

В.Ф. Мануйлов, доц., Ю.І. Казанцев, доц., канд.тех.наук, І.В. Коновалов, доц., І.В. Флакей, ас.

Кіровоградський національний технічний університет

Особливості розрахунку систем релейного захисту з дешунтуванням катушок відключення електромагніту приводу вимикача

В статті наведена методика розрахунку релейного захисту з дешунтуванням відключаючих катушок електромагніту приводу вимикача, в який враховані результати експериментальних досліджень режимів роботи схеми при дешунтуванні.

релейний захист, відключаюча катушка, електромагніт приводу вимикача, трансформатор струму, оперативний струм, струм спрацювання, струм повернення

Сучасні умови пред'являють високі вимоги до надійності систем електропостачання, що в свою чергу вимагає використання високоефективних та надійних схем релейного захисту всіх елементів електроенергетичних систем. Одним з можливих рішень проблеми підвищення надійності системи релейного захисту є використання схеми релейного захисту з дешунтуванням відключаючих катушок електромагніту приводу вимикача. Перевагою таких схем є простота та відсутність спеціальних джерел постійного або змінного оперативного струму, що крім підвищення надійності також зменшує вартість необхідного обладнання.

Розрахунок струмів спрацювання та витримок часу релейного захисту (РЗ), виконаного по схемі з дешунтуванням відключаючих катушок електромагніту приводу вимикача має такий же алгоритм розрахунку, як і відповідний розрахунок РЗ на постійному оперативному струмі. Але особливістю розрахунків є умова обмеження значення мінімального струму спрацювання струмового реле. Його значення не може бути меншим за мінімальну величину струму спрацювання відключаючої катушки приводу вимикача.

Це обумовлено вимогою надійного спрацювання відключаючої катушки при спрацюванні реле струму. Практично узгодження по чутливості реле струму та відключаючої катушки полягає в загрубленні реле струму при мінімальному значенні струму спрацювання катушки при врахуванні конкретної схеми з'єднання реле та відключаючої катушки.

Одним з основних питань для схеми РЗ з дешунтуванням відключаючих катушок є вибір трансформаторів струму (ТС). Прийнятий для установки ТС повинен забезпечити такі умови:

- обмеження значення максимальної величини струму, який проходить через дешунтуючі контакти реле до величини допустимого струму контактів
- забезпечення надійності роботи РЗ та відключаючих катушок електромагнітів приводу вимикача.

Згідно з інформацією виробника проміжні реле типу РП – 341 та реле струму РТ – 85, які використовуються в схемах РЗ з дешунтуванням відключаючих катушок, мають контакти здатні дешунтувати електричне навантаження опором до 4,5 Ом (струм вимірювання 3,5 А) при струмах на контактах до 150 А.

У випадку коли розрахункові значення вторинних струмів короткого замикання на контактах реле, визначені без врахування похибки ТС перевищують значення, які гарантовані виробником, рішення про можливість використання схеми РЗ з дешунтуванням потребує більш детального аналізу всіх факторів. Це в деяких випадках дозволить запобігти невмотивованій відмови від використання схем РЗ з дешунтуванням відключаючих катушок. Дослідження дешунтуючої здатності контактів проміжних реле РП – 341 та реле струму РТ – 85, які були проведені в експериментальній лабораторії об'єднання «Дніпроенерго» дозволили зробити висновки, що дешунтуючу здатність контактів реле визначають не розмикаючі контакти, а замикаючі. Експерименти довели, що при комутації великих струмів значно частіше відмічалось приварювання замикаючих, а не розмикаючих контактів. Термічна стійкість контактів визначається квадратом струму та часом його проходження через контакти. Відповідно до алгоритму дії системи РЗ час проходження струму короткого замикання визначається часом дії РЗ та власним часом дії комутаційних апаратів. Якщо врахувати час дії короткозамикача, то час проходження струму не буде перевищувати 0,7 с.

