

**В.И. Панченко**

*(Украина, Днепрпетровск, Национальный горный университет)*

## **К ВОПРОСУ О ВИБРОДИАГНОСТИКЕ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ.**

Для разработки обоснованных рекомендаций по снижению уровней шума и вибрации электродвигателей необходимо выявить причины появления отдельных составляющих в их частотном спектре.

Известен способ определения магнитных составляющих вибрации [1], сущность которого заключается в измерении вибрации корпуса электродвигателя с помощью вибродатчика и последующего частотного анализа полученного сигнала, причем, измерение вибрации и частотный анализ проводят дважды: при номинальном и пониженном напряжении питания машины. Полученные частотные спектры вибраций между собой. Изменение (обычно, уменьшение) амплитуд отдельных частотных составляющих в спектре вибрации при снижении питающего напряжения указывает на электромагнитную природу происхождения этих составляющих. Однако этого не достаточно для распознавания, т. к. амплитуды магнитных составляющих спектра в различной степени реагируют на изменение величины питающего напряжения: от незначительного изменения до полного исчезновения. Кроме того, при возбуждении магнитных вибраций на резонансных частотах корпуса двигателя амплитуды вибраций практически не изменяются при уменьшении питающего напряжения. Это снижает достоверность определения частот магнитных вибраций указанным способом.

Можно также определить магнитные составляющие вибрации измерением общей вибрации электрической машины вибродатчиками и за тем частотным анализом полученного сигнала, причем экспериментально полученный частотный спектр вибраций необходимо сравнить с рассчитанным заранее частотным спектром только магнитных вибраций. Совпадение некоторых частот в сравниваемых спектрах вибрации указывает на электромагнитную природу их происхождения. Но так как вибрация электродвигателя на одной и той же частоте может быть вызвана не только электромагнитными силами, но и механическими, то очевидно, что и этот способ не обеспечивает необходимой точности определения частот магнитных вибраций.

Поэтому для определения частот магнитных составляющих вибрации электродвигателей автором был разработан способ, обладающий повышенной точностью [2]. Сущность его в следующем: включают трансформатор тока 1 (рисунок) в рассечку одного из линейных проводов, с помощью которых двигатель 2 подключается к трехфазной сети переменного тока.

Тогда выходной ток трансформатора пропорциональный фазному току асинхронной машины, т.е.

$$i = K_1 \sum_{i=1}^{\infty} I_{mn} \cos n\omega_1 t \quad (1)$$

где  $K_1$  – коэффициент передачи трансформатора;  $I_{mn}$  – амплитуды гармоник тока питания машины;  $n=1, 2, 3, \dots$  – номера гармоник тока;  $\omega_1$  – угловая частота основной гармоники тока;  $t$  – время.

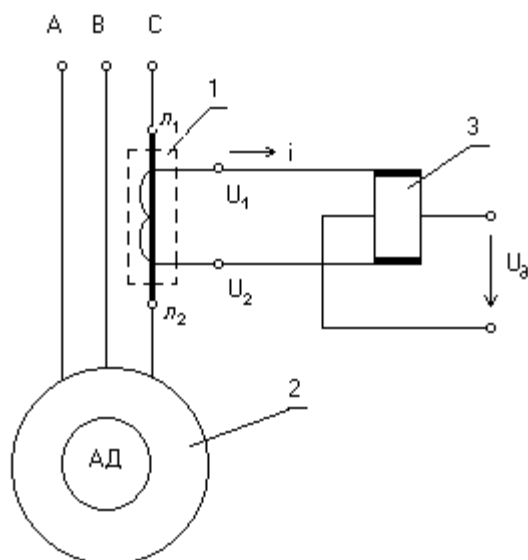
Далее размещают в воздушном зазоре на внутренней поверхности статора асинхронной машины датчик Холла 3. с помощью которого формируют сигнал, пропорциональный магнитной индукции в месте расположения датчика Холла. Напряжение на выходе датчика Холла описывается выражением

$$U_{\partial} = K_2 i_n \sum_{v=1}^{\infty} B_v \cos(\omega_v t - v\alpha_{\partial} - \varphi_v) \quad (2)$$

где  $K_2$  – коэффициент передачи датчика Холла;  $i_n$  – ток питания датчика;  $B_v$  – амплитуда гармоники магнитной индукции;  $\omega_v = \left[ n + 2j + \frac{\beta_2 Z_2 + i_3}{p} (1 - S_1) \right] \omega_1$  – частота гармоник магнитной индукции относительно статора;  $j, \beta_2, i_3 = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$  – целые числа, определяющие причины появления гармоник магнитной индукции, а именно: насыщение магнитной цепи  $j$ , зубчатость ротора  $\beta_2$ , динамический эксцентриситет  $i_3$ ;  $n = 1, 2, 3, \dots$  – номера гармоник тока питания датчика;  $Z_2$  – число пазов ротора;  $S_1$  – скольжение ротора по отношению к основной гармонике поля;  $p$  – число пар полюсов основной гармоники поля;  $v$  – порядок гармоник (число пар полюсов) магнитной индукции;  $v\alpha_{\partial}$  – угловая координата места расположения датчика Холла;  $\varphi_v$  – начальный фазовый угол гармоник магнитной индукции.

Полученные сигналы (1) и (2) перемножают. При этом датчик Холла питается от упомянутого выше трансформатора тока. Выходной сигнал датчика Холла в этом случае

$$U_{\partial} = K \sum_n^{\infty} \sum_v^{\infty} I_{mn} B_v \cos(\omega_{\partial} t - v\alpha_v - \varphi_v), \quad (3)$$



Структурная схема для определения магнитных составляющих вибрации асинхронного электродвигателя (АД)

где  $K = \frac{K_1 K_2}{2}$  – результирующий коэффициент передачи схемы;

$\omega_0 = \omega_i \pm i\omega_1 = \left[ \frac{\beta_2 Z_2 + i_{\varepsilon}}{p} (1 - S_1) + 2j + {}_0^{2n} \right] \omega_1$  – частота выходного сигнала.

Выражение для частот  $\omega_0$  совпадает с известным в теории асинхронных машин [3] выражением для частот магнитных составляющих вибрации этих машин. Следовательно, подвергнув спектральному анализу, выходной сигнал датчика Холла, получают частоты магнитных составляющих асинхронного электродвигателя. Одновременно с указанным экспериментом измеряют и проводят частотный анализ общей вибрации. Совпадение отдельных частот спектра вибрации с частотами сигнала (3) однозначно указывает на то, что эти частотные составляющие вибрации вызваны непосредственно электромагнитными сигналами. Способ применим для распознавания частотных составляющих вибрации, как в режиме холостого хода, так и при нагрузке.

Проведенные экспериментальные исследования вибрации нескольких типоразмеров асинхронных электродвигателей с использованием предложенного способа вибродиагностики подтвердили его работоспособность.

### Список литературы

1. Шубов И.Г. Шум и вибрация электрических машин. – М.: Энергия, 1974.
2. А.с. SV 1073581 А, G01H 1/06. Способ определения частот магнитных составляющих вибрации асинхронной машины /В.И. Панченко – Оpubл. 15.02.84. Бюл. № 6.
3. Овчаренко Н.Я. Магнитные силы, вызывающие шум асинхронного короткозамкнутого электродвигателя, питаемого от преобразователя частоты на полупроводниковых триодах. //В сб.: Асинхронные двигатели и их оптимизация: – Кишинев: Штиинца. 1979.