

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

В.М.Буряк Н.А.Дейнеко

ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ

Навчально - методичний посібник до лабораторного практикуму з дисципліни
“Електричні апарати”

(для студентів 3 - 4 курсів денної та заочної форм навчання спеціальності
6.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання")

Харків – 2008

ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ: Навчально - методичний посібник до лабораторного практикуму з дисципліни “Електричні апарати” (для студентів 3 – 4 курсів денної та заочної форм навчання спеціальності 6.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання"). – Харків: ХНАМГ, 2008. – 138 с.

Автори: В.М. Буряк, Н.А. Дейнеко

Рецензент: О.Г. Гриб

Схвалено: кафедрою електропостачання міст, протокол № 4 від 15.11. 2007

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Лабораторний практикум є основною частиною практичної підготовки студентів відповідно до програми навчальної дисципліни “Електричні апарати”.

Для успішного виконання лабораторної роботи необхідно напередодні ознайомитись з відповідною її програмою, вивчити теоретичні матеріали, що відносяться до неї, підготувати звіт по роботі і протоколи випробувань.

Лабораторні установки являють собою реальні зразки обладнання, які знаходяться в експлуатації, що має сприяти придбання студентами практичних навичок у контролі і випробуванні пристроїв релейного захисту і автоматики в реальних умовах роботи інженера-електрика.

Перш ніж приступити до виконання робіт, студенти повинні пройти спеціальний інструктаж по забезпеченню безпеки і протипожежним заходам.

При проведенні лабораторних робіт студенти повинні дотримуватися таких правил:

- уважно проробити завдання на лабораторну роботу, ознайомиться з вимірювальними і випробувальними схемами, з'ясувати послідовність операцій, що проводяться;
- оглянути встановлене на робочому місці обладнання і прилади, пересвідчитися в їх справності. При наявності незнайомих приладів потрібно вивчити їх конструкцію, технічні характеристики та правила користування;
- перед початком зборки схем встановити, якими пристроями в схему подається напруга, якої величини і якого роду ця напруга. Пересвідчитися, що вони відключені;
- збирання схем потрібно проводити так, щоб вона вийшла більш наочнішою, не треба застосовувати надто довгі провідники або дуже короткі (внатяг). Приєднувати під один затискач більше двох провідників не рекомендується. Застосовувати провідники без наконечників або з порушеною ізоляцією забороняється;

- при збиранні схем необхідно дотримуватись відповідності технічних характеристик вимірювальної і регулювальної апаратури параметрам пристроїв захисту, що підлягають випробуванням;
- якщо вимірювальні прилади розраховані на декілька меж вимірювання, а апарати допускають включення на різну напругу, то перед збиранням схеми прилади і апарати потрібно включити для роботи на оперативну напругу даної лабораторної установки;
- всі прилади при збиранні повинні бути включені на максимальну межу вимірювання, рухомі частини регулювальних трансформаторів повинні знаходитися в положенні, що забезпечує мінімальну напругу на виході, а реостатів – в положенні, що забезпечує максимальний опір;
- включення вимірювальних і випробувальних схем під напругу можна здійснювати тільки після перевірки правильності зборки викладачем. Після включення схеми під напругу необхідно провести частину випробувань без запису показань вимірювальних приладів і, тільки пересвідчившись в правильності роботи схеми, приступити до виконання програми випробувань;
- при виконанні вимірювальних операцій межі вимірювальної апаратури потрібно вибирати таким чином, щоб відлік проводився по показанням у другій половині шкали, однак не можна допускати виходу показника за межі шкали;
- по завершенні роботи потрібно відключити напругу, пересвідчитися у відповідності отриманих результатів необхідним і сповістити про це керівника;
- розбирати схему і перейти до чергового пункту програми роботи слід тільки з дозволу керівника;
- по закінченні лабораторної роботи необхідно прибрати робоче місце, здати прилади і інструменти керівнику, оформити протоколи і звіт по роботі (див. додаток).

Всі роботи повинні проводитись відповідно до вимог правил і заходів безпеки в установках напругою 1000 В. Перед включенням випробувальних схем або самих пристроїв захисту під напругу навколишні повинні бути обов'язково попереджені про операцію, що пропонується.

Проводити які-небудь зміни в схемах, що знаходяться під напругою, або торкатися до оголених місць струмоведучих частин пристрою категорично забороняється.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНДУКЦІЙНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ РЕЛЕ СТРУМУ

1. Мета роботи

1. Вивчення принципу дії індукційних реле та їх місце у схемах захисту і автоматики підстанцій.
2. Дослідження особливостей конструкції індукційних вимірювальних реле струму типу РТ-80.
3. Засвоєння головних електричних характеристик вимірювальних реле струму типу РТ-80 та методики їх визначення.
4. Дослідження надійності роботи вимірювальних реле струму типу РТ-80.

2. Загальні положення

Індукційними називаються реле, в яких обертаючий момент, діючий на рухому систему, виникає в результаті взаємодії магнітних потоків, що змінюються в часі, з струмами, індукованими цими потоками в цій частині реле. Тому на індукційному принципі може виконуватися реле тільки змінного струму.

У пристроях релейного захисту споживачів найбільш поширені вимірювальні струмові реле типу РТ-80.

Реле цієї серії за принципом дії є комбінованим, тобто складається з двох основних елементів: індукційного, утворюючого обмежено залежну характеристику витримки часу від струму в обмотці реле, і електромагнітного, що забезпечує миттєве спрацювання (“відсічку”) при відповідних кратностях струму в обмотці. Обидва елементи виготовляють з використанням загальної магнітної системи.

Основними органами індукційного елемента є електромагніт 1 (рис. 1) і диск, що обертається на осі 2. На нижньому і верхньому полюсах електромагніту закріплені короткозамкнені мідні витки (екрани) 3, що охоплюють частину перерізу магнітопроводу.

Магнітний потік Φ_{p1} , що проходить через екрановану короткозамкненим витком частину полюса, наводить у ньому е.р.с.

$$E_K = -j \cdot \omega \cdot \dot{\Phi}_{p1},$$

що відстає від основного потоку на кут 90° .

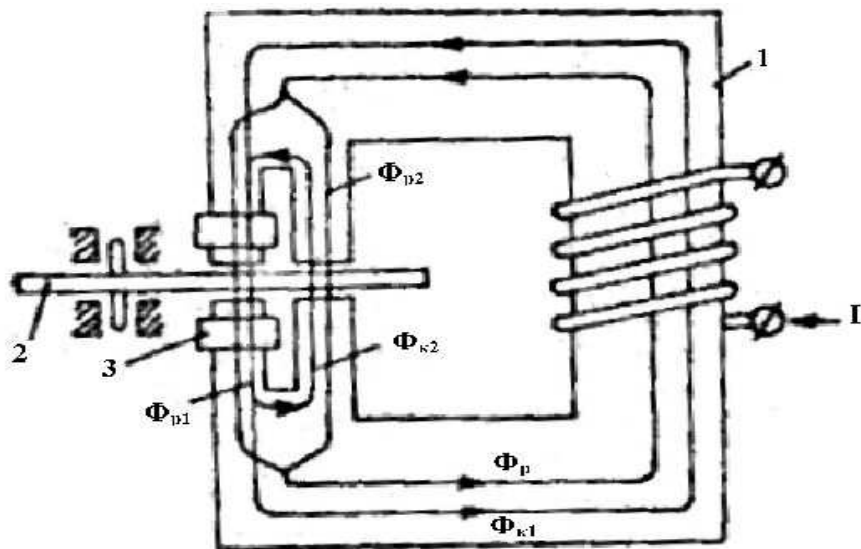


Рис. 1 – Спрощена схема індукційного елемента реле типу РТ-80

Оскільки індуктивність короткозамкненого витка невелика, можна вважати, що струм у ньому визначається активною провідністю g_k і, отже, співпадає за фазою з е.р.с.:

$$I_K = -j \cdot g_k \cdot \omega \cdot \dot{\Phi}_{p1}.$$

Цей струм утворює свій магнітний потік $\dot{\Phi}_k$, який підсумовується з

відповідними частинами основного магнітного потоку $\dot{\Phi}_{p_1}$ і $\dot{\Phi}_{p_2}$. Отже, з-під перерізу полюса, охопленого короткозамкненим витком, вийде результуючий потік

$$\dot{\Phi}_1 = \dot{\Phi}_{p_1} + \dot{\Phi}_{k_1},$$

а з-під перерізу другої частини полюса

$$\dot{\Phi}_2 = \dot{\Phi}_{p_2} - \dot{\Phi}_{k_2}.$$

Таким чином, при протіканні струму в обмотці реле під його полюсами виникають два магнітних потоки, які зсунуті відносно один одного в просторі і по фазі.

З теоретичних основ електротехніки відомо, що, якщо під полюсами електромагніту змінного струму помістити провідник, що обтикається змінним струмом, то, при умові однорідності поля, на нього буде впливати змінна сила, миттєве значення якої

$$F = L_n \cdot B(t) \cdot I(t) = L_n \cdot B \sin(\omega \cdot t) \cdot I \cdot \sin(\omega \cdot t - \psi),$$

де L_n – довжина провідника;

B – амплітудне значення магнітної індукції змінного поля між полюсами;

I – амплітудне значення сили струму в провіднику;

ψ – кут зсуву фаз між струмом у провіднику і індукцією магнітного поля в зазорі.

Рухому систему індукційного елемента реле струму виконують у вигляді алюмінієвого диска, частина якого знаходиться між полюсами електромагніту. Магнітний потік у зазорі між полюсами перетинає диск і наводить в ньому е.р.с., яка відстає за фазою від потоку на кут 90^0 . У свою чергу, наведена е.р.с. викликає в диску вихровий струм, магнітне поле якого, взаємодіючи з

основним потоком, приводить до появи виштовхуючої сили. Оскільки рухома частина реле виконана обертаємою, то зручніше силу, діючу на диск, замінити на відповідні значення моменту обертання.

З теорії індукційних приладів відомо, що обертаючий момент $M_{\text{обер}}$, діючий на диск, можна подати у такому вигляді

$$M_{\text{обер}} = K \cdot \Phi_1 \cdot \Phi_2 \cdot \sin \psi ,$$

де ψ – кут зсуву між магнітними потоками Φ_1 і Φ_2 ;

K – коефіцієнт пропорційності, що враховує матеріал диска, його геометричні розміри, площу полюса електромагніту і т.ін.

Оскільки в ненасиченій магнітній системі величини потоків Φ_1 і Φ_2 пропорційні величині струму, що проходить через обмотку реле, а кут ψ має постійну величину, то можна уявити, що

$$M_{\text{обер}} = K \cdot I^2 .$$

Якщо надати диску можливість вільного обертання під дією робочого обертаючого моменту, то в ньому виникне гальмуючий момент за рахунок індукованих е.р.с. різання $E_{\text{різ}}$, зумовлених перетином диском магнітних потоків Φ_1 і Φ_2 . У свою чергу, е.р.с. різання спричиняє появу в диску струмів різання $I_{\text{різ}}$, які перешкоджають, згідно із законом Ленца, обертанню диска. Цей гальмуючий момент отримав назву моменту різання $M_{\text{різ}}$.

Для додаткового обмеження швидкості обертання диска його край вміщують між полюсами спеціально встановленого постійного магніту 2. Гальмуючий момент M_z , що з'являється при цьому і діє на диск, який обертається, визначають рівнянням

$$M_z = K_z \cdot \omega_q \cdot M_z^2,$$

де K_z – коефіцієнт пропорційності;

ω_q – швидкість обертання диска;

Φ_z – гальмуючий магнітний потік, викликаний струмом різання.

Деяке гальмування диска відбувається також за рахунок сил тертя в підшипниках рухомої системи, та в зубчастих і черв'ячних передачах.

Крім того, при обертанні рухомої частини виникають також сили інерції, які визначають момент інерції M_i , що перешкоджає робочому моменту

$$M_i = -I \cdot E,$$

де I – момент інерції рухомої системи відносно осі обертання;

E – кутове прискорення рухомої системи.

З урахуванням сказаного можна вважати, що на рухому частину реле діє робочий і протидіючий моменти обертання, що пов'язані між собою рівнянням

$$M_{piz} + M_z + M_i = M_p.$$

Слід мати на увазі, що зі збільшенням струму в обмотці електромагніту відбувається насичення магнітопроводу, і пряма пропорційність між величиною струму в обмотці і потоками Φ_1 і Φ_2 порушується. При подальшому збільшенні струму в обмотці реле відносно уставки (при великих кратностях струму) обертаючий момент і швидкість обертання диска взагалі перестають зростати і, таким чином, струмочасова характеристика реле $t = f(I)$ набуває обмежено залежного характеру.

Індукційний елемент реле (рис. 2) складається з електромагніту 18 з короткозамкненими витками на полюсах 19. Обмотка 20 електромагніту має декілька відгалужень для регулювання струму спрацювання, які підведені до гнізд штепсельного містка 21. Між полюсами електромагніту розташований алюмінієвий диск 1, вісь якого закріплена на рухомій рамці 6. Рамка має свою нерухому вісь обертання 7. При струмах в обмотці реле 20, які менші струму спрацювання індукційного елемента рамка 6 відтягнута пружиною 10 у крайнє положення. При цьому черв'як 3, насаджений на вісь диска 4, не зчеплений із зубцями сегмента 17, який має нерухому вісь обертання і може вільно пересуватися вгору і вниз. Нижнє положення сегмента фіксується пристроєм, що регулює витримку часу. Цей пристрій складається з регулювального гвинта 22 і движка 13. При переміщенні вгору сегмент 17 своїм важелем підіймає коромисло 14, яке замикає контакти реле 16.

