

Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Національний гірничий університет»

Кафедра систем електропостачання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ  
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ РЗ – 2  
«Вивчення пристроїв релейного захисту і автоматики  
на електромеханічній елементній базі»  
з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики »  
для студентів напрямку підготовки  
6.050701 «Електротехніка та електротехнології »

Дніпропетровськ  
2013

Методичні вказівки до лабораторної роботи РЗ – 2 «Вивчення пристроїв релейного захисту і автоматики на електромеханічній елементній базі»  
з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики » для студентів напрямку підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології »  
/Упорядн.: В. Д. Трифонов, О.Р. Ковальов , Д. В. Трифонов,– Дніпропетровськ: ДВНЗ НГУ, кафедра СЕП 2013. – 22 с.

Упорядники: В. Д. Трифонов, професор, О.Р. Ковальов, ст. викл.  
Д. В. Трифонов, доцент,

Мета роботи: вивчення конструкції основних вимірювальних реле захисту і автоматики на електромеханічній елементній базі (струму, напруги, потужності, опору, частоти) що випускаються серійно і допоміжних (логічних) реле часу, проміжних, вказівних, поляризованих, герконових; реле повторного включення.

У результаті підготовки та виконання лабораторної роботи студент повинен:

- знати типи і призначення реле захисту і автоматики; принцип дії і конструктивне виконання реле; способи регулювання уставок реле і підвищення коефіцієнта повернення; особливості роботи реле та їх характеристики; переваги та недоліки, області застосування;
- вміти вибрати реле по конструкції і схемі підключення, виставити уставки спрацьовування і виконати аналіз характеристик реле.

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Релейний захист і автоматика (РЗА) включає комплекс реле різного призначення, що діють за заданою програмою. Переважне поширення в схемах РЗА отримали електромеханічні реле, виконані, головним чином, на електромеханічних і індукційних принципах, а також поляризовані і магнітоелектричні реле, що включаються в ланцюзі змінного струму через випрямлячі. Їх застосування, враховуючи простоту, зручності в експлуатації і обслуговуванні, досить високу надійність, збережеться і найближчими роками, особливо для простих захистів в системах електропостачання гірничих підприємств. Однак електромеханічні реле мають великі потужності, низьку вібростійкість, часто складну конструкцію, а в умовах запиленості, хімічно-активного середовища та інших факторів - відносно малий термін служби, вимагають періодичного огляду та перевірки кваліфікованим персоналом та ін.

Тому з початку 60-х років розроблені і впроваджуються більш досконалі пристрої на уніфікованих напівпровідникових приладах (діодні, діодно-транзисторні і транзисторні логічні схеми), що значно розширило функціональні можливості і підвищило технічну досконалість засобів захисту та автоматики. Зокрема, на базі типових транзисторних елементів єдиної серії "Логіка - Т" і "Логіка - М" в схемах РЗА використовуються комплекти захистів у вигляді самостійних конструктивних вузлів -

модулі серії М, які монтуються в касетах, які розміщені в релейних відсіках шаф КРП і КРПЗ . У той же час застосування в схемах РЗА транзисторної логіки не знизило габаритів і маси пристроїв, а економічні показники виявилися недостатньо високими. Крім того, розроблені комплекти захисту, фактично були транзисторними аналогами електромеханічних реле тому через це володіють недоліками, притаманними принципам, покладеним в їх основу, і не знайшли пріоритетного розвитку.

В останні роки в техніці релейного захисту та автоматики впроваджується провідникова елементна база, яка служить перехідною від електромеханічних приладів і реле до більш перспективних пристроїв на інтегральних мікросхемах і мікропроцесорних системах які значно розширюють не тільки технічні та функціональні можливості засобів РЗА, але і робить їх більш динамічними і надійними.

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

1. *Електромеханічні реле* складають основу традиційної елементної бази релейного захисту та автоматики. Промисловістю випускаються різні за принципом дії реле (електромагнітний, індукційний). Так, на електромагнітному принципі виконуються реле струму, напруги, логічні реле (часу, проміжні, вказівні ін.)

*Максимальні струмові реле.* Поширення набули реле серії РСМ і РСВ прямої дії (миттєві і з витримкою часу) соленоїдного типу, що вбудовуються у вантажні і пружинні приводи вимикачів, наприклад приводи ВМП, ВМПП, ВММ, ППВ. Реле РСМ засноване на електромагнітному принципі, мають витягувальний якір (сердечник), який під дією власної ваги знаходиться в нижньому положенні. При струмі в реле більше струму спрацьовування якір втягується і вдаряє по засувці вимикача, що призводить зрештою до його відключення

*Реле РСМ* випускають в чотирьох варіантах з регулюванням струму спрацьовування: РСМ - I (5; 7,5, 10, 15 А); РСМ - II (10, 15, 20; 25 А); РСМ - III (30; 40; 50 ; 60 А); РСМ - IV (75; 100; 125; 150 А, що вбудовуються в приводи типу ПП-61, ПП-67). Струм спрацьовування регулюється зміною повітряного зазору.

Реле прямої дії РСВ відрізняється від РСМ наявністю механізму витримки часу,

яка створюється за допомогою годинникового механізму і регулюється в незалежній частині в межах 0 ... 4 с (рис. I).

