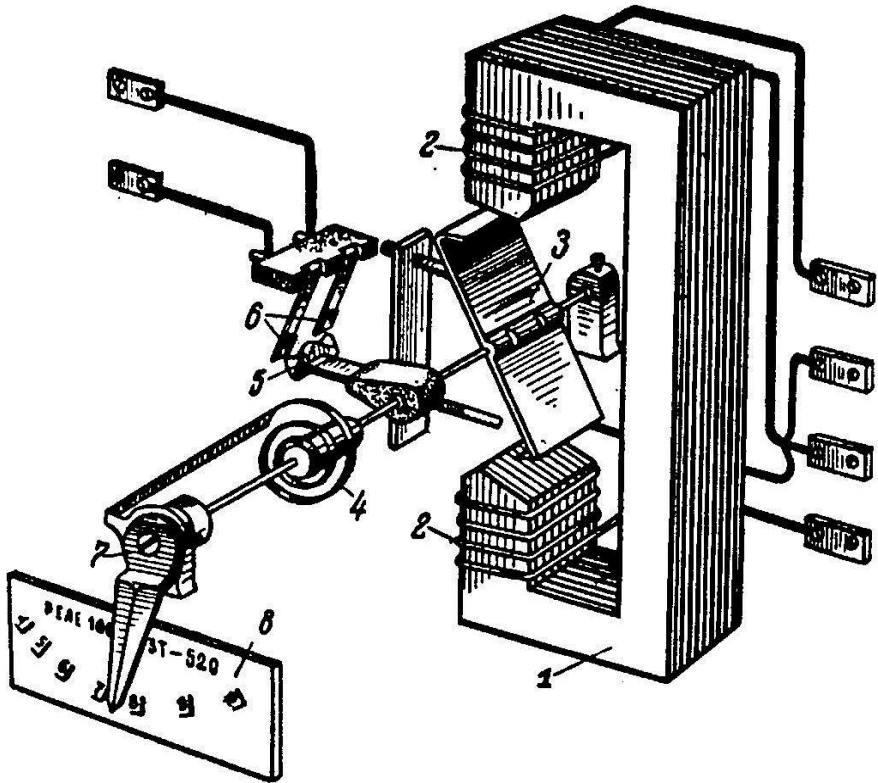


Рисунок 7.1 – Схема реле струму типу ET-520

Таблиця 7.1 – Технічна характеристика

Тип	Межі приладу А	Послідовне з'єднання котушок			Паралельне з'єднання котушок			Виконання контактів
		струм спрацьовування А	термічна стійкість		струм спрацьовування А	термічна стійкість		
			тривалість А	за 1с. А		тривалість А	за 1с. А	
Ет 521/20	5-20	5-10	15	300	12-20	30	600	ІН.О

Час спрацьовування – 0,15 с. при струмі рівному 1,2 величини струму спрацьовування; 0,03 с. при подвійному струмі спрацьовування.

Розривна потужність контактів в лінцюзі постійного струму з індуктивним навантаженням (стала часу $T=5 \cdot 10^{-3}$ с.) – 50 Вт, в ланцюзі змінного струму – 250 Вт при напрузі до 250 В і струмі не більше 2 А.

7.2 Реле максимального струму ІТ-80

Реле застосовується у схемах захисту електричних машин, трансформаторів і ліній електропередач від коротких замикань і перевантажень. Реле складається з індуктивного та електромагнітного елементів (рис. 7.2).

Індукційний елемент, маючий залежну від струму витримку часу, складається з магнітної системи 1 з короткозамкненими витками 2, алюмінієвого диску 3, розташованого на рухомій рамі 4, пружини 5, яка при струмах менших, ніж струм спрацьовування, відтягуючи раму, перешкоджає зачепленню черв'яка 7 з сектором 8. Черв'як починає обертатися разом з диском при струмі, рівному 20-30 % струму спрацьовування. Коли струм, протікаючий в ланцюзі, досягає значення струму спрацьовування реле, рама 4 повертається і запроваджує черв'як 7 у зачеплення з сектором, який піднімаючись, переміщує важіль 9, закріплений на якорі електромагніту і замикає контакти 12.

Індукційний елемент включає у себе стальну скобу 11, гвинт регулювання витримки часу 13, показчик часу спрацьовування, пристрій для встановлення струму спрацьовування 15, обмежувальний гвинт 17.

Електромагнітний елемент (відсічка) складається з магнітопроводу 1, якоря 10 і гвинта 16 для регулювання струму спрацьовування відсічки. Реле має механічний показчик спрацьовування. Схема внутрішніх з'єднань реле дана на приладі.

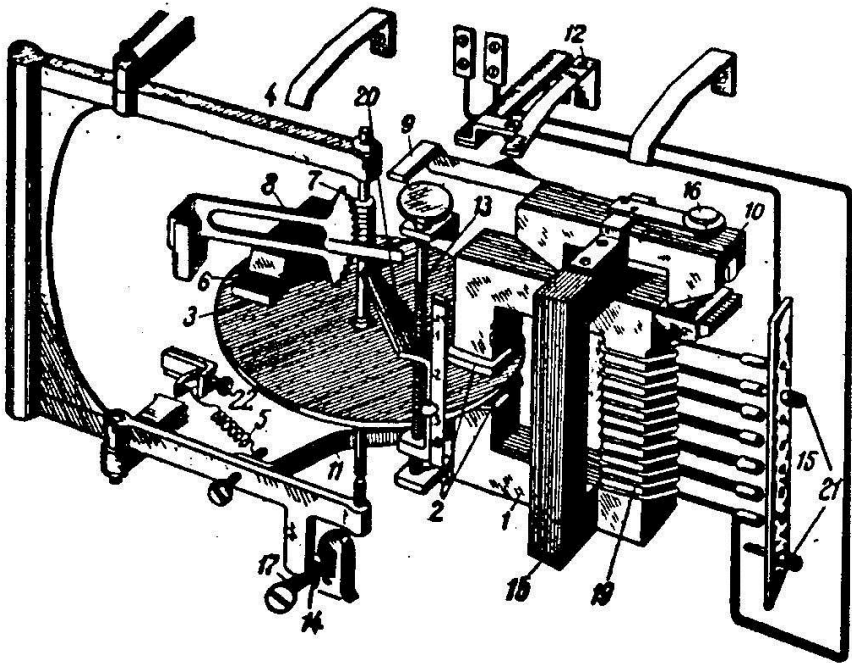


Рисунок 7.2 – Схема реле максимального струму типу ПТ-80

Таблиця 7.2 – Технічні дані реле серії IT-80

Найменування параметра	Величина
Споживана потужність при струмі спрацьовування індукційного елемента, Вт	10
Термічна стійкість: - тривала, А - за 1 с., А - Кв не нижче:	1,4 40 0,8
а) комутуючий струм головними замикаючими контактами реле, які працюють на замикання та розмикання постійного та змінного струму при напрузі до 200 В, А;	5
б) при оперативному змінному струмі та опорі напруги не більше 4 Ом при струмі 4 А контакти реле здатні дешунтувати струм до величини, А	50

7.3 Реле сигнальні типів ЕС-21 (РУ-21) і ЕС-41

Реле застосовуються у якості показника дії в ланцюгах постійного струму схем захисту і автоматики.

На рис. 7.3 наведений пристрій сигнального реле типу ЕС-21. Реле складається з електромагніту 1, обмотки 2, якоря 3, регулюючого гвинта 4, валика з рухомими контактами 5, пружини 6, обмежувача ходу якоря 7 і вказівного прапорця 8. Вказівний прапорець взведений і утримується зубом якоря у цьому положенні. При спрацьовуванні якір, притягуючись, звільнює вказівний прапорець, який під дією ваги повертається разом з валиком 5 і встановлюється проти заскленого віконця у кожусі реле, вказуючи тим самим на спрацьовування. Одночасно валик 5 замикає нерухомі контакти реле зі спільною точкою, вмикаючи тим самим ланцюг, подачі сигналу. Струм спрацьовування реле звичайно не перевищує 1 А при нормальній напрузі до 200 В.

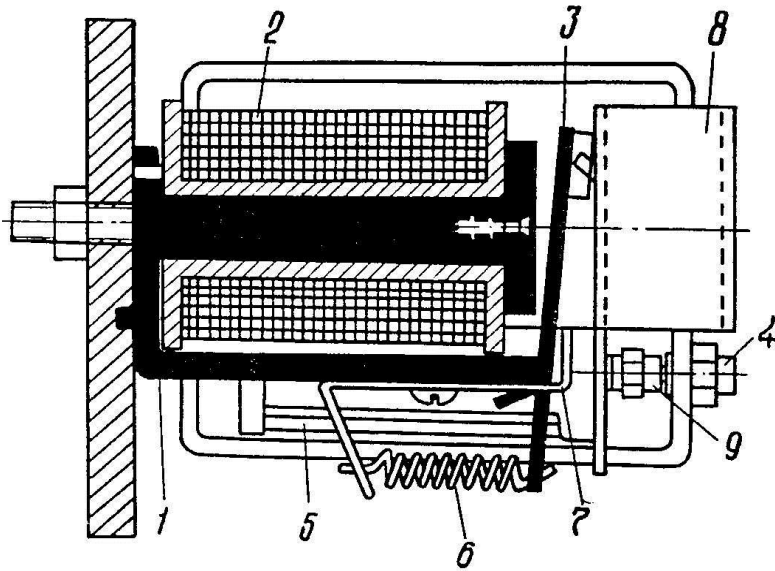


Рисунок 7.3 – Схема сигнального реле типу EC-21

7.4 Реле теплові біметалеві

Теплові біметалеві реле серії ТРА і ТРВ використовуються у якості захисту від перенавантаження електричних установок змінного та постійного струму і розраховані на номінальну напругу до 380 В.

Реле серії ТРА служать для захисту силових ланцюгів електродвигунів малої та середньої потужності змінного та постійного струму, які характеризуються важкими умовами пуску (тривалий пусковий режим, велика кратність пускового струму).

Основною деталлю реле є біметалевий елемент (біметалева пластинка), який вмикається послідовно з котушкою магнітного пускача. Поряд з біметалевою пластинкою знаходиться спіраль, увімкнута послідовно з споживачем. При підвищенні струму понад номінального, спіраль нагрівається і нагріває біметалеву пластинку, остання, згинаючись, розмикає контакти в ланцюзі живлення котушки магнітного пускача. Таким чином, проходить вимикання споживача при виникненні перевантажень.

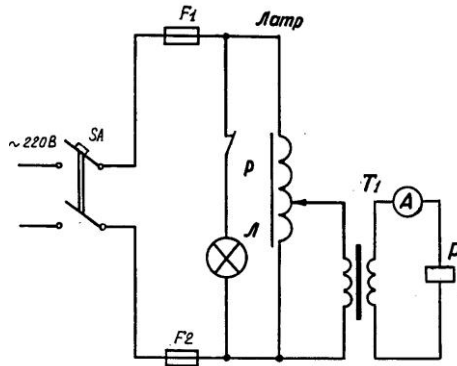


Рисунок 7.4 – Схема для знімання характеристик реле

Порядок проведення роботи

1. Зібрати електричну схему відповідно до рис. 7.4.
2. В якості реле підключити реле типу ІТ-81Б/1. На реле встановити номінальний струм 4 А і час спрацьовування 1 с. Амперметр підключається на вимірювання струму до величини 15 А. За допомогою ЛАТРа на реле подають струм різної величини від 5 до 15 А з інтервалом 1 А і секундоміром вимірюють час спрацьовування. Знижуючи величину струму, визначають відпускання. Заміри роблять при встановленні часу 1, 2, 3 і 4 с. Отримані дані заносять у табл. 7.3.
3. По результатах вимірювань (табл. 7.3) будують характеристику реле в координатах: струм спрацьовування – час спрацьовування, струм спрацьовування – струм відпускання.

Таблиця 7.3 – Результати вимірювань

№ п/п	Струм, поданий на реле	Час спрацьовування при установці, с.				Струм відпускання, А
		1	2	3	4	

4. В якості реле (рис. 7.4) підключити реле ЕТ-521/20. Амперметр підключити на вимірювання струму до 15 А. Задаючи струм спрацьовування реле (з інтервалом 1 А), визначають фактичний струм спрацьовування реле, струм відпускання, погрішність реле і відношення фактичного струму спрацьовування до струму відпускання. Отримані результати заносять у таблицю 7.4.

Таблиця 7.4 – Результати вимірювань

Заданий струм, А	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Фактичний струм спрацьовування I_{ϕ} , А										
Погрішність приладу $\Delta = [(I_3 - I_{\phi})/I_3] \cdot 100 \%$										
Струм відпускання I_0 , А										
Відношення I_{ϕ}/I_0										

5. В якості реле підключають реле ЕС-21-У і визначають струм спрацьовування та відпускання.

6. На основі проведеної роботи робляться висновки.

Література

1. Справочник по реле защиты и автоматики [Текст] / Л. И. Какуевичкий, А. Ю. Крупицкий, А. Д. Саков и др. ; под ред. М. Э. Хейфица – М. : Энергия, 1968. – 296 с.
2. Таев И. С. Электрические аппараты автоматики и управления [Текст] / И. С. Таев – М. : Высшая школа, 1975. – 224 с.
3. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст] : учебник для втузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов ; под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

8 Лабораторна робота № 8

АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗА ЧАСОМ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМАНДНОГО ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧНОГО ПРИЛАДУ КЕП-12У

Мета роботи: придбання практичних навичок роботи з приладом КЕП-12У шляхом вмикання у ланцюг приладу стенду з електролампами перевірки правильності вмикання і вимикання (за часом) окремих електричних ланцюгів.

Необхідне обладнання

1. Прилад КЕП-12У.
2. Секундомір.

8.1 Призначення приладу КЕП-12У

Прилади типу КЕП-12У призначені для регулювання за часом, послідовністю та тривалістю різноманітних операцій в технологічних та інших процесах, по заданому графіку, за допомогою швидкодіючого ввімкнення або вимкнення електричних або пневматичних ланцюгів загальною кількістю до дванадцяти.

Технічна характеристика КЕП-12У

1. Робоча напруга – 127 В змінного струму при 50 пер/с.
2. Потужність електричних контактів при активному навантаженні – 500 Ват змінного струму при напрузі до 220 В і силі струму не більше 5 А.
3. Споживана потужність – 40 Вт.
4. Робочий тиск пневматичних золотників – 1,5 кгс/см².
5. Кількість робочих ланцюгів – 11.
6. Межі зміни тривалості робочих циклів: від 3 хвилин до 18 годин. Загальна кількість робочих циклів (швидкість обертання вала) – 126.
7. Точність часу циклу $\pm 3,5$ %.
8. Вага – 9,5 кг.
9. Габаритні розміри – 312х270х127 мм.

Привод розподільного вала здійснюється синхронним двигуном “Д” через редуктор з постійним передаточним числом, храповий розподільний механізм і чотириступеневу коробку швидкостей.

Кулачки, що розміщені на розподільному валу, скидають і підіймають защіпки швидкодіючих шляхових вимикачів; лівий кулачок скидає защіпку, а правий підіймає її.

Шляхові вимикачі діють в залежності від типу (пневматичний, електричний або комбінований) на електричні контакти або поршні пневматичних залотників.

8.3 Встановлення тривалості часу циклу

З табл. 8.1 вибирається час циклу, необхідний для даного процесу. Нижній колокол встановлюється на поділку, вказану в першій графі зліва, а ковзна шестерня ставиться в один з трьох положень, рахуючи зліва направо, відповідно графі таблиці, в якій міститься вибране значення циклу.

Таблиця 8.1 – Тривалість часу одного оберту барабана приладу (час одного циклу)

Поділка шкали нижнього колокола	Положення шестерні, рахуючи зліва направо					
	II		III		IV	
	хв.	с.	хв.	с.	хв.	с.
1	2	3	4	5	6	7
2	2	51	17	51	111	27
3	2	55	18	15	113	55
4	2	59	18	39	116	22
5	3	3	19	3	118	57
6	3	7	19	29	121	37
7	3	11	19	57	124	31
8	3	16	20	25	127	24
9	3	21	20	55	130	37
10	3	26	21	26	133	49
11	3	31	21	59	137	15
12	3	36	22	34	140	53
13	3	42	23	10	144	38
14	3	46	24	49	148	42

Продовження табл. 8.1

Піділка шкали нижнього колокола	Положення шестерні, рахуючи зліва направо					
	II		III		IV	
	хв.	с.	хв.	с.	хв.	с.
15	3	55	25	31	152	59
16	4	2	25	14	157	29
17	4	9	26	59	162	12
18	4	17	27	47	167	14
19	4	25	28	40	172	41
20	4	34	29	36	178	28
21	4	43	30	34	184	34
22	4	54	31	38	191	18
23	4	4	32	46	198	-
24	5	16	33	59	206	-
25	5	29	34	18	214	-
26	5	42	35	44	223	-
27	5	57	37	17	233	-
28	6	14	38	39	243	-
29	6	31	40	50	255	-
30	5	51	42	59	268	-
31	7	13	45	9	282	-
32	7	37	47	39	297	-
33	8	3	50	27	315	-
34	8	34	53	36	335	-
35	9	8	57	10	357	-
36	9	47	61	15	382	-
37	10	32	65	58	412	-
38	11	25	71	28	446	-
39	12	27	77	57	487	-
40	13	42	85	46	535	-
41	15	13	95	18	595	-
42	17	7	107	12	669	-
43	-	-	-	-	765	-
44	-	-	-	-	892	-
45	-	-	-	-	1071	-

8.4 Приклад настроювання

За умовою необхідно встановити цикл 5 хвилин. Вибирається за таблицею 8.1 найближче значення часу циклу – 5 хв. 04 с. Знаходимо відповідну поділку нижнього колокола – 23 і встановлюємо його за стрілкою; значення 5 хв. 04 с. знаходиться в гр. 2, отже ковзна шестерня розподільного вала ставиться в друге положення, рахуючи зліва направо.

8.5 Налаштування часу спрацювання

Шкала верхнього колокола розділена на 100 поділок. Повний оберт цієї шкали відповідає часу одного циклу (оберту кулачкового вала).

Для встановлення тривалості будь-якої операції потрібно поступити таким чином:

1. Розрахувати, на якій поділці шкали повинна відбутися потрібна операція. Час одного циклу встановлено 5 хв.:

1-а операція повинна відбутися через 0,5 хв.;

2-а операція повинна відбутися через 2 хв.;

3-я операція повинна відбутися через 4 хв. від початку циклу, тобто від моменту пуску.

Потрібна поділка A визначається таким чином:

$$A = 100 \cdot T_1 / T$$

де T – час циклу;

T_1 – час від початку циклу до закінчення потрібної операції.

Таким чином, при циклі 5 хв. для:

1-ї операції $A_1 = 100 \cdot 0,5 / 5,04 = 10$ поділок;

2-ї операції $A_2 = 100 \cdot 2 / 5,04 = 40$ поділок;

3-ї операції $A_3 = 100 \cdot 4 / 5,04 = 79$ поділок.

2. Встановити шкалу верхнього колокола потрібною поділкою напроти строки. Встановити кулачок, який знаходиться проти того контакту, який призначений для здійснення даної операції, до упору в шляховий вимикач. Для пересування кулачка в пазі вала потрібно ослабити на 2-3 оберти гайку, після чого він звільняється і легко пересувається. Після встановлення кулачка на потрібне місце, потрібно знову зняти гайку. При цьому треба мати на увазі, що лівий кулачок звільнює зачіпку шляхового вимикача і визиває вмикання електричного контакту. Правий кулачок повертає зачіпку на місце і здійснює зворотну дію.

Закінчивши настройку усіх кулачків, потрібно поставити ковзну шестерню у відповідне положення, поставивши попередньо шкалу верхнього колокола на поділку 0.

При роботі приладу з ковзною шестернею, встановленою в крайнє ліве положення, не дозволяється наструювати всі 12 кулачків на одночасне включення.

Для наструювання приладу на безперервні цикли, які повторюються, потрібно зняти з розподільного вала крайній правий кулачок.

Порядок проведення роботи

1. Підключити прилад згідно з рис. 8.1.
2. Встановити довільний цикл (не більше 15-20 хв.).
3. Вибрати будь-які електричні ланцюги і настроїти довільний час спрацьовування ламп, вибраних ланцюгів за час одного циклу.
4. Перевірити по секундоміру правильність спрацьовування приладу.
5. Підрахувати погрішність спрацьовування приладу.
6. Дати оцінку приладу і зробити висновки.

Література

1. Бурсов Г. Г. Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні (На допомогу інженеру і техніку) [Текст] / Г. Г. Бурсов, М. І. Богаєнко – К. : Знання, 1973. – 47 с.
2. Черквасин А. Н. Основы автоматики [Текст] / А. Н. Черквасин, В. Н. Семин, К. Я. Стародуб – М. : Энергия, 1977.

9 Лабораторна робота № 9

АНАЛІЗ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЗМІШУЮЧИМИ БІГУНАМИ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

Мета роботи: ознайомитися зі схемою автоматичного керування та засвоїти настройку схеми.

Необхідне обладнання та прилади: лабораторні змішуючі бігуни періодичної дії.

Процес сумішеприготування займає важливе місце у ливарному виробництві і, в значній мірі, визначає якість лиття. В окремих випадках брак по вині неякісної формувальної суміші складає до 80 % від загального браку лиття. Для виробництва 1 т придатного литва використовують 10 т формувальної суміші. Тому у великих ливарних цехах ставлять велику кількість сумішопідготовчого обладнання. Так, наприклад, на ХТЗ у сталеплавильному цеху встановлено 20 змішувачів типу 112 і 115, на який кожен зміну зайнято 10 чоловік. Але при тризмінній роботі на змішувачах зайнято 30 чоловік.

У зв'язку з тим, що процес сумішеприготування провністю механізовано, є всі підстави для його автоматизації і, отже, можливість скорочення обслуговуючого персоналу при одночасному покращенні якості формувальної суміші. В даний час існує три різновиди систем сумішеприготування: системи постійного циклу, системи попередньої калькуляції і системи кінцевого стану. Останні забезпечують найбільш високу якість формувальної суміші, оскільки в процесі сумішеприготування безперервно контролюється значення одного з основних параметрів суміші (вологість, сипучість і т.ін.) і лише після того, як його значення набуде заданого, формовочна суміш видається в роботу.

Як ми знаємо, одним із параметрів суміші, в значній мірі визначаючим технологічні властивості (сиру міцність, газопроникненість і т.ін.) є вологість формувальної суміші. Для контролю вологості формувальної суміші застосовуються різні методи, які мають свої переваги і недоліки.

Для лабораторного змішувача був розроблений спеціальний кондуктометричний датчик вологості простої конструкції, який дає можливість з потрібною точністю проводити виміри вологості у самих бігунах. Суть кондуктометричного методу вимірювання вологості формувальної суміші полягає у зміні електропровідності суміші в залежності від її вологості.