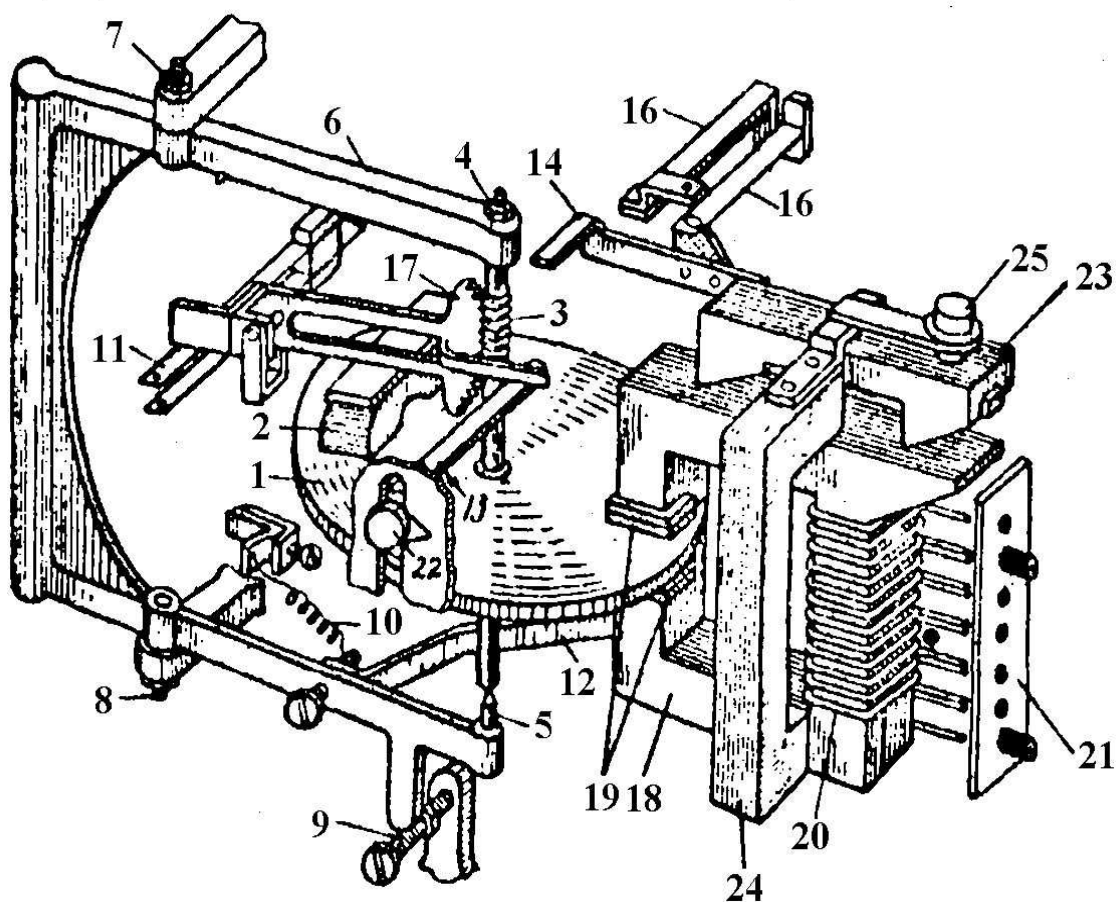


Рис. 2 – Будова реле типу РТ-80

При струмі, рівному 10-29% струму спрацювання індукційного елемента реле, диск починає обертатися. Однак при такому обертанні спрацьовування реле не відбувається.

Крім обертаючого моменту на диск діє також протидіюча сила F_2 , що визначає гальмуючий момент. Як було показано вище, ця сила пропорційна швидкості обертання диска, отже, зі збільшенням струму в обмотці, нарівні із зростанням обертаючого моменту зростає і момент гальмування. Стала швидкість обертання диска визначається рівновагою цих моментів (при збільшенні струму диск буде прискорювати обертання доти, поки обидва моменти не зрівняються). У той же час рівнодіюча сил прагне повернути диск разом з рамкою навколо осі рамки 7, чому перешкоджає протидіюча сила пружини F_n .

Струмом спрацювання індукційного елемента називають такий мінімальний струм в обмотці реле, при якому сила F долає протидіючу силу пружини 10 і рамка разом з диском повертається, приводячи черв'як 3 в зчеплення із зубчатим сегментом 17. При цьому, завдяки обертанню диска, черв'як підіймає вгору зубчатий сегмент. При пересуванні сегмента важіль стикається з коромислом електромагніту і підіймає його вгору. Внаслідок цього якір 23 повертається на своїй осі таким чином, що повітряний зазор між електромагнітом і правою стороною якоря меншає і він швидко притягується до електромагніту, замикаючи робочі контакти реле за допомогою коромисла. У процесі роботи індукційного елемента при наявності зчеплення між черв'яком і сегментом на диск, що обертається, крім розглянутих сил, діє також сила, зумовлена тертям у черв'ячній передачі та власною вагою сегмента. Ця сила виникає відразу, як тільки станеться зчеплення черв'яка з сегментом. При цьому швидкість обертання диска і результуюча сила F меншає, що може призвести до розчеплення черв'ячної передачі. Для запобігання розчепленню служить стальна дужка 12, яка за рахунок потоків розсіяння забезпечує додаткове зусилля, що утримує рухому рамку в притягнутому стані.

Час від моменту зчеплення черв'яка із зубчатим сегментом до моменту

замикання контактів називають часом спрацювання реле. Цей час при заданій уставці залежить тільки від швидкості підйому сегмента вгору, яка визначається швидкістю обертання диска, тобто величиною струму в обмотці. Таким чином, чим більше струм, тим більше швидкість обертання диска і швидкість підйому сегмента, тим менше витримка часу реле.

При струмі реле, недостатньому для подолання дії протидіючої пружини, рамка повертається в початкове положення. Значення струму, при якому це відбувається, називають струмом повернення.

Магнітна система реле РТ-80 виконана таким чином, що приблизно при десятиразовому струмі спрацювання відбувається її насичення і при подальшому збільшенні магнітний потік вже не збільшується. Отже, обертаючий момент, швидкість обертання диска, а значить і витримка часу в цьому випадку залишаються постійними. Таким чином, реле типу РТ-80 має обмежено залежну струмочасову характеристику. Конструктивно реле виконують так, щоб його витримка часу залежала від відстані, яку долає сегмент при переміщенні по черв'яку. Довжина цієї відстані визначається початковим положенням сегмента, яке можна регулювати переміщенням спеціального гвинта. Завдяки цьому для одного і того ж реле можуть бути отримані різні струмочасові характеристики (рис.3).

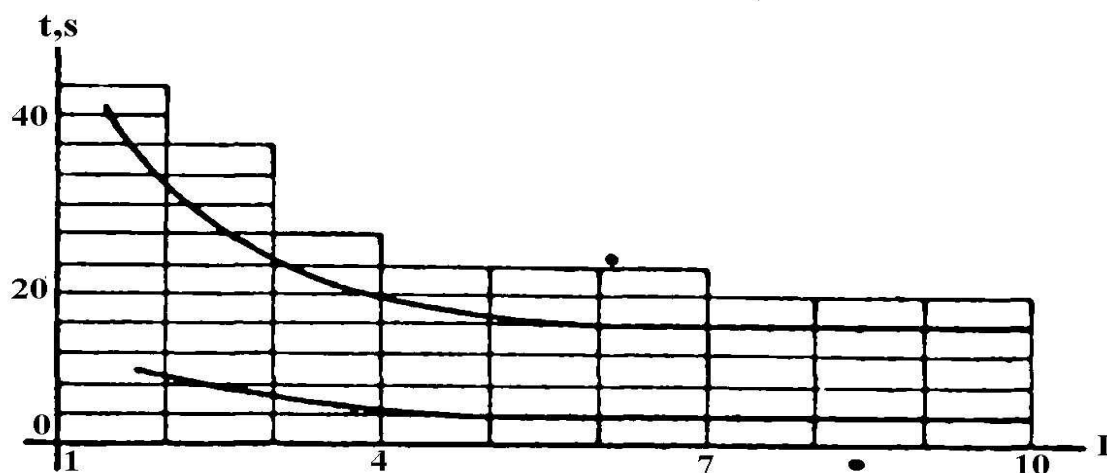


Рис. 3 – Струмочасова характеристика реле

Струм спрацювання індуктивного елемента регулюють зміною числа витків обмотки за допомогою штепселя 21, який включають в те або інше гніздо штепсельного містка. Електромагнітний елемент реле, що виконує роль миттєвої струмової відсічки, складається з сталюого якоря 23, який має на лівому кінці коромисло 14, і замикаючого стержня, який разом з якорем утворює магнітопровід 24 електромагнітного елемента. На якір діють потоки розсіяння електромагніту. При струмах, що перевищують струм спрацювання електромагнітного елемента, якір притягується і коромислом миттєво замикає контакти. Струм спрацювання електромагнітного елемента регулюють зміною числа витків обмотки і зміною повітряного зазору між електромагнітом і правою стороною якоря за допомогою регулювального гвинта 25. Регулювати струм відсічки можна в межах від 2 до 8 $I_{снр}$ індукційного елемента.

Використання в одному реле індукційного і електромагнітного елементів, а також застосування в індукційному елементі черв'ячної передачі і постійного магніту для створення протидіючої сили дозволяють виконати реле з надійною контактною системою з коефіцієнтом повернення, не менше за 0,8 і з малою інерційною помилкою.

Коефіцієнт повернення індукційного елемента регулюють зміною глибини зачеплення черв'ячної передачі. На коефіцієнт повернення впливає також положення сталюї скоби. Глибина зачеплення визначається кутом повороту пересувної рамки, який регулюють обмежувачем.

У порівнянні з електромагнітним струмовим реле типу РТ-40 індукційне реле струму споживає значно більшу потужність і має більш високий опір обмоток. Якщо обмотки реле підключити до малопотужного джерела струму, то можливо значне спотворення форми кривої струму і неправильна дія струмової відсічки. Тому при налагодженні реле струм спрацювання відсічки слід регулювати за допомогою потужного джерела струму синусоїдальної форми.

Технічні характеристики реле струму типу РТ-80

Індукційне реле максимального струму типу РТ-80 призначене для захисту електроустановок змінного струму при перевантаженнях і коротких замиканнях. Реле випускають в дванадцяти різних виконаннях. Коротка характеристика реле приведена в табл.1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики реле типу РТ-80

| Тип реле | Номінальний струм, А | Установка струму спрацювання індукційного елемента, А | Уставка часу спрацювання, с | Кратність струму |
|----------|----------------------|---|-----------------------------|------------------|
| РТ81/1 | 10 | 4; 5; 6; 8; 9; 10 | | |
| РТ81/2 | 5 | 2; 4; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5 | 0,5 - 4 | 2 - 8 |
| РТ82/1 | 10 | 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10 | 2 – 16 | 2 - 8 |
| РТ82/2 | 5 | 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5 | | |
| РТ83/1 | 10 | 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10 | | |
| РТ83/2 | 5 | 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5 | 1 - 4 | 2 - 8 |
| РТ84/1 | 10 | 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10 | | |
| РТ84/2 | 5 | 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5 | 4 - 16 | 2 - 8 |
| РТ85/1 | 10 | 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10 | | |
| РТ85/2 | 8 | 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5 | 0,5 - 4 | 2 - 8 |
| РТ86/1 | 10 | 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10 | | |
| РТ86/2 | 5 | 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5 | | |

Струм початку обертання диска складає не більше за 30% струму спрацювання індукційного елемента.

Похибка струму спрацювання індукційного елемента відносно уставки не більше 5%, розкид струму спрацювання – не більше 4%.

Похибка струму спрацювання відсічки при уставках індукційного елемента 4А (для реле з $I_{ном} = 10А$) і 3А (для реле з $I_{ном} = 5А$) не більше 30%.

Відхилення часу спрацювання індукційного елемента від уставки при чотирьохкратному струмі уставки неї повинне перевищувати величин, приведених в табл.2.

Таблиця 2 – Допустиме відхилення часу спрацювання індукційного реле

| Тип реле | Уставка часу спрацювання, с | | | | | | | |
|----------|-----------------------------|------|-----|-----|-----|------|------|----|
| | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 8,0 | 12 | 16 |
| РТ-81 | 0,9 | 1,65 | 3,1 | 4,6 | 6,0 | - | - | - |
| РТ-83 | | | | | | | | |
| РТ-85 | | | | | | | | |
| РТ-82 | - | - | 3,6 | - | 6,6 | 12,6 | 18,5 | 24 |
| РТ-84 | | | | | | | | |
| РТ-80 | | | | | | | | |

Розкид часу спрацювання при 1,5-кратному струмі уставки не перевищує 1с для чотирьохсекундних реле і 2с – для шестисекундних.

Споживана потужність на струмах уставки – не більше 10ВА.

Коефіцієнт повернення реле – не менше 0,8.

3. Методика контролю технічних характеристик вимірювального реле типу РТ-80

Як при новому включенні, так і при планових перевірках контроль технічного стану реле здійснюється в наступному об'ємі:

зовнішній огляд;

перевірка і регулювання механічної частини і контактів реле;

перевірка стану ізоляції реле;

перевірка і регулювання електричних характеристик реле.

1. Зовнішній огляд. Проводиться перед розкриттям реле. при зовнішньому огляді перевіряють справність кожуха реле, а також надійність ущільнень, що забезпечують пиле- і вологонепроникність. Всі контактні виводи не повинні мати ознак окислення, наконечники проводів повинні бути надійно пропаяні, а гайки туго затягнуті.
2. Перевірка механічної частини реле:
 - а) контролюється щільність шихтовки стали магнітопроводів і стан поверхні полюсів електромагніту. Зазор між полюсами і диском не повинен перевищувати 0,3 мм з кожної сторони і має залишатися незмінним при повороті диска на повний оборот;
 - б) визначається стан обмотки реле і всіх токопроводів. Ізоляція їх не повинна мати механічних пошкоджень, слідів підгара і т.п.;
 - в) перевіряється правильність кріплення постійного магніта. При правильному його положенні край диска не повинен виступати з-під зовнішньої грані його полюса;
 - г) перевіряється наявність і величини люфту осей. Вільний хід у вертикальному напрямі не повинен перевищувати 1мм у рамки і 0,5 мм у диска. Вільний хід в осьовому напрямку у якоря повинен бути в межах 0,1-0,2мм, у сектора – не більше за 0,5 мм. При повороті рамки від руки сектор повинен входити в зачеплення з черв'яком при будь-якому положенні покажчика витримки часу. Якір відсічки повинен повертатися без тертя і мати осьовий люфт 0,1-0,2мм;
 - д) перевіряється стан регулювальних гвинтів. Гвинти повинні вільно і без перекосу обертатися в своїх гніздах;
 - е) визначається стан підпятників, для чого збирається схема (рис. 4). При плавному збільшенні струму в реле визначається таке значення, при якому диск починає обертатися, не будучи зчепленим з сектором. Згідно із заводськими інструкціями струм вільного обертання диска не повинен перевищувати значень, приведених в табл. 3

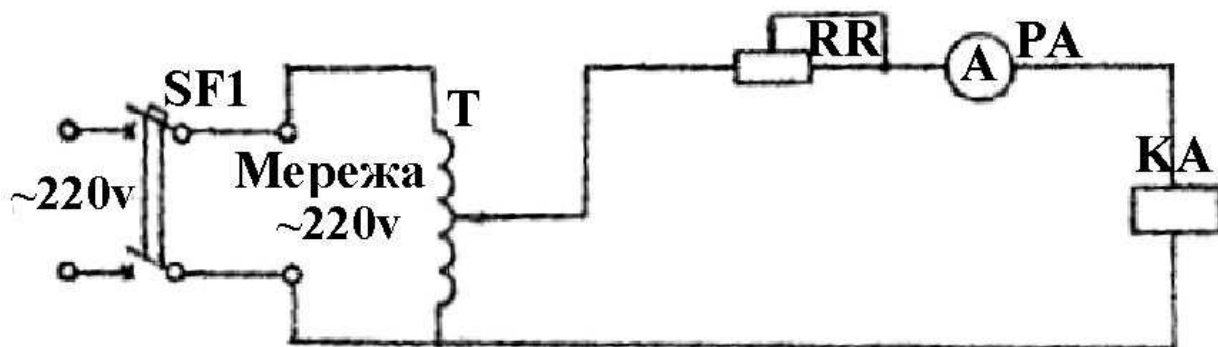


Рис. 4 – Схема визначення струму почала обертання диска

Таблиця 3 – Струм початку обертання диска

| Тип реле | Струм уставки індукційного елемента, А | Струм початку обертання диска |
|----------|--|-------------------------------|
| РТ-80/1 | 4 | 1,0 |
| РТ-80/2 | 2 | 0,5 |

Якщо диск починає обертатися при струмах, що перевищують значення, вказані в табл. 3, необхідно перевірити стан верхнього і нижнього підп'ятників і кульки, запресованного в осі диска.