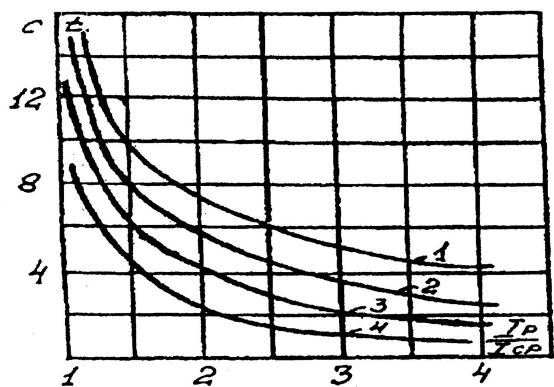


Рис.1 Характеристики реле струи РСВ

Струм спрацювання регулюється зміною числа витків обмотки за допомогою поворотного перемикача в межах 5 .. 35А. Часто ці межі бувають недостатні і їх розширюють шляхом приєднання відгалужень. Нові струми спрацювання для відпаювань, відмінних від заводських, визначають, виходячи з припущення сталості ампер-витків спрацювання, тобто

$$I_{cp} W = I_{cp.мин} W_{\Sigma} \quad \text{або} \quad I_{cp} = I_{cp.мин} (W_{\Sigma} / W),$$

Де  $I_{cp.мин}$  - мінімальний струм спрацювання (5,11 або 20)А

$W_{\Sigma} / W$  - відношення повного числа витків обмотки до числа витків відповідної відпайки

За заводськими даними реле РСВ має похибку в витримці часу  $\pm 0,3$  с при роботі в незалежній частині характеристики. Ця похибка зростає в два-три рази при роботі реле в залежній частині характеристики і при струмі спрацювання досягає декількох секунд.

Реле виготовляють в 6 варіантах с струмом спрацювання : РСВ-I и РСВ-IV (5;6;7,5;10А); РСВ -II и РСВ-V (10;12,5;15;17,5А); РСВ-III и РСВ-VI (20;25;30;35А), що вбудовуються в приводи типу ПП-61, ПП-67.

Реле прямої дії мають велике споживання потужності (порядку 50 В \* А) і порівняно низький коефіцієнт повернення (0,5-0,8); перемикач витків складний за своєю конструкцією та малонадійний в експлуатації.

**Реле струму** типу РС - 40 (РС - 140) мають П - подібну магнітну систему з поперечним рухом якоря. На полюсах магнітопроводу розташовані обмотки реле, які можна з'єднати між собою послідовно або паралельно. Рухлива система реле складається з Г - образного сталевого якоря, рухомого контакту і механічного гасителя вібрації якоря. Положення якоря фіксується упорами.

В якості протидії служить спіральна пружина, яка одним своїм кінцем пов'язана з віссю рухомої системи, а другим - з покажчиком уставки. Змінюючи положення покажчика уставки, можна плавно регулювати величину натягу пружини і тимчасово з цим протидіючі сили.

При протіканні струму по обмотці реле електромагнітна сила буде прагнути притягти якір до полюсів електромагніта. Цьому перешкоджає протидіюча сила, обумовлена зусиллям пружини і силою тертя. При струмі, рівному або більшому струму спрацювання, електромагнітна сила перевищить протидіючу силу, якір реле і пов'язаний з ним рухливий контакт повернуться, замикаючи нерухомий контакт. Рухлива система реле повертається в початкове положення при зниженні струму до величини струму повернення. Встановлений заводом коефіцієнт повернення  $K_v = 0,85$ .

Плавне регулювання струму спрацювання здійснюється зміною натягу пружини покажчика уставки. При переміщенні покажчика уставки з початкового положення, зазначеного на шкалі, у кінцеве струм спрацювання збільшується в два рази. Шкала проградуїрована в амперах для схеми послідовного з'єднання обмотки реле. При паралельному з'єднанні уставки шкали струми спрацювання подвоюються.

Діапазон реле що випускаються РС-40 (РС-140) широкий по виконанню (РС-40 / 0,2 ... РС-40/200).

**Реле напруги** РН - 50 по конструкції мало відрізняється від реле РС-40. Обмотки реле, постійно знаходяться під напругою, включаються в схему через двух полуперіодний випрямний міст, в ланцюг якого вводиться один або два додаткових резистора. Випрямлений струм має пульсуючий характер. Однак індуктивність обмотки реле різко зменшує цю пульсацію, тим самим згладжується пульсація електромагнітної сили, і вібрація якоря практично відсутня. Тому, на відміну від реле струму, реле напруги не має механічного гасителя вібрації якоря.

Шкала реле проградуїона при включенні на вхід вимірювального моста тільки

одного резистора; уставки реле регулюються зміною натягу пружини. Щоб отримати шкалу уставок, вдвічі більшу, необхідно включити обидва резистора.

В експлуатації знаходяться реле серії РН-53/60 ... РН-53/400 і РН-4/48...РН-54/320. Коефіцієнт повернення становить не нижче 0,8 у реле максимальної напруги РН-53 і не вище 1.25 у реле мінімальної напруги РН-54. Крім розглянутих, випускаються реле максимальної напруги підвищеної термічної стійкості типу РН-53/60Д, реле напруги постійного струму типу РН-51 і спеціальні реле змінного струму, а також реле з підвищеним коефіцієнтом повернення 0,95 типу РН-58.

**Електромагнітні струмові реле з швидко насичувальними трансформаторами (ШНТ)** застосовують для виконання диференціальних захистів елементів і обладнання систем електропостачання (генераторів, трансформаторів, шин тощо). Вони складаються з змонтованих в загальному корпусі реле типу РС-40 і резисторів (рис.2).

Струм з робочої обмотки Р безпосередньо трансформується у вторинну обмотку В, а також через коротко замкнуті обмотки К1 і К2 шляхом подвійного трансформації подається на струмове реле КА.