9.1 Вплив вологості на електроопір формувальної суміші

Застосовуючи кондуктометричний метод виміру вологості формувальної суміші, встановили вплив вологості на електричний опір формувальної суміші.

В лабораторні бігуни засипали суху формувальну суміш з початковою вологістю приблизно 1 %. Потім у змішувач послідовно невеликими дозами подавали воду. Після кожної дози за допомогою приладу Ц-56 проводили виміри електричного опору суміші і відбирали пробу для контролю вологості стандартним методом.

В табл. 9.1 представлені результати вимірів.

Таблиця 9.1 – Вплив вологості формувальної суміші на електричний опір

Вологість, %	0,74	1,56	2,08	2,66	3,42	4,18	4,31	5,97
Електричний опір, кОм	800	30	12,5	8,2	5,45	2,6	2,3	1,9

Узагальнюючи результати дослідів, установили вплив вологості формувальної суміші на її електропровідність (рис. 9.1). Таким чином, електроопір формувальної суміші при зміні вологості від 1 до 6 % змінюється від 800 Ом до 1,9 кОм.

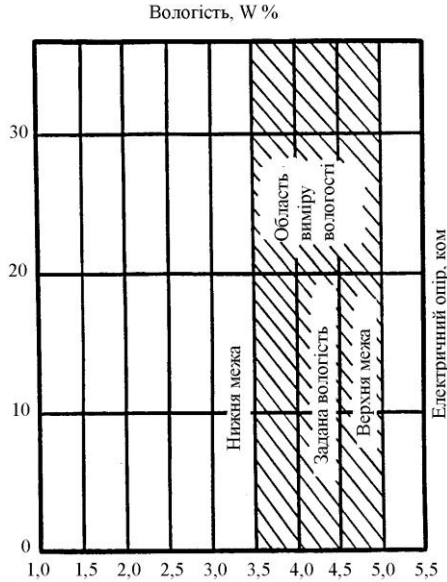


Рисунок 9.1 – Вплив вологості на електропровідність формувальної суміші

9.2 Електрична схема керування процесом сумішеприготування

Система складається з наступних вузлів:

1. Бункера.
2. Дозатора.
3. Пневмоциліндрів.
4. Електропневматичних та електрогідравлічних клапанів.
5. Лабораторних бігунів.
6. Електричної системи керування (рис. 9.2).

Електрична схема управління складається з наступних елементів:

1. Електронного моста МСР-1.
2. Електронного сигналізатора рівня ЕСР-2.
3. Електронного реле часу ЕРЧ-41.
4. Командоелектричного приладу КЕП-12.
5. Реле МКУ-48.
6. Електромагнітів пневматичних та гідравлічних клапанів.
7. Електровібратора.

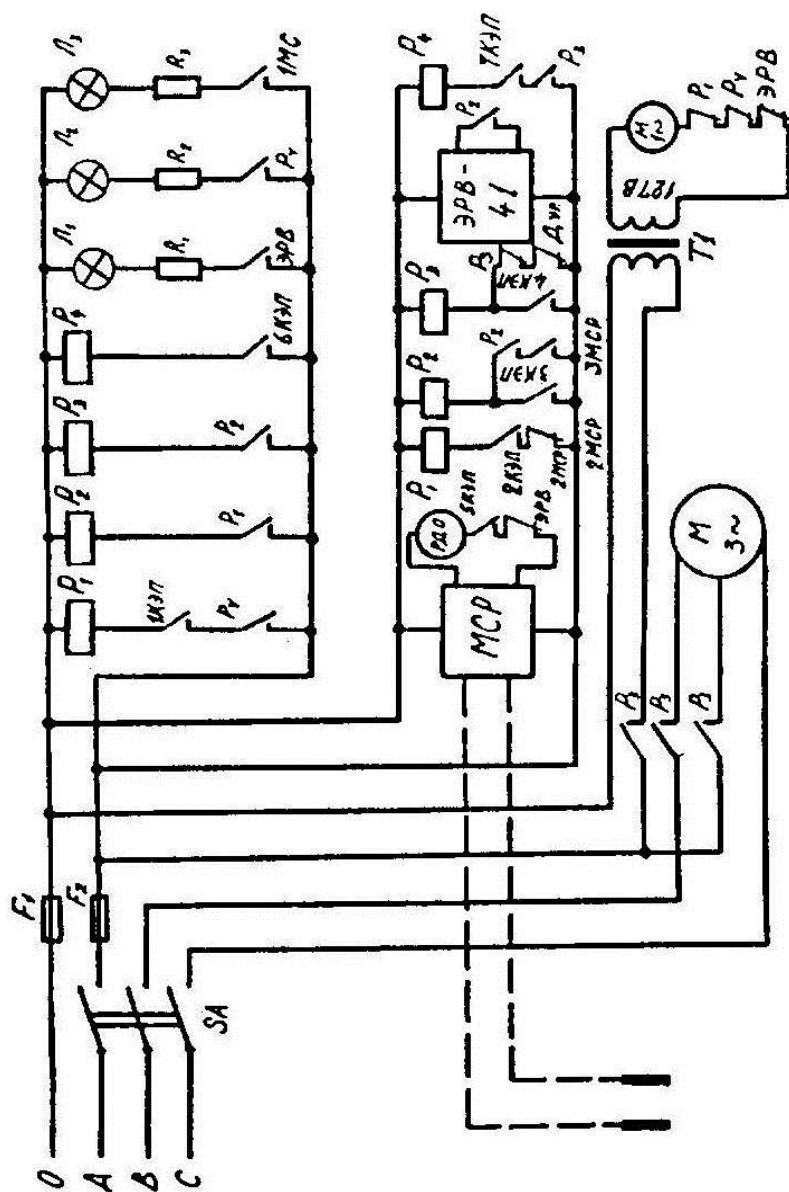


Рисунок 9.2 –Електрична схема управління змшувачем

Прилад МСР-1, що випускається вітчизняною промисловістю, застосовується для роботи в комплекті з мідними і платиновими термометрами опору і розрахований на вимір опору до 300 Ом. Між тим, електричний опір суміші змінюється в межах від 0,7 кОм до 1 кОм. Тому використовувати прилад МСР-1 без переробок для виміру вологості суміші не було можливим. Промисловість не випускає приладів з потрібними характеристиками. У зв'язку з цим провели розрахунки вимірювальної схеми і у відповідності з розрахунками переробили її спеціально для заміру вологості формувальної суміші.

Схема передбачає:

1. Дозування горілої суміші по об'єму.
2. Трипозиційне регулювання вологості за результатами вимірів вологості в бігунах.
3. Керування більшості операцій за часом за допомогою приладу КЕП-12.

При подачі живлення починає робити двигун змішувача і включається прилад КЕП-12. Командоприлад вмикає контакт *1КЕП* (рис. 9.3). Струм буде проходити через *1КЕП*, контакт *P₄* і котушку *C₁*, яка втягне якір сердечника і перемкне пневмоклапан. Стиснуте повітря через пневмоклапан надходить у пневмоциліндр, поршень якого відкриває засув дозатору з горілою землею. Відбувається завантаження бігунів. По закінченні 5 с. контакт *1КЕП* розімкнеться і поршень розімкне засувку дозатора. Через 1 с. вмикається контакт *3КЕП*, реле *P₂* виявиться під напругою і своїм *Н.О.* контактом буде подавати напругу на котушку електрогідроклапана *C₃*, який увімкне подачу води в бігуни з великою витратою. Оскільки реле *P₂* має самоблокування, то при включенні контакту *3КЕП* котушка реле *P₂* залишиться під напругою. Реле *P₂* одночасно буде подавати сигнал на ЕРВ-41, яке у випадку відсутності води своїм *Н.З.* контактом вимикає реверсивний двигун електронного моста МСР.

Реле *P₄* також включає сигнальні лампи “нема води” і двигун КЕП-12 зупиняється. При наявності води і досягненні вологості суміші 3 %, подача води з великою витратою зупиняється, оскільки електронний міст буде подавати команду на вимкнення *Н.З.* контактів з МСР, і реле РВ-41 вимкнеться. Одночасно з контактом *3КЕП* замикається контакт *5КЕП*, який подає напругу на прилад МСР для контролю виміру вологості. Після цього вмикається контакт *2КЕП*,

який подає напругу через *Н.З.*, контакти *2МСП* на котушку P_1 , в результаті чого вмикається гідроклапан C_2 . Відбувається подача води у змішувач з малою витратою *Н.З.*, контакт розімкнеться і двигун КЕП-12 зупиниться. Подача води з малою витратою відбувається до тих пір, поки вологість формувальної суміші не досягне 4,5 %. Після цього електронний міст буде подавати сигнал на вимкнення *Н.З.* контакту *2МСП* і подача води зупиниться. Реле P_1 вимкнеться і двигун КЕП-12 знову увімкнеться і почне відлік часу перемішування.

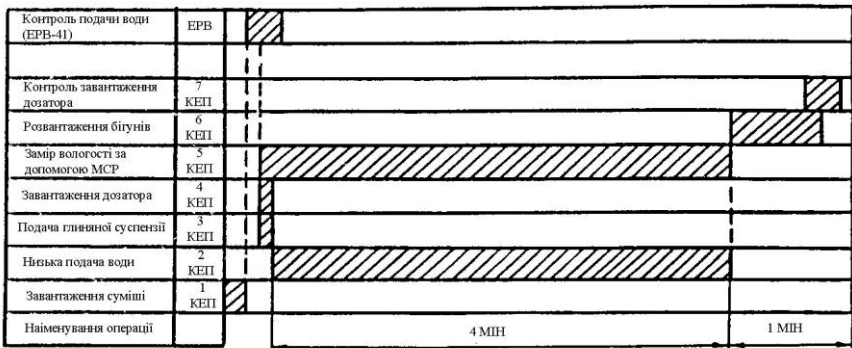


Схема роботи контактів прилада МСП-1

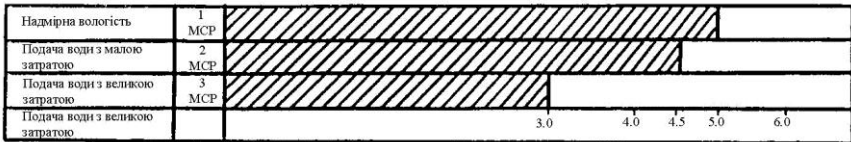


Рисунок 9.3 – Схема роботи контактів

Якщо до моменту випуску суміші вологість буде більша 4,5 %, на пульті управління загориться сигнальна лампа “підвищена вологість”. При кондиційній вологості лампа не загориться.

На початку перемішування увімкнеться контакт *4КЕП*, який вмикає реле P_3 , що проводить завантаження дозатора на наступний цикл (запускається вібратор). При досягненні заданого рівня спрацьовує ЕСУ-2 і вмикає своїми *Н.З.* контактами вібратор. Якщо вологість досягає заданого значення, то через 4 хвилини вмикається контакт *6КЕП*, який подає сигнал на котушку електропневматичного

клапана C_4 . Відбувається вивантаження формувальної суміші. Через 30 с. від початку вивантаження замикається контакт $7KEП$. Якщо дозатор недонавантажений до загального рівня, контакт реле P_3 замкнений і напруга подається на реле P_4 , яке вмикає сигнальну лампу “нема землі в дозаторі”. Н.З. контакти цього реле розімкнуть ланцюг котушки C_1 і двигуна КЕП-12. Робота схеми припиниться.

Таким чином, схема забезпечує видачу формувальної суміші з заданою вологістю і зупиняє змішувач при відсутності початкових складових суміші: горілої землі, глиняної суспензії, води. При цьому на пульт управління подаються відповідні сигнали.

Система без змін може бути застосована для керування промисловими змішувачами у ливарному цеху.

Порядок проведення роботи

1. Ознайомитись з електричною схемою управління змішувачем.

2. У відповідності з описом провести настройку схеми на задану вологість формувальної суміші, що готується. Відрегулювати чутливість сигналізатора рівня, час витримки реле часу РЧ-41 і настроїти прилад КЕП-12 на заданий цикл роботи.

3. У звіті по лабораторній роботі дати схему автоматичного керування бігунами, її опис та опис настройки схеми.

Література

1. Поручиков Ю. П. Автоматизация смесеприготовления и раздачи формовочной смеси [Текст] / Ю. П. Поручиков, Г. Л. Хазан – Москва-Свердловск : Машгиз, 1962. – 176 с.

2. Средства и системы автоматизации литейного производства: Шихтовка, плавка, смесеприготовление, разливка [Текст] / К. С. Богдан и др. – М. : Машиностроение, 1981. – 272 с.

10 Лабораторна робота № 10

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ БУНКЕРА ПО ДВОХ РІВНЯХ

Мета роботи: придбати практичні навички по складанню схем автоматичного регулювання.

Необхідне обладнання: діючий макет завантаження бункера по двох рівнях.

Автоматичне завантаження бункера сипучими матеріалами по одному рівню має великий недолік – малий “робочий” об’єм бункера. В результаті цього відбуваються часті увімкнення та вимкнення виконавчих механізмів завантаження бункера, що знижує надійність всієї системи в цілому.

Для збільшення “робочого” об’єму бункера зручніше регулювання заповнення робити по двох рівнях.

Сипучий матеріал (рис. 10.1) знаходиться у великому бункері 1. Бункер зачинений засувкою 2, яка може відчинятися тросом через систему блоків при подачі живлення на тяговий магніт 3. Зачиняється засувка за допомогою пружини 4 при вимкненому тяговому магніті 3. Робочий бункер 5 має два датчика рівня 6 і 7, які освітлюються лампами 8 і 9. Витрата матеріалів з “робочого бункера” регулюється вручну засувкою 10.

Якщо робочий бункер 5 порожній, то світло від освітлювачів 8 і 9 попадає на фотодатчики 6 і 7, в результаті чого реле $РП_1$ і $РП_2$ здобудуть живлення (рис. 10.2) і включають своїми контактами $КРП_1$ і $КРП_2$ тяговий магніт ТМ, який відкриває засувку 2. Пісок з бункера 1 буде надходити у робочий бункер. Коли пісок перекриє промінь освітлювача 9, фотодатчик ΦC_2 різко збільшить свій опір, що приведе до розмикання контактів $КР_2$ реле P_2 . У свою чергу це знеструмить котушки проміжного реле $РП_2$, розімкне контакти $КРП_2$. Однак, тяговий магніт при цьому не знеструмиться, тому що $КТМ_1$ і $КРП_1$ – замкнуті.

Коли рівень піску підніметься настільки, що перекриє промінь від освітлювача 8, розімкнуться контакти $КРП_1$ реле P_1 , знеструмиться котушка $РП_1$ і розімкнуться контакти $КРП_1$.

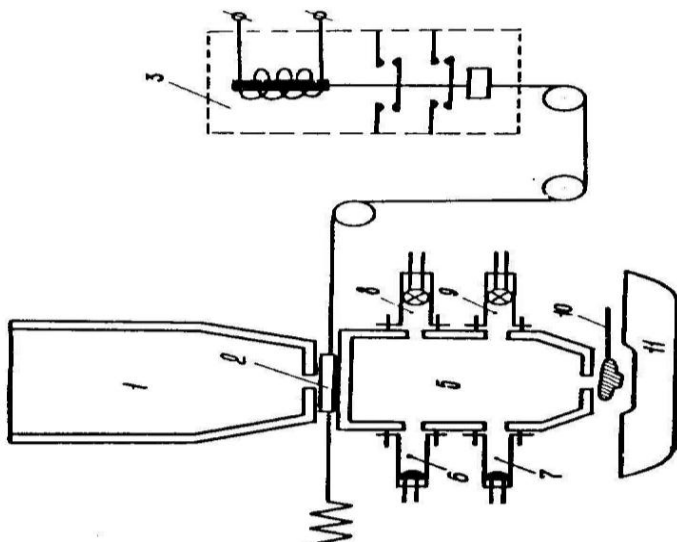
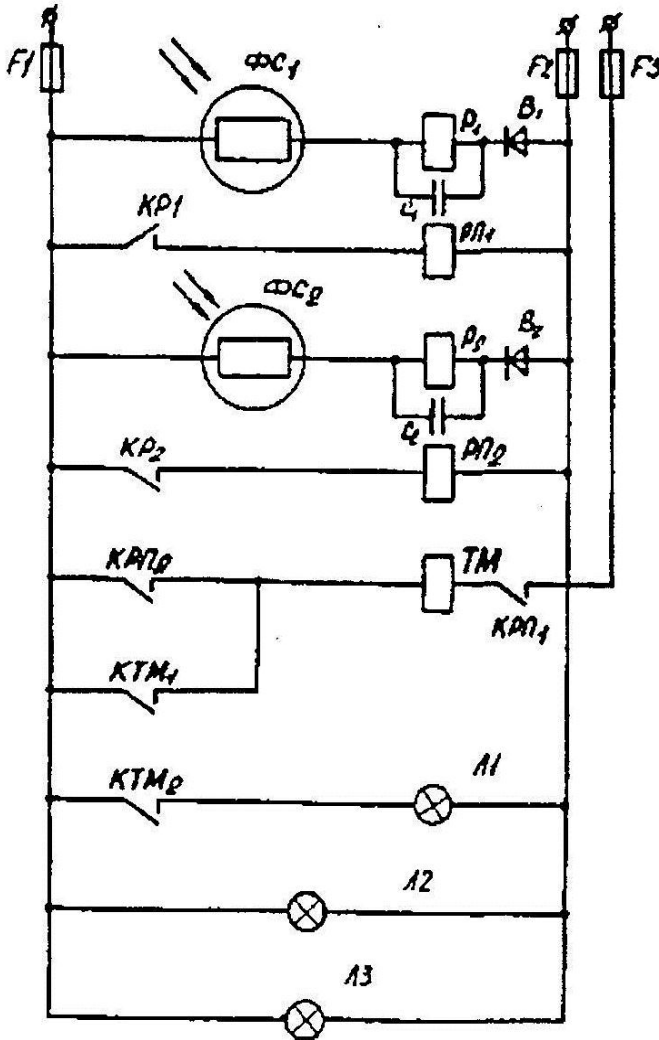


Рисунок 10.1 – Схема лабораторної установки

Тяговий магніт ТМ знеструмиться, пружина 4 закриє засувку і зупинить надходження піску з бункера 1 в робочий бункер 5. При опусканні рівня піску нижче верхнього рівня, котушка PP_1 здобуде живлення і замкне свої контакти KPP_1 . Але тяговий магніт ще не буде робити, оскільки ланцюг живлення котушки тягового магніту розімкнутий (контакт KPP_2 розімкнутий). І тільки після того, коли рівень піску знизиться так, що промінь світла від освітлювача 9 попаде на датчик 7 (ΦC_2), замкнеться контакт KPP_2 і тяговий магніт ТМ відкриє засувку 2. Почнеться знову заповнення бункера 5.

Порядок проведення роботи

1. Ознайомитись з електросхемою. Вивчити взаємозв'язок між окремими елементами схеми. Зробити ескізи (рис. 10.1, 10.2).
2. Провести підключення всіх елементів установки згідно з приведеною електросхемою (рис. 10.2).
3. Підрахувати кількість включень тягового магніту на одиницю розходу піску з бункера.
4. Після закінчення роботи скласти звіт.



$F1 \dots F3$ – запобіжники плавкі; ΦC_1 – фотодатчик верхнього рівня;
 ΦC_2 – фотодатчик нижнього рівня; PI_1, PI_2 – реле змінного струму, МКУ-48;
 P_1, P_2 – реле постійного струму; ТМ – тяговий магніт;
 C_1, C_2 – конденсатори електричні; Л1 – лампочка сигнальна;
 Л2, Л3 – лампочки освітлювальні; VD_1, VD_2 – діоди н/п випрямляча
 Рисунок 10.2 – Схема електрична принципова

Література

1. Чунаев М. В. Основы конструирования автоматических устройств литейного производства [Текст] / М. В. Чунаев – М. : Машгиз, 1960. – 460 с.
2. Кишнев В. В. Технические средства автоматики [Текст] / В. В. Кишнев, В. О. Иванов, Г. М. Тохтабаев – М. : Metallurgia, 1981. – 305 с.
3. Средства и системы автоматизации литейного производства: Шихтовка, плавка, смесеприготовление, разливка [Текст] / К. С. Богдан и др. – М. : Машиностроение, 1981. – 272 с.
4. Авдокушин В. П. Автоматизация литейных процессов [Текст] : учеб. пособ. / В. П. Авдокушин – К. : КПИ, 1982. – 107 с.
5. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст] : учебник для вузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов ; под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

11 Лабораторна робота № 11

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ ОПТИМАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ СУМІШІ ПО ДВОХ РІВНЯХ

Мета роботи: ознайомитися з електричною схемою розподілу формувальної суміші по видаткових бункерах.

Необхідне обладнання та прилади: діюча панель оптимального розподілу формувальної суміші по видаткових бункерах.

Схема, яка розглядається, призначена для автоматичного управління плужковими скидачами, що ставляться над видатковими бункерами ливарного конвейєра. Тим самим здійснюється автоматичний розподіл формувальної суміші між формувальними машинами. Існує ряд схем автоматичного розподілу формувальної суміші по видатковим бункерам. Однією з кращих схем є схема автоматичного розподілу суміші по двох рівнях. Можливі два варіанти схеми: контактний (на електромагнітних реле), інакше зветься релейний варіант, і безконтактний (виконаний на логічних елементах).

Схема, що розглядається, зібрана на уніфікованих електромагнітних реле типу МКУ-48. Схема (рис. 11.1) складається з трьох частин: блока введення інформації про наявність формувальної суміші в бункерах, в який входять контакти датчиків нижнього рівня $D_1^H - D_6^H$, контакти датчиків верхнього рівня $D_1^B - D_6^B$, котушки проміжних реле $PP_1 - PP_7$; блока обробки інформації, який має в своєму складі проміжні реле $P_1 - P_7$, реле $PP_1 - PP_6$ блока введення інформації, що вмикаються контактами, і виконуючого блока – з котушок соленоїдів електропневматичних клапанів $C_1 - C_6$ проміжних реле $P_1 - P_7$, блока обробки інформації, що вмикаються контактами. Всі датчики рівня, за винятком датчика нижнього рівня шостого бункера, мають по одній парі нормально замкнених і нормально розімкнених контактів. Датчик нижнього рівня шостого бункера має одну пару нормально закритих контактів і дві пари нормально відкритих контактів, одна з яких увімкнена у ланцюг реле PP_6 , а друга

– в $РП_7$. Реле $РП_7$ відрізняється від реле $РП_1 - РП_6$ більшим часом спрацьовування, тобто при одночасній подачі струму на котушки реле $РП_6$ і $РП_7$, спочатку спрацьовує реле $РП_6$, а потім реле $РП_7$.

