**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ОДНОФАЗНОГО ИНДУКЦИОННОГО СЧЕТЧИКА АКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ**

Цель работы: Изучение устройства, принципа действия счетчика, определение постоянной прибора и его проверка.

Приборы: Счетчик индукционный однофазный СО-2, ваттметр, ЛАТР-1, трансформатор 220/12 В, вольтметр на 250 В, амперметры на 1, 5 и 10 A, трансформатор тока 15/5 А, реостат на 600 Ом, секундомер.

1 Общие сведения

Однофазные индукционные счетчики служат для учета активной энергии переменного тока в однофазных цепях.

Принцип действия индукционного счетчика основан на взаимодействии магнитных потоков с токами, наводимыми в подвижном диске счетчика.



Рисунок 1 – индукционный счетчик

На рисунке 1 схематически изображено устройство одного из типов индукционных счетчиков. На нижний железный сердечник П-образной формы надета катушка, состоящая из небольшою числа витков толстой проволоки, по которой проходит весь ток нагрузки I1, и так как магнитный поток Ф1, создаваемый током I1, большую часть своего пути проходит по воздуху, то величина его пропорциональна току I1 и почти совпадает с ним по фазе.

На другой сердечник, расположенный выше первого, нанесена обмотка из большего числа витков тонкой проволоки, присоединенная параллельно к цепи. Ток I2, протекающий по этой катушке, создает магнитный поток Ф2 , который распределяется по двум параллельным магнитным цепям. Часть этого потока Ф2/ замыкается через диск, находящийся в междужелезном пространстве. Другая часть потока Ф2//, замыкается через магнитный шунт, благодаря которому увеличивается индуктивное сопротивление параллельной обмотки электромагнита, что необходимо для установления пропорциональности между вращающим моментом подвижной системы счетчика и мощностью, расходуемой в цепи. Ток I2 и магнитный поток Ф2/, пронизывающий диск, отстают по фазе от напряжения U на угол, близкий к π/2.

Если ток I1 отстает по фазе от приложенного напряжения на угол φ, то потоки Ф1 и Ф2 сдвинуты по фазе один относительно другого на угол ( π/2 – φ ).

Магнитный поток Ф1 индуктирует в подвижном алюминиевом диске вихревые токи Iв.т., которые, взаимодействуя с магнитным потоком Ф2/ создают вращающий момент, пропорциональный произведению амплитуд магнитных потоков и синусу угла между ними



или, так как Ф1 и Ф2 / пропорциональны соответственно величине тока I и напряжению U, то

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

|  |
| --- |
| (1) |

  |

,

где С – коэффициент пропорциональности;

Р – мощность расходуемая в цепи, Вт.

Таким образом, вращающий момент диска, а следовательно и его скорость вращения, пропорциональны активной мощности, выделяемой в потребителе. Так как вращение диска фиксируется счётным механизмом, то учтенная счетчиком энергии пропорциональна числу оборотов диска

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

|  |
| --- |
| (2) |

  |

,

где   – постоянная счетчика.

Постоянная счетчика показывает величину энергии, учитываемой счетчиком за один оборот диска

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

|  |
| --- |
| (3) |

  |

.

Номинальная постоянная С определяется по паспортным данным счетчика.

Постоянный магнит в магнитном поле которого вращается диск, создает в диске вихревые токи, поглощающие механическую энергию подвижной системы счетчика, и этим регулирует число оборотов счетчика.

К достоинствам счетчиков следует отнести допускаемую ими перегрузку, малое собственное потребление мощности (около 1,5 Вт), прочность конструкции и невысокую стоимость.

Недостатки счетчика: влияние частоты и температуры на его показание, относительное увеличение оборотов счетчика при малой нагрузке и повышении напряжения.

Пропорциональность между скоростью вращения диска и мощностью нагрузки соблюдается только у идеального счетчика. У реального счетчика такая пропорциональность соблюдаться не может из-за наличия дополнительного тормозящего момента, обусловленного силами трения, возникающими в опорах подвижной части прибора. Эти силы зависят от со­стояния трущихся поверхностей, от веса подвижной части.

Влияние сил трения возрастает при малых нагрузках. На работу счетчика влияет также температура окружающей среды, так как с температурой изменяется электрической сопротивление материала диска. Наконец сильно влияет на показания счетчика изменения частоты тока.

Вращение диска счетчика при отсутствии тока (нагрузки) в токовой обмотке называется самоходом. Погрешность в учете энергии, вызываемой самоходом, обычно невелика, но нежелательна.

По ГОСТу при напряжении 110 % от номинального, диск счетчика не должен вращаться. Счетчик должен быть достаточно чувствительным к малым нагрузкам.

По ГОСТу диск должен вращаться безостановочно при номинальном напряжении и токе нагрузки 1% от номинального при cos φ = 1.

Действительное значение постоянной счетчика определяется из опыта

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

|  |
| --- |
| (4) |

  |

,

где Р – мощность нагрузки по ваттметру, Вт;

N – число оборотов диска за t сек, об.

Зная номинальную и действительную постоянные счетчика можно определить его относительную погрешность

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

|  |
| --- |
| (5) |

  |

,

где W – энергия, учтенная счетчиком, кВт·ч;

Wg – энергия, фактически израсходованная за тоже время, кВт·ч.