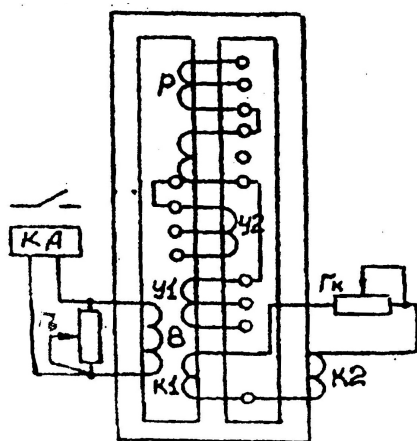


Рис.2 Принципова схема включення реле РНГ-565 з ШНТ

На середньому стрижні ШНТ цього реле розташовані зрівняльні обмотки У1, У2 використовувані в диференціальному захисті об'єктів, що захищаються. Налаштування та регулювання струму спрацювання реле здійснюється змінними резисторами гв і гк.

При включенні струмових реле через ШНТ вони стають нечутливими до струмів намагнічування, наприклад силових трансформаторів при включенні їх на напругу і до струмів небалансу, які виникають у початковий момент короткого замикання (КЗ), що дозволяє підвищити чутливість захисту. Всі обмотки, крім вторинної В, мають відгалуження для зміни числа включених витків.

Випускаються реле типів РНГ-565 (566, 567), ДЗГ-11 (13, 14) ДЗГ-21 (23). Струм спрацьовування цих реле в залежності від типу включення і витків робітників і зрівняльних обмоток змінюється в діапазоні 0,34 ... 20 А.

*Електромагнітні логічні реле.* До них відносяться реле часу, проміжні, вказівні, герконові, поляризовані.

*Реле часу (РЧ)* служать для виробництва додаткових операцій при впливі на них основних реле непрямой дії, тобто створюють незалежні від струму витримки часу в різних схемах захисту і автоматики. Принцип дії цих реле електромагнітний; випускаються на постійний струм (РЧ-112. .. РЧ-144), напругою 24, 48, 110 і 220 в і змінний струм (РЧ-215. .. РЧ-248) напругою 100, 127, 220 і 380 в. Реле мають різні групи контактів, здатні комутувати ланцюг постійного струму 1 А потужністю 100 Вт або ланцюг змінного струму 5 А потужністю  $500 \text{ В} * \text{А}$  і напругою 24 ... 250 В.

У схемах РЗА широко застосовують моторні струмові реле часу типу РЧМ-12 і РЧМ-13 на змінному оперативному струмі з діапазоном регулювання: 2,5 А - при послідовному і 5 А при паралельному з'єднанні обмоток. Споживана реле потужність при струмі  $2 * I_{\text{ср}}$  не перевищує  $10 \text{ В} * \text{А}$ ; максимальна витримка часу 4.с-для реле РЧМ-12, 10 с - для реле РЧМ-13.

Проміжні реле (РП) в схемах РЗА використовуються як допоміжні для комутації електричних навантажень і розмноження контактів основних реле і випускаються для ланцюгів постійного і змінного струму напругою 12 ... 220 В. Частина проміжних реле мають одну або кілька утримуючих обмоток, різну кількість контактів. Найбільш широко зараз застосовують реле типів РП-3 ... РП-342 у колах постійного струму і РП-9 ... РП-341 - змінного струму.

*Вказівні реле (ВР)* служать для фіксації та подальшої розшифровки автоматичних операцій і випускаються на постійному і змінному струмі у вигляді малогабаритних



сигнальних пристроїв серії ЕС-41 і блоків типу БРУ - 4.

*Герконові реле* (РГ) мають магнітокеровані контакти. Вони набули поширення у всіх областях захисту і автоматики, і в порівнянні з відкритим контактом, герметизований (геркон) має підвищену надійність, внаслідок незалежності комутаційного процесу від зовнішнього середовища і тривалим терміном служби (механічна міцність, зносостійкість) в умовах підвищеної частоти включень.

Основними елементами герконового реле є заповнена інертним газом скляна колба 1 з упаяними в неї пружними пластинами з феромагнітного матеріалу 2 і обмотка 3 (рис. 3). Пластини одночасно служать магнітопроводом, рухомими частинами реле та контактними пружинами. У нормальному режимі пластини розімкнуті і ланцюг управління розірваний. Струм в обмотці викликає магнітний потік  $\Phi$ , що проходить по пластинах. Він створює електромагнітну силу, що прагне притягнути пластини один до одного. Якщо вона перевищує механічні сили пружності пластини, керований ланцюг замикається.

Герконові реле не вимагають налаштування і регулювання, мають малий час спрацьовування ( $t_{сп} \sim 0,001$  с.), високу зносостійкість при невеликих навантаженнях, малі розміри, достатню чутливість. За часом спрацьовування і відпускання, габаритами, стійкості щодо вібрації, ударних навантажень і іншим зовнішнім чинникам ці реле наближаються до напівпровідникових пристроїв, в той же час вони вільні від ряду їхніх недоліків (гальванічні зв'язку між керуючою і виконавчою ланцюгами, власні шуми, паразитні ерс та ін.) У той же час у герконових реле контакти схильні до залипання, тобто спостерігається відмова в спрацьовуванні розмикаючих або в поверненні замикаючих контактів (потрібне попереднє тренування герконів); мають малу величину комутованих струмів; невелике число контактних груп в колбі та ін. Промисловістю випускаються герконові реле типів РЕЗ-40, РЕЗ-50, РПГ-5 і МКС-52201.

