

ДИАГНОСТИКА НАРУШЕНИЙ СТАТОРНЫХ ОБМОТОК АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация: Для обнаружения поломок или дефектов на электрических машинах полезно использовать такой метод, который не требует остановки машины от работы. По этой причине мы проверяем наш метод анализа рассеянного магнитного поля вблизи корпуса двигателя также для обнаружения обрыва нити на обмотке статора. В этом гранте мы показываем некоторые результаты.

1. Введение

По той причине, что асинхронные двигатели в настоящее время всё чаще используются также для производства электроэнергии на ветроэнергетических и гидроэлектростанциях, важность их надёжной и безаварийной работы возрастает. Вот почему также возрастает важность определения их фактического функционального характера и методов технической диагностики. В токарной электрической машине дефекты и поломки могут возникать в:

- а) электрической цепи;
- б) магнитной обмотке статора или ротора;
- в) механических частях, т.е. вале, подшипниках, раме и тому подобном.

Когда мы исключаем полные поломки, которые приводят к аварии машины и невозможности их последующего запуска (короткое замыкание в обмотке или ее прерывание, поломка вала, заедание подшипников и другие), то методами диагностики мы выявляем неисправности или последовательные поломки. В электрических цепях это может быть ухудшение состояния изоляции обмотки, увеличение контактного сопротивления, отключение обмотки, особенно на двигателях с сепаратором, короткое замыкание от поворота к повороту, короткое замыкание на раме или между фазами, запрещенный нагрев обмотки и т.д. Для обнаружения поломок обмотки ротора мы проверили множество методов /1/, /2/ и создали новый метод обнаружения поломок путем рассеивания магнитного поля, измерения его на поверхности рамы статора. Этот метод мы также используем для поиска поломок обмотки статора. О некоторых результатах речь идет в этом отчете.

2. Измерение на асинхронных машинах

Для проверки различных методов диагностики по выявлению поломок на обмотке асинхронных машин был специально выбран двигатель 4 кВт, 400 В, $2p=4$. Соединение обмоток показано на рисунке 1. Количество канавок статора 36,39 резьбы в катушке (6 витков = $6 \times 39 = 234$), проводник $2 \times 0,71$

намоточный провод LCIA1,6/3 количество витков в фазе (две тройные катушки на фазу), внутри среднего пакета магнитный статор 97,5 мм и его длина 105 мм

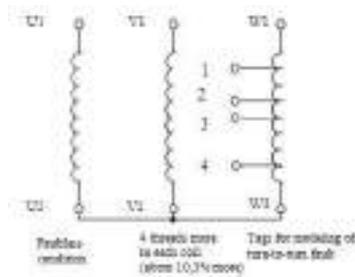


Рисунок 1. Соединение обмоток

По циклу холостого хода были измерены ток статора каждой фазы и рассеянное магнитное поле на корпусе двигателя. Эти измерения были выполнены для всех возможных вариантов искусственного короткого замыкания от поворота к повороту на фазной обмотке W.

- 1) на обмотке W не происходит короткого замыкания;
- 2) на обмотке W происходит сквозное короткое замыкание в начале обмотки (z-1);
- 3) на обмотке W выполнено сквозное короткое замыкание в середине обмотки (3-2);
- 4) на обмотке W происходит сквозное короткое замыкание в конце обмотки (4-k).

Описание эксперимента:

- 1) на обмотке с большим количеством меток не происходит короткого замыкания, и на рисунке 2 показан ток, протекающий во всех трех фазах, и действие магнитного поля на раме двигателя U_{mag}