Для огляду підп'ятників необхідно, ослабивши зміцнюючу гайку, вивернути підп'ятник і, ретельно протерши, оглянути його через лупу п'ятишестикратного збільшення. Робочі поверхні не повинні мати вибоїн і подряпин. При виявленні дефектів підп'ятник підлягає заміні.

Для огляду кульки необхідно вивернути обидва підп'ятника і зняти шкалу реле. Робочі поверхні кульки також не повинні мати вибоїн і подряпин. При виявленні дефектів кулька підлягає заміні. Якщо рамка має млявий хід або відбувається затирання в осі, аналогічному огляду зазнають підп'ятники і осі рамки. Для зняття рамки необхідно вийняти диск і нижній підп'ятник рамки, потім, звільнивши пружину, подати рамку праворуч і вивести палець з упора. Далі, опустивши рамку нижче верхнього підп'ятника, легко вийняти її в ліву сторону;

ж) перевіряється надійність зачеплення черв'ячної передачі. Для цього, встановивши витримку часу 1с, рамку повертають на себе до зчеплення зубчатого сектора з черв'яком. Глибина зачеплення повинна бути такою, щоб між зубцями сектора і різьбленням черв'яка після зачеплення зберігся невеликий зазор. Нормальна глибина зачеплення повинна становити $1/3$ глибини різьблення черв'яка. При порушенні глибини зачеплення її регулюють зміною положення дужки. Для цього її пересувають в овальних отворах приливу. Остаточну глибину зачеплення регулюють встановчим гвинтом;

з) перевіряється наявність і стан салазок, що оберігають контакти від торкання з кожухом;

и) визначається стан і регулюються контакти. Відстань між замикаючими контактами повинна бути не менше за 3мм. При спрацюванні реле із замикаючими контактами або в режимі спокою реле з розмикаючими контактами нерухомі контакти повинні прогинатися до 0,8-1мм. У сигнальних контактів реле зазор повинен складати не менше за 1,5 мм.

Контакти повинні мати сферичну форму, а їх поверхня повинна бути чистою, не мати вибоїн і подряпин. Брудні контакти і контакти, що підгоріли треба зачистити дрібним надфилем і відполірувати воронилом.

3) Перевірка і регулювання електричних характеристик реле. Здійснюється у такому об'ємі:

- перевірка струму спрацювання електромагнітного елемента;
- визначення струму спрацювання і повернення індукційного елемента;
- обчислення коефіцієнта повернення індукційного елемента;
- визначення сирумочасової характеристики;
- перевірка надійності роботи контактів.

а) Перевірку і регулювання струму спрацювання (відсічки) електромагнітного елемента на робочій уставке проводять по схемі, представленій на рис. 5, в наступній послідовності:

встановлюють необхідну уставку; при цьому рамку утримують рукою у відведеному стані;

у вимірювальній схемі встановлюють струм, відповідний струму уставки реле, а потім цей струм відключають;

рамку реле відпускають і реле накривають кожухом;

через кожні 5 с подають струм в обмотку реле поштовхами, кожний раз трохи знижуючи струм доти, поки відсічка не перестане спрацьовувати;

уточнивши величину струму по амперметру, подають цей струм трьома короткими включеннями і, якщо при цьому відсічка спрацює все 3 рази, фіксують отримане значення струму в протоколі, в іншому випадку необхідне додаткове регулювання.

У разі значного розходження отриманих значень струму відсічки від результатів вимірювань, отриманих при попередніх випробуваннях, необхідно звільнити гвинт кріплення шкали відсічки і поворотом регулювальної головки встановити необхідну кратність.

б) Струм спрацювання і повернення індукційного елемента перевіряють на робочій уставці по схемі, представлений на рис. 5. Починаючи від 0,5 струму робочої установки, плавно збільшують струм в реле до величини струму спрацювання. При розходженні струму спрацювання з струмом робочої уставки більш ніж на 3% необхідно провести регулювання зміною натягнення пружини.

Величина струму повернення може визначатися двома способами: при плавному зниженні струму в реле в момент підходу важеля сектора майже впритул до коромисла відсічки, коли в зчепленні знаходяться всі витки черв'яка, або при зменшенні струму поштовхом до величини струму повернення при такому ж положенні важеля сектора.

в) Перевірку і регулювання коефіцієнта повернення реле проводять по схемі рис. 5. Коефіцієнт визначають відношенням струму, при якому відбувається розчіплення черв'яка і зубчатого сегмента, до струму, при якому відбувається зачеплення цих елементів:

$$K_{нов} = \frac{I_{нов}}{I_{спр}}$$

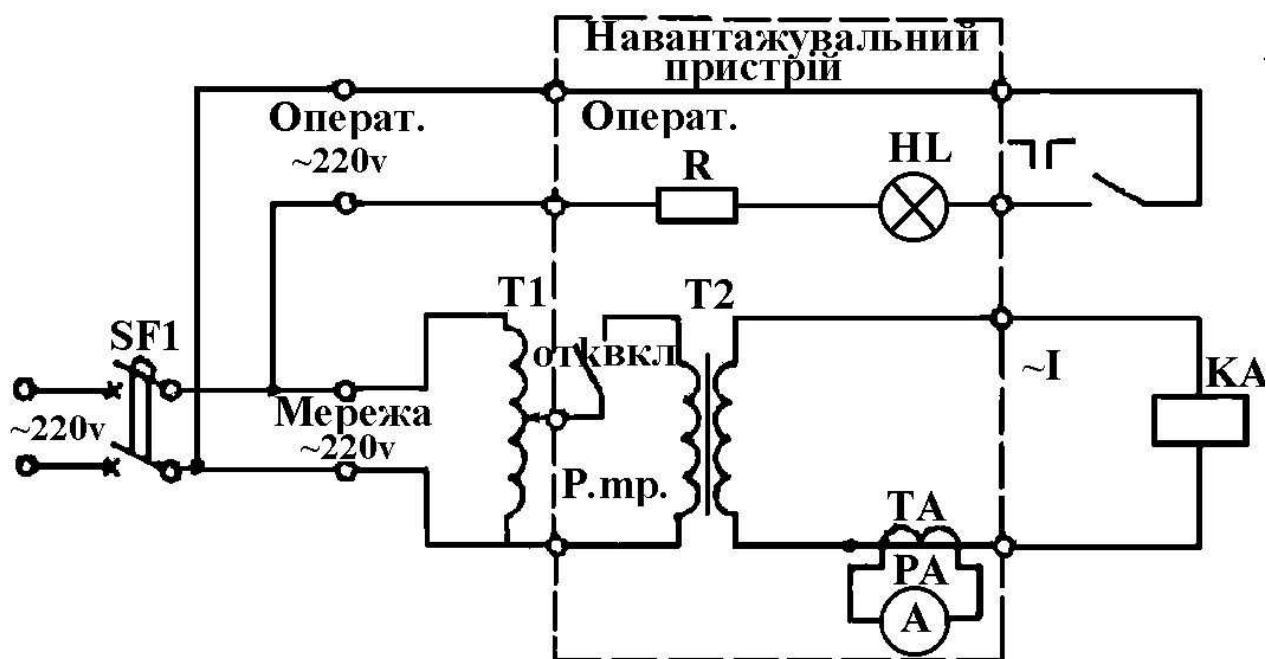


Рис.5 – Схема перевірки електричних характеристик реле

У нормально відрегульованих контактів $K_{нов} = 0,8$ при визначенні струму повернення поштовхом і $K_{нов} = 0,84 \div 0,87$ при плавному зменшенні струму. Якщо коефіцієнт повернення виявиться нижче необхідної величини, то потрібно перевірити можливість зменшення глибини зачеплення черв'ячної передачі.

Якщо глибина зачеплення нормальна і зменшити її не можна, то коефіцієнт повернення можна підвищити, відгинаючи стальну скобу рамки від магнітопровода. На закінчення необхідно перевірити роботу черв'ячної передачі (сектор не повинен зіскакувати при початку підйому коромисла відсічки), а також ще раз перевірити струм спрацювання і, якщо він змінився, підрегулювати його зміною натягнення пружини.

г) Характеристики часу спрацювання реле на робочих уставках знімаються по схемі, представлений на рис. 6, і порівнюють з типовими.

Характеристику знімають до незалежної частини характеристики ($8 \div 10$) струму уставки. Для кожної точки робиться три відліки і фіксується середнє

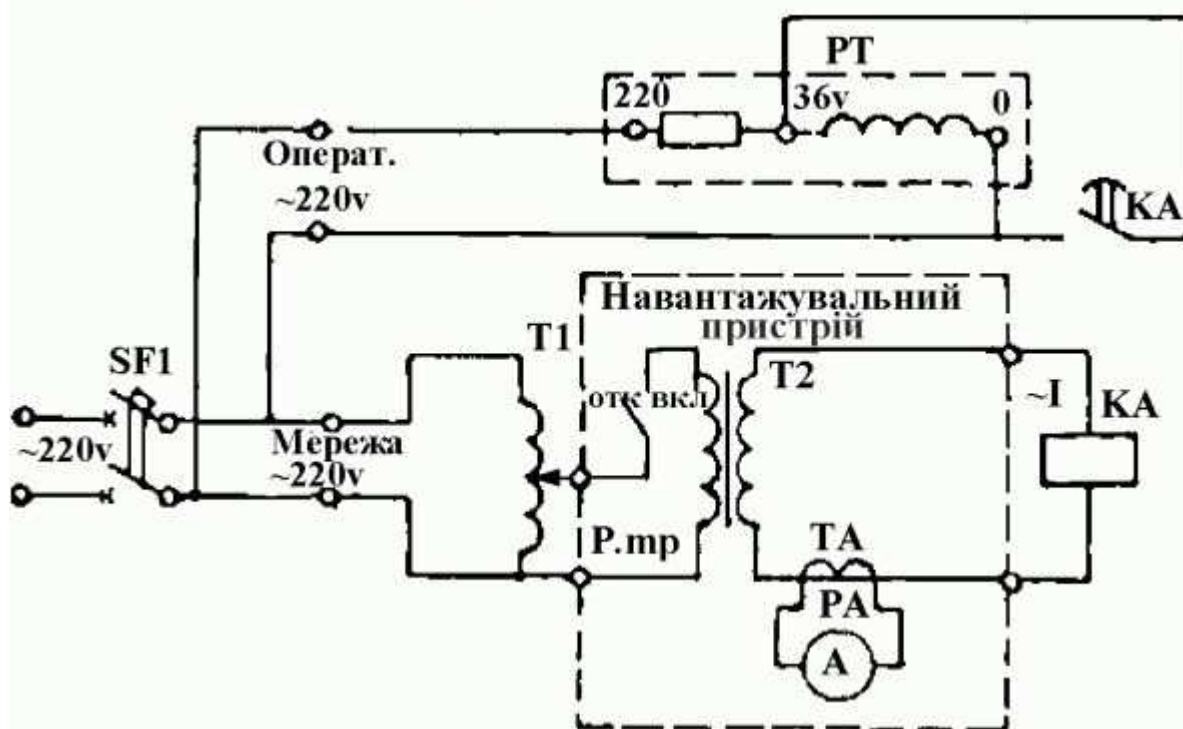


Рис. 6 – Схема визначення часу спрацювання реле

значення з показань секундоміра. Звичайно витримку часу вимірюють при 5-6 значеннях струму, в тому числі при струмі спрацювання і заданих значеннях струму відсічки.

д) Відсутність вібрації контактів перевіряють при навантаженні на контакти, передбаченою схемою захисту. При перевірці потрібно підняти струм від $1,05 I_{спр}$ до максимально можливого значення струму короткого замикання, приведенного до повторного струму. Струм на реле подають поштовхами з інтервалом 0,1 максимального значення струму. У всьому діапазоні струмів замикання контактів повинно відбуватися без вібрації і іскріння.

4. Програма роботи

- 1) Вивчити принцип дії, конструкцію і технічні характеристики реле типу РТ-80, зафіксувати паспортні дані.
- 2) Зробити зовнішній огляд реле.

- 3) Перевірити і відрегулювати механічну частину реле і контакти, перевірити величину струму початку обертання диска.
- 4) Зібравши відповідні випробувальні схеми, перевірити електричні характеристики реле:
 - струм спрацювання електромагнітного елемента при 10-кратому струмі спрацювання;
 - струм спрацювання і повернення індукційного елемента;
 - коефіцієнт повернення індукційного елемента;
 - струмочасову характеристику індукційного елемента і реле загалом.
- 5) Випробувати роботу реле на заданій уставці.
- 6) Скласти протокол перевірки технічних характеристик реле типу РТ-80 (приведений нижче).
- 7) Оформити звіт по лабораторній роботі по формі приведений в додатку.

5. Вказівки по виконанню роботи

Перед початком роботи необхідно:

- 1) Вивчити принцип дії і устрій реле типу РТ-80, а також зміст і технологію перевірки його технічних характеристик.
- 2) Вивчити контрольно-вимірювальну і випробувальну апаратуру, що використовується при перевірках індукційного вимірювального реле.
- 3) Підготувати звіт по лабораторній роботі. У якому повинні бути відображені мета і програма роботи, робочі схеми контролю і випробування, а також схеми і технічні характеристики апаратури, що використовується в роботі.

Робочі схеми складаються на основі типових схем контролю і випробування, з урахуванням принципової і монтажною схем реле, що досліджується та апаратури, яку застосовують.

У процесі роботи необхідно:

- 1) Уточнити програму роботи, а також можливі зміни в складі контрольно-вимірювальної апаратури.
- 2) Виконати роботи, передбачені програмою. Послідовність і методика виконання окремих операцій приведені в розд.3.

По закінченні роботи:

- 1) Зробити необхідні обчислення і побудову функціональної залежності.
- 2) Оформити формалізований протокол випробування індукційного вимірювального реле.
- 3) Оформити звіт по лабораторній роботі.

6. Зміст звіту

Зміст звіту по роботі має відповідати наведеній у Додатку формі і містити в собі мету роботи та її зміст з поясненням до кожного з пунктів програми роботи. У звіті треба відобразити схеми і ескізи, що пояснюють принцип дії і конструкцію реле РТ-80, способи формування уставок індукційної і електромагнітної частини реле, методику визначення струмів спрацювання обох частин реле, параметри, що визначають технічний стан реле. В звіті можуть бути наведені також відповіді на поставлені в роботі контрольні запитання.

7. Контрольні запитання

1. Які реле одержали назву індукційних?
2. Які конструкції індукційних реле Ви знаєте?
3. Перелічіть основні вузли конструкції реле типу РТ-80.
4. Якій меті служать короткозамкнені витки на полюсах магнітної системи?
5. Наведіть формулу обертаючого моменту для реле типу РТ-80.
6. Чим забезпечується сталість швидкості обертання диска при незмінній величині струму в обмотці?