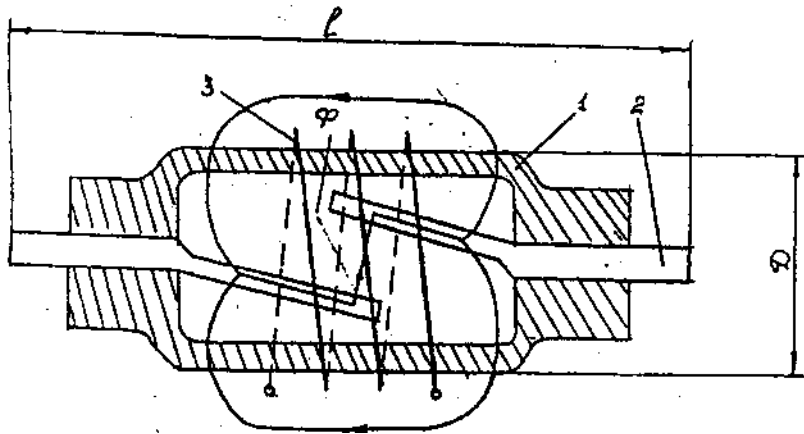


Рис.3 Устройство герконового реле

Поляризовані реле (РП) характеризуються наявністю двох незалежних магнітних потоків: поляризуючого, створюваного постійним магнітом, і робочого, створюваного струмом, що протікає по обмотках реле. Реле спрацьовують при певній полярності робочої напруги застосовуються в ланцюгах тільки на постійному струмі. При подачі змінного струму яркір реле буде поперемінно притягатися то до правого, то до лівого полюса електромагніту, тобто вібрувати з частотою прикладеної напруги.

Поляризовані реле володіють трьома видами налаштування контактів: нейтральною, з перевагою і трьохпозиційною (рис. 4). Поширення набули реле типів: РП - 4 з нейтральною налаштуванням контактів, РП - 5 з трьохпозиційною налаштуванням і РП - 7 з налаштуванням "на переважання" завдяки високій чутливості, швидкодії і малому споживанню потужності. Так, реле РП-4 і РП-5 мають потужність спрацьовування 0,01 ... 0,15 мВт, реле РП - 7,5 ... 1 мВт. Час спрацювання становить у реле РП-4 та РП-7 близько 5 мс (0,005 с) і у реле РП-5 - 10 ... 15 мс.

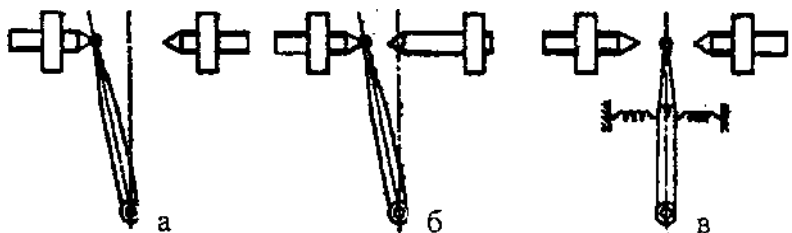


Рис.4 Види налаштування контактів поляризованого реле: а - нейтральна; б-з перевагою; в - трипозиційна.

**2. Індукційні реле** - пристрої принцип дії яких заснований на взаємодії магнітних потоків, що створюються обмотками реле при протіканні по них струму, і магнітних

потоків, викликаних появою індукційних струмів в рухомому НЕ магнітному провідному елементі (диску, барабані і інше.).

Вони застосовуються тільки в ланцюгах змінного струму (струмові реле з залежною характеристикою витримки часу, реле напряму потужності і реле частоти).

У релейного захисту широко поширені струмові реле типу РС-80 і РС-90 (рис. 5, а), що складаються з двох елементів: індукційного і диском, що забезпечує обмежено-залежну характеристику витримки часу, і електромагнітного, що створює «відсічення» при великій кратності струму в обмотці реле. Обидва елементи використовують одну загальну магнітну систему.

Індукційний елемент складається з електромагніта 1 з коротко-замкнутими витками 2 і алюмінієвого диска 3, вісь якого знаходиться в підшипниках 4, встановлених на рамці 5. Рамка повертається на осях 6 і пружиною 7 утримується в крайньому положенні, тобто притиснутою до упору 8. На вісь диска насаджений черв'як 9. У крайньому положенні рамки сегмент 10, що має черв'ячні зуби, знаходиться поза зачеплення з черв'яком, і контакти 11 реле розімкнуті.

Електромагнітний елемент складається з ярма електромагніту 15 і сталевого якоря 16, через які замикається частина потоків розсіювання електромагніту і регулювального гвинта 18. Спільними для обох елементів є обмотка 19 з відгалуженнями, виведеними на контактну колодку з двома контактними гвинтами 17 і контакти реле 11.

При протіканні по обмотці реле струму, рівного 20-30 % струму уставки, диск повільно обертається, причому його швидкості перешкоджає гальмівний момент, створюваний постійним магнітом 12. Під дією електромагнітного моменту, створюваного струмом реле, рівним або більшим струму спрацювання, рамка повертається, черв'як входить в зачеплення з зубами сегмента, починає поступово підніматися, долаючи зусилля пружини 13, і спеціальною планкою 14 замикає контакти реле. Чим більше струм реле в обмотці електромагніта, тим швидше обертається диск і з меншою витримкою часу замкнуться контакти реле. При протіканні по обмотці реле великих струмів ( $I_p \geq 4 * I_{с.р}$ ) достатніх для притягання якоря електромагнітного елемента до магнітопроводу, реле буде спрацьовувати

миттєво. Тимчасова характеристика реле показана на (мал. 5 , б.)

Таким чином , електромагнітний елемент може діяти або спільно з індукційним , або самостійно , як би відсікаючи частину характеристики реле при великих струмах. Тому електромагнітний елемент називають відсічкою . Ставлення струмів спрацьовування електромагнітного та індукційного елементів ( кратність відсічення ) знаходиться в межах 2 ... 8 .