Дослідження показали, що при проходженні струму близького до значень 150 А, за час замкненого стану обох контактів катушка встигає частково спрацювати внаслідок того, що в електричному колі розмикаючого контакту є опір з'єднувального проводу і відтікання частин струму внаслідок цього в електричне коло катушки. Таким чином, більшу частину часу в електричному колі замикаючого контакту проходить струм, який відповідає втягнутому стану якоря електромагніта. Слід відмітити, що при струмах близьких до 150А опори відключаючої катушки при опущеному та втягнутому положеннях якоря електромагніта відрізняються несуттєво, що обумовлено насиченням магнітної системи реле при таких струмах.

Аналіз роботи схеми з дешунтуванням відключаючих катушок дозволяє зробити висновок, що ТС повинен забезпечити два режими роботи. До дешунтування ТС працює в режимі джерела струму, а після дешунтування в режимі джерела потужності. Відповідно до цього в режимі джерела струму ТС повинен з необхідною точністю забезпечити правильну роботу вимірювальних органів РЗ. Після спрацювання вимірювальних органів в процесі роботи логічної частини схеми РЗ ТС продовжують роботу в режимі джерела струму оскільки навантаження на ТС при цьому практично не змінюється. Після дешунтування відключаючих катушок ТС повинні забезпечити потужність достатню для роботи привода вимикача. В схемах РЗ з дешунтуванням параметри відключаючої катушки можуть бути обрані такими, щоб вони відповідали режиму максимальної віддаваної потужності. Але слід враховувати, що отримання від ТС максимальної потужності пов'язано зі збільшенням опору реле, що в свою чергу може призвести до появи значних перенапруг в схемі, які погіршують умови комутації контактів реле. Перевірка ТС в режимі джерела струму до дешунтування відключаючих катушок виконується за умовами 10-відсоткової та 50-відсоткової похибки.

При визначенні розрахункового навантаження на ТС обов'язково необхідно врахувати насичення магнітних систем реле, що призводить до суттєвого зменшення опору обмоток реле при значних струмах. Відповідно опори потрібно визначити при конкретних значеннях струму в обмотках реле. Перевірка ТС в режимі джерела потужності після дешунтування відключаючих катушок полягає в визначенні первинного струму спрацювання відключаючих катушок та порівняння його зі струмом спрацювання реле струму.

Первинний струм спрацювання відключаючих катушок визначається з врахуванням дійсних похибок ТС. Додатково слід врахувати, що в процесі втягування якоря електромагніта збільшується опір катушки, і відповідно змінюється величина

похибки ТС. При перевірці ТС після дешунтування необхідно також виконати умову, щоб вторинний струм не був меншим за струм повертання реле, інакше реле повертається в початковий стан і знов шунтує катушку відключення.

При використанні проміжних реле типу РП – 341, які мають коефіцієнт повертання $K_n = 0,3-0,5$, значення вторинного струму після дешунтування повинно бути не менш ніж половина струму спрацювання реле (2,5А або 5А). Теж саме можна віднести до випадку використання реле типу РТ – 85.

Таким чином використання викладеного вище комплексу перевірок дозволяє прийняти вмотивоване рішення щодо використання схеми РЗ з дешунтуванням відключаючих катушок електромагніту приводу вимикача.

Список літератури

1. Принципиальные схемы расчёта релейной защиты элементов подстанций 35 – 220 кВ и линий 6 – 35 кВ на переменном оперативном токе. Москва. НИИ Энергосетьпроект. 1991.
2. Гольфанд Я.С. Релейная защита распределительных сетей. М.: Энергоатомиздат. 1987.
3. Кожин А.Н. Релейная защита линий 3 – 10 кВ на переменном оперативном токе. М.: Энергия. 1971.
4. Шабад М.А. Расчёты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. Л.: Энергоатомиздат. 1985.

В статье приведена методика расчёта релейной защиты с дешунтированием отключающих катушек электромагнита привода выключателя, учитывающая результаты экспериментальных исследований режимов работы схемы при дешунтировании.

In the article is organized the calculation method of the relay protection with the debridging of disconnecting coils of the switch's actuator electromagnet, taking into account the results of the experimental research of the mode of circuit's operation under debridging.