7. За рахунок чого в реле РТ – 80 забезпечується зсув магнітних потоків у просторі?
8. Яку величину називають струмом спрацьовування індукційного елемента?
9. Які елементи конструкції реле типу РТ-80 використовують для регулювання уставок?
10. Який елемент конструкції реле типу РТ-80 забезпечує протидіючий момент в індукційній частині реле?
11. Який елемент конструкції реле типу РТ-80 забезпечує протидіючий момент в електромагнітній частині реле?
12. Чому реле типу РТ-80 називають “реле з обмежено залежною характеристикою”?
13. За допомогою якого елемента і за рахунок чого можна регулювати струм відсічки реле РТ-80?
14. Чому для забезпечення роботи індукційного елемента необхідно не менше двох магнітних потоків, які зсунуті у просторі?
15. Для чого в конструкції реле застосовано постійний магніт?
16. Яку величину називають струмом відсічки реле РТ-80?
17. При якій кратності струму в обмотці реле РТ-80 стосовно струму спрацьовування починається “незалежна” частина ампер-секундної характеристики?
18. Які елементи конструкції реле РТ-80 впливають на величину коефіцієнта повернення індукційної частини?
19. Наведіть перелік операцій по контролю технічного стану реле РТ-80.
20. Яку величину називають коефіцієнтом повернення реле РТ-80?

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ РЕЛЕ

Тип реле _____ Завод виготівник _____

Зав.№ _____

Рік виготовлення _____ З'єднання обмоток _____

Місце установки _____

1. ЗОВНІШНІЙ ОГЛЯД

Зовнішнім оглядом _____

2. ЗНЯТТЯ ХАРАКТЕРИСТИК

2а. Перевірка струму спрацювання індукційного елемента

| | | | | | |
|-----------------------|--|--|--|--|--|
| Уставка | | | | | |
| Струм спрацювання | | | | | |
| Струм повернення | | | | | |
| Коефіцієнт повернення | | | | | |

Похибка _____ % _____ розкид _____ % _____

2б. Перевірка електромагнітного елемента

| | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Установка індукційного елемента | | | | | | | | |
| Кратність електромагнітного елемента | | | | | | | | |
| Струм спрацювання, А | | | | | | | | |

Розкид струму спрацювання не більше _____ % _____

2в. Визначення струмочасових характеристик

| Уставка,с | Кратність | | | | | | | | Розкид за часом |
|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|--|-----------------|
| | | | | | | | | | |

%

%

%

Похибка уставки за часом не більш _____ % _____

2г. Крива витримки часу

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3. ПЕРЕВІРКА ВІБРАЦІЇ КОНТАКТІВ

Перевірка проводилася струмом від _____ А до _____ А на установці _____ А _____

Вібрація не спостерігалася /спостерігалася / _____

4. ВИМІРЮВАННЯ ОПОРУ ІЗОЛЯЦІЇ

Опір ізоляції обмоток, _____ МОм, контактів _____ МОм _____

Висновок

Реле типу _____ зав.№ _____ для експлуатації _____

Перевірку проводили

/ _____ /

/ _____ /

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ РЕЛЕ

1. Мета роботи

1. Вивчення принципу дії електромагнітних вимірювальних реле та їх місце в схемах захисту споживачів.
2. Дослідження особливостей конструкції електромагнітних вимірювальних реле.
3. Засвоєння головних електричних характеристик електромагнітних вимірювальних реле та методики їх визначення.
4. Дослідження надійності роботи реле.

2. Загальні положення

Електромагнітними називають реле, в яких магнітне поле, що створюється струмом обмотки, впливає на рухомий стальний яркір. Відповідно до конструкції реле поділяють на соленоїдні, клапанні і реле з поворотним якором. Найбільше поширення в схемах пристроїв максимального струмового захисту отримало реле з поворотним якором типу РТ- 40 (рис. 1).

Магнітна система реле складається з П-образного шихтованого осердя 1 і Г-образного якоря. У осерді електромагніту під котушками є вирізи, призначені для зниження вібрації рухомої системи при великих і несінусоїдальних струмах за рахунок зменшення величини магнітного потоку при насиченні.

Положення якоря в початковому і кінцевому положеннях фіксується установочними гвинтами 3. У початковому положенні яркір утримується за допомогою протидіючої спіральної пружини 4, один кінець якої зв'язаний з якорем, а іншої – з покажчиком уставки 5. При повороті покажчика

змінюється протидіючий момент пружини, а отже, і струм спрацювання. Величина струму спрацювання, що відповідає натягненню протидіючої пружини, наноситься на шкалу 6. При повороті покажчика з початкового положення на 90° момент протидіючої пружини збільшується в 4 рази.

До якоря прикріплені опорна скоба і пластмасова колодка з двома рухомими містковими контактами. До верхньої частини скоби прикріплений барабанчик 7 з радіальними перегородками всередині. Порожнина барабанчика заповнена сухим піском. При прискоренні рухомої системи піщинки приходять в рух і частина енергії, що передається якорю, тратиться на подолання сил тертя між піщинками. Завдяки цьому знижується вплив змінної складової тягової сили електромагніту, що визначає вібрацію якоря. Крім того, зменшується вібрація контактів при їх співударі в момент замикання.

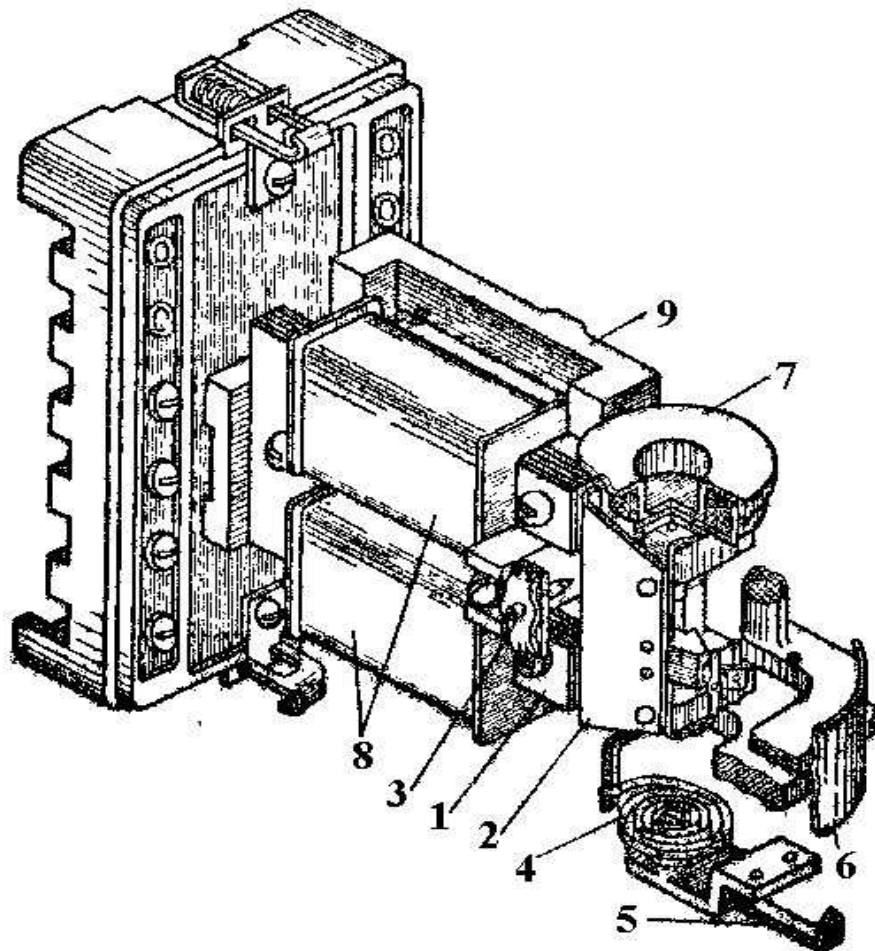


Рис.1 – Будова електромагнітного реле типу РТ-40

На осерді розташовані дві обмотки 8, кінці яких виведені на затискачі цоколя реле. Перестановкою перемичок на цих затискачах можна здійснювати паралельне і послідовне з'єднання обмоток, змінюючи тим самим величини уставок струму спрацювання в два рази. Цифри, що нанесені на шкалі реле, відповідають послідовному з'єднанню обмоток.

Всі вузли змонтовані на основі 9 з алюмінієвого сплаву, укріпленому на пластмасовому цоколі реле. і закриті прозорим кожухом з полістиролу.

З теорії електромагнітних приладів відомо, що електромагнітна сила, що притягає стальний якір до електромагніту, пропорційна квадрату магнітного потоку в повітряному зазорі

$$F_e = K \cdot \Phi^2,$$

де K – коефіцієнт пропорційності, який враховує матеріал магнітопровода і площу його перерізу;

Φ - магнітний потік.

Магнітний потік і створюючий його струм в обмотці реле I_p зв'язані співвідношенням

$$\Phi = \frac{I_p \cdot \omega_p}{p},$$

де p – магнітний опір кола, по якому замикається потік Φ ;

ω_p – число витків в обмотці реле.

Оскільки реле типу РТ- 40 має поворотний якір, то зручніше силу, діючу на нього, замінити на момент обертання.

Спрощено електромагнітний момент обертання $M_{обер}$ можна подати у такому вигляді

$$M_{обер} = F_e \cdot l_p,$$

де l_p - плече дії сили,

або, після підстановки складових

$$M_{обер} = K \cdot \frac{\omega_p^2}{p^2} \cdot I_p^2 \cdot l_p$$

Якщо з деяким припущенням прийняти, що поле в повітряному зазорі однорідне, то магнітний опір реле стане прямо пропорційним довжині повітряного зазору. У цьому випадку вираз для обертаючого моменту приймає вигляд

$$M_{обер} = K \cdot \frac{\omega^2}{\delta^2} \cdot I_p^2 \cdot l_p.$$

де δ – повітряний зазор між полюсами і якорем.

Таким чином, величина електромагнітного моменту залежить від числа витків в обмотці, струму в ній і від величини повітряного зазору (кута повороту якоря).

Потрібно враховувати, що при протіканні струму в обмотках реле обертання якоря буде протидіяти пружина, яка утримує якор в початковому положенні, а також сила тертя в підшипниках. Отже, для спрацювання реле необхідно щоб електромагнітний момент обертання перевищував суму протидіючих моментів за рахунок дії сил пружини і сил тертя у підшипниках на всьому шляху руху якоря

$$M_{обер} > M_{пр} + M_{тер}$$

Найменший струм, при якому виконується ця умова, називають струмом спрацювання реле $I_{спр}$.

З останніх двох рівнянь видно, що струм спрацювання реле можна змінювати трьома способами: числом витків в обмотці, моментом протидіючої пружини, довжиною повітряного зазору з урахуванням сил тертя. Найбільш

легким і зручним для практичного використання є два перших способи.

Для плавного регулювання струму спрацювання звичайно використовують зміну моменту протидіючої пружини. При пересуванні повідка 7 праворуч натягнення пружини збільшується і тому для повороту якоря буде потрібний більший електромагнітний момент, а, отже, і більший струм в обмотці реле.

Регулювання струму спрацювання зміною числа витків здійснюють за рахунок послідовного або паралельного з'єднання полуобмоток реле. Це пояснюється тим, що необхідна для спрацювання реле магніторухаюча сила при послідовному з'єднанні полуобмоток буде створена при струмі в обмотці в два рази меншому, ніж при їх паралельному з'єднанні.

Таким чином, використовуючи одночасно обидва способи, можна змінити уставку реле в чотири рази.

Повернення притягнутого якоря в початкове положення відбувається під дією протидіючої пружини. Для повернення необхідне таке зменшення струму в обмотці реле, щоб момент пружини став більше електромагнітного моменту обертання та тертя на всьому шляху руху якоря в початкове положення, тобто

$$M_{np} > M_{обер} + M_{тер},$$

звідки

$$M_{обер} < M_{np} - M_{тер}.$$

Момент тертя $M_{тер}$ перешкоджає поверненню якоря і направлений тепер протилежно $M_{обер}$.

Найбільше значення струму, при якому якір реле повертається в початкове положення, називають струмом повернення реле $I_{нов}$.

Відношення струму повернення до струму спрацювання отримало назву коефіцієнта повернення $K_{нов}$:

$$K_{нов} = \frac{I_{нов}}{I_{спр}}.$$

Очевидно, що в максимальних струмових реле струм повернення завжди менше струму спрацювання і тому $K_{нов} < 1$. У максимальних реле струму типу РТ-40 $K_{нов} = 0,85 - 0,95$.

Для забезпечення чіткої роботи пристроїв релейного захисту необхідно, щоб струм повернення реле можливо менше відрізнявся від струму спрацювання, тобто щоб коефіцієнт повернення був близький до 1.

Тому вельми важливо встановити, від яких параметрів і причин залежить величина коефіцієнта повернення. Розглянемо діаграму моментів, діючих на якір реле в функції величини повітряного зазору (рис.2).

При спрацюванні реле його якір повертається і повітряний зазор δ зменшується від початкової величини δ_1 до δ_2 в кінці ходу якоря.

Протидіюча пружина при цьому розтягується і її момент $M_{пр}$ наростає згідно з лінійним законом

$$M_{пр} = M_{1н} + K(\delta_1 - \delta_2).$$

де $M_{1н}$ – початковий протидіючий момент пружини.

Електромагнітний момент $M_{обер}$ також збільшується, але по кривій, що має більш складну залежність. Коли якір досягне кінцевого положення δ_2 , то, завдяки більш швидкому наростанню $M_{обер}$ в порівнянні з $M_{пр}$, утвориться надмірний момент $\Delta M = M_{2обер} - M_{2н}$. Для повернення якоря необхідно зменшити струм в обмотці реле до величини $I_{нов}$, при якому момент $M_{обер}$ знизиться до $M_{2нов}$.

При цій умові момент пружини $M_{2нов}$ долає електромагнітний момент $M_{2обер}$ і момент за рахунок тертя $M_{тер}$ і якір повертається в початкове положення δ_1 .

З діаграми слідує, що чим більше надмірний момент ΔM і момент за

рахунок тертя $M_{тер}$, тим більше різниця між $I_{нов}$ і $I_{спр}$ і тим менше $K_{нов}$.

Отже для поліпшення $K_{нов}$ необхідно забезпечити найбільше зближення характеристик зміни моментів $M_{обер}$ і $M_{пр}$ (що знижує надмірний момент) і максимальне зниження тертя в осях рухомої системи реле.

