**Практичне заняття 13**

**Вибір запобіжників**

**13.1 Теоретичні відомості**

В електричних мережах і електроустановках напругою до 1000 В для захисту від коротких замикань (к.з.) використовуються найпростіші захисні елементи – плавкі запобіжники. У їхньому корпусі розміщується калібрована плавка вставка, по якій протікає струм кола, що захищається. При к.з. коли струм у багато разів перевищує струм нормального навантаження, плавка вставка розігрівається до плавлення. Розплавившись вона розриває коло струму.

Переваги запобіжників:

1) низька вартість;

2) легкість створення видимого розриву для виконання робіт (з боку електробезпеки).

Недоліки запобіжників:

1) одноразовий апарат;

2) неоднозначність захисних характеристик $t\_{пл}$ має розкид до 55%;

3) складність забезпечення селективності для захисту;

4) розриває лише одну фазу, тоді виникає неоднозначний неповно фазний режим.

Вибір номінального струму плавкої вставки залежить від особливостей об’єкту, що захищається.

У загальному випадку:

, (13.1)

де *I*вст.ном – номінальний струм плавкої вставки,

*I*роб.макс  – максимальний робочий струм приєднання.

Якщо до приєднання, що захищається запобіжником, підключений одиночний асинхронний двигун, то номінальний струм плавкої вставки буде визначатись наступним чином:

, (13.2)

де *I*пуск – пусковий струм електродвигуна,

*k*– коефіцієнт зниження, який враховує, що при існуючих кратностях пускового струму і його тривалості плавка вставка не перегорає  $k=2,5 $для двигунів з легким пуском (час пуску 2-5 с), *k* =1,6-2 $k=1,6-2 $з тяжким пуском (час пуску приблизно 10 с.), *k* =0,8-1$k=0,8-1 $ з фазним ротором).

Запобіжники, що захищають змішане навантаження вибираються наступним чином:

, (13.3)

де *n* – кількість приєднань,

*I*пуск.макс – пусковий струм найбільш потужного електродвигуна.

Після розрахунків за формулами (13.1-13.3) запобіжники вибираються із номінального ряду в залежності від типу.

Для спрощення розрахунків будемо користуватись наступним рядом запобіжників: ***1 А, 1,5 А, 2 А, 2,5 А, 3 А, 4 А, 5 А, 8 А, 10 А, 16 А, 20 А, 32 А, 40 А, 50 А, 80 А, 100 А, 150 А, 200 А, 250 А, 400 А.***

Чутливість запобіжника до коротких замикань перевіряється за умовою:

, (13.4)

де *k*ч – коефіцієнт чутливості,

*I*к.мін – найменше значення струму к.з.

В установках з глухозаземленою нейтраллю в більшості випадків за струм *I*к.мін  приймається струм однофазного к.з., в установках з ізольованої нейтраллю – струм двофазного к.з.

Захист запобіжника відповідає вимогам чутливості, якщо *k*ч >3 для невибухонебезпечного і *k*ч > 4 для вибухонебезпечного середовища.

**13.2 Приклад розрахунку**

Вибрати запобіжники та розрахувати відповідні коефіцієнти чутливості при наступних умовах: потужність короткого замикання 360 кВА; номінальна напруга 0,38 кВ; коефіцієнт пуску 6; коефіцієнт зниження 2,5; потужність двигуна №2 – 10 кВт, ****; потужність двигуна №3 – 5,5 кВт, ; потужність освітлення 6 кВт . Середовище невибухонебезпечне.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:кВА кВкВт**,** кВт**,** кВт |  |
| Знайти: ,  |

Розрахунок

**1.** **Виберемо запобіжник FU4** за умовою (13.1). Для цього необхідно визначити максимальний робочий струм приєднання.

Потужність приєднання визначається наступним чином:

, (13.5)

де *U*н – номінальна напруга,

*I*н – номінальний струм,

cos φ – коефіцієнт потужності.

Звідки

. (13.6)

Оскільки для навантаження освітлення коефіцієнт потужності дорівнює одиниці.

,

А.

Згідно умови (13.1):

,

для четвертого приєднання із ряду вибираємо запобіжник на 8А.

**2. Виберемо запобіжники FU2 та FU3** за умовою (13.2). Для цього визначимо пусковий струм електродвигуна.

, (13.7)

де *k*пуск – кратність пускового струму,

*I*н – номінальний струм приєднання.

За формулою (13.6) обчислимо номінальні струми другого та третього приєднань:

А,

А.

За (13.7) визначимо пускові струми другого та третього електродвигунів:

А,

А.

Згідно (13.2) вибираємо запобіжники для другого та третього приєднань:

, А,

для другого приєднання із ряду вибираємо запобіжник на 50 А.

,  А,

для третього приєднання із ряду вибираємо запобіжник на 32 А.

**3. Виберемо запобіжник FU1** за умовою (13.3). Перше приєднання живить змішане навантаження.

*Щоб уникнути помилок, підстановку числових значень до формули краще робити з кінця. Спочатку із усіх наявних двигунів вибираємо той, у якого пусковий струм найбільший і записуємо його до виразу (I*пуск.макс*). Надалі записуємо суму номінальних струмів інших приєднань (не враховуючи номінальний струм двигуна з максимальним пусковим струмом).*

В нашому випадку найбільший пусковий струм у другого двигуна (*I*пуск.макс=107,4). До суми підставляємо номінальні струми навантаження освітлення та третього двигуна ().

Отже:

, А,

для першого приєднання із ряду вибираємо запобіжник на 50 А.

**4. Визначимо коефіцієнти чутливості для всіх приєднань** за умовою (13.4). Для цього обчислимо найменше значення струму короткого замикання.

, (13.8)

де*U*c– середня напруга (приймається на 5% більше номінальної),

*x*к– опір до точки короткого замикання.

, (13.9)

де *S*к – потужність короткого замикання.

Отже

 Ом.

Тоді

 А.

Обчислимо коефіцієнти чутливості:

* для четвертого приєднання

,

* для третього приєднання

,

* для другого приєднання

,

* для першого приєднання

.

*Увага! При розрахунку коефіцієнту чутливості у знаменник виразу (13.4) підставляємо значення струму плавкої вставки вибраного із ряду запобіжників.*

Висновок: захист запобіжником відповідає вимогам чутливості (для всіх приєднань *k*ч >3)

Питання

1. Захист запобіжника відповідає вимогам чутливості для невибухонебезпечного середовища якщо
* *k*ч >3
* *k*ч >4
* *k*ч >5
* *k*ч >2
1. Захист запобіжника відповідає вимогам чутливості для вибухонебезпечного середовища якщо
* *k*ч >4
* *k*ч >3
* *k*ч >5
* *k*ч >2
1. Що таке *I*пуск.макс

-найбільший пусковий струм двигуна

- сумарний пусковий струм всіх двигунів

- максимальний струм при пуску недовантаженого двигуна

- пусковий струм

4. Що таке 50 у знаменнику виразу 

- номінальний струм плавкої вставки

- номер запобіжника

- кількість запобіжників

- частота в мережі