Особливістю системи сумішerosздачі є те, що при заповненні будь-якого з бункерів, плужок шостого бункера завжди опущений. Це необхідно для того, щоб при завантаженні будь-якого з бункерів не було необхідності надмірно притискати плужок до стрічки транспортера, оскільки це викликає ще більше навантаження на тяговий електродвигун і знос стрічки транспортера. В даному випадку плужок під власною вагою опускається на стрічку транспортера, що забезпечує скидання до 95-96 % суміші у свій бункер, а невелику кількість суміші (до 4-5 %), що пройшла під плужком, внаслідок деформації стрічки зкидається останнім плужком (у даному випадку шостим). Тому при аналізі роботи схеми будемо мати на увазі, що йде заповнення того бункера, плужок якого опущений. Подачу невеликої кількості суміші в останній бункер можна не враховувати.

Електрична схема передбачає наступний розподіл суміші:

1. Спочатку, коли всі бункери пусті, проходить завантаження бункерів по нижньому рівню, що скорочує час вводу всіх формувальних машин в роботу.

2. Після заповнення всіх бункерів вище нижнього рівня (є мінімальний робочий запас суміші), система здійснює послідовне заповнення суміші до верхніх країв, що при подачі суміші з надлишком створює запас формувальної суміші у видаткових бункерах. Якщо з будь-якої причини подача суміші зупиниться, формувальні машини, маючи запас суміші, зможуть продовжувати роботу.

3. При заповненні бункерів по верхньому рівню система спостерігає за тим, щоб у всіх бункерах був мінімальний запас суміші (вище нижнього рівня). Якщо у будь-якому з видаткових бункерів рівень суміші опускається нижче нижнього рівня, система зразу ж перейде до заповнення цього бункера і лише після створення в ньому мінімального робочого запасу, здійснює повне заповнення всіх бункерів.

Коротко розглянемо окремі варіанти роботи схеми.

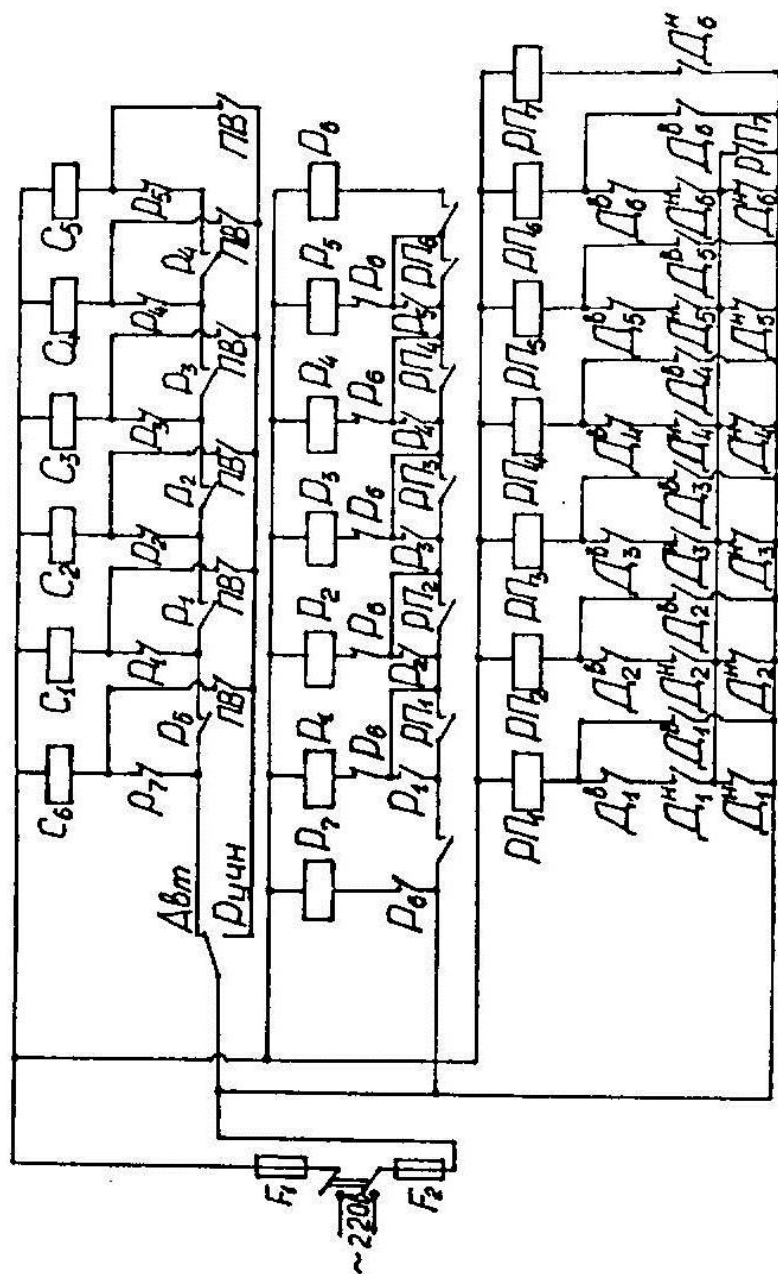


Рисунок 11.1 – Схема электрична оптимального розподілу формувальної суміші по двох рівнях

В перший момент, коли всі бункери пусті, електричний струм через перемикач $П$ і нормально замкнуті контакти P_7, P_6, P_1 надходить на котушки C_6 і C_1 електропневматичних клапанів і відповідні плужки опускаються на стрічку транспортера. Починається завантаження першого бункера. Після його заповнення вище нижнього рівня, суміш діє на датчик нижнього рівня і його контакти займають протилежне положення ($Н.О.$ – закриваються, а $Н.З.$ – відкриваються). Електричний струм через $Н.З.$ контакти датчиків нижнього рівня наступних бункерів, контакт $РП_7$ і $Н.О.$ (тепер закритий контакт $Д_1^H$) надходить на котушку реле $РП_1$, вмикаючи його. Реле $РП_1$ замикає свій контакт в блоці обробки інформації і подає живлення на котушку реле P_1 . При спрацьовуванні реле P_1 замикає свій контакт P_1 в блоці обробки інформації, переходячи на самоблокування, і перемикає контакти у виконуючому блоці: $Н.З.$ P_1 в ланцюзі котушки C_1 розмикається, а $Н.О.$ P_1 замикається. У результаті цього C_1 знеструмлюється (перший плужок підіймається), а C_2 потрапляє під напругу. Оскільки електричний струм поступає через контакти P_6, P_1, P_2 , другий плужок опускається, здійснюючи завантаження другого бункера. Аналогічно здійснюється завантаження всіх бункерів по нижньому рівню.

Після заповнення останнього (шостого) бункера по нижньому рівню, перемикаються контакти датчика $Д_6^H$, електричний струм через $Н.З.$ контакт $РП_7$ і $Н.О.$ (які тепер закриті), контакти $Д_6^H$, надходить на котушку реле $РП_6$ та $РП_7$ (час спрацьовування реле $РП_7$ більше, ніж $РП_6$), примушуючи їх перемкнути свої контакти. Реле $РП_6$, замикаючи свій контакт, подає живлення на котушку реле $РП_6$. Реле $РП_6$ розмикає свої $Н.З.$ контакти в ланцюзі котушок $P_1 - P_5$, замикає $Н.О.$ контакт у ланцюзі котушки P_7 , в результаті чого на дуже короткий час котушки всіх електропневматичних клапанів $C_1 - C_6$ знеструмлюються (плужки підіймаються). По закінченні деякого часу (долі секунди) реле P_7 розмикає свій $Н.З.$ контакт і знеструмлює котушки реле $РП_1 - РП_6$, які розмикають свої контакти в блоці обробки інформації і реле P_6 перестає працювати. Схема переходить у початкове положення, опускаються плужки першого і шостого бункерів, але заповнення вже йде до верхнього рівня.

Як зазначалося раніше, схема управління підтримує мінімальний запас суміші у бункерах і при зниженні рівня суміші нижче мінімального, переходить до заповнення відповідного бункера. Для прикладу розглянемо наступну ситуацію: відбувається заповнення бункерів по верхньому рівню, перший бункер заповнено, розпочалося заповнення другого бункера до верхнього рівня; в цей час у четвертому бункері суміш опустилася нижче нижнього рівня. У цьому випадку схема управління повинна припинити заповнення другого бункера і розпочати заповнення в четвертій.

У даному випадку котушка реле $РП_4$ знаходиться під напругою і контакти реле замкнені. При опусканні суміші у четвертому бункері нижче нижнього рівня, контакти датчика $Д_4^H$ займуть початкове положення (показано на схемі) і електричний струм через $Н.З.$ контакт $Д_4^H$, замкнені $Н.О.$ контакти датчиків $Д_2^H$, $Д_3^H$ (другий і третій бункери заповнені вище нижнього рівня) надійде на котушки реле $РП_2$ та $РП_3$, які, перемкнувши свої контакти в блоці обробки інформації, подадуть живлення на котушки реле P_2 та P_3 . Останні, в свою чергу, зробивши відповідні переключення у виконуючому блоці, знеструмлять C_2 і подадуть живлення на C_4 , тобто припиниться заповнення другого бункера (плужок підіймається) і розпочнеться заповнення четвертого бункера (плужок опускається). Після заповнення четвертого бункера вище нижнього рівня система знову перейде до заповнення по верхніх рівнях.

Тепер розглянемо ще один варіант: відбувається заповнення четвертого бункера до верхнього рівня, а у другому бункері в цей час суміш опустилася нижче нижнього рівня. У цьому випадку, як зазначалося раніше, система повинна перейти на заповнення другого бункера.

Якщо проходить заповнення четвертого бункера до верхнього рівня, то попередньо повністю були заповнені перший, другий, третій бункери, а, отже, реле $РП_1$, $РП_2$, $РП_3$, замкнувши свої контакти, увімкнули відповідно P_1 , P_2 , P_3 (останні, замкнувши свої $Н.О.$ контакти, стали на самоблокування). Як тільки у другому бункері суміш опустилася нижче нижнього рівня, контакти датчика $Д_2^H$ займуть початкове положення (показано на схемі) і реле $РП_2$ перестане працювати, але реле P_2 не вимкнеться, оскільки замкнений його блокуючий контакт. Через $Н.З.$ контакт $Д_2^H$ і замкнуті $Н.О.$

контакти D_4^H , D_5^H , D_6^H (суміш у бункерах вище нижнього рівня) електричний струм надійде на котушки PP_4, PP_5, PP_6 , реле спрацюють, замикаючи при цьому свої контакти у блоці обробки інформації. Таким чином, у ланцюзі живлення реле P_6 будуть замкнені всі контакти проміжних реле блока введення інформації за виключенням PP_2 , але реле P_6 спрацює, оскільки електричний струм на його котушку буде надходити через замкнуті контакти PP_1 , P_2 , (в обхід PP_2), PP_3 , PP_4 , PP_5 , PP_6 . При ввімкненні реле P_6 , розімкне свої $H.3.$ контакти, що подають живлення на котушку реле $P_1 - P_6$. Реле припинять роботу і розімкнуть свої блок-контакти (а точніше P_2 , що подає струм в обхід PP_2), і реле P_6 знеструмиться, перевівши свої контакти в початкове положення. Котушка C_4 електропневматичного клапана шостого бункера перестане отримувати живлення і четвертий плужок підніметься. У той же час реле PP_1 буде ввімкнено, електричний струм через його контакти надійде на котушку P_1 , яка подаватиме напругу на C_2 та другий плужок бункера і починається заповнення другого. Аналогічно проходить переключення схеми на заповнення інших бункерів.

Електрична схема, що розглядається, виконана на спеціальному щиті у вигляді мнемосхеми. Котушки соленоїдів виконавчих механізмів імітуються електричними лампами. При включенні того чи іншого соленоїду займається відповідна йому лампа (бункер заповнюється сумішшю). Датчики контролюючих рівнів імітуються тумблерами, розташованими у верхніх та нижніх частинах бункерів. Нижнє положення перемикача тумблера відповідає розташуванню суміші нижче рівня, що контролюється. Проміжні реле і датчики рівня, які встановлені на щиті мнемосхеми, позначені у відповідності з даною електричною схемою.

Порядок проведення роботи

1. Ознайомитись з електричною схемою оптимального розподілу суміші з пристроєм мнемосхеми.
2. Мнемосхема підключається до мережі 220 В.
3. Після ознайомлення з електричною схемою складається опис її роботи. У процесі складання опису послідовність роботи елементів схеми (проміжних реле) перевіряється на мнемосхемі.

Складаючи опис, повинні бути освітлені слідуючі питання:

- а) початковий стан системи при повністю пустих бункерах;
- б) яким чином переключаються проміжні реле при послідовному розподілі суміші по нижніх рівнях;
- в) чому при такому розподілі подача суміші у бункери з рівнем суміші вище нижнього рівня не відбувається;
- г) яким чином система переходить до послідовного розподілу суміші по верхніх рівнях? Як переключаються реле при такому розподілі;
- д) чому при розподілі суміші по верхніх рівнях подача суміші у заповнені бункери не відбувається;
- е) яким чином при зниженні рівня суміші в якому-небудь бункері нижче нижнього рівня система переключається на подачу суміші в цей бункер.

4. Перевірити складений опис за мнемосхемою. При складанні опису роботи електричної схеми позначення контактів, реле, соленоїдів і датчиків вказуються у відповідності з електричною схемою.

Література

- 1. Шитиков В. С. Совершенствование систем автоматического распределения формовочной земли [Текст] : науч. журн. Литейное производство – 1962 – № 5. – С. 10 –12.
- 2. Средства и системы автоматизации литейного производства: Шихтовка, плавка, смесеприготовление, разливка [Текст] / К. С. Богдан и др. – М. : Машиностроение, 1981. – 272 с.
- 3. Петраков Ю. В. Автоматизація технологічних процесів у машинобудуванні засобами мікропроцесорної техніки [Текст] : навч. посібник / Ю. В. Петраков, П. П. Мельничук – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 194 с.
- 4. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст] : учебник для втузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов ; под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

12 Лабораторна робота № 12

АНАЛІЗ СХЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ВИБІВКОЮ З ТРЬОМА ПІДШТОВХУВАЧАМИ

Мета роботи: ознайомитися з будовою та роботою системи управління вибіркою, із схемою, складеною з логічних елементів.

Необхідне обладнання: панель з мнемосхемою автоматичного управління вибіркою форм на ливарному конвейєрі.

Операція вибірки форм на ливарному конвейєрі звичайно зводиться до зштовхування форм з конвейєра на решітку, вибірки на самій решітці та потім передачі порожніх опок з решітки на транспортні засоби, які подають опоки на формувальні машини. На вибівній решітці відбувається розподіл землі та виливків: горіла земля просипається через решітку і за допомогою стрічкового транспортера подається в сумішеприготувальне відділення, а виливки з решітки попадають на епронконвейєр. При попарному розміщенні формувальних машин на ливарному конвейєрі подача порожніх опок до машин здійснюється за допомогою самого ливарного конвейєра. В цьому випадку необхідно забезпечити повернення опок на возики ливарного конвейєра. При автоматичній вибівці така передача здійснюється системою трьох підштовхувачів (рис. 12.1).

Форма, яка переміщується конвейєром, натискає на кінцевий вимикач $1_{кв}$, який подає сигнал на зштовхнення залитої форми на приймальний стіл підштовхувачем 1 та зштовхнення вибитої пари опок з проміжного столу на ливарний конвейєр підштовхувачем 2. В кінці ходу підштовхувач 1 натискає на кінцевий вимикач $2_{кв}$, в результаті чого з електросхеми управління надходить сигнал на повернення штоку цього підштовхувача. Кінцевий вимикач $3_{кв}$ аналогічним чином натискається підштовхувачем 2. Коли штоки підштовхувачів повертаються в початкове положення, вони натискають на кінцеві вимикачі $4_{кв}$ та $6_{кв}$. При поверненні штоків обох вимикачів (1 і 2) в початкове положення вмикається підштовхувач 3, якій здійснює перештовхування форми і вибитих

опок у поперечному напрямку на вибивну решітку і на проміжний стіл.

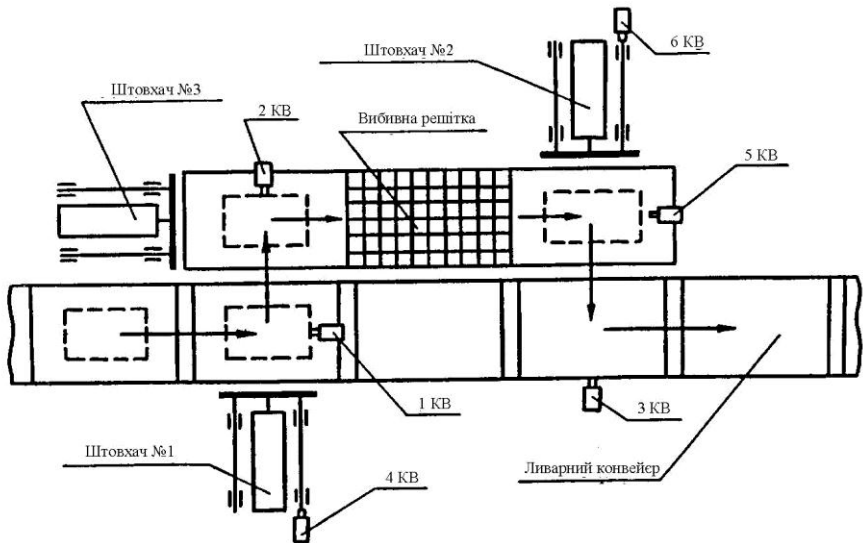


Рисунок 12.1 – Схема вибивки за системою трьох штовхачів

В кінці ходу підштовхувач 3 впливає на кінцевий вимикач 5 кв і повертається в початкове положення. При підході форми цикл повторюється.

На діючій панелі встановлений блок управління вибивкою, який зібраний на логічних елементах КБЦМА (вічка Пірса) та підсилювачах ВКМ, та мнемосхемах системи трьох підштовхувачів.

Сигнальні лампи імітують роботу підштовхувачів, кнопкові вимикачі та тумблери – кінцеві вимикачі системи. Запалення лампи відповідає ходу підштовхувача вперед. Всі елементи мнемосхеми позначені у відповідності з логічною та функціональною схемою (рис. 12.2 та 12.3).

На рис. 12.4 та 12.5 подані схеми логічного елемента КБЦМА та підсилювача ВКМ.

Логічна схема (рис. 12.2) подана у вигляді сполучення підсумовуючих блоків, які керують процесом вибивки. Блоки $СБ_1$, $СБ_2$, $СБ_3$, $СБ_4$ складаються із двох вічок Пірса; блок “Г” – з одного вічка Пірса (див. рис. 12.2), що одержує керуючі сигнали від 4 кВ, 6 кВ і $СБ_4$.

Порядок проведення роботи

1. Після ознайомлення з інструкцією підключити мнемосхему та перевірити її роботу. Підключення живлення схеми ведеться в такій послідовності: 1,5 В, 12 В і 22 В. При підключенні особливу увагу приділяють відповідності полярності підключаємих вилок та розеток. Відключення проводиться в зворотному порядку.

2. На основі роботи мнемосхеми (рис. 12.1) складається докладний опис роботи логічної та функціональної схем управління трьох підштовхувачів.

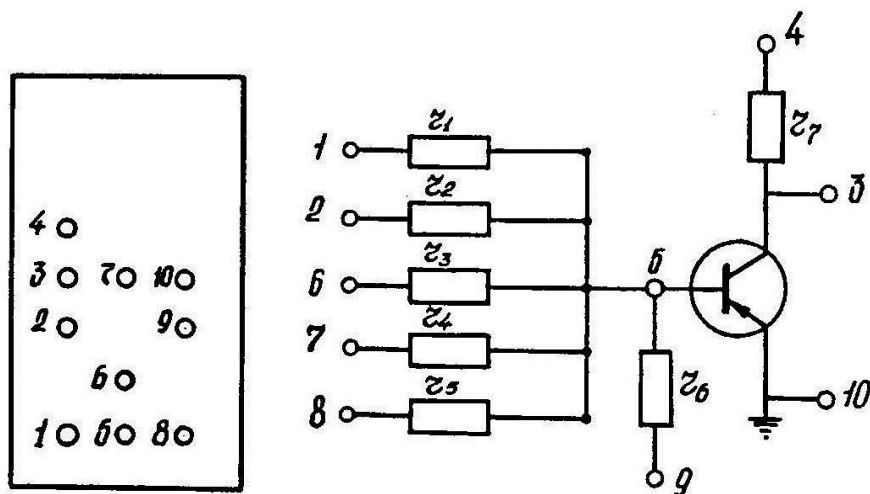


Рисунок 12.4 – Схема логічного елемента “Пірса” (КБЦМА)

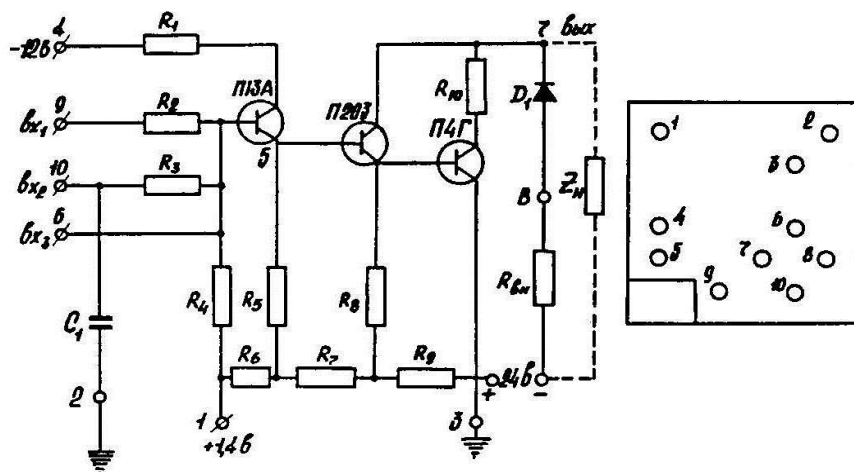


Рисунок 12.5 – Схема підсилювача ВКМ (КБЦМА)

Література

1. Орлов Г. М. Автоматизированные установки для выбивки литейных форм [Текст] / Г. М. Орлов – М. : Машиностроение, 1961. – 131 с.
2. Жаров Н. Т. Автоматизация некоторых литейных процессов [Текст] / Н. Т. Жаров – М. : Машиностроение, 1964. – 280 с.
3. Артынов А. П. Автоматизация процессов планирования и управления транспортными системами [Текст] / А. П. Артынов, В. В. Скалецкий – М. : Наука, 1981. – 280 с.
4. Самсонов В. С. Автоматизированные системы управления [Текст] : учеб. для энерг. спец. техникумов / В. С. Самсонов. – 2-е изд., перераб., доп. – М. : Высш. шк., 1991. – 237 с.
5. Воробьев Е. И. Проектирование промышленных роботов [Текст] : учеб. пособие для машиностроит. техникумов / Е. И. Воробьев, Э. И. Шехвиц – М. : Машиностроение, 1993. – 144 с.
6. Петраков Ю. В. Автоматизация технологических процессов в машиностроении средствами микропроцессорной техники [Текст] : навч. посібник / Ю. В. Петраков, П. П. Мельничук – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 194 с.