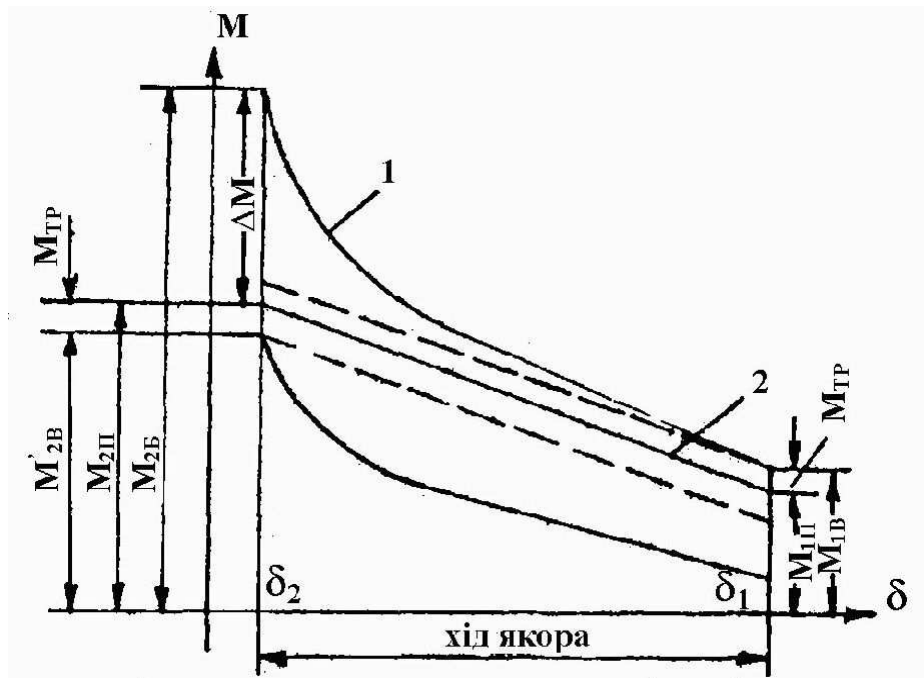


Рис.2 – Діаграма моментів сил в реле типу РТ- 40

Надмірний момент буде значно меншим, якщо реле працює при великому кінцевому повітряному зазорі: цього досягають установкою спеціальних упорів або прокладок з немагнітного матеріалу.

Зниження надмірного моменту можна досягти вибором спеціальних профілів для полюсних наконечників електромагніту і для якоря, здатних забезпечити відносно невелику зміну повітряного зазору при обертанні якоря.

Для зниження тертя частин, що обертаються, розташовують в твердих опорах (сапфір, корунд), при цьому осі мають бути правильно заточені і добре відполіровані.

При конструюванні вимірювальних реле максимального струму типу РТ-40 враховані всі перелічені чинники, завдяки чому в них коефіцієнт повернення $K_{нов}$ знаходиться в межах від 0,85 до 0,9.

Технічні характеристики реле типу РТ-40

Реле серії РТ- 40 призначені для пристроїв релейного захисту змінного струму з частотою 50 - 60 Гц. Межі уставок спрацювання наведені в табл. 1

Таблиця 1 – Межі уставок спрацювання реле серії РТ - 40

| Тип реле | З'єднання котушок полуобмоток | | | | Споживана потужність при струмі мінімальної уставки, Вт |
|-----------|-------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|---|
| | Послідовне | | Паралельне | | |
| | Межі уставок, А | I _{ном} , А | Межі уставок, А | I _{ном} , А | |
| РТ-40/0,2 | 0,5-0,1 | 0,5 | 0,1-0,2 | 1,0 | 0,2 |
| РТ-40/0,1 | 0,15-0,3 | 1,6 | 0,3-0,6 | 3,2 | 0,2 |
| РТ-40/2 | 0,5-0,1 | 3,8 | 1,0-2,0 | 7,6 | 0,2 |
| РТ-40/6 | 1,5-3,0 | 10,0 | 3,0-6,0 | 20,0 | 0,5 |
| РТ-40/10 | 2,5-5,0 | 16,0 | 5,0-10,0 | 32,0 | 0,5 |
| РТ-40/20 | 5,0-10,0 | 18,0 | 10,0-20,0 | 36,0 | 0,5 |
| РТ-40/50 | 12,5-25,0 | 25,0 | 25,0-50,0 | 50,0 | 0,8 |

Похибка реле становить $\pm 5\%$ при температурі навколишнього повітря $+20^{\circ}\text{C}$.

Коефіцієнт повернення $K_{нов}$ реле має 0,85 на першій уставці і не менше за 0,8 на інших. Додаткове регулювання забезпечує $K_{нов}$ не менше за 0,85 на будь - якій уставці шкали, при цьому $K_{нов}$ на інших уставках не менше 0,8.

Для реле з мінімальною уставкою більше за 20А коефіцієнт повернення складає не менше за 0,7 на будь-якій уставці.

Струм спрацювання на кожній з уставок при зміні частоти від 45 Гц до 60 Гц змінюється не більш ніж на 5% відповідно величині, виміряної при 50 Гц.

Власний час спрацювання реле – не більше за 0,1 с при струмі $1,2I_{уст}$ і 0,03 з при струмі $3I_{уст}$.

Контактна система реле складається з одного нормально замкненого і

одного нормально розімкненого контактів.

Розривна потужність контактів при напрузі 220 В і струмі до 2А складає 60Вт в колі постійного струму з індуктивним навантаженням і 300 ВА у колі змінного струму. Тривало допустимий струм складає 2А.

Реле розраховані для роботи при температурі навколишнього повітря від 20 до +40⁰С.

Відповідно до вимог “Правил експлуатації” до параметрів, що характеризують стан реле відносять:

- струм спрацювання;
- струм повернення;
- коефіцієнт повернення;
- потужність споживання та опір обмотки реле;
- опір ізоляції обмоток та контактної системи реле.

При новому включенні реле в схему пристрою захисту та при планових перевірках контроль технічного стану реле треба здійснювати у такому об'ємі:

- зовнішній огляд;
- перевірка і регулювання механічної частини реле;
- перевірка стану ізоляції;
- перевірка і регулювання електричних характеристик реле (струм спрацювання і повернення, коефіцієнт повернення, надійність роботи контактів).

3. Методика контролю технічних характеристик вимірювального реле струму типу РТ-40

При новому включенні, планових перевірках контроль технічного стану реле здійснюється в наступному об'ємі:

- зовнішній огляд;
- перевірка і регулювання механічної частини і контактів реле;
- перевірка стану ізоляції;

перевірка і регулювання електричних характеристик реле.

Зовнішній огляд реле проводиться перед його розкриттям. При цьому звертають увагу на наявність пломби, цілість кожуха, наявність, стан і надійність зміцнюючих гвинтів, контактних шпильок виводів і т.п.

Огляд, перевірку і регулювання механічної частини і контактів здійснюють в наступному порядку:

а) зняти кожух і пересвідчитися у відсутності пилу і бруду всередині реле. Перевірити надійність кріплення регулювальних гвинтів, щільність шихтовки магнітопровода, відсутність пошкоджень ізоляції котушок і з'єднувальних проводів, а також стан контактних з'єднань. Помічені несправності слід усунути;

б) перевірити (на дотик) наявність повздовжнього і поперечного люфта, який повинен бути не менше за 0,2 мм. Перевірити ідентичність загинів пелюсток і наявність зазора між ними і полюсами;

в) перевірити надійність кріплення покажчика шкали, який повинен ходити по шкалі з деяким тертям і не зсуватися самовільно. Усунути помічені недоліки;

г) перевірити стан протидіючої пружини. Пружина повинна мати правильну спіральну форму. Площина спіралі повинна бути суворо перпендикулярна до осі реле. Витки пружини не повинні мати слідів корозії і зберігати рівномірний зазор при повороті повідка в робочих межах;

д) оглянути і відрегулювати робочі контакти. Брудні, закопчені контакти і контакти, що підгоріли, необхідно зачистити і відполірувати. При перевірці роботи контактів необхідно враховувати, що хід контакту не повинен бути дуже великим, оскільки це може викликати їх відкидання і затягнути час спрацювання реле. Мінімальний зазор між рухомими і нерухомими контактами по прямій повинен бути не менше за 1,5 мм щоб уникнути перекриття пружин нерухомих контактів через вібруючий під струмом місток. Необхідно також піддати перевірці кут зустрічі контактів β , що утворюється дотичною до дуги, що описується контактним містком при повороті якора в точці дотику, і

площиною нерухомих контактів. Цей кут повинен становити $25-30^\circ$ (рис. 3). При зменшенні кута β зростають спільний хід контактів і їх притирання, а також меншає електричний момент, необхідний для їх замикання. Однак потрібно враховувати, що при поверненні якоря меншає швидкість розходження контактів, за рахунок чого при розмиканні контактів виникає іскріння.

Спільний хід контактів повинен складати не менше за 1-1,5мм. Для уникнення заскакування контактів зустріч містка з контактом повинна відбуватися на відстані $1/3$ довжини від переднього і заднього краю контакту. Чим більше спільний хід і менше кут зустрічі, тим більше притирання контактів, тим чіткіше їх робота при малих кратностях моменту на реле і менше відкидання при великих кратностях. Повернення реле, особливо при великій індуктивності навантаження, значно сповільнюється і контакти швидко зносяться від іскріння.

Нерухомі контакти повинні знаходитися в одній площині, мати однаковий вигин і замикатися контактним містком одночасно.

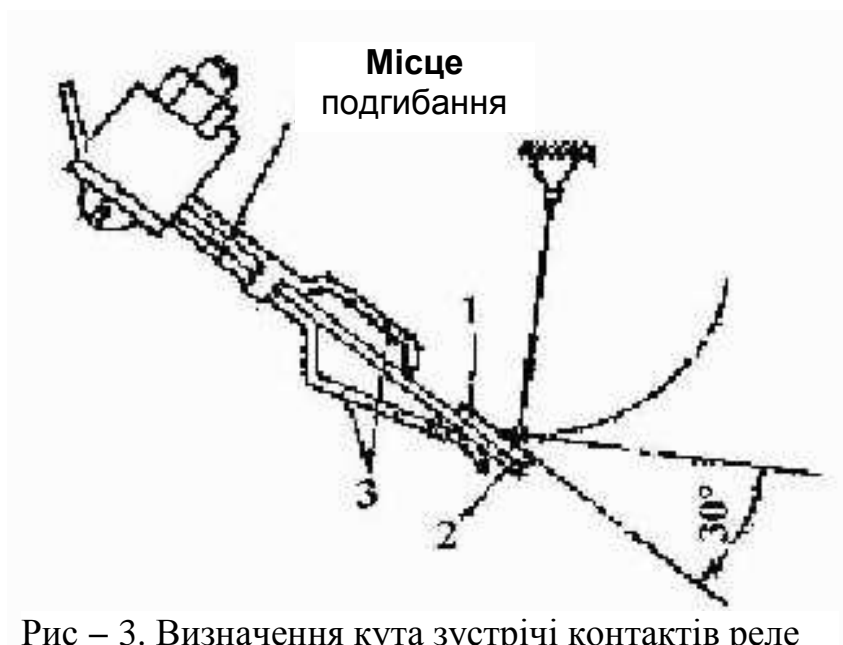


Рис – 3. Визначення кута зустрічі контактів реле

При огляді контактного містка потрібно мати на увазі, що він повинен мати зазори в повздовжніх і поперечних напрямках, що дозволяють йому повертатися навколо своєї осі на $10-15^\circ$ і вздовж осі на 0,2-0,3мм.

При замиканні реле упори на траверсі містка не повинні торкатися його тильної сторони. Понадміру великі повздовжні і поперечні зазори містка рухомого контакту приводять до вібрації містка при спрацюванні,

спричиняючи іскріння контактів. Відсутність вільного ходу містка може привести до відмови реле, тобто, при різній пружності нерухомих контактів якір може зупинитися, замкнувши лише один контакт.

Для створення нормально-закритого контакту необхідно, щоб при відсутності струму в обмотці рухома система реле своєю вагою створювала невеликий прогиб нижніх контактних пружин. Між якором і гвинтами упора повинен бути зазор не менше за 0,5 мм. При повороті якора від руки нерухомі контакти, розгинаючись, повинні деякий час рухатися за рухомих містком, не розриваючи кола. Зазор між містком і верхнім і нижнім нерухомих контактами повинен бути однаковий, щоб забезпечити відстань між контактами біля 2мм як до спрацювання, так і після спрацювання реле. Особлива увага потрібно звернути на те, щоб контактний місток не міг одночасно торкатися верхнього і нижнього контактів. При знаходженні містка у верхньому або нижньому замкненому положенні відстань між контактним містком і протилежними контактами повинна бути не менше за 2мм.

Стан ізоляції всіх кіл реле перевіряють відносно корпусу і між окремими колами відповідно до загальної інструкції по випробуванню ізоляції кіл вторинної комутації.

Перевірка і регулювання електричних характеристик реле здійснюється в наступному об'ємі:

- визначення струму спрацювання і повернення;
- визначення коефіцієнта повернення;
- випробування роботи на вибраній установці;
- вимірювання потужності, споживаної реле;
- перевірка надійності роботи контактів.

а) Величину струму спрацювання і повернення визначають на всьому діапазоні шкали реле у відповідності зі схемою, представленою на рис. 4

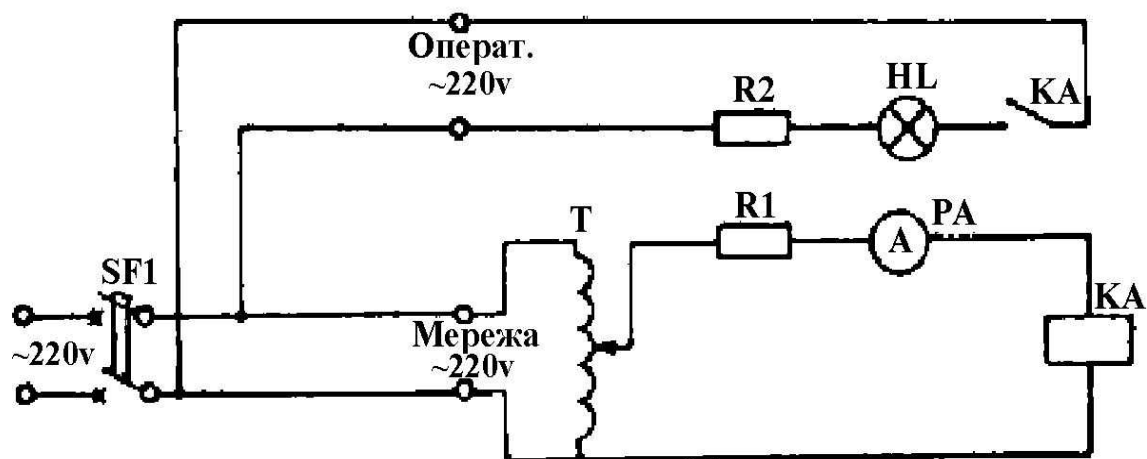


Рис 4 – Схема визначення електричних характеристик реле

Струм спрацювання і повернення визначається не менш трьох разів на кожній уставці шкали. При цьому перевіряється розкид параметрів.

Розкид отриманих величин не повинен перевищувати 5% середнього значення. Потрібно також враховувати, що вибрана уставка не повинна знаходитися в першій третині шкали.

У тих випадках, коли розкид струму спрацювання перевищує 5%, необхідно проконтролювати поведінку контактної містки якоря. У справному стані реле при повороті покажчика приблизно на 25-30% ліворуч від першої точки шкали пружина реле повинна повністю розкрутитися. При цьому досить повернути покажчик на 1-2°, щоб місток вільно змінив своє положення, замикаючи або розмикаючи контакти.

Млявий або навпаки різкий перехід контактної містки з одного положення в інше вказує на наявність затирання рухомої системи. Найбільш вірогідною причиною млявої роботи є забруднення або дефекти підшипників і кінців осей. Таким чином, перед регулюванням необхідно обстежити стан під'ятників за допомогою лупи. У разі виявлення вибоїн, ексцентриситету або вироблення кратера під'ятник потрібно замінити на новий.