Струм спрацьовування індукційного елемента регулюється шляхом зміни числа витків обмотки перестановкою "контактного гвинта 17 на контактній колодці; струм спрацьовування електромагнітного елемента регулюється також зміною кількості витків обмотки (одночасно з індукційним елементом) і регулювальним гвинтом 18. Коефіцієнт повернення індукційного елемента дорівнює 0,65, а електромагнітного - 0,4 ... 0,5.

Поширення отримали наступні реле серії РС-80 і РС-90: реле типів РС-81, РС-82, РС-83, РС-84, РС-85, РС-86, РС-91, РС-95, що розрізняються видом і кількістю контактів, оперативним струмом, межами регулювання витримки часу та струму спрацьовування залежно від номера серії реле. Так, наприклад для реле типу РС-81/1 (непарний номер серії) витримка часу регулюється в межах 0,5 ... 4 с, а струм; спрацьовування - 4 ... 10А; для реле типу РС-84/2 (парним номером серії) діапазон регулювання часу спрацьовування складає 4 ... 16 с, а струму спрацьовування - 2 ... 5 А.

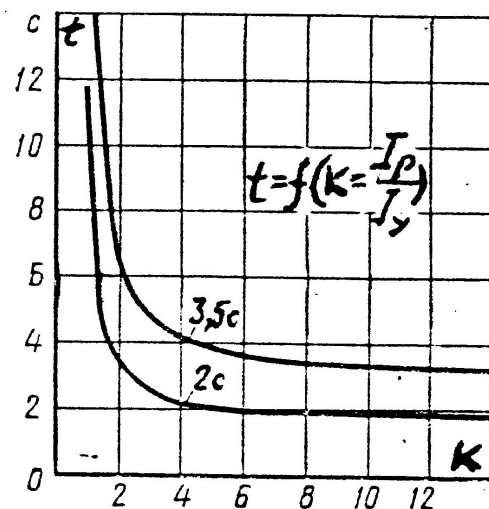
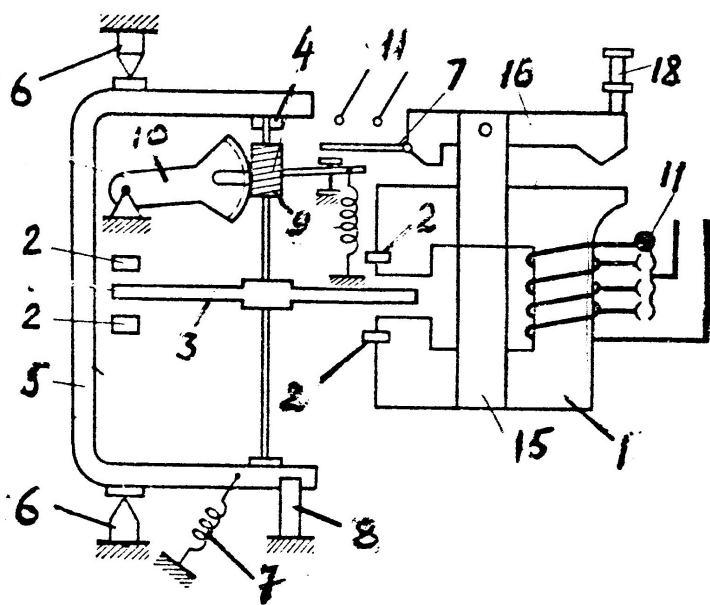


Рис.5 Індукційне реле струму типу РС-80 (а) і його характеристика спрацьовування (б). При різних уставках часу спрацьовування.

Індукційне реле потужності (РП) реагує на величину і напрямок потужності, підведеної до двох його обмоток: одна з них підключається до трансформаторів струму ТА і обтікається вторинним струмом  $I_p$ , а друга - до трансформатора напруги TV і обтікається струмом  $I_{ном}$ , пропорційним напрузі на затискачах обмотки (рис. 6, а). Кожен з струмів створює магнітний потік  $\Phi_i$  і  $\Phi_u$ . Оскільки один з магнітних потоків пропорційний струму  $I_p$ , а другий - напрузі  $U_p$ , то обертаючий момент, що виникає на рухомій частини (барабанчику) реле KW, виявляється пропорційним потужності на затискачах реле, а його напрям (знак) залежить від напрямку цієї потужності.

де  $\Psi$ -електричний кут між магнітними потоками  $\Phi_i$   $\Phi_u$  (рис.6, б);

$\alpha$ -внутрішній кут реле між  $U_p$  і  $I_n$  обумовлений співвідношенням активного і реактивного опору кола напруги (обмотка напруги, зовнішні опору, конденсатори);  $\varphi_p$  - кут зсуву між  $U_p$  і  $I_n$ , який визначається параметрами мережі і схемою включення реле.

$$U_p \cdot I_p \cdot \sin(\alpha - \varphi_p) = S_p$$

В експлуатації знаходяться реле напругу потужності двох основних типів: РБП-171, РБП-177. РБП-178 одностороннього і РБП-271, 277 і РБП-278 двосторонньої дії