 

 I

Рисунок 2 – Рамка погрешностей

По ГОСТу относительная погрешность счетчика при изменениях тока нагрузки от 10 % до 125% от номинального не должна выходить за пределы рамки погрешностей.

Нормальными условиями работы и проверки счетчика являются:

а) изменение тока не выходит за пределы от 10% до 125% от номинального тока счетчика ( 5А);

б) напряжение номинальное (220 В);

в) частота номинальная (50 Гц);

г) температура 20°;

д) cos φ нагрузки равен 1.

2 Порядок работы

1 Собрать рабочую схему



Рисунок 3 – Принципиальная электрическая схема лабораторной установки

2 Произвести проверку счетчика при номинальном напряжении Uн = 220 В для значений токов 5,  10, 20, 50, 100, 125 % от номинального Iн = 5 А.

Величина тока устанавливается потенциометром ПР, номинальное напряжение поддерживается ЛАТРом. Для предотвращения повреждения амперметра рекомендуется изменять значение тока в обратной последовательности, начав с 125 % от Iн при включенном амперметре на 10 А.

Результаты измерения занести в таблицу.

Таблица 1 – Результаты измерений и вычислений

|  |  |
| --- | --- |
| Измерения | Вычисления |
| U, В | I, А | Iн,% | N, число оборотов | Р, Вт | t, сек | Cном,http://ruseti.ru/tranformator/ris/image130.gif | Cg, http://ruseti.ru/tranformator/ris/image130.gif | http://ruseti.ru/tranformator/ris/image131.gif, % |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

3 По результатам измерений и вычислений вычертить кривую погрешности счетчика.

4 Произвести проверку чувствительности счетчика. Для этого необходимо увеличить ток нагрузки от 0 до наименьшей величины, при которой диск начинает безостановочно вращаться и сравнивать эту величину с нормальной по ГОСТу (1% от 1Н ).

5 Произвести проверку счетчика на самоход. Для этого повысить напряжение посредством ЛАТРа до U = 110 % от Uном = 220 В и разомкнуть цепь тока. Если при этом диск счетчика будет вращаться и делать хотя бы один оборот, то он имеет самоход.

Контрольные вопросы

1 Магнитная система создает вращающееся магнитное поле, увлекающее за собой диск. Как это происходит?

2 Рассказать устройство и принцип действия однофазного счетчика активной энергии.

3 Нарисуйте векторную диаграмму измерительного механизма счетчика

4 Что такое номинальная постоянная счетчика? Как она определяется?

5 Что такое действительная постоянная счетчика? Как она определяется?

6 Что такое "самоход" счетчика? За счет чего возникает явление "самохода"?

7 Как вычисляется чувствительность счетчика? Дать определение чувствительности счетчика.

8 Каково назначение постоянного магнита М, охватывающего диск счетчика?

9 Как влияет изменение частоты тока в сети на погрешность счетчика?

10 Как влияет температура на погрешность счетчика?

11 Назначение магнитного шунта в магнитопроводе счетчика.

12 Почему при малых и больших токах нагрузки приемника, по сравнению с номинальным током счетчика, погрешность возрастает?

13 Как осуществляется компенсация трения в счетном механизме ?

14 Напишите формулу вращающего момента, действующего на диск счетчика.

Правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы

1 Убедиться, что автоматический выключатель установки находится в выключенном состоянии.

2 Осмотреть приборы и оборудование, с которыми придется работать. Выбрать и установить необходимый диапазон измерения многопредельных приборов, исходя из того, что в процессе измерения стрелка должна находиться в средней области шкалы.

3 Собрать цепь, не подключая ее автоматическим выключателем к сети. Для первого опыта в токовую цепь счетчика должен быть включен амперметр на 10 А, а движок реостата должен быть в положении соответствующем минимальному напряжению на его выходе (О В). Рекомендуется сначала выполнить последовательную часть цепи(токовую), а затем параллельную(напряжения). Сборку схемы начинают от одного зажима источника питания, пройдя по схеме слева-направо сверху-вниз последовательную цепь, заканчивают ее на другом зажиме.

4 При сборке не пользоваться проводниками с изношенной и поврежденной изоляцией, избегать пересечения проводов. Не применять слишком длинные и короткие (внатяг) провода. К зажимам ЛАТРа не подключать более одной пары проводов, на других зажимах не собирать более двух проводов.

5 Включать собранную цепь под напряжение только после проверки и с разрешения руководителя.

6 Не размыкать вторичную цепь трансформатора тока, если его первичная обмотка включена в цепь.

7 Не прикасаться к неизолированным элементам цепи, находящимся под напряжением.

8 Прежде чем сделать пересоединения в цепи, отключить автоматическим выключателем источник питания.

9 Обнаружив неисправный прибор или аппарат, сообщите об этом руководителю. Не переносите приборы с одного рабочего места на другое без ведома руководителя.

10 Цепь можно разбирать только с разрешения руководителя занятий, после проверки им результатов опытов.

11 Не уходите с рабочего места, не отключив автоматический выключатель установки и не убрав за собой.

Список использованных источников

1 Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 341с.

2 Борисов Ю.М., Липатов Д.Н., Зорин Ю.Н. Электротехника. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 152с.