13 Лабораторна робота № 13 ПОВІРКА ЛОГОМЕТРА

Мета роботи: ознайомлення з будовою і методом повірки логометрів.

Необхідні прилади

1. Логометр Лтр-53.
2. Магазин опорів, 3 шт.
3. Випрямляч.
4. Автотрансформатор ЛАТР.

Принцип дії логометрів оснований на вимірюванні співвідношення струмів, які протікають в рамках приладу, в ланцюгу однієї з яких увімкнутий термометр опору.

Логометр є магнітно-електричним приладом. Найбільше розповсюдження отримали логометри з вимірювальною системою, яка складається з двох жорстко закріплених рамок під кутом 22° , до яких кріпиться вказівна стрілка. Магнітні полюси логометра зроблені з магнітним зазором, причому найменше магнітне поле знаходиться біля середини полюсів (рис. 13.1).

При обертанні системи рамка, по якій тече більший струм, потрапляє в зону більш слабкого магнітного поля, у зв'язку з чим момент, який діє на неї, зменшується. Навпаки, інша рамка переміщується в більш сильне магнітне поле і обертаючий момент збільшується. Переміщення рамок буде проходити до тих пір, поки їх обертаючі моменти не стануть рівні між собою.

Величини обертаючих моментів рамок дорівнюють:

$$M_1 = \frac{2r_1 n_1 l_1 B_1 i_1}{981 \cdot 10}, \quad (13.1)$$

$$M_2 = \frac{2r_2 n_2 l_2 B_2 i_2}{981 \cdot 10}, \quad (13.2)$$

де B_1 та B_2 – магнітна індукція в зоні розміщення рамок 1 та 2;

r_1, r_2 – радіуси рамок, см;

l_1, l_2 – довжина рамок, см;

n_1, n_2 – кількість витків рамок.

В момент рівноваги $M_1=M_2$ або:

$$C_1 B_1 i_1 = C_2 B_2 i_2, \quad (13.3)$$

де

$$C_1 = \frac{2r_1 n_1 l_1}{981 \cdot 10} = C_2 = \frac{2r_2 n_2 l_2}{981 \cdot 10}. \quad (13.4)$$

Так як зазор полюсів змінний, то :

$$\frac{B_2}{B_1} = f(\varphi), \quad (13.5)$$

де φ – кут повороту рамок в радіанах, або:

$$\frac{i_2}{i_1} = f(\varphi). \quad (13.6)$$

Якщо замість струмів в рівняння (13.4) підставити напругу і опір, отримаємо:

$$\frac{U / R_1 + R_2}{U / R_t + R_2} = \frac{R_t + R_2}{R + R_1} = C \frac{B_2}{B_1}, \quad (13.7)$$

де R_t – опір термометра опору;

$R_1 + R_2$ – опір відповідно рамок 1 і 2.

Величини R_1 , R_2 , R – є постійними.

$$\varphi = f(R_e) = f(t_c^0). \quad (13.8)$$

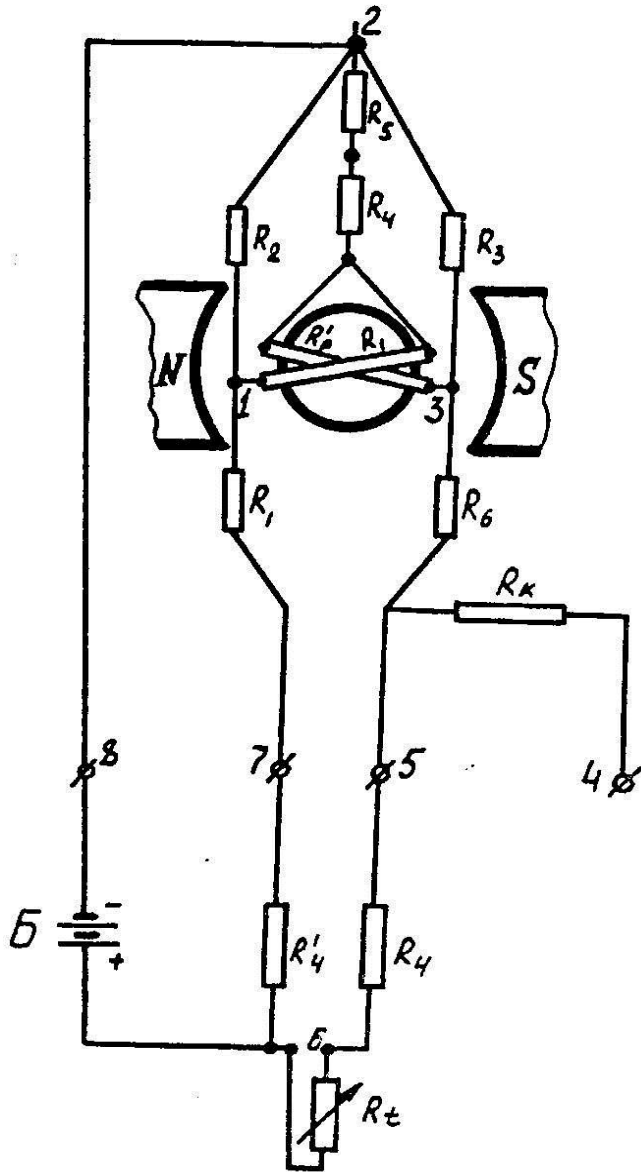


Рисунок 13.1 – Принципова електрична схема логометра

В логометрі є дві спіральні пружини, які служать для підведення струму до рамок і для повернення стрілки на нуль при вимкненні напруги живлення. Так як відхилення стрілки логометра пропорційне відхиленню струмів у рамках, зміна величини напруги живлення в межах 20 % від нормального на впливає на його показання. При меншій напрузі відбувається тертя в осях рамок, при більшій – нагрівання і зміна їх опору.

Для збільшення чутливості логометра рамки з'єднуються за мостовою схемою. Опір R_1 , R_2 , R_3 (як правило $R_2 = R_3$) утворюють три плеча моста. В четверте плече вмикається опір R_6 , термометр опору R_t і з'єднувальний провід. Другий з'єднувальний провід увімкнений в суміжне плече з опором R_1 . Така схема з'єднання називається трипровідною (рис. 13.2), вона дозволяє усувати вплив температури навколишнього середовища на показання логометра.

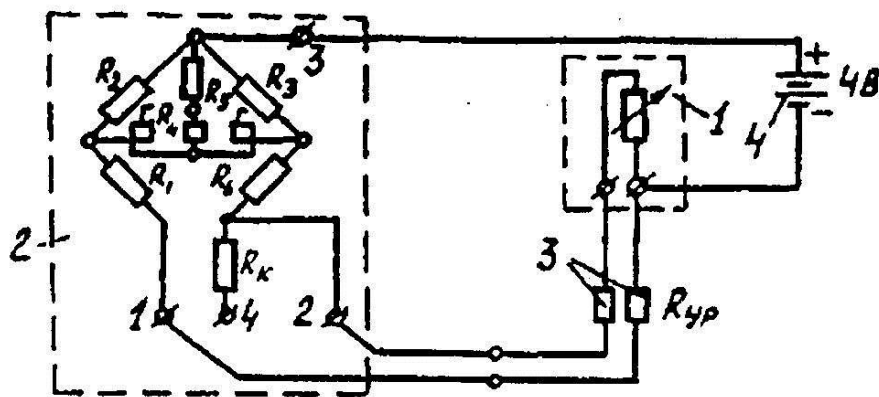


Рисунок 13.2 – Трипровідна схема з'єднання логометра з термометром опору

При двопровідній схемі (рис. 13.3) обидва з'єднувальних проводи знаходяться в одному плечі і зміна їх опору під впливом температури навколишнього середовища сприймається логометром як зміна температури середовища, де вимірюється температура. Двопровідна схема застосовується дуже рідко з метою економії проводів, якщо коливання навколишнього середовища невеликі.

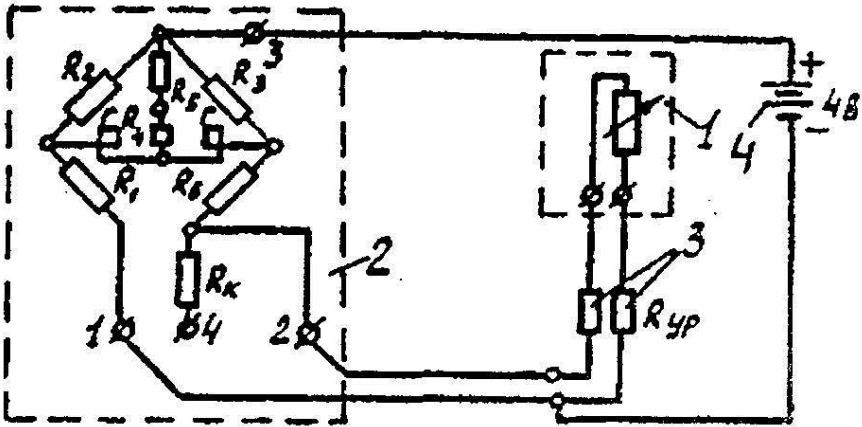


Рисунок 13.3 – Двопровідна схема з'єднання логометра з термометром опору

Порядок виконання роботи

1. Зібрати схему підключення логометра до джерела живлення та магазину опору згідно з рис. 13.4. Замість термометра опору підключається магазин опору 1. Опір з'єднувальних проводів імітується магазинами II та III. Встановити напругу джерела живлення 4 В.

2. Провести перевірку живлення приладу вмиканням перемикача III. Стрілка приладу при цьому повинна стати проти червоної лінії на шкалі логометра.

3. За допомогою магазинів опору II, III встановити опір проводів, який вказаний на шкалі приладу.

4. Згідно таблиці 13.1 на магазині опору встановити значення опору, яке відповідає опору термометра при температурі 0, 50, 100 °С (тип термометра опору, у комплекті з яким працює логометр, вказаний на шкалі останнього). Показання логометра записати в таблицю 13.1.

5. Провести повірку логометра при прямому та зворотному ході, тобто при збільшенні та зменшенні температури.

6. По даним вимірювання виявити клас точності приладу та його варіацію.

7. Зробити висновки про можливість вимірювання температури за допомогою логометра.

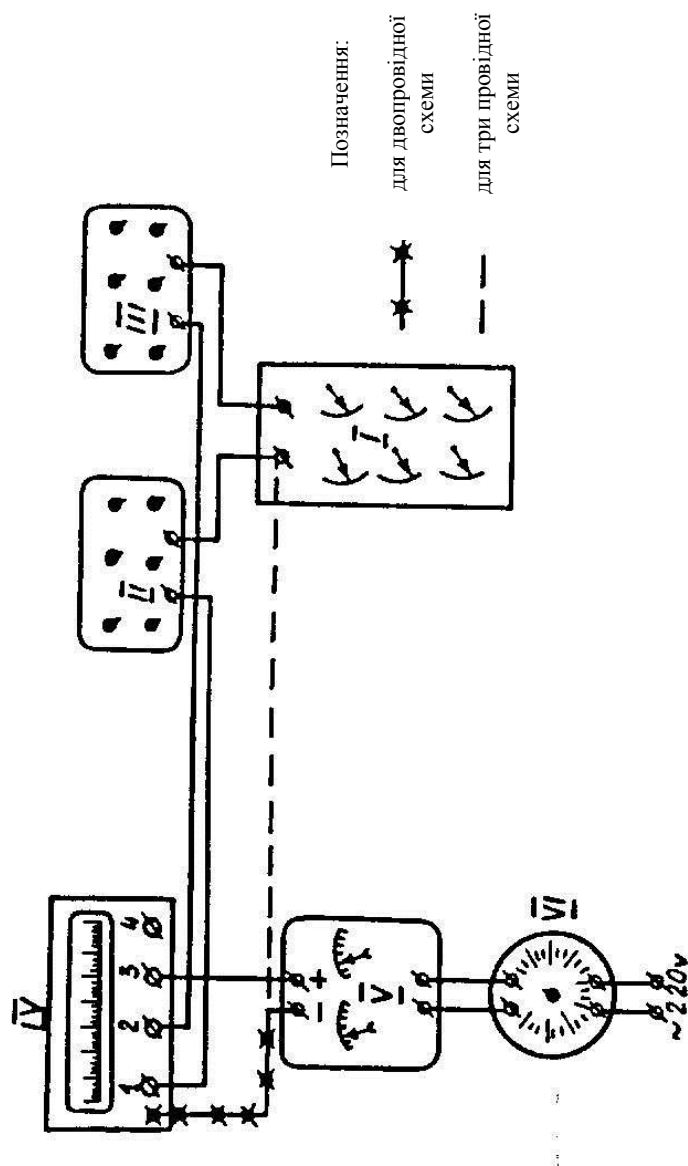


Рисунок 13.4 – Схема підключення логометра

8. Пункти 1-7 зробити для двопровідної схеми підключення логометра.

9. Результати вимірювань занести до табл. 13.1.

Таблиця 13.1 – Експериментальні дані

№ п/п	Істинна температура, °С	Опір термометра, Ом	Показання логометра		Абсолютна похибка, °С		Відносна похибка, %	
			прямий хід, °С	зворотний хід, °С	прямий хід, °С	зворотний хід, °С	прямий хід, °С	зворотний хід, °С
1	0	46,5						
2	50	55,1						
3	100	64,0						
4	200	82,4						
5	300	98,3						
6	400	114,7						
7	500	130,6						

Література

1. Андреев А. А. Автоматические показывающие, самопишущие и регулирующие устройства [Текст] / А. А. Андреев – Л. : Машиностроение, 1973, – 287 с.

2. Наладка приборов и устройств технологического контроля [Текст] / Под ред. А. С. Ключева. – М. : Энергия, 1976. – 416 с.

3. Климовицкий М. Д. Приборы автоматического контроля в металлургии [Текст]: справочник / М. Д. Климовицкий, В. И. Шишковский – М. : Металлургия, 1979. – 296 с.

4. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст]: учебник для втузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов ; под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

14 Лабораторна робота № 14

ПОВІРКА АВТОМАТИЧНИХ ПОТЕНЦІОМЕТРІВ

Мета роботи: ознайомлення з будовою і методом повірки потенціометрів.

Необхідні прилади та обладнання

1. Автоматичний потенціометр.
2. Переносний потенціометр.

Для вимірювання е.р.с. термопар використовують мілівольметри і потенціометри.

Суть потенціометричного методу вимірювання заснована на компенсації (урівноваженні) вимірюваної т.е.р.с. термопарі відомою різницею потенціалів (рис. 14.1) допоміжного джерела живлення (Б), рівної по величині і протилежної за знаком.

Як видно з рисунку, т.е.р.с. урівноважується напругою, яка знімається з частини витрат:

$$Et = U. \quad (14.1)$$

У цей момент струм, який протікає через нуль-прилад, рівний нулю.

$$Et = \frac{X}{L} U, \quad (14.2)$$

де U – напруга джерела живлення;

X – положення движка реохорда;

L – повна довжина реохорда.

Таким чином, величина т.е.р.с. визначається положенням движка реохорда. Величина U повинна підтримуватися постійною. Для цього е.р.с. джерела B періодично звіряють з е.р.с. так званого нормального елемента, який розвиває протягом тривалого часу суворо постійну е.р.с. (1,018 В). В автоматичних потенціометрах для цієї мети використовується блок “ДСЖ” (джерело стабілізуючого живлення). Коли $E_{AB} \neq E_H$, змінюють опір R_p у ланцюзі джерела живлення.

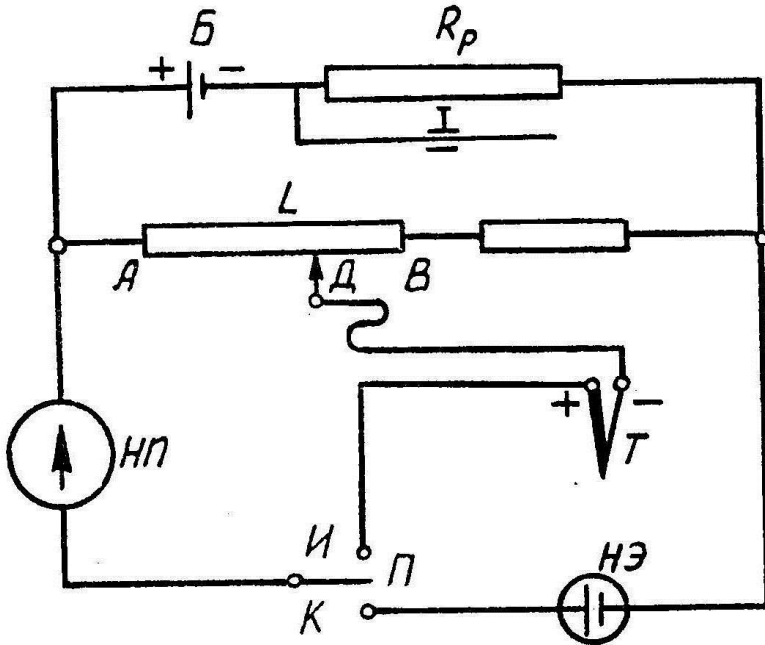


Рисунок 14.1 – Принципова електрична схема потенціометра

В автоматичних потенціометрах, де замість сухого елемента встановлений блок “ДСЖ”, установка робочого струму не потрібна.

Балансування схеми, тобто переміщення движка реохорда виконується до тих пір, поки стрілка нуль-приладу *НП* не стане на нуль.

В автоматичних потенціометрах замість нуль-приладу встановлений електронний підсилювач, який керує реверсивним двигуном РД-09, котрий переміщує двигун реохорда та каретку самописа.

Точність потенціометрів визначається точністю урівноваження системи, що залежить від величини опору одного витка реохорда. Переносні потенціометри мають клас точності 0,05-0,2, автоматичні – 0,2-0,5. Так як в момент рівноваги в ланцюзі термопари струм відсутній, то опір зовнішнього ланцюга не впливає на точність потенціометрів.

Автоматичні потенціометри повіряють за допомогою переносних потенціометрів, які подають на вхід автоматичного потенціометра е.р.с. по значенню рівну е.р.с. термопари при заданій температурі.

Порядок виконання роботи

1. Зібрати схему за рис. 14.2. Перед початком роботи підготувати *ПП*. Для цього коректором *Кор* встановити механічний нуль приладу. Потім перевести ключ в положення *К* (контроль) і, обертаючи рукоятку пристрою робочого струму, добитися точної установки стрілки гальванометра на нуль.

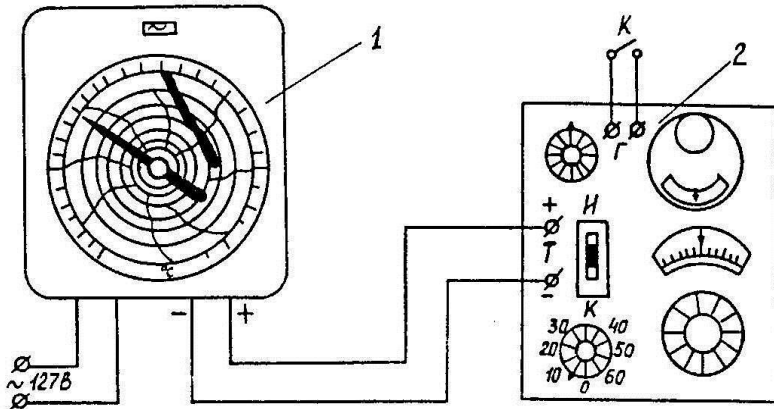


Рисунок 14.2 – Схема установки для перевірки автоматичних потенціометрів

2. На переносному потенціометрі встановити значення е.р.с. термопари, яке відповідає заданій температурі (за градуіровочною таблицею тієї термопари, в комплекті з якою працює даний автоматичний потенціометр).

3. Перевести ключ переносного потенціометра в положення "І". Показання автоматичного потенціометра записати в таблицю 14.1.

4. Визначити клас точності потенціометра і його варіацію.

5. Зробити висновок про можливість використання автоматичного потенціометра для вимірювання температури та про його перевагу перед іншими приладами.

Таблиця 14.1 – Експериментальні дані

№ п/п	Істинна температура, °С	Термо е.р.с. термопар, мВ	Показання потенціометра, °С		Абсолютна похибка, °С		Відносна похибка, °С	
			прямий хід	зворотний хід	прямий хід	зворотний хід	прямий хід	зворотний хід

Література

1. Андреев А. А. Автоматические показывающие, самопишущие и регулирующие устройства [Текст] / А. А. Андреев – Л. : Машиностроение, 1973, – 287 с.

2. Наладка приборов и устройств технологического контроля [Текст] / Под ред. А. С. Ключева. – М. : Энергия, 1976. – 416 с.

3. Климовицкий М. Д. Приборы автоматического контроля в металлургии [Текст]: справочник / М. Д. Климовицкий, В. И. Шишковский – М. : Металлургия, 1979. – 296 с.

4. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст] : учебник для втузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов ; под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

15 Лабораторна робота № 15

ПОВІРКА РАДІАЦІЙНИХ ПІРОМЕТРІВ

Мета роботи: ознайомлення з конструкцією радіаційних пірометрів і методом їх повірки.

Необхідні прилади і обладнання

1. Установка УРП-Д.
2. Зразковий пірометр ТЕРА-50.
3. Повіряємий пірометр ТЕРА-50.
4. Переносний потенціометр ПП.

Принцип дії радіаційних пірометрів заснований на законі Стефана-Больцмана, згідно з яким сумарна потужність випромінювання тіл пропорційна їх температурі у четвертому ступені:

$$E_c = \sigma_0 \cdot T^4, \text{ Дж/с} \cdot \text{м}^2 \quad \text{або} \quad E_c = \sigma_0 \cdot (T_1^4 - T_2^4).$$

Градування пірометрів виконується по моделі чорного тіла і виконується на заводі.

Періодична повірка радіаційних пірометрів виконується шляхом порівняння показань з показаннями зразкового телескопа. Оптичні властивості вимірювача при цьому не мають значення, оскільки радіаційна температура його однакова для обох пірометрів. Для повірки телескопів пірометрів частіше всього застосовують пристрій УРП-Д (установка для повірки радіаційних пірометрів диференційна), загальний вигляд якої наведений на рис. 15.1.