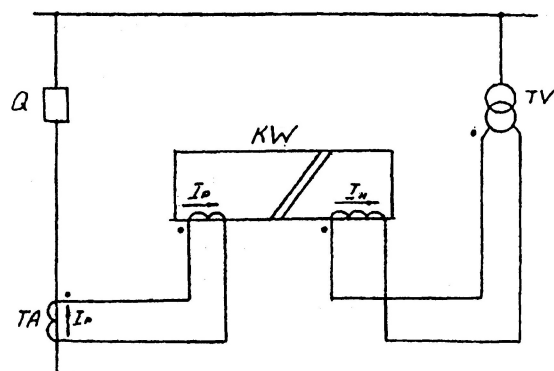


Рис.6, а Принципова схема включення індукційного реле потужності

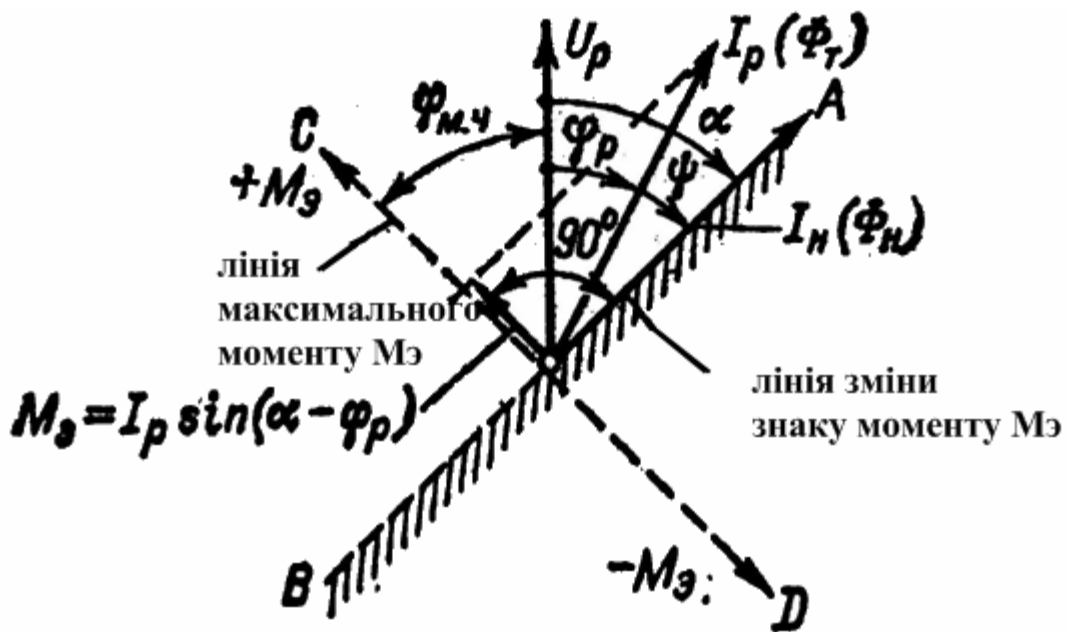


Рис.6, б Векторна діаграма індукційного реле

**Реле опору** - омметри, що володіють спрямованістю дії з електричним підсумовуванням ЕРС, пропорційних  $U_p$  и  $I_p$ . Реле реагує на ставлення  $U_p / I_p >$  > визначальне деякий фіктивний комплексний опір  $Z_p$ , яке в умовах спрацьовування визначається як:

$$Z_p = K2 / K1 = \cos(\varphi_p - \alpha)$$

де  $K1, K2$  - коефіцієнти пропорційності;

$\varphi_p$  - кут між  $U_p$  і  $I_p$ ;

$\alpha$  - внутрішній кут реле.

На практиці використовують реле типу КРО для виконання дистанційних захистів ліній електропередачі.

Реле частоти, як і реле напрямку потужності, виконується на чотирьохполюсного магнітній системі (рис. 7, а). Обертальний момент також пропорційний синусу кута зсуву фаз між магнітними потоками. При цьому обмотки реле при зміні частоти діють як частотно-залежні ланцюги. У реле частоти обмотки утворюють два контури, з'єднані паралельно: перший контур складається з чотирьох послідовно включених обмоток 1 і конденсатора С, а другий контур утворюється двома обмотками 2 і резистором R. Обидва контури реле підключаються до напруги  $U_p$ . У першому контурі проходить струм  $I1$  а в другому - струм  $I2$ . Струм  $I1$  зміщений по фазі щодо

напруги  $U_p$  на кут  $\varphi$ , а струм  $I_2$  на кут  $\varphi_2$ ; фазові зрушення  $\varphi_1$  і  $\varphi_2$  струмів  $I_1$ ,  $I_2$  в обмотках реле є різними функціями частоти  $f$ , тобто

$$\varphi_1 = \arctg\left(\frac{X_1}{R_1}\right) = \arctg\left[\frac{(\omega \cdot L_1 - \frac{1}{\omega \cdot C})}{R_1}\right],$$

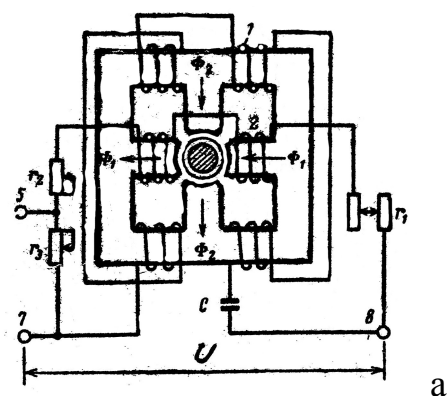
$$\varphi_2 = \arctg\left(\frac{X_2}{R_2}\right) = \arctg\left[\frac{(\omega \cdot L_2 - \frac{1}{\omega \cdot C})}{R_2}\right],$$

де,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  - індуктивності і активні опори реле.

Опор контурів підбирають так, що для деякого значення частоти (рис 7, б) і  $M_{вр} = 0$ , контакти реле були розімкнуті, а рухома частина реле утримувалася в початковому положенні пружиною і постійним магнітом. Завдяки останньому досягається чітка робота реле і надійне замикання контактів без іскріння і вібрації.

При частоті  $f_1 < f_{ср}$  реле спрацьовує, оскільки вектори магнітних потоків  $\Phi_1$  і  $\Phi_2$  зміщуються один відносно одного: при зниженні частоти опір  $X_1$  а отже, і кут  $\varphi_1$ , зменшуються більшою мірою, ніж опір  $X_2$ , кут  $\varphi_2$  і магнітний потік  $\Phi_1$  починає випереджати по фазі потік  $\Phi_2$  (рис.7, в).  $M_{вр} < 0$  - кут між потоками  $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 > 0$ , тому реле спрацьовує.