Через часову лупу також оглядають кінці осі реле, звертаючи при цьому увагу на стан вершин конуса заточування осі і на відсутність вибоїн, дряпин і іржі на її кінцях. Вісь повинна бути заточена на обох кінцях на конус, кінці повинні мати блискучу поліровану поверхню. Заточування не повинне бути дуже гострим. Кут конуса осі повинен бути гостріше за кратер підп'ятників, щоб вісь спиралася на підп'ятник в одній точці, а не по всьому колу. Виявлені дефекти потрібно усунути, а після зборки реле знову перевірити величини струму спрацювання і повернення на всьому діапазоні шкали реле.

б) Коефіцієнт повернення визначають за даними вимірювання струму спрацювання і повернення по формулі

$$K_{нов} = \frac{I_{нов}}{I_{сп}}$$

Коефіцієнт повернення повинен бути не менше за 0,86 для максимального реле і не вище за 1,2 для реле мінімального. Якщо коефіцієнт повернення виявився нижче допустимого, то необхідно ввести якір глибше під полюси, для чого у втягнутому положенні якоря потрібно подати уперед правий установчий гвинт. Підвищити коефіцієнт повернення можна також збільшенням повітряного зазора між пелюстками якоря і полюсами магнітопровода акуратним підгинанням пелюсток всередину.

Після проведення такої роботи потрібно знову перевірити і підрегулювати струм спрацювання, оскільки при збільшенні повітряного зазора струм спрацювання реле зростає.

в) Випробовування роботи реле на вибраній установці проводять по схемі рис. 4 триразовим вимірюванням струму уставки. При замочених недоліках необхідно провести додаткове регулювання.

г) Потужність, споживана обмоткою реле, визначають по схемі (рис. 5).

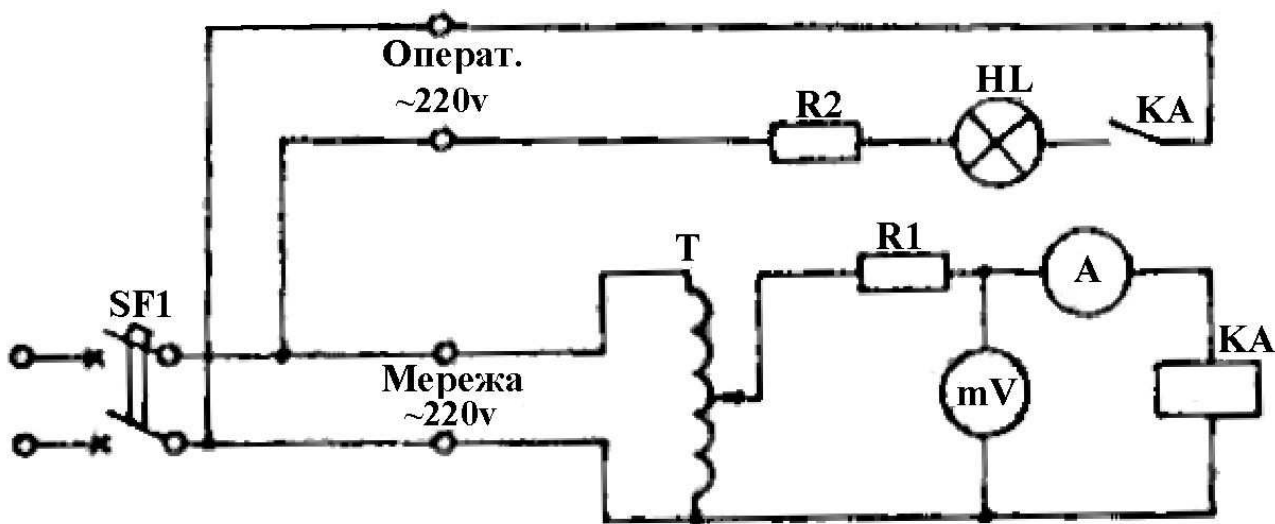


Рис. 5 – Схема визначення споживаної потужності реле

д) Перевірку роботи контактів реле проводять по схемі рис. 6. При перевірці струм в обмотці реле плавно, але швидко підвищують від величини, рівної 1,05 струму спрацювання, до найбільшого можливого значення вторинного струму короткого замикання.

Лампа при всіх значеннях струму повинна горіти рівним світлом без мигання і погасання. Вібрація або іскріння контактів при цьому мають бути відсутнім.

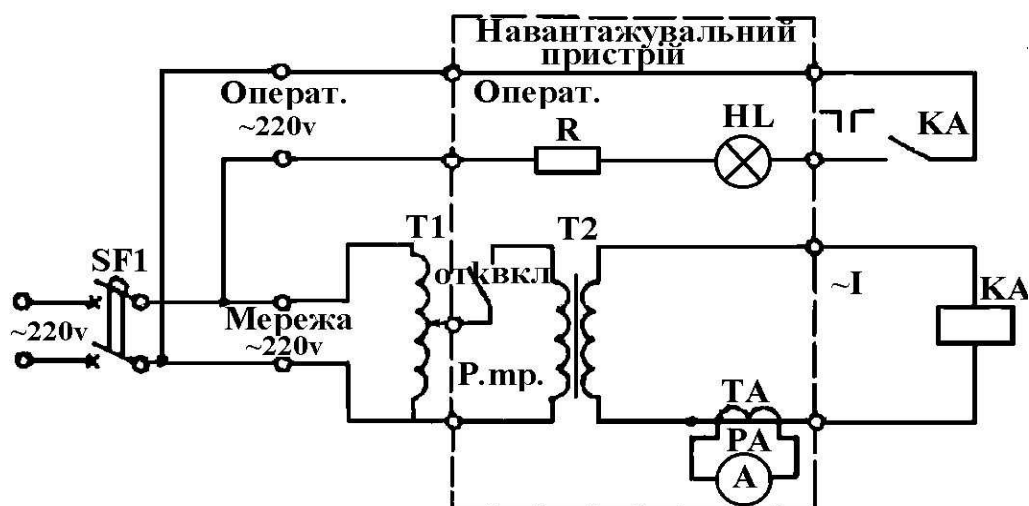


Рис 6 – Схема перевірки надійності роботи контактів

Для усунення іскріння при малих кратностях струму потрібно зменшити жорсткість контактних пружин (вальцюванням) або зменшити в допустимих межах кут зустрічі контактів.

При великих кратностях струму вібрація і іскріння усуваються зміною в невеликих межах кінцевого положення якоря під полюсами, для чого якір вводиться глибше під полюси і збільшується жорсткістю контактних пружин.

4. Програма роботи

- 1) Вивчити принцип дії, конструкцію і технічні характеристики реле типу РТ-40, зафіксувати його паспортні дані.
- 2) Зробити зовнішній огляд реле.
- 3) Перевірити і відрегулювати механічну частину і контакти реле.
- 4) Підібрати апаратуру і зібрати випробувальну схему для перевірки електричних характеристик реле (див. рис. 4):

визначити значення струму спрацювання і повернення на всьому діапазоні шкали реле (перевірити шкалу уставок). При необхідності зробити регулювання;

за даними попереднього пункту визначити коефіцієнт повернення, розкид і погрішності реле;

зібрати схему (рис. 5) і визначити споживану потужність і опір обмотки реле при мінімальній уставці;

випробувати реле на заданій установці.

- 5) Зібрати схему (рис. 6) і перевірити надійність роботи контактів реле.
- 6) Скласти протокол перевірки технічних характеристик реле типу РТ-40.
- 7) Оформити звіт по лабораторній роботі.

5. Вказівки по виконанню роботи

Перед початком роботи необхідно:

- 1) Вивчити принцип дії і пристрій реле типу РТ-40, а також зміст і технологію перевірки його технічних характеристик.

- 2) Вивчити контрольно-вимірювальну і випробувальну апаратуру, що використовується при перевірці вимірювального реле типу РТ-40.
- 3) Підготувати звіт по лабораторній роботі, в якому повинні бути відображені мета і програма роботи, робочі схеми контролю і випробування, а також схеми і технічні характеристики апаратури, що використовується при перевірках

Робочі схеми складаються на основі типових схем випробування, приведених в роботі, з урахуванням принципів і монтажних схем лабораторної установки.

У процесі роботи слід:

- 1) уточнити програму роботи, а також можливі зміни в складі контрольно-вимірювальної і випробувальної апаратури.
- 2) Виконати передбачені програмою роботи. Послідовність і методика окремих операцій приведені в розд.3.

По закінченні роботи зробити необхідні обчислення; оформити формалізований протокол випробування електромагнітного реле (приведений нижче), завершити оформлення звіту по лабораторній роботі.

6. Зміст віту

Зміст звіту по роботі має відповідати наведеній в додатку формі і містити собі мету роботи та її зміст з поясненням кожного з пунктів програми роботи. У звіті належить відобразити схеми і ескізи, що пояснюють принцип дії і конструкцію реле типу РТ – 40, способи формування уставок спрацювання реле, методику визначення струму спрацювання і повернення реле, параметри, що визначають технічний стан реле. У звіті можуть також бути наведені відповіді на поставлені в роботі контрольні запитання.

7. Контрольні запитання

1. Які реле називають електромагнітними
2. Які конструкції електромагнітних реле ви знаєте?

3. Назвіть основні вузли конструкції електромагнітних реле.
4. Наведіть формулу залежності обертаючого моменту електромагнітного реле від струму в обмотці.
5. Яку величину називають струмом спрацьовування електромагнітного реле?
6. Перелічіть способи регулювання уставок реле типу РТ – 40.
7. Яку величину називають коефіцієнтом повернення?
8. Приведіть перелік операцій по контролю технічного стану реле типу РТ – 40.
9. З якою метою при контролі реле обчислюють коефіцієнт повернення?
10. Які властивості реле характеризують коефіцієнтом повернення?
11. Який за величиною коефіцієнт повернення повинен бути в електромагнітному реле типу РТ – 40 і чому?
12. Які елементи конструкції реле типу РТ – 40 призначені для регулювання уставок?
13. Наведіть перелік основних технічних характеристик реле типу РТ – 40.
14. Для чого призначено барабанчик на осі якоря реле типу РТ – 40?
15. Яку функцію в реле типу РТ – 40 виконує спіральна пружина?
16. Наведіть формулу, що відображає умови спрацьовування електромагнітних реле.
17. Перелічіть способи підвищення коефіцієнта реле типу РТ – 40.
18. Для якої мети призначені дві полуобмотки в конструкції реле типу РТ – 40?
19. Яку величину називають струмом повернення електромагнітного реле типу РТ – 40?
20. Якими способами можна досягти зниження надмірного моменту?

ПРОТОКОЛ
ВИПРОБУВАННЯ РЕЛЕ

Тип реле _____ Завод виготівник _____

Зав.№ _____

Рік виготовлення _____ З'єднання обмоток _____

Місце установки _____

1. ЗОВНІШНІЙ ОГЛЯД

Зовнішнім оглядом _____

2. ЗНЯТТЯ ХАРАКТЕРИСТИК

| УСТАВКА | СПРАЦЮВАННЯ | ПОВЕРНЕННЯ | КОЕФІЦІЄНТ ПОВЕРНЕННЯ | РОЗКИД |
|---------|-------------|------------|--------------------------|--------|
| | | | | |

3. ПЕРЕВІРКА ВІБРАЦІЇ КОНТАКТІВ

Перевірка проводилася струмом від _____ А до _____ А на установці _____ А _____

Вібрація не спостерігалася /спостерігалася / _____

4. ВИМІРЮВАННЯ ОПОРУ ІЗОЛЯЦІЇ

Опір ізоляції обмоток, _____ МОм, контактів _____ МОм _____

Висновок

Реле типу _____ зав.№ _____ для експлуатації _____

Перевірку проводили

/ _____ /

/ _____ /

Лабораторна робота 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЕ ЧАСУ І ПРОМІЖНИХ РЕЛЕ

1 МЕТА РОБОТИ

1. Усвідомлення принципу дії реле, що випробують.
2. Засвоєння основних технічних характеристик реле.
3. Дослідження методики контролю параметрів реле.
4. Набуття практичних навичок у визначенні технічних параметрів реле.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

3 а РЕЛЕ ЧАСУ ТИПУ РВ-100

До основних елементів логічної частини пристроїв релейного захисту відносяться апарати для створення витримок часу. Такі елементи виготовляються у вигляді реле часу з механічним, електромагнітним, пневматичним уповільненням рухомої системи або у вигляді електричних контурів з різними постійними часу. Величину постійної регулюють зміною величини активного опору, ємності або індуктивності.

Будь-яка конструкція реле володіє власним часом дії, що може бути як незначним (мілісекунда), так істотним (десяті частки секунди). Додатковий час затримки створюється за допомогою реле часу і в залежності від конкретних умов може мінятися від сотої частки секунди до десятків секунд і навіть хвилин.

Реле часу поділяють:

- а) за видом струму – реле постійного і змінного струму;
- б) за видом регулювання механізму витримки – на реле з нерегульованою, плавно регульованою і ступінчасто-регульованою витримкою часу;

в) за механізмом створення витримки (електричним, електромагнітним, рідинним, механічним (зокрема, за допомогою годинникового механізму) пристроєм або комбінацією пристроїв, наприклад, реле з двигунним приводом.)

Найбільше поширення отримало реле часу з годинниковим механізмом. Як пусковий пристрій реле в цьому випадку використовується електромагнітна система з якором, що витягується. Таке реле випускається для роботи в колах постійного і змінного оперативного струму. Регулювання уставки в них здійснюється шляхом зміни відстані між рухомим і нерухомим контактами. Рівномірний рух останнього забезпечує годинниковий механізм після спрацювання пускового пристрою з регулюванням від 0 до 20 с.

На великі терміни спрацювання випускається двигунне реле часу. Це багатоступінчасте реле з регулюванням часу від 0 до 20 хв.

Малі терміни уповільнення можуть створюватися за рахунок власного часу дії електромагнітного реле, яке у різних типів реле знаходиться в межах від 0,01 до 0,06 с.

Спеціальне реле з короткозамкненою обмоткою або мідною втулкою на магнітопроводі затримує час на спрацювання до 0,12 с, а на відпущення – до 1,2 с. Це досягається розмагнічуючою дією струмів у короткозамкненій обмотці або спеціальній мідній втулці. Різниця у часі на включення і відпущення пояснюється так. Для того, щоб якір реле притягся до осердя, зусилля, що створене електромагнітом, зумовлене потоком Φ , повинно бути більше протидіючих сил пружини і тертя F_{np} :

$$\Phi^2 = \Phi_{cnp} \geq K_1 \cdot F_{np}.$$

Для того щоб якір відійшов від сердечника, необхідно, щоб

$$\Phi^2 = \Phi_{cnp} < K_2 \cdot F_{np}.$$

де K_1 і K_2 – коефіцієнти пропорційності.

У момент подачі на обмотку реле напруги постійний струм, що проходить по обмотці реле, а отже, і потік Φ в осерді змінюються від нуля до деякого

максимального значення $\Phi_{\text{макс}}$. Зміна відбувається не вмить, а згідно з експоненціальним законом і залежить від величини індуктивності обмотки. При зміні цього потоку в короткозамкненому витку або втулці індукується ЕДС, що викликає струм, направлений протилежно струму в обмотці:

$$i_{\text{кз}} = e_{\text{кз}} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{di_p}{dt},$$

де i_p – струм в обмотці реле;

$i_{\text{кз}}$ – струм в короткозамкнутому витку.