На загальній основі установки змонтовані: блок випромінювання 1, кріплення телескопів 6,7 та пірометрів 2, автотрансформатор ЛАТР-1 (РНО-250) 3, вимикач живлення 4, перемикач вимірювань т.е.р.с. телескопів 5, затискачі для підключення зразкового і повіряемого телескопів 9, знижуючий трансформатор двигуна вентилятора 10, гвинти установочні 8.

Блок випромінювача розташований в центрі основи установки і складається з проекційної лампи, двох конденсаторів, вентилятора і кожуха. Блок випромінювача закріплений на фланці з віссю і може повертатись на 180°.

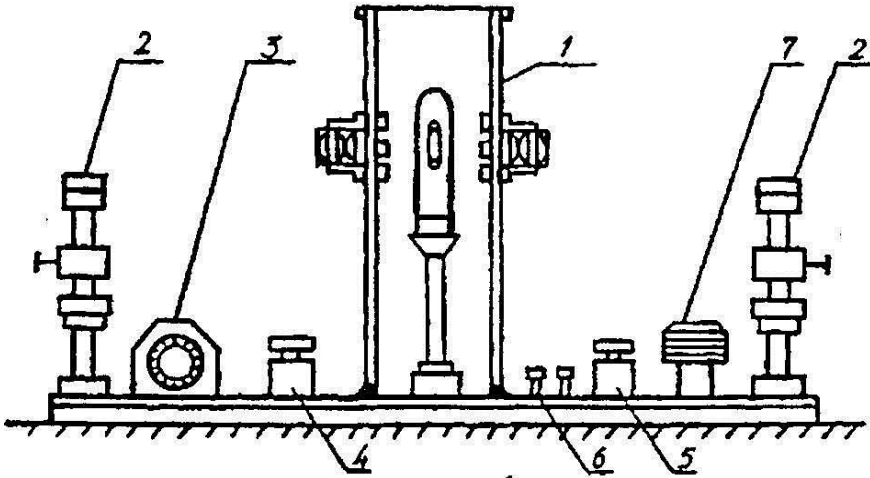


Рисунок 15.1 – Установки УРП-Д для повірки радіаційних пірометрів

Проекційна лампа встановлена в патрон, який може переміщуватись у двох взаємно перпендикулярних напрямках. На кожусі блока випромінювача закріплені два фланця. У них установлені два конденсатори, які можуть переміщуватись вздовж оптичної осі установки. Кола, які нанесені на конденсаторах, потрібні для правильного візування телескопів пірометрів на блок випромінювання.

Тримачі телескопів розташовані по краях основи установки і мають пристрої, які дозволяють переміщувати телескопи у трьох взаємно перпендикулярних площинах.

Експлуатація установки

1. Повіряємий і зразковий телескопи закріпити в тримачі.
2. Дотримуючись полярності, підключити виводи телескопів до затискачів установки.
3. На затискачі “127 В” подати напругу живлення 220 В.
4. Поставити вимикач 4 в положення “увімкнено” і встановити движок трансформатора на 40-50 В, щоб отримати достатньо яскраве зображення нитки лампи.

5. Поставити перед об'єктивами пірометрів екрани з білого паперу і отримати чітке зображення нитки, переміщуючи конденсатори уздовж оптичної осі. Правильне розташування зображення нитки відносно телескопів досягається за допомогою обертання гвинтів тримачів телескопів.

6. Спостерігаючи через окуляр телескопа і обертаючи гвинти нахилу і повороту тримачів, добитися того, щоб кружок конденсатора симетрично охоплював поле зору телескопа.

7. По закінченні настроювання закріпити всі стопорні гвинти і приступити до перевірки пірометрів.

Порядок проведення роботи

1. Встановити на автотрансформаторі напругу 20 В. Перемикач 5 встановити у положення E_0 (зразковий телескоп). При допомозі потенціометра виміряти показання зразкового телескопа. Дані вимірювань записати у таблицю 15.1.

2. Поставити перемикач 5 у положення $E_{\text{п}}$ (повіряємий телескоп). Виміряти показники повіряемого телескопа і результати вимірів записати у таблицю 15.1.

3. Пункти 1 і 2 проробити при напругах 40, 60 В тощо при збільшенні і зниженні напруги.

4. Визначити клас точності і варіацію пірометра.

5. Побудувати залежність $T(^{\circ}\text{C}) = f(U)$.

Таблиця 15.1 – Результати вимірювань

№ п/п	Напруга живлення, В	Показання зразкового потенціомет- ра, мВ		Показання повіряемого потенціомет- ра, мВ		Абсолютна похибка, мВ		Відносна похибка, %	
		прямий хід	зворотний хід	прямий хід	зворотний хід	прямий хід	зворотний хід	прямий хід	зворотний хід

Література

1. Наладка приборов и устройств технологического контроля [Текст] / Под ред. А. С. Ключева. – М. : Энергия, 1976. – 416 с.
2. Климовицкий М. Д. Приборы автоматического контроля в металлургии [Текст]: справочник / М. Д. Климовицкий, В. И. Шишковский – М. : Металлургия, 1979. – 296 с.
3. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст]: учебник для втузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов ; под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

16 Лабораторна робота № 16

ДИСТАНЦІЙНА ПЕРЕДАЧА НА СЕЛЬСИНАХ

Мета роботи: вивчення сельсинної передачі вимірювальної інформації на відстані.

Необхідні прилади та обладнання

1. Сельсин-датчик.
2. Сельсин-приймач.
3. Вольтметр.
4. Автотрансформатор.

В конструкційному відношенні сельсини представляють собою машини змінного струму.

Первинним ланцюгом сельсина є однофазова обмотка збудження, яка завжди розміщується на статорі. На роторі укладається вторинний ланцюг, який складається з трьох обмоток, з'єднаних в зірку і зсунутих один відносно одного під кутом 120° . Можливе і зворотнє розташування обмоток.

Якщо підключити однофазну обмотку збудження до джерела живлення змінного струму, то виникає пульсуючий з частотою джерела магнітний потік, який пронизує обмотки вторинного ланцюга.

Величина е.р.с., яка наведена в тій чи іншій обмотці, залежить від кутового положення цієї обмотки збудження. Коли магнітна вісь обмотки співпадає з напрямом потоку збудження, величина наведеної е.р.с. максимальна, якщо ж вісь перпендикулярна напрямку дії потоку, величина наведеної е.р.с. рівна нулю. При одному повному оберті сельсина в кожній обмотці вторинного ланцюга величина е.р.с. змінюється на 360° .

Існує дві схеми з'єднання сельсинів: індикаторна і трансформаторна. Вони відрізняються одна від одної ввімкненням первинних обмоток. При з'єднанні обмоток збудження послідовно (рис. 16.1), отримаємо індикаторну схему сельсинної передачі. В обмотках роторів датчика і приймача обмотки збудження наводять е.р.с., величина яких залежить від їх взаємного розташування. Якщо ротор приймача ротащований відносно потоку збудження так, як і

ротор датчика, то величини е.р.с. у відповідних обмотках рівні по величині.

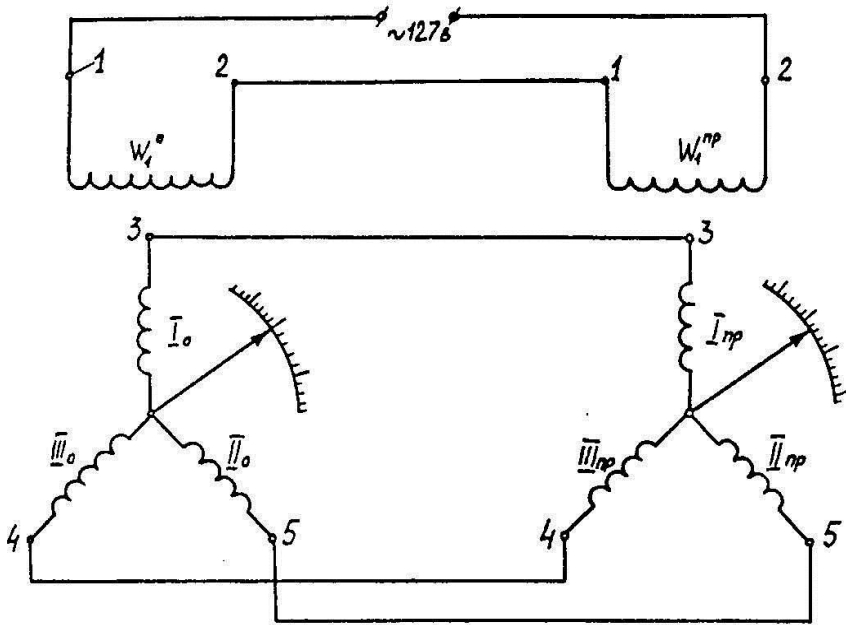


Рисунок 16.1 – Принципова електрична схема індикаторної сельсинної передачі

Внаслідок зустрічного ввімкнення обмоток результуючий струм в них дорівнює нулю. При наявності разового незгодження з'являються струми, які створюють обертаючий момент, під дією якого ротор приймача повернеться на такий же кут, що і ротор датчика.

Якщо обмотка збудження приймача відключена від джерела живлення (трансформаторна схема дистанційної сельсинної передачі) (рис. 16.2), то струми в роторах будуть визначатися тільки положенням ротора датчика. Ці струми будуть створювати магнітний потік, який наводить е.р.с. в обмотці збудження приймача. Величина її буде визначатися різницею кутів датчика і приймача.

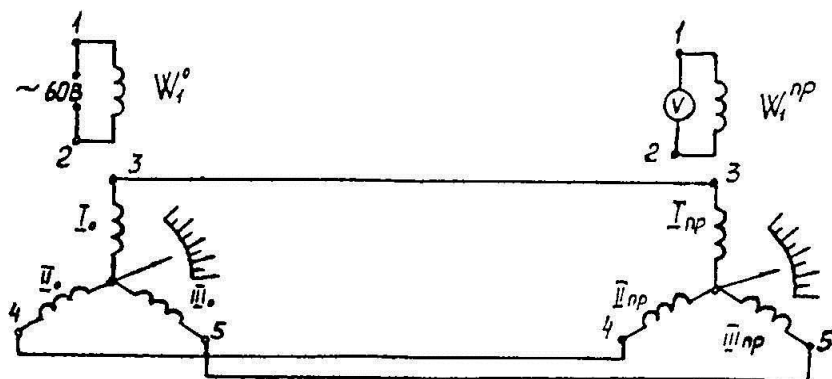


Рисунок 16.2 – Принципова електрична схема трансформаторної селсинної передачі

Порядок виконання роботи

1. Скласти схему за рис. 16.1. Обмотки збудження датчика і приймача вмикаються послідовно для зменшення зсуву фаз між ними. Величина живлення дорівнює 127 В.

2. Повертаючи стрілку датчика на певний кут, визначити положення стрілки приймача. Дані вимірювання занести до табл. 16.1.

Примітка:

а) стрілку датчика потрібно утримувати рукою на потрібній поділці;

б) при визначенні похибки урахувати початкове непогодження при $\alpha=0$.

3. Зробити висновки про точність дистанційної селсинної передачі.

Таблиця 16.1 – Експериментальні показники

№ п/п	Поділка шкали датчика, %	Поділка шкали приймача, %		Абсолютна похибка, %		Відносна приведена похибка, %	
		прямий хід	зворотний хід	прямий хід	зворотний хід	прямий хід	зворотний хід
1	0						
2	10						
3	20						
...	...						
11	100						

Література

1. Кишнев В. В. Технические средства автоматики [Текст] / В. В. Кишнев, В. О. Иванов, Г. М. Тохтабаев – М. : Металлургия, 1981. – 305 с.
2. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст] : учебник для вузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов ; под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

17 Лабораторна робота № 17 ДИСТАНЦІЙНА ПЕРЕДАЧА НА ФЕРОДИНАМІЧНИХ ДАТЧИКАХ

Мета роботи: ознайомлення з принципом дії компенсаційних передач.

Необхідні прилади та обладнання

1. Система дистанційної передачі.
2. Автотрансформатор.
3. Вольтметр.
4. Магазин опору.

При автоматизації виробничих процесів, особливо при комплексній автоматизації, виникає необхідність зосередити показання датчиків, розташованих на агрегатах, на одному оперативному щиті. Для цієї мети служать системи дистанційної передачі показань.

Найбільш сучасною системою дистанційної передачі є компенсаційна система, побудована на феродинамічних датчиках.

Основою такої передачі є феродинамічний датчик (рис. 17.1), котрий складається з магнітопровода 1 з обмоткою збудження 2. Обмотка розташована на плунжері 7, за допомогою якого можна змінити повітряну щільність (δ).

В магнітопроводі розташована рамка 4, кінематично зв'язана з вимірюваною величиною X так, що кут повороту рамки є:

$$\alpha_p = f(X). \quad (17.1)$$

Обмотка збудження створює магнітний потік Φ , який залежить від кута зустрічі рамки з потоком:

$$E_p = k \cdot U_p \cdot \sin \alpha_p, \quad (17.2)$$

де U_p – напруга живлення обмотки збудження, В;
 k – коефіцієнт пропорційності.

Промисловість випускає феродинамічні датчики, розраховані на живлення змінним струмом 12 або 60 В.

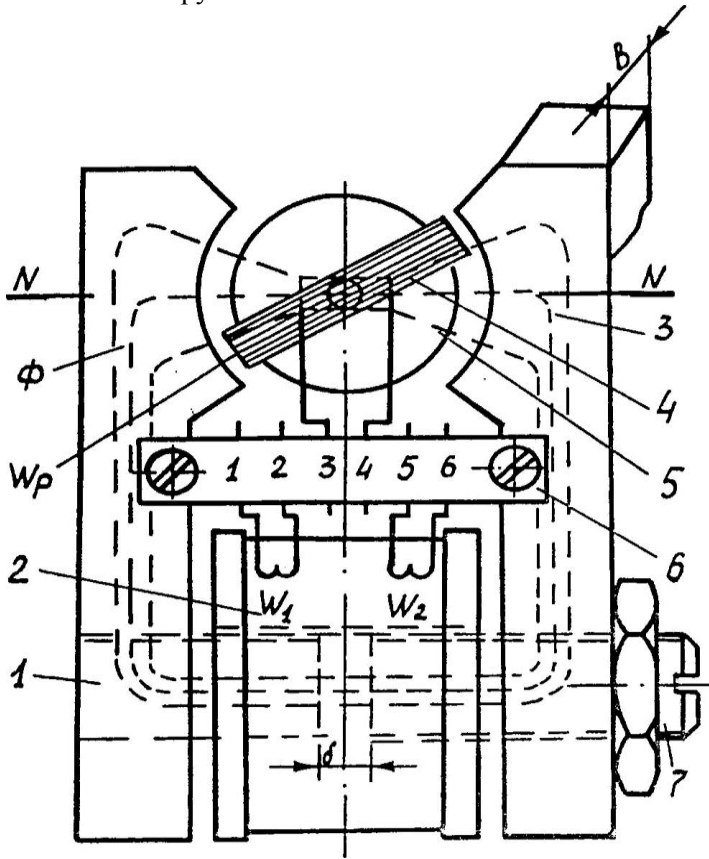


Рисунок 17.1 – Схематичне зображення феродинамічного датчика

Щоб характеристика датчика була лінійною, кут повороту рамки обмежують величиною $\pm 20^\circ$ від нейтралі. При цьому:

$$\sin \alpha_p = \alpha_p; \quad (17.3)$$

$$E_p = k \cdot U_p \cdot \sin \alpha_p, \quad (17.4)$$

Характеристика датчика приведена на рис. 17.2.

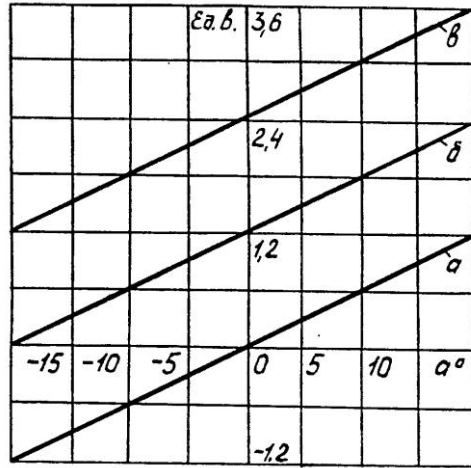


Рисунок 17.2 – Характеристика феродинамічного датчика

З рисунка видно, що у нейтральному положенні е.р.с. рамки дорівнює нулю.

Часто виникає необхідність змістити нульове значення характеристики. Для цього на плунжері розміщують так звану обмотку зміщення, яка увімкнена послідовно з рамкою. Е.р.с., яка наводиться в обмотці зміщення, не залежить від кута повороту рамки, а обмотки збудження дають характеристику 2 (Б) в залежності від кількості витків обмотки зміщення.

Система дистанційної передачі вимірювальної інформації на феродинамічних датчиках подана на рис. 17.3. В первинний прилад вставляється датчик $D\Phi I$, рамка якого кінематично зв'язана з величиною, що вимірюється X_i :

$$\alpha_1 = k_1 \cdot X_i. \quad (17.5)$$

Тому вихідна напруга рамки цього датчика дорівнює:

$$E_1 = k_2 \cdot U_n \cdot \alpha_1 = k_1 \cdot k_2 \cdot U_n \cdot X_i. \quad (17.6)$$

У вторинному приладі є компенсаційний феродинамічний датчик $ДФП$, рамка якого кінематично зв'язана з вказівною стрілкою:

$$\alpha_2 = k_3 \cdot \alpha_{\text{ук}} \quad (17.7)$$

Кут повороту вказівника дорівнює 270° , кут повороту рамки – 40° . Звідки:

$$k_3 = \frac{40}{270}. \quad (17.8)$$

Обмотки збудження датчиків увімкнені послідовно, що зменшує зрушення фаз між напругами E_1 і E_2 . Вихідна напруга компенсаційного датчика пропорційна куту повороту його рамки:

$$E_2 = k_i \cdot U_n \cdot \alpha_2, \quad (17.9)$$

так як характеристики датчиків однакові:

$$k_2 = k_i. \quad (17.10)$$

Вихідні напруги датчиків увімкнені зустрічно, а їх різниця надходить на вхід підсилювача.

$$\Delta E = E_1 - E_2. \quad (17.11)$$

Якщо $E_1 \neq E_2$, то $E \neq 0$. Ця різниця е.р.с. підсилюється підсилювачем, який керує реверсивним двигуном $Д$, на валу якого знаходиться рамка датчика $ДФП$ і вказівна стрілка. При обертанні двигуна $Д$ рамка датчика повертається до тих пір, поки E_2 буде рівним E_1 .

При цьому $E = 0$, двигун $Д$ зупиняється. Таким чином, в положенні рівноваги ($E_1 = E_2$):

$$k_1 \cdot k_2 \cdot U_n \cdot X_i = k_i \cdot U_n \cdot \alpha_2, \quad (17.12)$$

де

$$\alpha_2 = k_1 \cdot X_i. \quad (17.13)$$

Кути повороту рамок датчика однакові, тому шкала вторинного приладу градується в одиницях вимірюваної величини.

Точність передачі не залежить від величини живлення і опору лінії, так як в момент рівноваги струм в обмотках рамок відсутній. Але ці величини впливають на величину чутливості.

Порядок проведення роботи

1. Скласти схему за рис. 17.3. Встановити живлення обмоток збудження – 24 В.

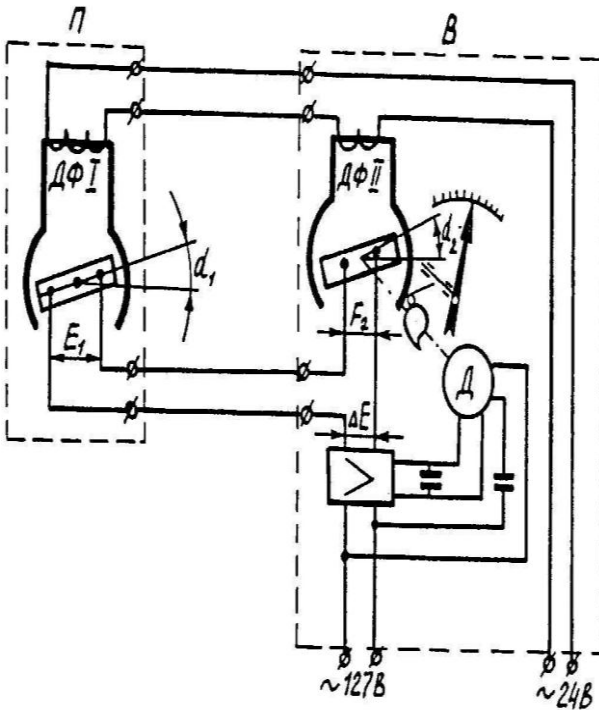


Рисунок 17.3 – Схема дистанційної передачі на феродинамічних датчиках

2. Змінюючи положення рамки датчика $ДФІ$ по шкалі від 0 до 100 % (через 10 %), визначити показання вторинного приладу. Дані занести в таблицю 17.1.

Таблиця 17.1 – Експериментальні дані

№ п/п	Повороти рамки датчика	Показання вторинного приладу		Абсолютна похибка, %		Відносна похибка, %	
		пр.хід	зв. хід	пр.хід	зв. хід	пр.хід	зв. хід
1	0						
2	10						
3	20						
...	...						
11	100						

3. Визначити похибку передачі.

4. Пункт 2 зробити для напруги 20, 16, 12 В. Визначити чутливість для 3-4 точок шкали. Чутливість системи визначається таким чином: повільно повертають рамку датчика $ДФІ$ до того моменту, поки не почне переміщуватися рамка датчика $ДФІІ$. Величина переміщення $ДФІ$, яка викликає помітне переміщення рамки $ДФІІ$, буде чутливістю.

Література

1. Кишнев В. В. Технические средства автоматики [Текст] / В. В. Кишнев, В. О. Иванов, Г. М. Тохтабаев – М. : Металлургия, 1981. – 305 с.
2. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст] : учебник для втузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов ; под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

18 Лабораторна робота № 18 ТЕРМОМЕТРИ ОПОРУ

Мета роботи

1. Вивчити будову і принцип дії термометрів опору та особливості вимірювання ними температури.

2. Набути практичних навичок з методики градуювання, визначення метрологічних характеристик та застосування термометрів опору.

18.1 Загальні відомості

Вимірювання температури термометрами опору засновано на властивості матеріалів змінювати свій електричний опір при зміні температури.

Для виготовлення термометрів опору використовуються чисті метали та ряд напівпровідників. Термометри опору з металів мають найбільше розповсюдження. Вони виготовляються з тонкого ($\varnothing 0,05 \dots 0,1$ мм) платинового, мідного або нікелевого дроту, який намотується біфілярна на каркас з термостійкого ізоляційного матеріалу – слюди, фарфору тощо. Цей пристрій має назву елемента термометра опору (ТО).