При частоті  $f_1 > f_{ср}$  реле не спрацьовує, оскільки зростання частоти призводить до збільшення опору  $X_1$  і  $X_2$ . Однак, як це впливає із залежностей  $\varphi_1$  і  $\varphi_2$ , опір і кут  $X_1$  і  $\varphi_1$  збільшуються більшою мірою, ніж опір  $X_2$  і кут  $\varphi_2$ , потік  $\Phi_1$  починає відставати від потоку  $\Phi_2$  (рис.7, г). Кут між потоками  $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 > 0$ , тому з'являється негативний момент  $M_{вр} < 0$ , діючий в бік розмикання контактів.



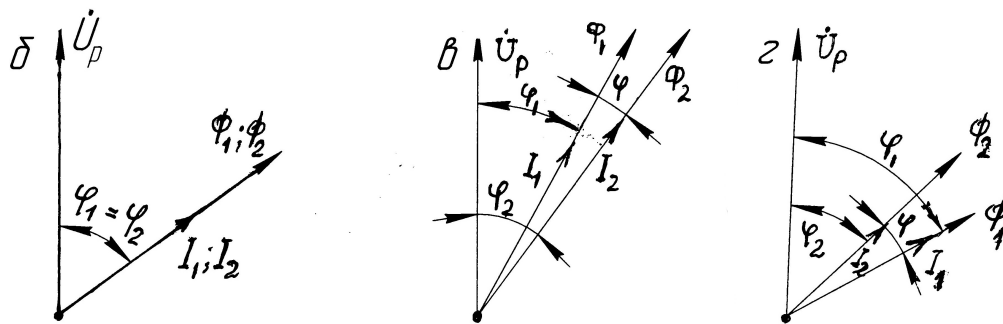


Рис. 7 Схема (а) і векторні діаграми (б, в, г) індукційного реле частоти.

В експлуатації знаходяться реле типів ИВЧ-3. ИВЧ-01. Однак вони мають деякі недоліки, такі як можливість помилкового спрацьовування при різких змінах підведеного до реле напруги, а при напрузі  $U_p < 0,2 U_{ном}$  реле не діє. Воно споживає потужність  $P = 10 \text{ ВА}$ .

Порядок виконання роботи

1. Ознайомлення з паспортними даними та конструкцією наявних у лабораторії дослідних зразків реле, у зв'язку з чим необхідно з'ясувати:

а) типи реле та їх паспортні дані;

б) принцип дії реле та їх основні елементи;

в) зв'язок між напрямом обертання диска реле і прийнятим розташуванням коротко замкнутих витків на магнітопроводі;

г) основні характеристики використовуваних реле;

е) переваги, недоліки і області застосування досліджуваних реле

Питання для самоперевірки

електромеханічні реле

1. У яких пристроях і апаратах застосовують первинні реле прямої дії, вторинні реле прямої дії і первинні реле непрямої дії?

2. Як регулюється струм спрацьовування в реле РСМ?

3. У чому перевага і недоліки реле прямої дії і первинних реле?

4. Дайте класифікацію реле захисту і автоматики.

5. Яке призначення короткозамкнених витків на магнітопроводі електромагнітних



реле?

6. Чим обумовлена залежність часу спрацювання електромагнітних реле від кратності струму в обмотці стосовно струму спрацювання?

7. Якими способами регулюється струм і напруга спрацювання реле типів РС-40 і РН-50?

8. Фізичний зміст коефіцієнта повернення  $K_v$  і способи його підвищення. Чи залежить  $K_v$  реле від моменту зворотної пружини?

9. Різниця в конструкціях магнітних систем реле змінного і постійного струму. Які існують способи регулювання коефіцієнта повернення реле РС-40?

10. Електромагнітні реле змінного струму (наприклад РС- 40) і напруги (наприклад РН -50 ) мають кожне по дві секції обмотки з однаковою кількістю витків в кожній секції. Як змінюється струм спрацювання ( в одному випадку) і напруга спрацювання ( в іншому випадку) , якщо секції будуть включені паралельно або послідовно ? Наведіть основні характеристики зазначених реле ?

11 . Чи буде різниця в роботі струмового реле РС -40 , якщо в одному випадку секції обмотки будуть включені паралельно , в іншому випадку буде включена лише одна секція , а друга розімкнута і в третьому випадку буде включена одна секція , а друга замкнута на коротко ?

12 . Коефіцієнт повернення реле та способи його поліпшення .

13. Які причини появи вібрації якоря контактів електромагнітних реле змінного струму? Заходи щодо зменшення вібрації контактів у реле типів РС -40 і РН -50 ?

14. Чи припустимо обмотки реле струму РС -40 включати між собою зустрічно - послідовно ? Від чого залежить коефіцієнт повернення у реле РС -40 ?

15 . В реле РН -50 з уставкою спрацювання 30 В дві секції обмотки помилково включені паралельно , але різними полярностями. Як діятиме реле , якщо напруга на виводах реле дорівнюватиме 60 В ?

16. Поясніть, чому у реле типу РС -40 електромагніт набраний шихтованого залізом з ізоляцією пакетів відносно один одного?

17. Чому для максимальних реле (струму , напруги) коефіцієнт повернення менше одиниці , а для мінімальних реле - більше одиниці ?

19. Чому зі збільшенням кратності струму в обмотці реле стосовно струму уставки у максимальних реле зменшується час спрацьовування ?

20 . Коли час спрацьовування електромагнітних реле більше при роботі реле на розмикання або замикання ? Поясніть причину .