Струм $i_{\text{кз}}$ буде тим більший, чим швидше змінюється струм у часі і чим менше опір короткозамкнутого витка $Z_{\text{кз}}$, оскільки

$$i_{\text{кз}} = \frac{l_{\text{кз}}}{Z_{\text{кз}}}.$$

По завершенні перехідного процесу (при $i_p = \text{const}$) струм $i_{\text{кз}} = 0$.

Під впливом $i_{\text{кз}}$ виникає додатковий магнітний потік $\Phi_{\text{кз}}$. Його напрям протилежний напрямку основного потоку Φ_p і він прагне розмагнітити осердя.

Сумарний потік

$$\Phi = \Phi_p + \Phi_{\text{кз}},$$

що визначає силу тяжіння якоря під впливом потоку $\Phi_{\text{кз}}$, меншає, а час, за який величина потоку Φ досягає сталого значення, збільшується, що і зумовлює уповільнення процесу притягування якоря.

Уповільнення спрацювання реле при відключенні досягається тим, що при різкому зменшенні струму в обмотці магнітний потік Φ_p також різко меншає. Внаслідок цього в короткозамкненому витку виникає струм $i_{\text{кз}}$, що обумовлює виникнення магнітного потоку $\Phi_{\text{кз}}$, який в цьому випадку співпадає з напрямом потоку в режимі, попередньому моменту відключення. Поступово

затухаючи, потік $\Phi_{кз}$ подмагнічує осердя. Таким чином, сумарний потік деякий час підтримується на рівні, близькому до початкового, що є причиною затримки в поверненні якоря в початкове положення. При одному і тому ж короткозамкненому витку час спрацювання і відпущення реле буде різним. Це обумовлюється тим, що величини магнітних потоків, які проходять через осердя і якір, залежать від величини повітряного проміжку між ними і різні для включеного і відключеного положень реле. Цей принцип уповільнення дії реле використовують в проміжних реле типу РП-251, РП-252, РП-256, що серійно випускається.

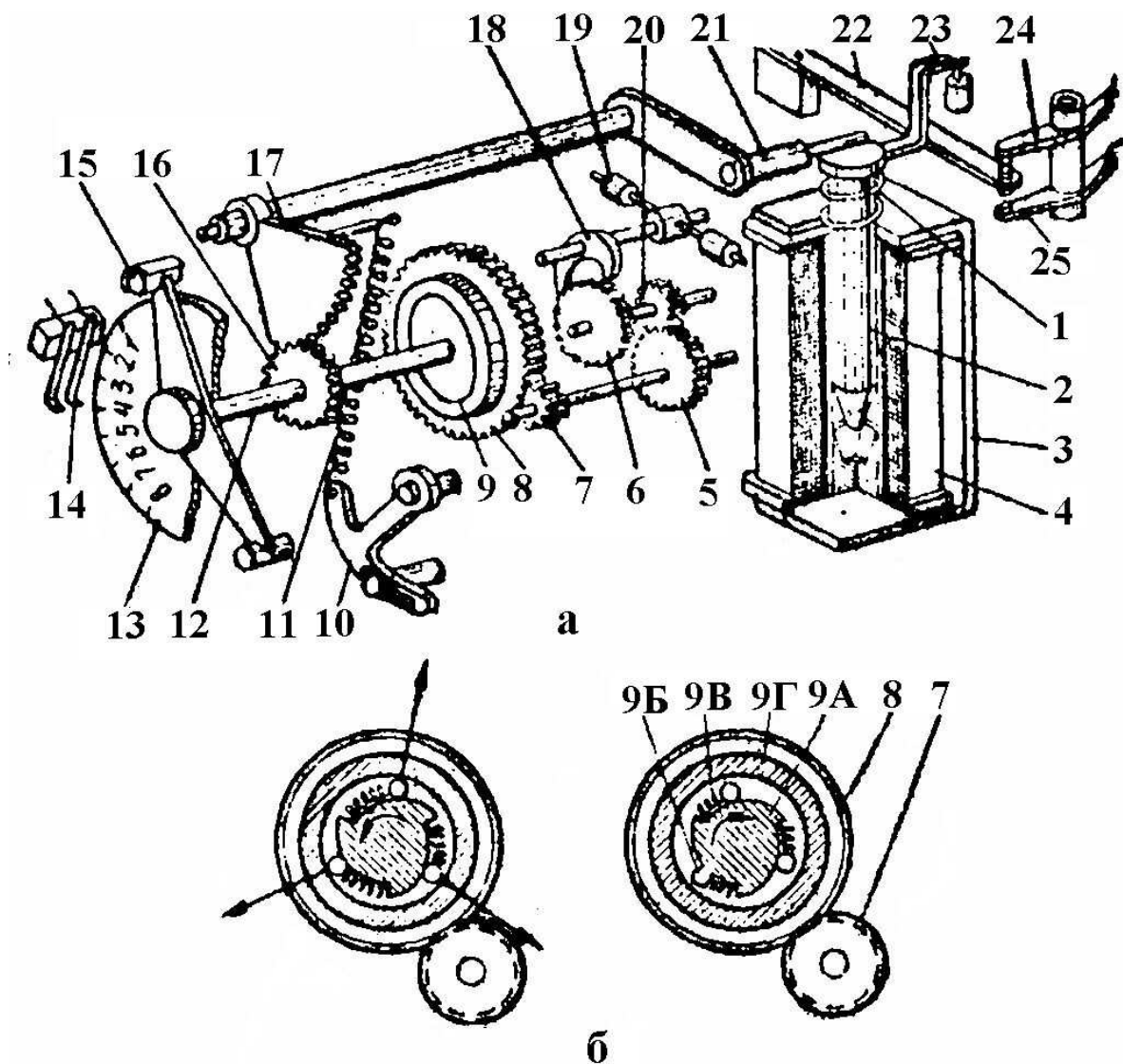


Рис.1 – Будова реле часу типу РВ-100

Будова реле часу типу РВ-100 подана на рис.1. Електромагніт реле складається з магнітопроводу 3, обмотки 4 і циліндричного якоря 2. Для отримання оптимальної тягової характеристики нижній кінець якоря має конічну форму і при втягуванні входить в конічне заглиблення на осерді, вміщеному в середині котушки. Для запобігання залипанню якоря в притягнутому положенні на його нижньому кінці є бронзова шайба. На верхньому кінці якоря укріплений важіль 23 з пластмасовим штовхачем, що діє на контакти 22, 24 і 25, які замикаються без витримки часу.

При відсутності напруги на обмотці якір під впливом поворотної пружини 1 підіймає вгору до упора заводний важіль 21 годинникового механізму, розтягує робочу пружину механізму 11. Зубчатий сектор 17 повертає шестерню 16 на вихідному валу 12 і встановлює рухомі контакти 15 в початкове положення. Натяг пружини може регулюватися за допомогою вузла 10.

При подачі напруги на обмотку електромагніту якір втягується, важіль 21 годинникового механізму звільняється і під дією робочої пружини вихідний вал механізму разом з рухомими контактами 15 починає повертатися. У момент початку руху вихідного вала фрикційна муфта 9, яка розташована в середині шестерні 8, приводить в дію сповільнюючий анкерний пристрій. Шестерні 8, 7, 5 і 20 передають зусилля робочої пружини на анкерне колесо 6, зчеплене з анкером 18 і балансиrom 19. Під впливом анкерного колеса анкер починає коливатися. При кожному коливанні анкера анкерне колесо повертається на один зуб. Період коливання анкера регулюється положенням важелів на балансири.

Обертання вихідного вала відбувається доти, поки місток рухомого контакту 15 не замкне кінцеві нерухомі контакти 14 і не торкнеться упора, що є на пластмасовій колодці нерухомих контактів.

Крім кінцевих контактів реле може мати і прослизаючі контакти, що короткочасно замикаються з певною витримкою часу.

Зміна уставок часу спрацювання проводять переміщенням нерухомих і просковзних контактів по шкалі 13.

Реле має сильну поворотну пружину, розраховану на заведення годинникового механізму, тому обмотка електромагніту споживає значну потужність і може підключатися до джерела оперативної напруги лише на нетривалий час. У тих випадках, коли потрібно тривале перебування обмотки під напругою, після втягування якоря послідовно з обмоткою контактами миттєвої дії включають додатковий резистор.

Для полегшення роботи контактів реле струму, що керує реле РВ-100, паралельно обмотці електромагніту підключають іскрогасильний контур з послідовно з'єднаних резистора і конденсатора.

Технічні характеристики реле часу типу РВ-100

Реле часу типу РВ-100 призначене для роботи в схемах релейного захисту і протиаварійної автоматики для регульованої із заданою точністю витримки часу при спрацюванні і забезпеченні роботи елементів схеми.

Реле випускається для роботи на постійному оперативному струмі з номінальною напругою 24, 48, 110 і 220В у 12 різних виконаннях, відмінних діапазоном регулювання витримки часу, тривалою або короткочасною термічною стійкістю і наявністю або відсутністю прискорюючого контакту.

Основні характеристики реле представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Діапазон уставок реле типу РВ-100

| Тип реле | Діапазон уставок | Термічна стійкість |
|----------|------------------|-----------------------|
| РВ-112 | 0,1-1,3 | не більше 2 хвилин |
| РВ- -122 | 0,25-3,5 | |
| РВ- -132 | 0,5-9,0 | |
| РВ- -142 | 1,0-20 | |
| РВ- -113 | 0,1-1,3 | тривала |
| РВ- -123 | 0,25-3,5 | |
| РВ- -133 | 0,5-9,0 | |
| РВ- -143 | 1,0-20 | |
| РВ- -114 | 0,1-1,3 | не більше 2 хвилин |
| РВ- -124 | 0,25-3,5 | |
| РВ- -134 | 0,5-9,0 | |
| РВ- -144 | 1,0-20 | |

Напруга спрацювання реле – не більше за 70% $U_{ном}$.

Напруга повернення на будь-якій уставці – не менше за 5% $U_{ном}$.

Потужність, споживана обмоткою у сталому режимі, – не більше за 30 Вт у реле, призначеного для короткочасного включення, і не більше за 12 Вт у реле, призначеного для тривалого включення.

При зміні температури навколишнього повітря від -30 до +40°C витримка часу змінюється не більше, ніж на 20%, розкид часу спрацювання – не більше ніж на 50%, а напруга спрацювання – не більше, ніж на 30% значення, виміряного при 20°C. При знятті напруги з обмотки якір реле чітко повертається в початкове положення. Відключаюча здатність контактів у колах постійного струму при напрузі навантаження до 250 В і струмах до 2 А дорівнює 100 Вт.

Таблиця 2 – Характеристики точності роботи реле

| Діапазон уставок, с | Розкид, с | Відхилення від уставки | |
|---------------------|-----------|------------------------|-------------|
| | | мінімальне | максимальне |
| 0,1-1,3 | 0,06 | $\pm 0,05$ | $\pm 0,15$ |
| 0,25-3,5 | 0,12 | $\pm 0,1$ | $\pm 0,4$ |
| 0,5-9,0 | 0,25 | $\pm 0,12$ | $\pm 0,5$ |
| 1,0-20 | 0,8 | $\pm 0,2$ | $\pm 1,5$ |

Замикаючі з витримкою часу контакти допускають тривале протікання по них струму до 5А, що перемикають миттєві контакти – до 3А.

Просковзні контакти з вказаною вище потужністю навантаження можуть тільки замикати коло, розрив кола повинен проводитись контактами іншого реле.

У разі необхідності розриву кола просковзними контактами потужність навантаження повинна бути знижена до 30 Вт для вказаних вище умов навантаження.

Механізм реле витримує без відмов в роботі 5000 спрацьовувань, контакти реле – 1000 спрацьовувань при повному електричному навантаженні. Маса реле не перевищує 1,6 кг.

Таблиця 3 – Обмотувальні дані котушок реле

| Номинальна напруга, В | Число витків | Діаметр проводу, мм | Опір, Ом |
|--------------------------|--------------|---------------------|----------|
| 24 | 2000 | 0,44 | 20 |
| 48 | 4250 | 0,31 | 80 |
| 110 | 9800 | 0,2 | 450 |
| 220 | 18900 | 0,14 | 1750 |

Всі котушки намотані проводом ПЕЛ. У реле на номінальні напруги 24. 48, 110 і 220В, призначених для тривалого включення, застосовані резистори ПЕВ-20 опором відповідно 36, 150, 820 і 3000Ом. У дугогасний контур входять конденсатор МБГО ємністю 0,5 мкф на напругу 500В і резистор МЛТ-2 опором 1000Ом.

3. Методика контролю технічних характеристик реле типу РВ-100

Як при новому включенні, так і при планових перевірках контроль технічного стану реле здійснюється в такому об'ємі:

- зовнішній огляд;
- перевірка і регулювання механічної частини і контактів реле;
- перевірка стану ізоляції;
- перевірка електричних характеристик;
- перевірка функціонування.

1) Зовнішній огляд. При зовнішньому огляді реле необхідно пересвідчитися в цілості кожуха, надійності кріплення реле до панелі, стані й надійності зміцнюючих гвинтів, шпильок, стані з'єднуючих проводів. При необхідності проводять очищення від пилу і бруду, підтягнення кріплення і контактних з'єднань.

2) Перевірка і регулювання механічної частини і контактів реле проводять в наступному порядку:

а) зняти кожух і пересвідчитися в чистоті й справності всіх деталей реле (при необхідності зробити очищення), впевнитись в тому, що плунжер

електромагніту добре відполірований, що поворотна пружина конічної форми і її витки не лягають один на одного при втягнутому плунжері;

б) перевірити регламентовані люфти, зазори, прогини контактів:

поперечний люфт плунжера в латунній гільзі повинен становити 0,3-0,6мм;

прогин нерухомих контактів мусить бути в межах 0,7-1мм;

прогин пружини рухомого перемикаючого контакту (в середній частині) у верхньому положенні має становити 0,5-1мм, а в нижньому – 1,0-2,0мм. У середньому положенні (в момент перемикання) пружина не повинна прогинатися;

зазор між рухомими і нерухомими контактами у відключеному положенні повинен бути не менше 2,5 мм;

в) перевірити роботу годинникового механізму: пересвідчитися, що при його роботі відсутні перебої або зриви, контактний важіль рівномірно обертається уздовж всієї шкали, миттєвий контакт надійно перемикається, контактні пружини лежать в одній площині, перпендикулярній до шкали, обидва нерухомих контакти в момент замикання стикаються з рухомими одночасно, а їх прогин складає не менше 0,7-1мм;

3) Перевірити стан ізоляції. Опір ізоляції між ізольованими один від одного колами, між обмоткою і корпусом, між комутованими ланцюгами і корпусом.

Опір повинен бути не менше 5 МОм.

Для вимірювання використовується мегаомметр з номінальною напругою 1000В.

4) Перевірка електричних характеристик:

а) Вимірювання опору кола обмотки реле постійному струму. Активний опір вимірюють за допомогою вимірювального містка або мікрометра. При наявності в обмотці короткозамкнених витків її опір зменшується, а при порушенні контактних з'єднань в колі обмотки – збільшується. Виміряний опір постійному струму не повинен відхилятися від заводських даних більш ніж на $\pm 10\%$;

б) вимірювання напруги чіткого спрацювання на схемі (рис.2). При цьому подачу напруги в обмотку проводять "поштовхом". Вимірювання напруги повернення реле здійснюють при плавному зниженні напруги.