Залежність електричного опору термометрів від температури описується рівняннями:

- для платинових та нікелевих ТО у діапазоні $0 \dots 630$ °C

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2); \quad (18.1)$$

- для мідних ТО

$$R_t = R_0(1 + \alpha t), \quad (18.2)$$

де R_0 , R_t – електричний опір при температурах 0 °C та t °C відповідно, Ом;

A , B , α – коефіцієнти, що залежать від виду, чистоти матеріалу та технології виготовлення дроту;

t – вимірювальна температура, °C.

Значення коефіцієнтів A , B визначають вимірюванням опору термометрів при температурах кипіння води, сірки (або твердіння цинку) та кисню; температурного коефіцієнта α – при температурах 0 та 100 °С.

Для захисту від механічних пошкоджень та агресивної дії середовища, де вимірюється температура, чутливий елемент 5 (рис. 18.1) розміщується в захисній арматурі – гільзі 4, яка оснащена голівкою 2, де знаходиться монтажна колодка 1 із затискачами для підключення з'єднувальних проводів, та штуцером 3 для закріплення ТО на об'єкті вимірювання.

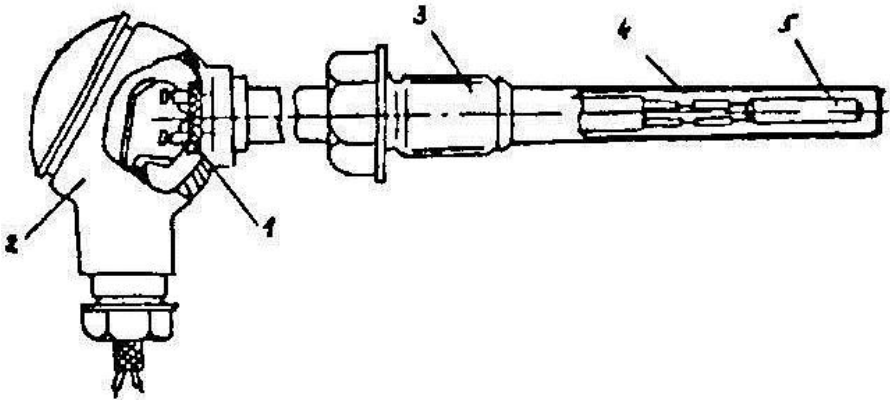


Рисунок 18.1 – Термометр опору

Частина гільзи, де знаходиться чутливий елемент, називається активною частиною термометра опору.

При вимірюванні температури термометрами опору треба враховувати, що внаслідок відносно великих розмірів активної частини фактично можливе визначення тільки середньої температури середовища в зоні, яка прилягає до активної частини термометра, а значна теплоємність вимірювального елемента призводить до великої інерційності.

Серійні термометри опору з металів мають позначення ТСП (термометр опору платиновий) або ТСМ (термометр опору мідний).

Для створення вимірювальних систем із стандартних пристроїв серійні ТО виготовляються із стандартним градуванням (Гр.), величиною електричного струму і призначені для вимірювання температури в різних інтервалах (табл. 18.1).

Таблиця 18.1 – Технічні характеристики металевих термометрів опору

Тип	Клас точності	Межі температур, °C	Градування	Номінальний опір при 0°C, Ом
ТСП (платиновий)	I, II	0...650	Гр. 20	10
		-200...0	Гр. 21	46
		-200...0	Гр. 22	100
ТСМ (мідний)	II, III	-50...180	Гр. 23	53
			Гр. 24	100

Напівпровідникові термометри опору (терморезистори) (рис. 18.2) мають чутливі елементи, що виготовлені з германію (ТСГ) або із суміші різних напівпровідникових речовин (ММТ – мідно-марганцеві, КМТ – кобальто-марганцеві). Форма чутливих елементів може бути різною: циліндрична, шайбова, кулькова (будинкова). Для захисту від можливих механічних пошкоджень і дії середовища, чутливий елемент вкривається емаллю (ММТ-1, КМТ-1) і розміщується в захисному металевому (ММТ-4, КМТ-4) або скляному балоні (рис. 18.2).

Межі температур, що дозволяють вимірювати напівпровідникові термометри опору (НТО), складають 15...90 К (германієві ТО) та 100...300 °C (ММТ, КМТ).

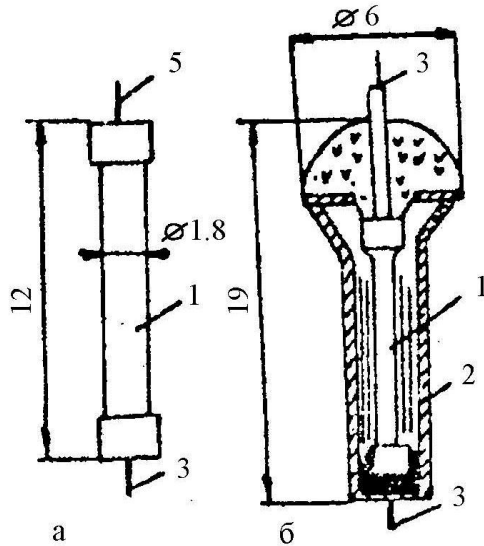
Для серійних НТО залежність опору від температури в інтервалі 100 °C описується рівнянням:

$$R_t = A t^B e^{B/T}, \quad (18.3)$$

де R_t – опір НТО при температурі T , Ом;

T – температура, К;

A , B – постійні коефіцієнти, що залежать від виду матеріалу чутливого елемента та його будови.



а – типу ММТ-1 та КМТ-1; б – типу ММТ-4 та КМТ-4;

1 – чутливий елемент; 2 – захисний кожух; 3 – виводи

Рисунок 18.2 – Напівпровідникові термометри опору (терморезистори)

Завдяки малим розмірам та теплоємності НТО мають незначну інерційність, чим вигідно відрізняються від металевих ТО. Однак серійні терморезистори навіть одного типу мають різні значення номінального опору та температурного коефіцієнта, що не дозволяє одержувати єдину градуювальну шкалу, а тому вимірювальні системи потребують індивідуального градуювання за рядом експериментальних точок у заданому інтервалі температур через кожні 10 °С.

18.2 Лабораторне обладнання

18.2.1 Лабораторна установка

Обладнання для градуювання термометрів опору /рис. 18.3/ складаються з бачка 2 з робочою рідиною (водою або мінеральним маслом) і нагрівального пристрою 1. Термометр опору 5, що підлягає

градуванню, занурюється до робочої рідини так, щоб його активна частина була повністю вкрита рідиною і знаходилася приблизно посередині її об'єму.

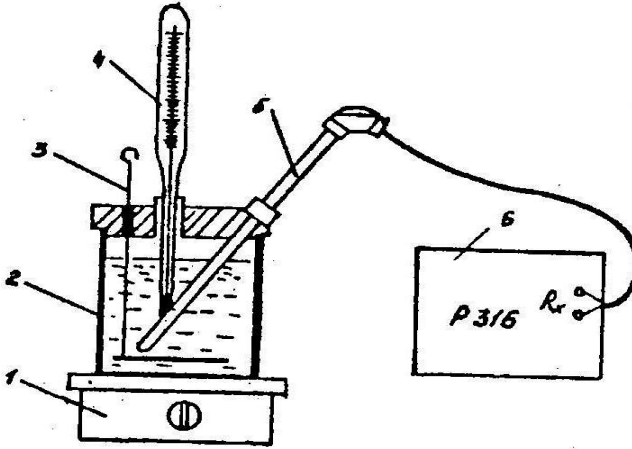


Рисунок 18.3 – Лабораторна установка для градування термометрів опору

До клемних затискачів ТО підключається вимірювальний прилад 6 (електричний міст). Для визначення температури робочої рідини використовується ртутний термометр 4, вимірювальний балон якого повинен знаходитись у безпосередній близькості до середини активної частини ТО. З метою забезпечення рівномірного нагрівання (охолодження) всього об'єму робочої рідини під час вимірювань, вона перемішується мішалкою 3.

Для визначення динамічних характеристик використовується також термостат, до робочої місткості якого заливається вода.

18.2.2 Міст постійного струму Р 316

Призначення та будова

Міст постійного струму Р 316 призначений для вимірювання електричного опору постійного струму в діапазоні $10^{-5} \dots 10^6$ Ом. Основна похибка вимірювання не перевищує $\pm 0,2\%$.

Живлення моста проводиться від мережі змінного струму напругою 220/127 В через колодку 4 (рис. 18.4). Передбачена також можливість живлення моста від джерела постійного струму (батарей), яке підключається до клемних затискачів 2 (НБ). Прилад має вмонтований гальванометр 8, можливе підключення зовнішнього гальванометра до клем 6 (Г).

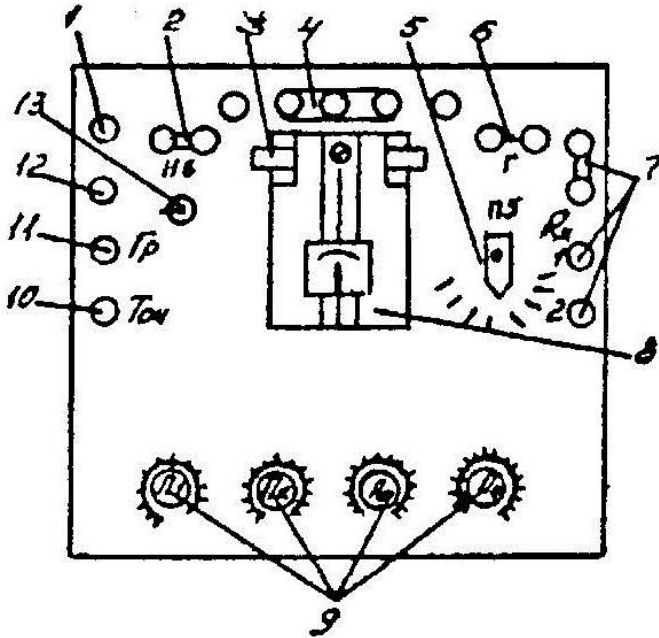


Рисунок 18.4 – Панель керування моста Р 3І6

З лівого боку панелі керування приладу розташовані чотири кнопкові перемикачі: “Грубо” (11) і “Точно” (10) для регулювання чутливості гальванометра, включення гальванометра (12) і зміни напрямку струму у вимірювальній діагоналі моста (1). Опір, що вимірюється, підключається до клем R_x , розташованих з правого боку панелі. Межі вимірювання опору встановлюються за допомогою перемикача відношення плечей 5, а врівноваження мостової схеми здійснюється 4 декадними перемикачами 9 магазину опорів, що включені в плечі порівняння моста.

Правила роботи з мостом

1. Перед початком вимірювання встановити всі кнопки моста в положення “вимкнено”.
2. Підключити міст до електричної мережі напругою 220 В, після чого тумблер 13 (рис. 18.4) перевести у положення “Вкл.”, при цьому на панелі моста запалюється індикаторна лампочка.
3. Коректором 3 на індикаторі встановити його стрілку на нульову відмітку.
4. Підключити до затискачів R_x термометр опору.
5. Перемикач $П5$ встановити в положення, відповідне множнику 10^{-2} для роботи з металевим ТО, або множнику 10 при роботі з НТО.
6. Замкнути затискачі “3” і “4” перемичкою.
7. Натиснути кнопки “Включений індикатор” і “Грубо”. Якщо при цьому спостерігається різкий відкид стрілки гальванометра, необхідно ручною $П5$ змінити множник (відхил стрілки індикатора не повинен виходити за межі шкали).
8. Натиснути кнопку “Грубо” і за допомогою ручок декадних перемикачів $П1$, $П2$, $П3$ врівноважувати схему доти, поки відхил стрілки індикатора не буде перевищувати 0,5...0,8 мм від нульової відмітки.
9. Натиснути кнопку “Точно” і остаточно врівноважити схему перемикачами $П3$ і $П4$.
10. Результат вимірювання розраховується за формулою:

$$R = A \cdot M, Ом$$

де A – число, виставлене на перемикачах $П1$, $П2$, $П3$ і $П4$;

M – множник, виставлений на перемикачі $П5$.

18.3 Виконання роботи

Завдання 1. Градування термометрів опору

У лабораторній роботі прийнята методика градування ТО шляхом паралельного вимірювання температури зразковим термометром та електричного опору ТО. Чутливі елементи обох термометрів при цьому повинні знаходитися в одній зоні. Для усунення впливу динамічних характеристик тиристорів температура в

зоні вимірювання повинна бути під час вимірювання постійною, а результати необхідно занотувати після закінчення перехідних процесів у термометрах.

Послідовність виконання роботи

1. Одержати у викладача термометри опору, що підлягають градуюванню.

2. Зняти кришку бачка і за допомогою змонтованих на ній затискачів закріпити ТО і ртутний термометр таким чином, щоб вимірювальний балон ртутного термометра торкався середини активної частини ТО.

3. Переконавшись, що рівень робочої рідини в бачку достатній, аби повністю покрити активну частину ТО.

4. Накрити бачок кришкою із закріпленими термометрами.

5. Підготувати до роботи вимірювальний міст згідно з вказівками підрозділу 18.2.

6. Підключити ТО до вимірювального моста.

7. Встановити бачок на нагрівальному пристрої, перемішати робочу рідину і заміряти початковий опір ТО і встановити за ртутним термометром температуру робочої рідини.

8. Включити нагрівальний пристрій і в міру підвищення температури робочої рідини, провести вимірювання опору ТО через кожні 10-20 °С в інтервалі не менш як 100 °С. Перед кожним виміром вимкнути нагрівач і перемішати робочу рідину для усереднення її температури.

9. Зняти бачок з нагрівального пристрою і повторити виміри при охолодженні робочої рідини за тими самими показниками ртутного термометра, що й при нагріванні.

10. Результати вимірювань занести до таблиці 18.2.

Таблиця 18.2 – Градування термометрів опору

Номер досліджу	Покази ртутного термометра, °С	Тип термометра опору	Електричний опір, Ом		
			при нагріванні	при охолодженні	середнє значення

Обробка результатів градування ТО

1. За одержаними даними розрахувати середні значення опору термометрів і записати в табл. 18.2.
2. Використовуючи дані табл. 18.2, побудувати графіки в координатах “температура – опір”.
3. Визначити середню чутливість термометрів опору в інтервалі температур, яку було одержано під час виконання градування.
4. Використовуючи рівняння (18.1) – (18.3), розрахувати теоретичні (паспортні) значення температурив контрольних точках і записати в табл. 18.3. При розрахунках прийняти:

$$A=3,96847 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1};$$

$$B= - 5,847 \cdot 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-2};$$

$$a=4,26 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}.$$

Таблиця 18.3 – Визначення похибок вимірів

Тип ТО	R_0	Температура		Похибки	
		виміряна	розрахована	абсолютна	відносна

5. Порівняти метрологічні характеристики термометрів опору.

Завдання 2. Визначення динамічних характеристик ТО

Основний показник динамічних властивостей ТО – інерційність. Якщо термометр опору з початковою температурою T_0 занурити в середовище з температурою T_1 , то його температура буде змінюватися згідно з експоненціальною залежністю:

$$T = T_0 + (T_1 - T_0)(1 - e^{-t/\tau}), \quad (18.4)$$

де τ – стала часу ТО.

У паспортних даних ТО теплову інерційність визначають як час, потрібний для того, щоб опір термометра, перенесеного з середовища з температурою таючого льоду до води з температурою 20...60 °С, змінився на 90 % від різниці встановлених значень опорів, що

відповідають початковій та кінцевій температурам. Термометри з великою інерційністю мають інерційність не більш як 10 хв., з середньою інерційністю – не більш як 3 хв., з малою – не більш як 20 с.

Порядок виконання роботи

1. Підготувати бачок, до якого помістити лід з додаванням води і занурити до нього термометр опору.
2. Залити воду до робочої місткості термостата, встановити регулятор на температуру в інтервалі 20...60 °С і включити термостат.
3. Термометр опору підключити до вимірювального приладу.
4. Витримати ТО у бачку з льодом до встановлення усталеного значення опору ТО.
5. Швидко перенести ТО з бачка із льодом до води, залитої в термостат. Одночасно зафіксувати час початку експерименту.
6. Через кожні 10...30 с (залежно від типу термометра опору та очікуваної величини інерційності) виміряти опір ТО і занести до табл. 18.4.

Таблиця 18.4 – Встановлення динамічної характеристики ТО

Тип ТО	R_0 , Ом	Час, с	R_t , Ом
--------	------------	--------	------------

7. За результатами градування ТО (завдання 1) визначити значення опору $R_{уст}$, що відповідає температурі, яка підтримується у термостаті, і після того, як електричний опір термометра, що випробовується, дорівнюватиме 90 % $R_{уст}$, випробування закінчити.

8. Визначити інерційність і класифікування ТО.

9. Побудувати криву розгону ТО за даними табл. 18.4 і за формулою (18.4) розрахувати сталу часу ТО.

10. Використовуючи одержані дані, оцінити практичні можливості для виміру температури в об'єктах з нестабільним температурним режимом.

19 Лабораторна робота № 19 АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ

Мета роботи

1. Набути навичок визначення властивостей об'єкта регулювання.
2. Вивчити принцип дії та характеристики позиційних регуляторів.
3. Навчитися складати системи дво- та трипозиційного регулювання на базі регуляторів, вмонтованих в автоматичні потенціометри.
4. Навчитися оцінювати експлуатаційні параметри систем регулювання.

19.1 Загальні відомості

Системою автоматичного регулювання називають сукупність автоматичного регулятора і регульованого об'єкта (машини, установки), в якому без участі людини здійснюється керування одним або декількома фізичними параметрами (регульованими параметрами), що визначають хід технологічного процесу, який протікає в об'єкті регулювання.

19.1.1 Об'єкт регулювання

Об'єкт регулювання характеризується:

- величиною акумульованої в ньому енергії або речовини, яка називається ємністю об'єкта;
- навантаженням — кількістю енергії або речовини, яка витрачається на протікання технологічного процесу в об'єкті. Навантаження оцінюється також величиною припливу та витрати енергії або речовини;
- величиною регульованого параметра;
- коефіцієнтом ємності — кількістю енергії або речовини, яка необхідна для зміни регульованого параметра на одиницю вимірювання.

Коефіцієнт ємності характеризує швидкість зміни регульованого параметра при порушенні рівноваги в об'єкті між припливом та витратою енергії або речовини і визначається з такого співвідношення:

$$K_c = \frac{\Delta C}{\Delta X}, \quad (19.1)$$

де K_c – коефіцієнт ємності;

ΔC – зміна ємності об'єкта;

ΔX – зміна регульованого параметра.

Величину, обернену коефіцієнту ємності, називають чутливістю об'єкта до збурення.

При подачі енергії або речовини до об'єкта спочатку відбувається їх накопичення, яке супроводжується зміною регульованого параметра до заданого значення. Період часу, протягом якого регульований параметр змінюється від нуля до заданого значення при миттєвій зміні припливу на 100 % та відсутності витрати, називається часом розгону об'єкта. Час розгону характеризує інерційність об'єкта регулювання.

Графік зміни регульованого параметра, який одержаний при виконанні вказаних умов, називається кривою розгону (рис. 19.1).

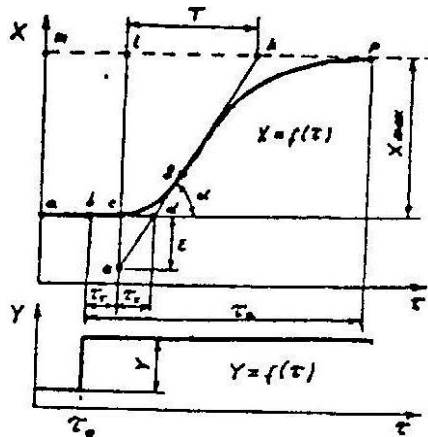


Рисунок 19.1 – Крива розгону об'єкта із самовирівнюванням

Якщо при зміні навантаження об'єкт регулювання без участі регулятора приходить до нового стану рівноваги, то такий об'єкт має здатність самовирівнюватися (рис. 19.1).

Здатність об'єкта до самовирівнювання характеризується ступенем самовирівнювання:

$$\rho_1 = \frac{d \cdot g}{d \cdot X_0}, \quad (19.2)$$

де g – відносна різниця між припливом та витратою енергії чи речовини;

X_0 – відносне відхилення регульованої величини.

$$X_0 = \frac{X}{X_n},$$

де X_n – номінальне значення регульованої величини;

X – поточне значення регульованої величини.

За кривою розгону визначаються:

1. Час розгону τ_a як тривалість перехідного процесу від моменту подачі регулюючого впливу до досягнення регульованим параметром нового усталеного значення.

2. Стала часу об'єкта T як величина проєкції відрізка дотичної, проведеної до будь-якої точки кривої розгону до перетину її з лінією усталеного значення регульованого параметра, на пряму, яка паралельна осі часу.

Час розгону τ_a та стала розгону об'єкта T пов'язані між собою співвідношенням:

$$\tau_a = \eta \cdot T, \quad (19.3)$$

де η – коефіцієнт навантаження об'єкта, який дорівнює відношенню навантаження об'єкта при режимі, який розглядається, до максимального навантаження.

Стала часу об'єкта T зв'язана з чутливістю δ та ступенем самовирівнювання ρ співвідношенням:

$$T = \frac{1}{\delta \rho}. \quad (19.4)$$

Щоб визначити сталу часу за кривою розгону (рис. 19.1), проводять горизонтальну лінію MP через нове усталене значення регульованої величини, потім – дотичну ed до перетину її з лінією tr в точці k і вертикаль від точки c до точки e . Відрізок ek відповідає сталій часу T (в масштабі часу).

3. Запізнювання об'єкта, тобто відставання в часі вимірювання регульованого параметра по відношення до зміни навантаження.

За кривою розгону визначається час повного запізнювання τ_{Π} , транспортного запізнювання τ_T та ємнісного запізнювання τ_{ϵ} .

Транспортне (передаточне) запізнювання – це час, протягом якого регульована величина не змінюється, незважаючи на проведений регулюючий вплив (відрізок bc на рис. 19.1). Ємнісне запізнювання обумовлює сповільнення (затримання) у відповідній зміні регульованого параметра при зміні подачі або споживання за рахунок опорів (теплових, гідравлічних і т.д.) при проходженні потоку енергії або речовини в об'єкті.

Для визначення часу ємнісного запізнювання проводять лінію ac початкового значення регульованого параметра, визначають точку g максимальної швидкості його зміни (точка перегинання кривої), проводять дотичну через точку o до перетину її з лінією ac ; одержаний відрізок cd і є час ємнісного запізнювання τ_{ϵ} .