21 . У чому перевага реле , що мають великий коефіцієнт повернення , в порівнянні з реле , що мають малий коефіцієнт повернення ?

22.Об'ясніть діаграму електромагнітних і механічних сил при спрацьовуванні і поверненні струмового реле .

### електромагнітні реле

1 . У реле часу з годинниковим механізмом помилки часу дії залежать від діапазону шкали і не залежать від уставки за шкалою . Поясніть принцип цього явища . Що таке розкид часу спрацьовування ?

2 . У яких схемах застосовуються проміжні реле з струмовою робочою обмоткою і утримуваною обмоткою напруги і в яких схемами застосовуються реле з робочою обмоткою напруги і струмовою утримуючою обмоткою ? Призначення утримуючих обмоток ?

3 . Як влаштовано і працює поляризоване реле ? Які види навантаження реле ви знаєте?

4 . Як влаштовані і працюють герконові реле ? Наведіть їх характеристику.

5 . Для чого застосовуються проміжні реле ? Які з них найбільш поширені ? Які конструктивні відмітні особливості проміжних реле постійного і змінного струму?

6 . Чому струмовий обмотка реле напруги потужності РБП розташована на полюсах , а обмотка напруги - на ярмі магнітопроводу ?

7 . Чому у реле РБП застосовується барабанчик , а не диск?

8 . Що таке "мертва" зона реле потужності і в яких випадках вона може бути? Наведіть основні співвідношення для її визначення .

9 . З якою метою визначається кутова характеристика реле потужності? Що таке кут максимальної чутливості ? Способи його регулювання .

10 . Поясніть явище самоходу реле і вкажіть причини його виникнення . Як

усувається самохід реле ?

11 . Чим забезпечується швидкість дії реле потужності індукційного типу? З якою метою вказується маркування генераторних ( однополярних ) виводів обмоток реле

12. Роль коротко-замкнутих витків на магнітопроводі реле РС -80 ? Яке призначення електромагнітного пристрою і як регулюється струм спрацьовування струмового відсічення цього реле ?

13. Коли час дії реле РС -80 , що працює в залежній частині характеристики , більше - при включеній або виведеній відсічці ? Коефіцієнт повернення реле РС -60 і способи його поліпшення .

14. Характеристики реле РС- 80 $t = f ( I_p / I_{cp} )$  при введеній та виведеній відсічці змінюються ? У чому причина цієї зміни ? Регулювання струму спрацьовування електромагнітного елемента реле РС -80.

15 . Способи регулювання величини струму спрацювання реле РС -80. Як обирається струм спрацювання реле і забезпечується залежна частина характеристики реле РС -80 ?

16 . Чому характеристики реле РС -80 , задані кривими ,  $t = f ( I_p / I_{cp} )$  зберігаються постійними при одній і тій же кратності струму в ланцюзі обмотки для різних величин уставок  $I_{cp}$  ?

17. Електромагнітна сила і момент індукційного реле типу РС -80. Чим досягається обмежено- залежна характеристика в реле РС -80 ? Як проводиться регулювання часу дії реле в незалежній частині характеристики ?

18 . Поясніть , як виходить обмежено- залежна характеристика і як відбувається дія струмового відсічення реле РС -80 ?

19. Яким чином при використанні реле РС -565 виробляється відбудова «захисту від кидків струму, що намагнічує ?

20Як налаштувати реле РНГ-565 на мінімальний і максимальний струми спрацьовування ? Чим визначаються числа витків диференціальної і зрівняльної обмоток ?

21). Функції яких реле виконує індукційне реле струму типу РС -80

Релейний захист- Relay protection  
електромеханічна база- electromechanical base  
поляризовані рел- polarized relays  
транзисторна логіка- transistor logic  
провідникова елементна база- conductor element base  
шкала уставок- scale settings  
Коефіцієнт повернення- scale settings  
полюс електромагніту- pole electromagnet  
Індукційні реле- Induction relays  
основні елементи- basic elements  
електромагні реле- electromagnetic relays  
первинні реле- primary relays  
магнітні системи- magnetic systems  
секції обмотки- winding sections

## ЛІТЕРАТУРА

1. Андреев В. А. Релейний захист і автоматика систем електропостачання. - М.: Вищ. шк.;. 2006.-639с.
2. Андреев В.А. Релейний захист й автоматика систем електропостачання. - М.: Вищ.шк.. 1991.С.43-65.
3. Беркович М.А. Молчанов В.В. , Семенов В.А. Основи техніки релейного захисту. - М.: Вищ школа, 1964. С. 51-67.
4. Кривенков В.В., Новела В. Н. Релейний захист й автоматика систем електропостачання. - М.: Енергоіздат, 1981, С. 67-61.
5. Федосєєв А.М. Релейний захист електроенергетичних систем. -М.: Вища школа, 1984, С. 221-228.
6. Чорнобровов Н.В. Релейний захист. -М.: Енергія, 1974, З 26-6

Упорядники:  
В. Д. Трифонов, професор  
О.Р. Ковальов, ст. викл  
Д. В. Трифонов, доцент

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ  
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ РЗ – 2  
«Вивчення пристроїв релейного захисту і автоматики  
на електромеханічній елементній базі»  
з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики »  
для студентів напрямку підготовки  
6.050701 «Електротехніка та електротехнології »

Друкується в редакції укладача

Підписано до друку 20.08.13. Формат 30 x 42/4.  
Папір Rollux. Ризографія. Умовн. друк. арк 1,2.  
Обліково-видавн. арк 1,2. Тираж 30 прим. Зам. №

Безкоштовно

Кафедра систем електропостачання

ДВНЗ НГУ  
49027, м. Дніпропетровськ -27, просп.К.Маркса,19.