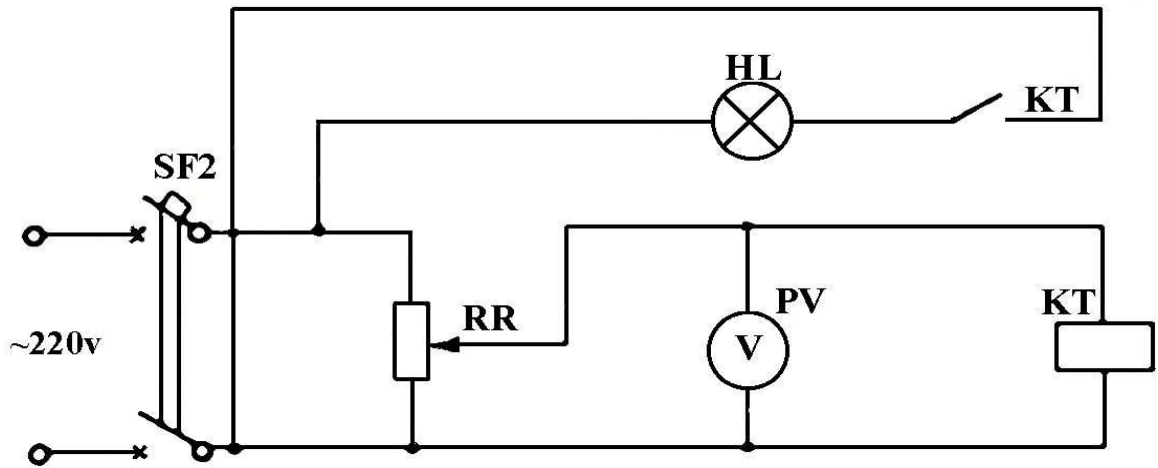
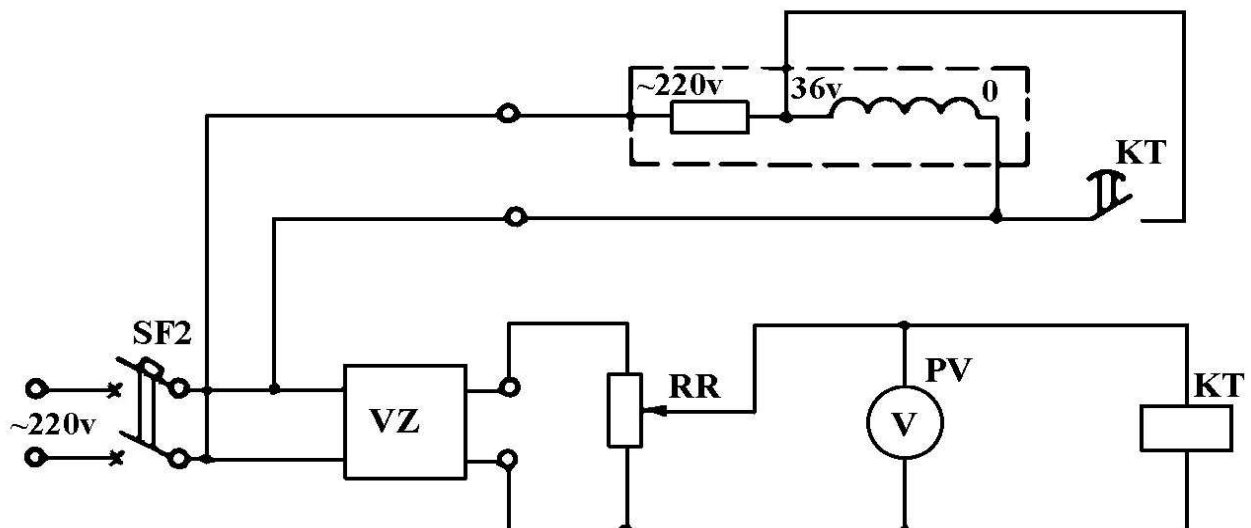


Рис.2 – Схема вимірювання напруги спрацювання реле

Мінімальна напруга чіткого спрацювання реле повинна бути не більше за 70% номінального значення. При цьому похибка роботи реле не повинна перевершувати допустимого значення;

в) вимірювання часу спрацювання на робочій уставці і на всіх поділках шкали.



Час спрацювання вимірюють при подачі напруги на обмотку реле "поштовхом" (рис. 3). Час дії на заданих уставках визначають як середнє

арифметичне з п'яти вимірювань. По відношенню до цього середнього значення визначається граничне значення похибки.

Важливою характеристикою реле є розкид часу, що являє собою різницю між максимальним і мінімальним часом спрацювання при п'яти вимірюваннях на одній і тій же уставці. Розкид перевіряють на максимальній уставці при номінальній напрузі. При цьому він не повинен перевищувати наступних значень:

максимальна витримка часу по шкалі, с: 1,3; 3,5; 9; 20.

розкид часу, с: 0,06; 0,12; 0,25; 0,8.

5) Перевірити функціонування десятиразовим запуском реле вручну з прослуховуванням роботи годинникового механізму при запуску і поверненні і трикратним запуском з подачею напруги на обмотку. При запуску і поверненні пересувної частини реле в початковий стан механізм повинен працювати без перебоїв і зупинок.

36 ПРОМІЖНЕ РЕЛЕ ТИПУ РП-23

Проміжне реле РП-23 застосовують в логічній частині схем захисту і автоматики на постійній оперативній напрузі в тих випадках, коли з'являється необхідність розмножити число контактів іншого реле або комутувати кола з великим струмом. Загальний вигляд реле і схема внутрішніх з'єднань наведені на рис. 4.

Реле виконане на магнітній системі клапанного типу, що включає скобу 16, якір 12 і осердя з полюсним наконечником 13, розташованим всередині обмотки 15. Переміщення якоря обмежується скобою 14. Вільний кінець якоря при втягуванні впливає на упорну колодку 6 і переміщує траверсу 5 з чотирма рухомими містковими контактами 4. Траверса зібрана з кількох пластмасових колодок, стягнутих шпилькою 19. Верхня частина траверси виступами з прорізом 8 ковзає по направляючій скобі 11, укріпленій гвинтом 10 на верхньому упорі 9. До цього упору в початковому стані притиснута верхня частина шпильки 19. Нижня частина шпильки, що не має різьби, проходить

через отвір у пластині 1, яка обмежує переміщення пересувної системи в горизонтальному напрямі і втримує поворотну пружину 3. Пластина укріплена на скобі магнітопроводу гвинтом 18. Нерухомі контакти 7 укріплені безпосередньо на втулках затисків. Реле змонтоване на цоколі 2 і закрите полістирольовим кожухом 17

Реле випускається з чотирма контактами, що замикають і одними, що розмикає. Перестановкою (поворотом на 180°) косинців рухомих контактів можна отримати ще декілька комбінацій замикаючих і розмикаючих контактів.

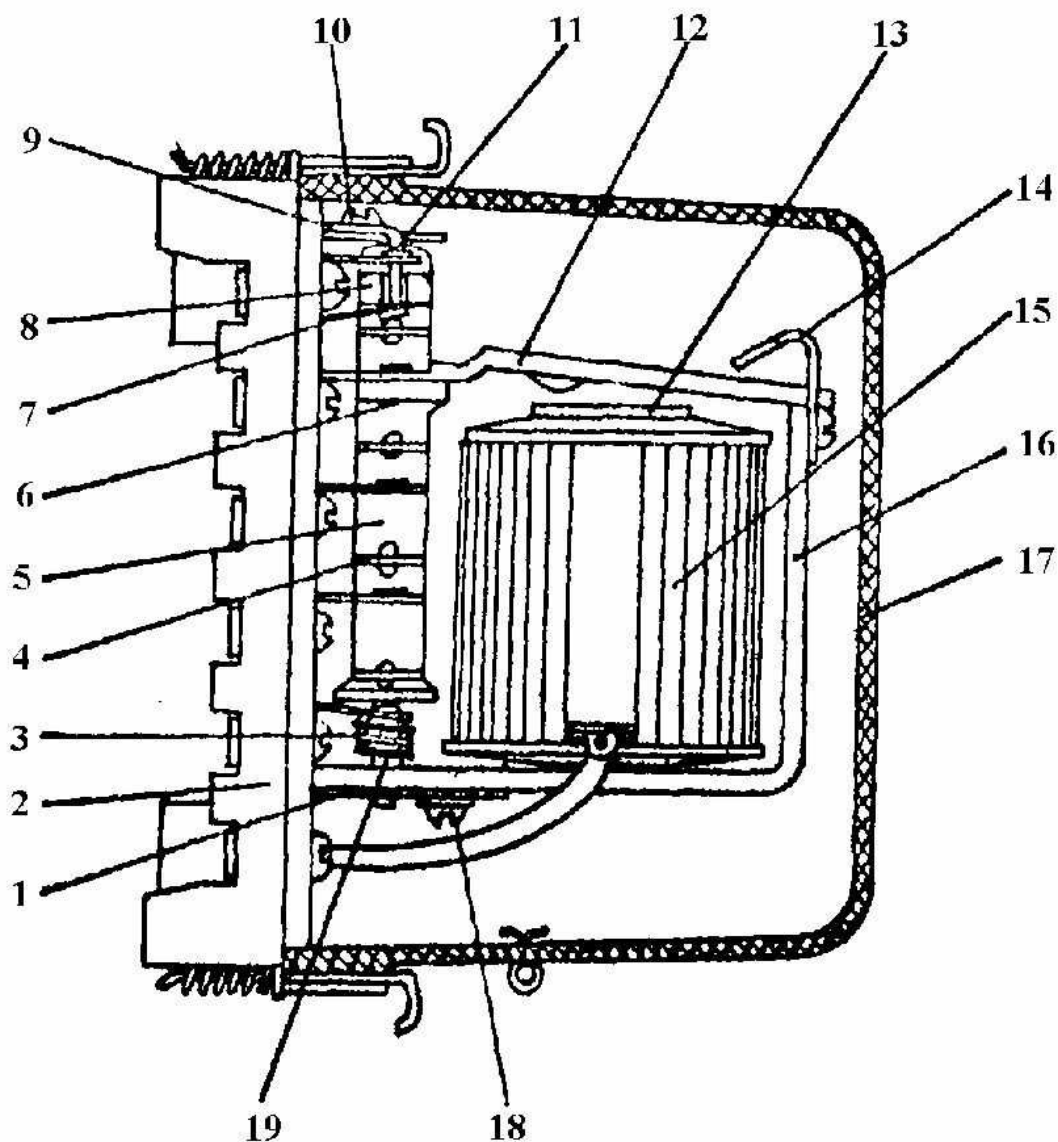


Рис.4 – Будова реле типу РП-23

Технічні дані реле типу РП-23

Реле випускають на номінальну напругу: 24; 48; 110; 220 В.

Напруга спрацювання в холодному стані при температурі 20 ± 5 С- не більше $70\% U_{ном}$.

Напруга повернення реле не менше за $3\% U_{ном}$.

Час спрацювання при номінальній напрузі не перевищує 0,06 с.

Потужність, споживана реле, не більше 6 Вт.

Реле тривало витримує напругу $110\% U_{ном}$.

Механізм реле витримує без відмов 100000 спрацювань.

3. Методика контролю технічних характеристик реле типу РП-23

1) Перевірка і регулювання механічної частини реле.

Регулювання реле і коректування електричних параметрів виконують таким чином:

а) Перевіряють регулювання контактних пар. Вершини рухомих контактів повинні співпадати з серединою площини нерухомих контактів. Регулювання виконують переміщенням пластини 1 і направляючої скоби 11;

б) Перевіряють вільний хід пересувної системи. При притягнутому якорі рухома система реле повинна мати вільний хід 0,5-1,5мм. Регулювання проводять підгинанням хвостовика на вільному кінці якоря.

При відпущеному якорі рухома система повинна впиралися у верхній упор, а хвостовик якоря мати вільний хід над упорною колодкою 0,5-2мм. Регулювання здійснюють відгинанням скоби 14.

в) Перевіряють контактний тиск. При зазорі близько 0,4 мм між виступом на якорі і полюсним наконечником 13 всі замикаючі контакти повинні замикатися. При зазорі близько 0,7 мм між верхнім кінцем шпильки, що стягує систему, і верхнім упором 9 розмикаючі контакти повинні бути замкнені. Міжконтактний зазор повинен бути не менше 2,5 мм. Регулювання проводять

підгинанням контактних косинців і верхнього упора 9. Це забезпечує контактний тиск у межах 0,12-0,22 Н.

2) Перевіряють ізоляцію.

Перевірку ізоляції всіх кіл реле проводять відносно корпусу, а також між розімкненими контактами, між контактами і обмоткою.

3) Перевіряють електричні характеристики реле.

Перевірка електричних характеристик реле зводиться до вимірювання напруги спрацювання і напруги повернення реле з подальшим визначенням коефіцієнта повернення і розкиду напруги спрацювання і повернення по аналогії з визначенням параметрів реле РВ-100.

$$K_{нов} = \frac{U_{нов}}{U_{спр}}$$

4 Програма роботи

- 1) Вивчити принцип дії і технічні характеристики реле типу РВ-100 і реле типу РП-23.
- 2) Зробити зовнішній огляд реле типу РВ-100 і реле типу РП-23.
- 3) Перевірити і відрегулювати механічну частину і контакти реле типу РВ-100 і реле типу РП-23.
- 4) Виміряти опір кола обмотки реле типу РВ-100 постійному струму .
- 5) Підібрати апаратуру і зібрати випробувальну схему для перевірки електричних характеристик реле;
виміряти напругу чіткого спрацювання реле типу РВ-100;
виміряти напругу чіткого спрацювання і напругу повернення реле типу РП-23;
перевірити час спрацювання реле типу РВ-100 на робочій устатці.
- 6) Перевірити правильність функціонування реле типу РВ-100 і реле типу РП-23.
- 7) Заповнити протокол випробувань.

8) Оформити звіт про лабораторну роботу.

5. Зміст віту

Зміст звіту по роботі має відповідати наведеній в Додатку формі і містити собі мету роботи та її зміст з поясненням кожного з пунктів програми роботи. У звіті належить відобразити схеми і ескізи, що пояснюють принцип дії і конструкцію реле типу РВ – 100 та РП-23, способи формування уставок спрацювання реле РВ – 100, методику визначення напруги спрацювання і повернення реле РП-23, параметри, що визначають технічний стан реле. У звіті можуть також бути наведені відповіді на поставлені в роботі контрольні запитання.

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ (ВИПРОБУВАННЯ) РЕЛЕ ТИПУ

Заводський № _____ Завод виготівник _____

Рік виготовлення _____ Місце установки _____

1. ПЕРЕВІРКА МЕХАНІЧНОЇ ЧАСТИНИ РЕЛЕ

Механічна частина реле _____

2. ЗНЯТТЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЕ

| | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

Висновок

Реле типу _____ зав.№ _____ для експлуатації _____

ПЕРЕВІРКУ І ВИПРОБУВАННЯ РЕЛЕ
ПРОВОДИЛИ

/ _____ /
/ _____ /
/ _____ /