Час повного запізнювання:

$$\tau_{\Pi} = \tau_T + \tau_{\epsilon}. \quad (19.5)$$

4. Ступінь самовирівнювання визначають з відношення:

$$\rho = \frac{Y}{Y_{\max}}. \quad (19.6)$$

За ступенем самовимірювання ρ_{ϵ} знаходять коефіцієнт підсилення: $k = 1/\rho$, який показує, наскільки змінюється регульована величина від зміни положення регулюючого органу.

5. Швидкість розгону ϵ (максимальна швидкість зміни регульованої величини X в процесі само вимірювання) визначають як величину відрізка es , одержаного від перетину вертикалі, проведеної

через точку c , з дотичною до точки e і лінією, паралельною ad , яка проведена через точку e .

6. Швидкість зміни регульованої величини X як тангенс кута нахилу дотичної d .

При експериментальному визначенні характеристик об'єкта регулювання, зняття кривої розгону проводять не менше трьох разів при різних збудженнях. Одержані дані дозволяють судити про динамічні властивості об'єкта регулювання, на основі яких вибирається регулятор.

19.1.2 Позиційне регулювання

Позиційними, або релейними, називають такі регулятори, в яких регулюючий орган може займати обмежену кількість фіксованих положень (позицій).

За кількістю фіксованих положень регулюючого органу позиційні регулятори поділяються на дво- та багатопозиційні. В двопозиційних регуляторах при відхиленні регулюючого параметра від заданого значення регулюючий орган займає одне з двох фіксованих положень (наприклад, ввімкнення та вимкнення електричного нагрівального елемента при регулюванні температури печі). У багатопозиційних регуляторах регулюючий орган може займати декілька фіксованих положень залежно від величини відхилення регулюючого параметра.

Позиційні регулятори забезпечують підтримання регульованого параметра в деяких межах, при цьому спостерігаються безперервні коливання регулюючого параметра.

Закон регулювання релейного двопозиційного (Рп-регулятора) виражається співвідношенням:

$$\begin{aligned}\varphi &= \varphi_0 \cdot \text{sign}(\mu - \Delta) && \text{при} && d\mu/d\tau > 0, \\ \varphi &= \varphi_0 \cdot \text{sign}(\mu + \Delta) && \text{при} && d\mu/d\tau < 0, \quad (19.7)\end{aligned}$$

де φ – регулюючий вплив або положення регулюючого органу;
 μ – відхилення регулюючого параметра від заданого значення, або непоміщення;

Δ – нечутливість регулятора.

Якщо двом значенням припливу N_1 та N_2 відповідають усталені значення регульованого параметра X_1 та X_2 при умові, що величини N_1 та N_2 підбрані таким чином, щоб задане значення параметра X_3 знаходилось в інтервалі X_1 та X_2 , то основні параметри такого процесу регулювання можуть бути визначені за приблизною формулою:

$$\Delta X \approx X_3 \frac{N_1 - N_2}{N_1 + N_2} \cdot \frac{\tau_{II}}{T}, \quad (19.8)$$

де ΔX – відхилення регульованого параметра від заданого значення. Коливання параметра відповідає $2\Delta X$ (зона нечутливості).

Коливання регульованого параметра зменшується при зменшенні різниці припливів ($N_1 - N_2$), часу запізнювання τ_{II} , та збільшенні сталої часу T .

Зменшення величини ($N_1 - N_2$) в розглядаємому випадку означає наближення потужності потоку енергії, що підводиться, до номінального значення, яке в установленому режимі забезпечує таку рівновагу в об'єкті, при якій регульований параметр дорівнює заданому значенню X_3 .

У тих випадках, коли не потрібна висока точність регулювання, використовується режим “ввімкнено-вимкнено”, при якому $N_2 = 0$, а N_1 дорівнює максимальному припливу.

Для скорочення часу розгону необхідно підтримувати більший приплив енергії чи речовини, який значно відрізняється від номінального. Тому звичайно двопозиційні регулятори не дозволяють одержати точне підтримання заданого значення регульованого параметра. При інших рівних умовах об'єкти регулювання великої ємності та з високою схильністю до самовирівнювання характеризуються меншим коливанням регульованого параметра.

У трипозиційних регуляторах, коли регулюючий орган може займати три положення, передбачена можливість використання більших приливів N_1 для швидкого виводу об'єкта на заданий режим (перша позиція), і наступного переходу на номінальний приплив N -ному (друга позиція), який лежить в інтервалі $N_2 < N_{НОМ} < N_1$, підтримується значення регульованого параметра близько до X_3 . Третя позиція, наприклад, вимкнено. Завдяки цьому трипозиційні регулятори здатні забезпечувати більш якісне регулювання, ніж двопозиційні.

19.2 Опис лабораторної установки

Об'єктом регулювання є електрична трубчаста піч 1 (рис 19.2). Регульований параметр – температура, яка вимірюється хромель-алюмелевим термоелектричним термометром 2 та автоматичним потенціометром 3, змонтованим позиційним обладнанням. Для складання системи автоматичного регулятора використовується стенд 4 з розташованими на ньому клемними затискачами, реле 5 та магнітним пускачем 6. Стенд комплектується набором монтажних дрігів. Для подачі в піч охолоджувального повітря використовується повітрорудка 7, повітря подається в робочу зону печі через трубку 8.

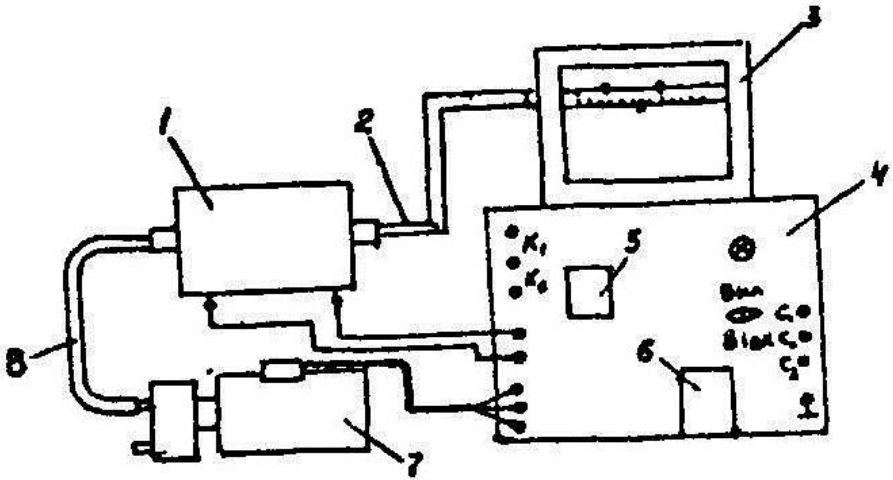


Рисунок 19.2 – Лабораторна установка

19.3 Визначення динамічних характеристик об'єкта регулювання

Для запису кривої розгону використовується самопишучий автоматичний потенціометр. Для одержання ступінчастої зміни припливу електронагрівальна піч вмикається в мережу через автотрансформатор, який дозволяє змінювати напругу живлення від 0 до 250 В.

19.4 Позиційний регулюючий пристрій

Автоматичний потенціометр має вмонтований позиційний регулюючий пристрій.

Регулюючий пристрій знаходиться у верхній частині кронштейна (рис. 19.3). Він складається з двох скоб 2 з мікровимикачами 4 і покажчиком завдання 1. Скоби з мікровимикачами можуть переміщуватись вздовж шкали 8 по напрямних 7. Положення скоб фіксується стопорними гвинтами 3. Значення заданої температури вказується на шкалі покажчиком відповідного позиційного пристрою.

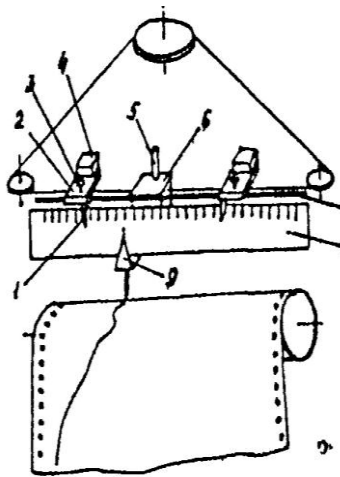


Рисунок 19.3 – Регулюючий пристрій

При вимірюванні температури каретка 6 з показником температури 9 переміщуються вздовж шкали. При збігу показників позиційного пристрою та поточного значення температури упор 5, вставлений на каретці, натискає через важіль на мікровимикач, перемикаючи його контакти. Одержаний сигнал використовується для керування нагрівником печі.

19.5 Двопозиційне регулювання

Для двопозиційного регулювання використовують один (лівий) позиційний пристрій.

Електрична схема двопозиційного регулятора показана на рис. 19.4. Якщо поточне значення температури в регульованому об'єкті менше заданого, то показник температури потенціометра знаходиться зліва від позиційного пристрою, контакти мікровимикача *K1* замкнені, обмотка проміжного реле *KL* знаходиться під струмом, реле спрацьовує і своїми робочими контактами замикає коло живлення нагрівника печі. В міру підвищення температури печі каретка з показником температури переміщується вздовж шкали 1, коли задане та поточне значення температури збігатимуться, під дією упору на каретці спрацьовує мікровимикач позиційного пристрою.

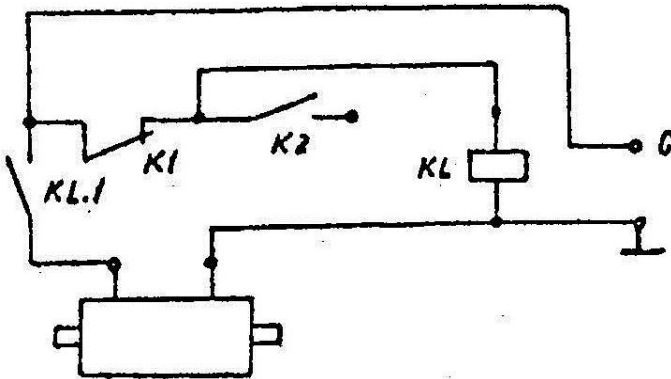


Рисунок 19.4 – Електрична схема двопозиційного регулятора

Контакти *K1* розмикаються, реле *KL* відпускає, розмикає свої контакти *KL.1*, нагрівник печі відключається від джерела живлення.

При охолодженні печі переключення електричних кіл здійснюється у зворотному порядку, нагрівник печі знову підключається до мережі і процес повторюється.

19.6 Трипозиційне регулювання

Для здійснення трипозиційного регулювання використовуються обидва позиційні пристрої. Лівий позиційний пристрій встановлюється на мінімальне значення заданої температури t_{min} , а правий – на максимальне t_{max} . Відстань між показчиками позиційних пристроїв визначає температурний інтервал, в якому буде підтримуватися температура печі.

Електрична схема трипозиційного регулятора показана на рис. 19.5.

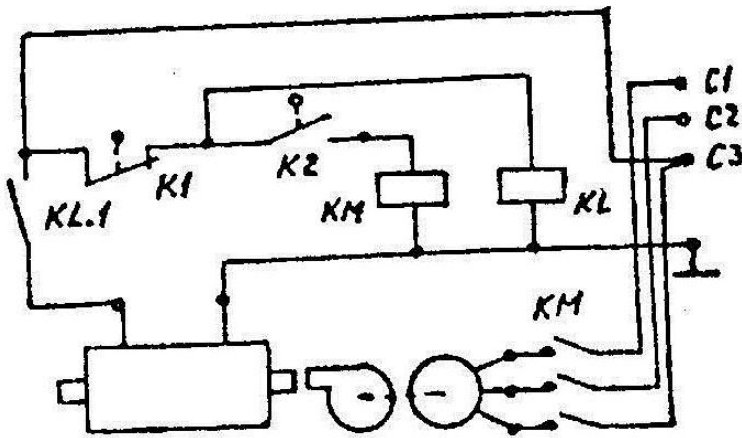


Рисунок 19.5 – Електрична схема трипозиційного регулятора

Якщо температура печі нижча за мінімальну задану, то схеми працюють як описано в розділі 19.5. При перевищенні t_{min} контакт $K1$ розмикається, реле KL відключається, його контакти $KL.1$ розмикаються, а контакт $KL.2$ замикається. При цьому нагрівник печі переключається на знижену напругу живлення. Приплив енергії до об'єкту регулювання знижується. Якщо температура в печі продовжуватиме зростати і перевищуватиме максимальне значення

t_{max} , то замикається контакт $K2$ і вмикається магнітний пускач $KM.1$, який контактом $KM.1$ розмикає ланцюг живлення нагрівника, а контактами $KM.2$ вмикає електродвигун повітродувки, яка подає охолоджуюче повітря до робочого простору печі. При зниженні температури перемикання електричних ланцюгів відбувається у зворотному порядку і процес повторюється.

Порядок виконання роботи

Завдання 1. Дослідження об'єкта регулювання

1. Скласти електричну схему згідно з рис. 19.6.
2. Включити самопишучий потенціометр та записати початкову температуру на діаграмній стрічці.
3. Встановити автотрансформатором вихідну напругу на рівні 30-50 % номінальної (220 В) та включити живлення.

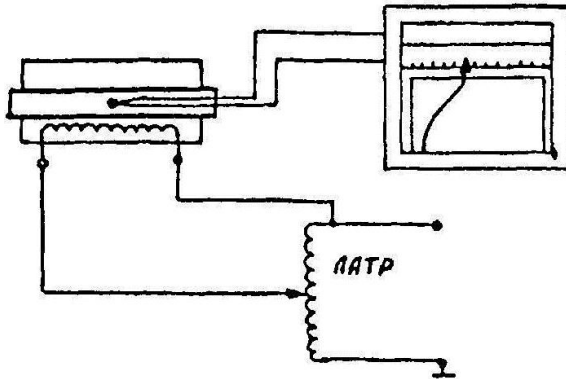


Рисунок 19.6 – Схема підключення печі

4. Записати криву розгону до стабілізації температури в печі. Для одержання більш повних даних можна провести запис декількох кривих розгону при ступінчастій зміні напруги (при збільшенні та зменшенні).

Завдання 2. Дослідження двопозиційного регулятора

1. Вивчити електричну схему двопозиційного регулятора.
2. Скласти схему регулювання згідно з рис. 19.4.

3. Встановити завдання температури позиційним пристроєм.
4. Включити систему і записати динаміку процесу регулювання та одержання стабільного режиму роботи.

Завдання 3. Дослідження трипозиційного регулятора

1. Вивчити електричну схему трипозиційного регулятора.
2. Скласти схему регулювання згідно з рис. 19.5.
3. Встановити завдання температур: мінімальної – на $30 \dots 50^\circ$ нижче потрібної, максимальної – відповідно до заданої.
4. Включити систему і записати динаміку процесу регулювання до стабілізації режиму.

Обробка результатів

Одержані криві розгону і зміни температури при дво- та трипозиційному регулюванні перенести з діаграмної стрічки у протокол 1, за ним визначити характеристики об'єкта регулювання (повне запізнювання τ_{II} , сталу часу T , ступінь самовирівнювання ρ , швидкість розгону ε) та якість процесів регулювання (інтервал зміни температури). Порівняти показники дво- і трипозиційного регулювання.

Література

1. Енциклопедія кібернетики [Текст]: в 2-х т. / Ред. кол.: В. М. Глушков – К.: Головна редакція УРЕ, 1973. – 572 с.
2. Основы автоматического регулирования и управления [Текст]: учеб. пособие для студ. неэлектротехн. спец. вузов / Л. И. Каргу и др.; под ред. В. М. Пономарева, А. П. Литвинова. – М.: Высшая школа, 1974. – 439 с.
3. Алгоритмы и системы управления технологическими процессами в машиностроении [Текст]: сб. науч. тр. / Куйбышев. политехн. ин-т им. В. В. Куйбышева, Поволж. террит. группа Нац. ком. СССР по автомат. управлению; ред. кол.: В. Н. Михелькевич и др. – Куйбышев: КПТИ, 1986. – 165 с.

20 Лабораторна робота № 20 АВТОМАТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ

Мета роботи

1. Вивчити методику побудови автоматичних систем управління в функції шляху та часу.
2. Набути навичок складання електричних схем автоматичного управління та випробування їх дії.

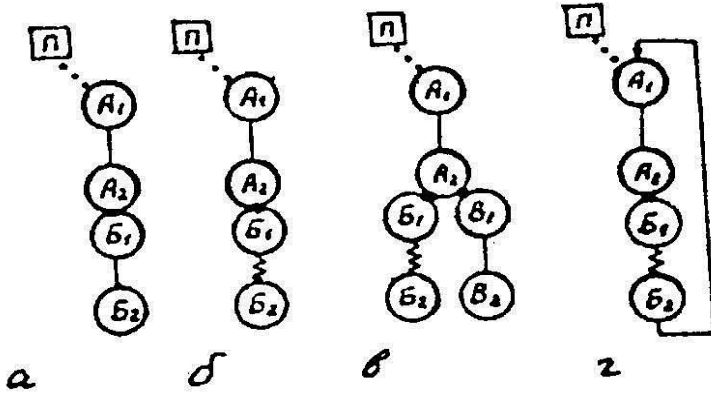
Загальні відомості

Автоматичні системи управління використовуються для виконання технологічних процесів шляхом включення та виключення в заданій послідовності виконуючих механізмів, що приводять у дію робочі органи устаткування.

За своєю структурою автоматичні системи управління, на відміну від автоматичних систем регулювання, відносяться до розімкннутих систем. Керування операціями, які складають технологічний процес в автоматичних системах, може здійснюватись за принципом вимірювання часу (часові операції), потрібного для виконання даної операції, або за ступенем їх готовності (рефлексні операції). Структура системи управління складається з управляючого елемента, який подав команду на включення (початок) операції або зміну режиму роботи проміжного елемента, який реагує на пусковий сигнал та приводить у дію виконуючий механізм, виконує функцію перемикача або розподілу сигналів, логічні функції тощо; датчика, що визначає момент закінчення (виключення) операції.

Для часових операцій таким датчиком служить реле часу, а для рефлексних операцій – пристрій, що визначає їх готовність (наприклад, кінцевий вимикач, реле швидкості, термореле тощо). При управлінні послідовністю операцій елемент, що визначає закінчення попередньої операції, може видавати команду для включення наступної операції, тобто поєднувати функції управляючого та кінцевого елементів.

Вид операції, тобто характер зв'язку між її початком та припиненням, може бути зображений графічно за допомогою умовних позначень, а алгоритм роботи системи автоматичного управління сукупності операцій – за допомогою схем автоматизації (рис. 20.1).



- а–в – послідовні операції (ланцюгова схема);
 г – послідовні операції, що розгалужуються;
 ... – неавтоматичний (ручний) пуск; ____ – рефлексна операція;
 • перехідний зв'язок; A_1 – початок операції; A_2 – кінець операції

Рисунок 20.1 – Схеми автоматизації

Якщо різні технологічні процеси відображаються однаковими схемами автоматизації, то в принципі електричні схеми управління ними будуть аналогічні.

В електричних системах автоматичного управління як управляючі елементи використовуються кнопки управління, перемикачі, кінцеві вимикачі та інші релейні чутливі пристрої. Проміжними елементами є реле, магнітні пускачі, контактори, логічні елементи тощо. Виконуючі механізми – це двигуни різного типу, тягові електромагніти і т.п.

Для складання систем автоматичного управління використовуються релейно-контактні прилади та логічні безконтактні елементи.

Управляючі контакти за їх функціональною дією поділяють на:

- пускові короткочасної дії (ПК);
- пускові довготривалої дії (ПД);
- зупиняючі короткочасної дії (ЗК);
- зупиняючі довготривалої дії (ЗД);
- комбіновані – пуск-зупинка (ПЗ).

Контакти короткочасної дії виробляють команду (замикаються – ПК, або розмикаються – ЗК) одночасно з початком робочого ходу і переривають команду до закінчення робочого ходу.

Контакти довготривалої дії подають команду, початок якої збігається з початком робочого ходу, а кінець – закінченням робочого ходу. Контакт ПЗ подає команди, які по тривалості збігаються з робочим ходом.

З цих п'яти основних контактів можна скласти чотири типові схеми управління проміжними та виконуючими елементами (рис. 20.2).

Схема а) має один керуючий контакт ПЗ (проміжний елемент Х включено, якщо контакт ПЗ замкнуто, та виключено, якщо контакт ПО розімкнуто, тобто елемент Х повторює дію контакту). За схемою б) при замиканні ПД вмикається Х, а вимикання виконуючого елемента здійснюється при активізації ЗД. Схема в) включає Х при короткочасному замиканні ПК, далі елемент Х за допомогою свого контакту х стає на саможивлення (функція пам'яті). Вимикання Х здійснюється контактом ЗД. Схема г) використовує два контакти короткочасної дії: пусковий ПК та зупиняючий ЗК, які включені паралельно. Контакт ПК використовується для вмикання Х, а контакт ЗК – для вимикання Х.

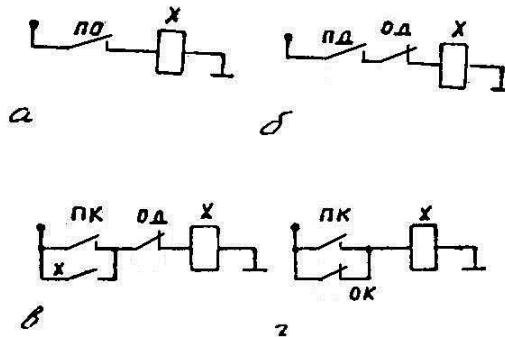


Рисунок 20.2 – Типові схеми управління та циклограми роботи елементів

Комбінуючи вказані чотири типові схеми, можна складати рівні паралельно-послідовні контактні схеми управління.

Для створення нескладних схем систем керування користуються так званим інтуїтивним методом. Алгоритм розробки схеми починається з визначення всіх необхідних елементів: управляючих, проміжних та виконуючих. Технологічний процес розбивається на елементарні операції, визначаються їх вид (часова, рефлексна або ручна) і призначаються конкретні типи елементів, які мають реагувати на команди персоналу та контролювати положення окремих механізмів, стану технологічного об'єкта тощо. Після цього складається схема автоматизації, яка використовується для визначення електричних ланцюгів між елементами системи. Для їх складання важливо правильно визначити типи управляючих контактів, тобто тривалість їх дії та успішне використання типових схем. При складанні електричних схем управління їх розділяють на управляючу (малопотужну) та силову (потужну). Для управляючої схеми включають чутливі, управляючі та проміжні елементи, до силовій – виконуючі механізми. Зв'язок між управляючою та силовою схемами здійснюється проміжними елементами, реагуючий орган яких (наприклад, обмотка контактора) включається в управляючі ланцюги, а виконуючі контакти – до силових ланцюгів.

Після закінчення проектування схем проводиться їх аналіз на відсутність ланцюгів короткого замикання при будь-яких положеннях механізмів та дій операторів, забезпечення систем засобами автоматичного захисту та випробування.

20.2 Лабораторне обладнання

Виконання лабораторної роботи проводиться на лабораторному стенді, який обладнано необхідною апаратурою: електромагнітними реле, реле часу, кнопками пуску та зупинки, клемами для підключення живлення та комплектом монтажних дротів. Для моделювання операцій, що підлягають управлінню, використовуються сигнальні лампочки, позначені літерами А, Б, В і т.д.

20.3 Діюча модель автоматизованої сушки

Модель (рис. 20.3) складається з електричної камерної сушки 5 з електричним нагрівачем опору, рухомого візка 7, який приводиться в дію двигуном 1 за допомогою лебідки 2. Дверцята 6 сушки

переміщаються двигуном 4 та лебідкою 3. Положення візка та дверцят контролюється кінцевими вимикачами.

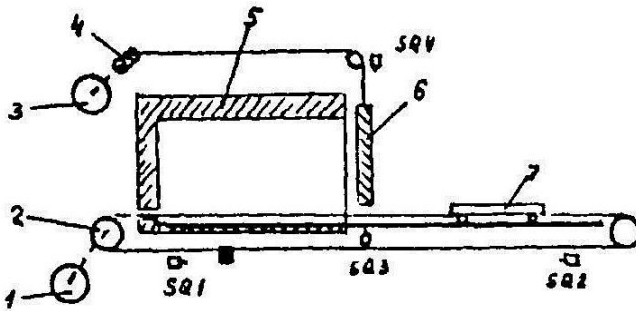


Рисунок 20.3 – Схема автоматизованої сушки

Порядок виконання лабораторної роботи

Завдання 1. Розробка системи управління за даною схемою автоматизації

1. Одержати у викладача завдання у вигляді схеми автоматизації.
2. Вивчити надані електричні засоби, визначити їх параметри та способи підключення до електричних ланцюгів.
3. Спроектувати електричну схему управління та перевірити її у викладача.
4. Після затвердження електричної схеми управління скласти її макет на стенді та провести випробування.

Завдання 2. Дослідження роботи системи управління автоматизованою установкою

1. Вивчити будову та роботу моделі автоматизованої сушки.
2. Провести випробування роботи моделі на різних режимах (при різних положеннях візка й дверцят).
3. Визначити вид операцій, що виконуються в автоматичному режимі, та скласти схему автоматизації.
4. Визначити види автоматичних блокувань та захисту, що застосовані в системі, і запропонувати методи їх реалізації.

21 Лабораторна робота № 21

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА НАСТРОЮВАННЯ

ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА

Мета роботи

1. Вивчити будову та основні функції промислового робота РФ-202М.
2. Набути практичні навички по розробці та кодуванню управляючих програм та обслуговуванню технологічних процесів ливарного виробництва.

Необхідне обладнання

1. Робот промисловий РФ-202М.
2. Магазин зі стержнями.
3. Макет ливарної форми.

21.1 Опис лабораторного стенду

Стенд (рис. 21.1) складається з робота промислового (РП) І типу РФ-202М, обладнання управління (ОК) ІІ типу СУ-202М, обладнання підготовки повітря (ОПП) 3, балона із стиснутим повітрям 4, магазину із стержнями 5 та макета ливарної форми 6.

Робот промисловий РФ-202М (РП), в свою чергу, складається з двох модулів горизонтального переміщення (МГП) 7, т.з. “рук”; механізмів затиску (МЗ) 8; модуля піднімання (МП) 9 і модуля повороту (МЦВ) 10.

Робот працює при напрузі живлення 220 В, частоті 50 Гц і тиску у пневмосистемі 0,4 – 0,6 МПа (4 – 6 кгс/см²).

Вантажопідйомність кожної руки не менш 2 Н (0,2 кг); величина лінійного переміщення руки не менш 220 мм; максимальний кут повороту колони відносно своєї осі не менш 120 °; величина регулювання 50 – 120 °; величина кутів ротації МЗ 0 – 90 °, 0 – 180 °.

21.2 Обладнання управління СУ-202М

Обладнання управління розміщується у шафі з верхньою кришкою, що відкидається. На передній стінці шафи є кнопки “Вкл.” та “Викл.”, а також “Пуск” і “Стоп” програми.

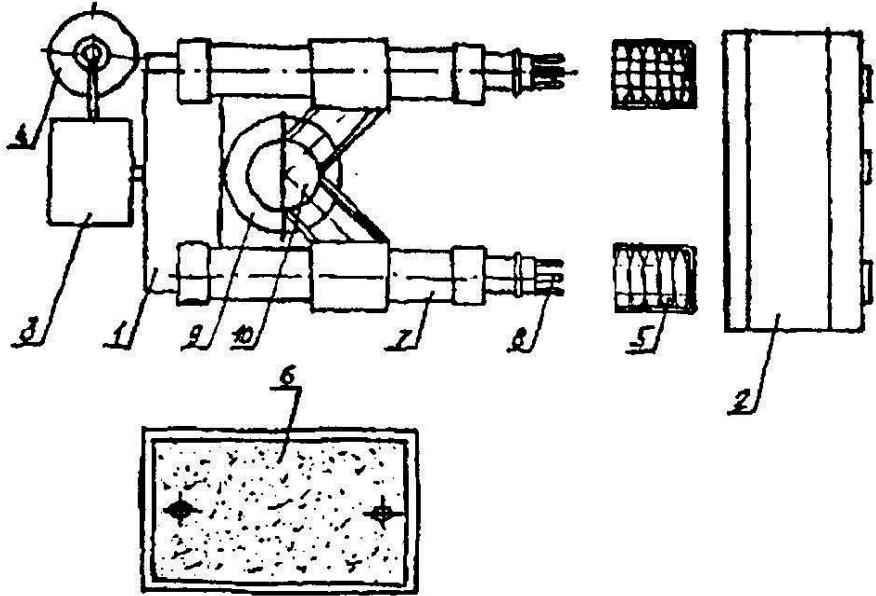


Рисунок 21.1 – Стенд промислового робота РФ-202М

На внутрішній стороні відкидної кришки знаходяться кнопки керування “руками” робота, колоною, а також кнопки для вводу команд у пам’ять управляючого обладнання. Усі кнопки мають мнемонічні знаки.

На верхній кришці СУ розміщено перемикач програм та кнопки для перевірки придатності контрольної батареї, яка забезпечує збереження записаних програм у пам’яті СУ при вмиканні РП з мережі.

21.3 Методичні вказівки

Управління переміщенням робота здійснюється шляхом їх попереднього програмування для наступної роботи за записаною програмою.

Програма – це інформація про послідовність кроків (переходів), що здійснює робот для виконання необхідних операцій.

РП може також забезпечуватись приладом для синхронізації і роботи технологічного обладнання, подаючи на нього і одержуючи відповідні команди, дозволяючи подальше виконання цієї програми чи перехід на іншу.

Робот може працювати у двох режимах:

- режим навчання (ручний);
- режим автоматичної роботи.

У режимі навчання проводиться запис програм методом пробних переміщень.

Програма складається з окремих кроків, внаслідок чого може бути здійснено тільки одне переміщення МЗ по кожній координаті від початкового положення, відповідно кінцевому положенню попередніх переходів, до кінцевого, записаного в цьому переході.

В автоматичному режимі здійснюється багатократна відробка будь-якої із раніше записаних програм за вибором оператора.

21.4 Робота РП в режимі навчання

1. Включити подачу повітря під тиском 0,4 – 0,6 МПа.
2. Перевірити придатність контрольної батареї.
3. Включити РП, натиснувши кнопку “Вкл.” на вузлі електропостачання СУ-202М.
4. При натиснутій кнопці “Стирание” натиснути і відпустити кнопку “Запись” #.
5. Встановити програмний перемикач “Номер программы” в положення 1.
6. Натиснути кнопку “Навчання”. При цьому повинна загорітись відповідна лампочка та цифра “1” на індикаторі “Номер программы”.
7. Вивести МР РП у початкову точку технологічної програми, натиснувши на відкидній кришці СУ відповідні кнопки, що означають координати РП.
8. Записати координати першої точки, натиснувши і відпустивши кнопку # при натиснутій кнопці “Начало программы”.
9. Записати необхідний час витримки МЗ РП у першій точці, натиснувши необхідну кількість разів (від 0 до 9) кнопку “Таймер”, що відповідає витримці від 0 до 9 с. при масштабі таймера “1” і від 0 до 4,5 с. при масштабі “0,5”.

10. Записати послідовно по кроках технологічну програму, натискаючи відповідні кнопки на панелі СУ і кнопку “Запис” #.

11. В кінці навчання при натиснутій кнопці “Кінець програми” натиснути і відпустити кнопку “Запис” #. Останній крок технологічної програми повинен вивести МЗ в початкову точку програми.

12. При необхідності запису інших програм встановити перемикач “Номер програми” в положення 2–9, повторити дії, описані в пп. 1–11, можливий запис 9 різних програм.

21.5 Робота в автоматичному режимі

1. Встановити програмним перемикачем СУ-202М номер потрібної програми.

2. Встановити потрібний масштаб таймера.

3. Натиснути кнопку автоматичного режиму роботи. При цьому повинна загорітися лампочка на індикаторі “Номер програми” – з’явиться цифра відповідно до номеру потрібної програми.

4. Натиснути кнопку “Пуск”. Після цього почне автоматично виконуватись вибрана програма.

5. Для того, щоб перервати програму, необхідно натиснути кнопку “Стоп”.

6. Повторний запуск програми здійснюється кнопкою “Пуск”.

7. Для виправлення будь-якого кроку натиснути необхідну кількість разів кнопку “Исправление” та після цього продовжувати запис програми.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з будовою, системою управління складання програм РФ-202М.

2. Вивчити способи регулювання приладів, які забезпечують точність позиціонування усього робота та його “рук”.

3. За завданням викладача скласти, записати в автоматичному режимі і відпрацювати програму установки стержня у ливарну форму. При цьому може варіюватися як положення стержня у формі, так і розташування форми в просторі.

Література

1. Бусленко В. Наш коллега – робот [Текст] / В. Бусленко – М. : Молодая гвардия, 1984. – 222 с.
2. Костюков В. И. Промышленные роботы [Текст] / В. И. Костюков – К. : Вища школа, 1985. – 64 с.
3. Спыну Г. А. Промышленные роботы: Конструирование и применение [Текст] : учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / Г. А. Спыну – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : Вища школа, 1991. – 310 с.
4. Ульяницкий В. Н. Металлургические манипуляторы и роботы [Текст] : учеб. пособие для студ. спец. 17.03 “Металлург. машины и оборудование” / В. Н. Ульяницкий – К. : УМК ВО, 1993. – 140 с.
5. Капустин Н. М. Автоматизация машиностроения [Текст] : учебник для втузов / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов ; под ред. Н. М. Капустина. – М. : Высш. школа, 2003. – 223 с.

22 Лабораторна робота № 22 ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ЛИВАРНИМИ АГРЕГАТАМИ

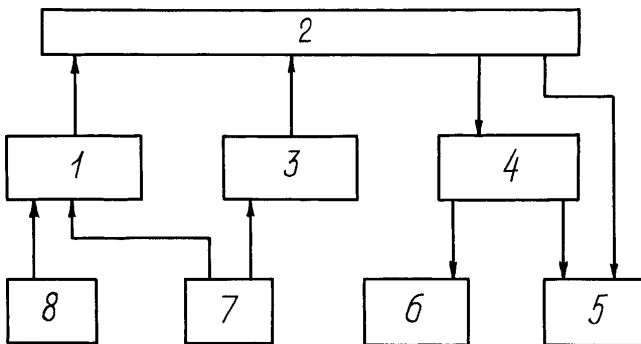
Мета роботи: ознайомлення з конструкцією та принципом дії мікропроцесорної техніки.

Необхідне обладнання: стенд.

Підвищення якості продукції ливарного виробництва неможливо без застосування досконалих засобів автоматичного дозування, змішування та подачі різних матеріалів до пункту їх призначення. Такі системи, як правило, виконані на базі ЕОМ і мають централізовану ієрархічну структуру з двома рівнями управління.

На першому рівні забезпечується приготування суміші з максимальною швидкістю при середньоквадратичній помилці дозування, на другому – вирішується завдання розрахунку оптимальної рецептури та контролю її виконання.

Мікроуправляючий виконавчий комплекс (МКВК) керує процесом і видає всю необхідну оперативну інформацію (рис. 22.1).



1 – модуль вводу дискретної інформації; 2 – мікропроцесор; 3 – модуль вводу ініціативних сигналів; 4 – модуль кодового управління з гальванічною розв'язкою;

5 – управління мнемосхемою; 6 – механізм управління;

7 – сигнальні лампи пульту управління; 8 – i-тий пристрій

Рисунок 22.1 – Структурна схема комплексу

Мікропроцесор 2 приймає інформацію через модуль вводу ініціативних сигналів 3, переробляє її і видає керуючий сигнал на блоки 5, 4, а також після формативних перетворень на дисплей та друкуючий пристрій. При цьому необхідно, щоб виконавчі органи включали в себе або мікропроцесор, або системи, які базуються на логічних елементах.

Логічні елементи – це пристрої дискретного типу, які реалізують елементарні логічні функції в системах керування логічного напрямку, які застосовуються в мікропроцесорній техніці. Вхідні та вихідні сигнали елементів дають тільки два значення відповідних нулю і одиниці: 1 (Да) і 0 (Нет).

Базовим елементом є елемент ІЛІ-НЕ, реалізуючий логічну функцію “інверсія кон’юнкції”:

$$F(z) = a + b + c = a \cdot b \cdot c, \quad (22.1)$$

де a, b, c – відповідно сигнали від кінцевих вимикачів.

Подвійний базовий елемент має дві незалежні схеми ІЛІ-НЕ і маркується Т-101.

На рис. 22.2 показана схема реалізації функцій логічного управління роботою пневмоциліндра на базових логічних елементах типу Т-101. Структурна формула спрацьовування реле, а отже, і електромагніта пневматичного клапана, керуючого роботою пневмоциліндра, при застосування звичайних елементів залишеться так:

$$F(z) = (a \cdot b + z) \cdot \bar{c}, \quad (22.2)$$

де z – блокуючий сигнал реле.

При виконанні базових елементів Т-101:

$$F(z) = \overline{\overline{\overline{\bar{c} + (\bar{z} + \bar{b} + \bar{a})}}}. \quad (22.3)$$

В цьому випадку значно спрощується комутація, ремонт та експлуатація систем, підвищується їх надійність.

Таким чином, ця ячейка може використовуватися для управління будь-яким пневмоциліндром в автоматичній системі розподілу формувальної суміші по бункерах, які завантажуються по двох рівнях.

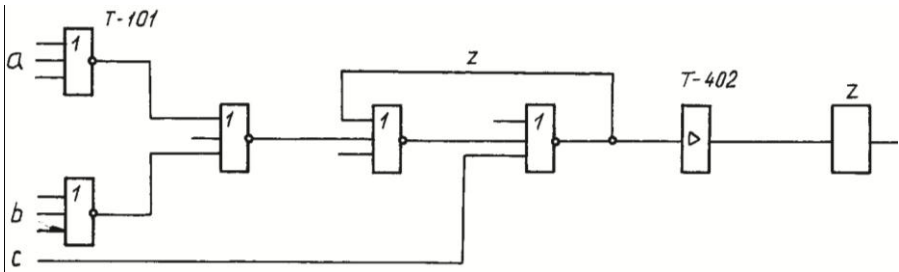


Рисунок 22.2 – Схема реалізації функцій логічного управління

На рис. 22.3 показаний логічний ланцюжок для управління плужковим скидачем формувальної суміші першого бункера. Кожний бункер має свій ланцюг елементів 5-9 і 15. Останні елементи для всіх ланцюгів є загальними, при цьому в елементах 10, 13 і 16 повинно бути стільки входів, скільки бункерів на лінії.

Коли бункери не завантажені і контакти сигналізаторів нижнього рівня розімкнуті, примусове завантаження йде по нижньому рівню. Потенційний мінусовий сигнал на виході каналу *K0* дешифратора *ДШ* подається на вхід елементів 5 і 9. На другий вхід елемента 5 сигнал поступає від сигналізатора верхнього рівня.

Сигнал, що з'явився на виході цього елемента, далі не проходить, так як на елемент 6 “Запрет” подається заборонний сигнал від інвертора 17 (елемент “Запрет” пропускає сигнал на вході “а” тільки тоді, як на другий вхід “в” сигнал не подається; в протилежному разі він якби забороняє проходження сигналу на вході “а”). На другий вхід елемента 9 йде сигнал від інвертора 15, внаслідок чого на його виході також з'являється сигнал, який проходить через елементи “ЛП” 7, 10 і 11. Підсилений (підсилювачем 8) сигнал подається на реле *P1*, яке спрацьовує, вимикаючи електромагніт плужкового скидача. Останній опускається на стрічку транспортера і починається завантаження першого бункера. В той же час сигнал, що з'являється на виході елемента 11, зникає на виході інвертора 12. В результаті цього генератор 1 не працює і, оббігаючи пристрій, який складається з генератора, тригерів 2, 3, 4 і дешифратора, утримує потенціальний сигнал на виході каналу *K0*.

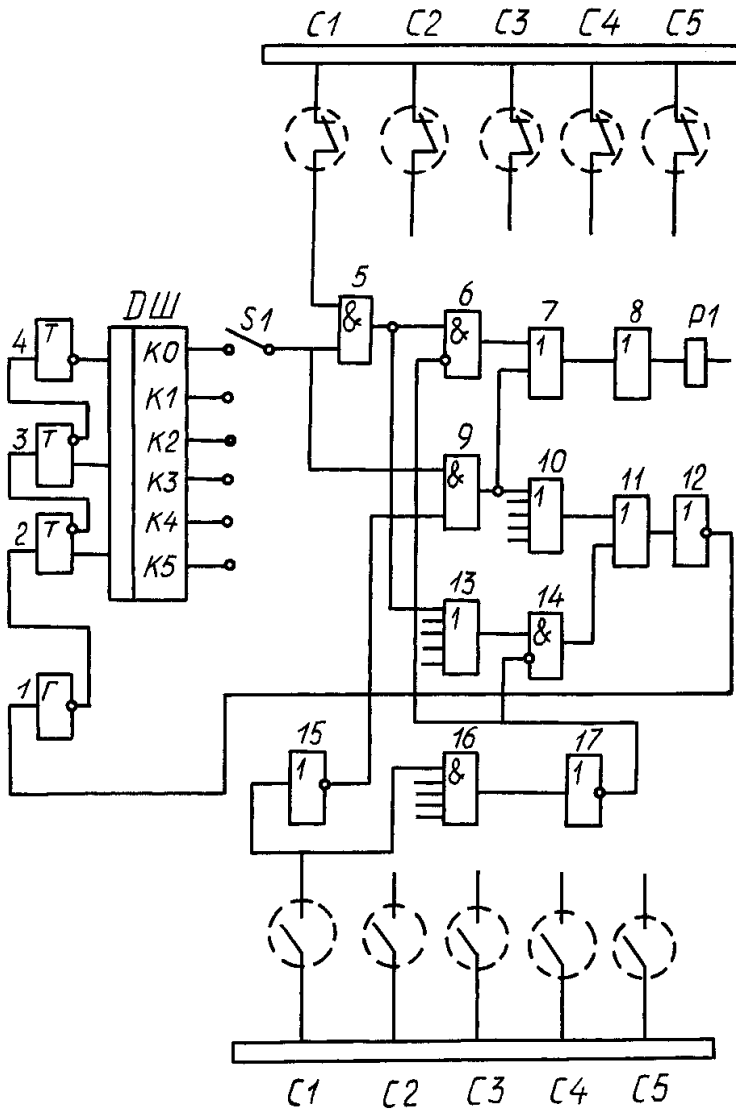


Рисунок 22.3 – Схема управління примусово-послідовним завантаженням бункерів

Після завантаження бункера до нижнього рівня замикається контакт реле сигналізатора нижнього рівня, на виході інвертора 12 з'являється мінусовий потенціал, в результаті чого включається в роботу оббігаючий пристрій. Сигнал з'являється на виході каналу *K1* і пропадає на виході каналу *K0* дешифратора. Якщо другий бункер не заповнений, то за аналогічною схемою спрацьовує реле *P2* і він завантажується. Якщо він заповнений, оббігаючий пристрій послідовно "опитує" наступні бункери і в пусті по черзі подається суміш.

Після заповнення усіх бункерів до нижнього рівня схема автоматично переключається і їх завантажують по верхньому рівню. При цьому сигнал на опущення плужка проходить по ланцюжку логічних елементів 5-8, так як заборона на передачу сигналів з елементів 6 і 14 знімається (на виході елемента *И16* є сигнал, на виході інвертора 17 його немає).

Якщо при завантаженні по верхньому рівню з'являється вимога на яке-небудь позачергове завантаження бункера, то він заповнюється до нижнього рівня поза чергою (завантаження по верхньому рівню переривається). При цьому збирається ланцюг елементів 15, 9, 7, 8 і реле, так як на елементи 6 і 14 подається заборонний сигнал від інвертора 17 (на його вході сигнал пропадає). Опитуючий пристрій знаходить потрібний бункер, який завантажується до нижнього рівня, а потім система знову переключається на завантаження по верхньому рівню.

Якщо на позачергове завантаження подають запити одразу кілька бункерів, то система заповнює їх по нижньому рівню відповідно черзі їх розташування вздовж стрічки транспортера.

Після заповнення всіх бункерів до верхнього рівня подається команда на зупинку привода транспортера і водночас включається аварійна сигналізація. Залишок матеріалу на стрічці складається останній бункер, датчик верхнього рівня якого розташований декілька нижче ніж в останніх.

Порядок проведення лабораторної роботи

1. Студент знайомиться з електричною схемою управління примусово-послідовним завантаженням бункерів.
2. Мнемосхема підключається до живлення.

3. При описанні повинні бути освічені наступні запитання:

- а) початкове положення системи при пустих бункерах;
- б) завдяки чому здійснюється послідовне завантаження бункерів;
- в) яким чином система переходить на заповнення до верхнього рівня при завантаженні всіх бункерів до нижнього рівня;
- г) чому при розподілі по верхніх рівнях подача суміші в заповнені бункери не здійснюється;
- д) як проходить “переброс” схемою заповнення з верхнього на нижній рівень, коли там суміш скінчилась.

Література

1. Немировский Р. Г. Автоматические машины литейного производства [Текст] / Р. Г. Немировский – Киев ; Донецк : Высшая школа, 1981. – 208 с., ил.

2. Промышленные роботы: Внедрение и эффективность [Текст] / К. Ассан, С. Кигагии, Т. Кодзима ; пер. с яп. – М. : Мир, 1987. – 384 с. : ил.

3. Петраков Ю. В. Автоматизація технологічних процесів у машинобудуванні засобами мікропроцесорної техніки [Текст] : навч. посібник / Ю. В. Петраков, П. П. Мельничук – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 194 с.