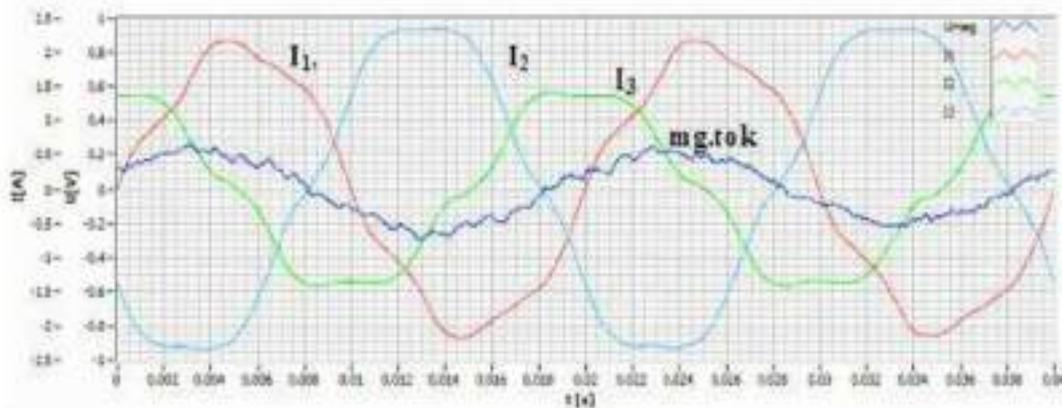


Рисунок 2 – Прохождение тока по обмотке W без замыканий

2) в начале обмотки происходит короткое замыкание от поворота к повороту

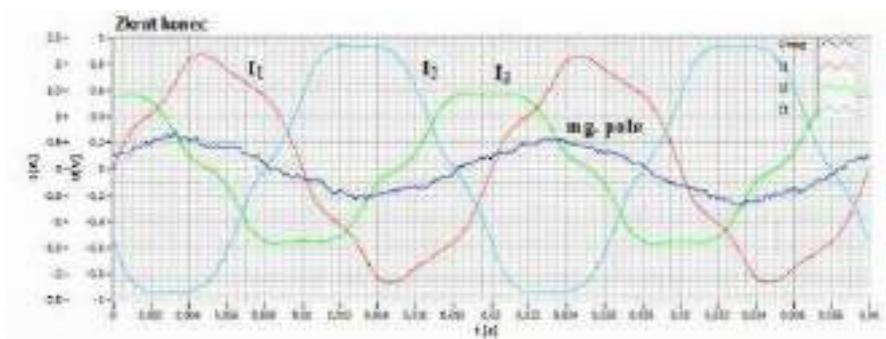


Рисунок 3 – Короткое замыкание вначале обмотки W

3) сквозное короткое замыкание в середине обмотки

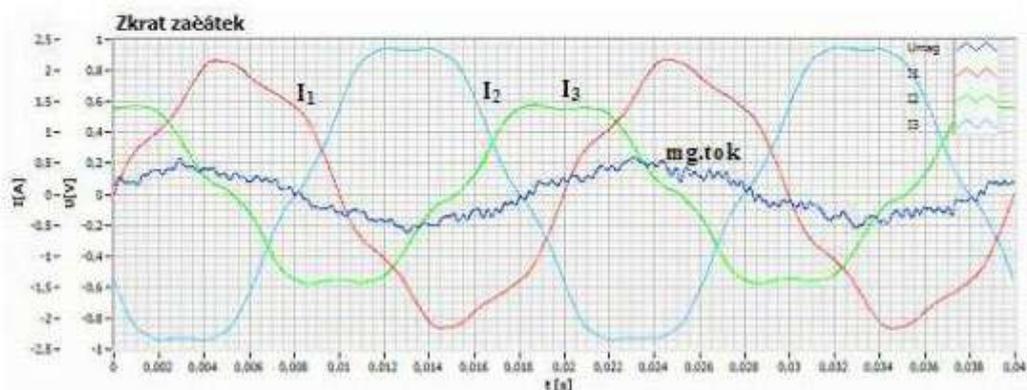


Рисунок 4 – Короткое замыкание в середине обмотки W

4) короткое замыкание от поворота к повороту в конце обмотки

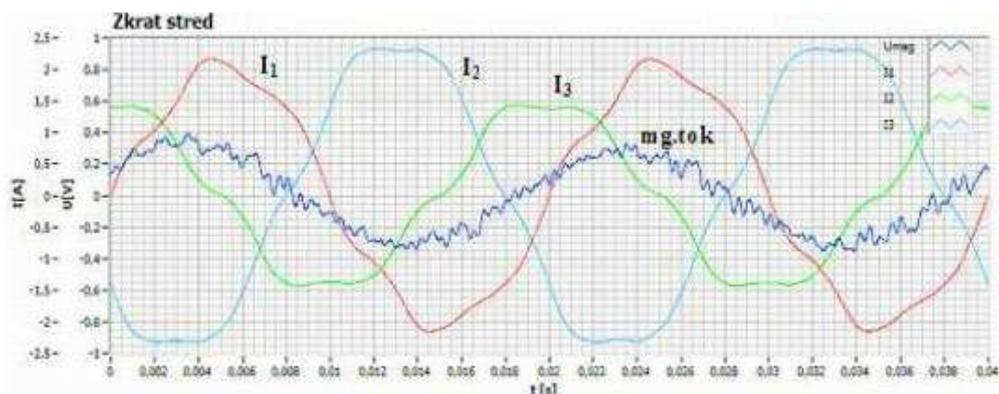


Рисунок 5 – Короткие замыкания на конце обмотки W

Затем был проведен частотный анализ токов, а также рассеянного магнитного поля. Как раз в магнитном поле можно наблюдать сквозные короткие замыкания, наиболее значимые, как это показано на рисунке 6

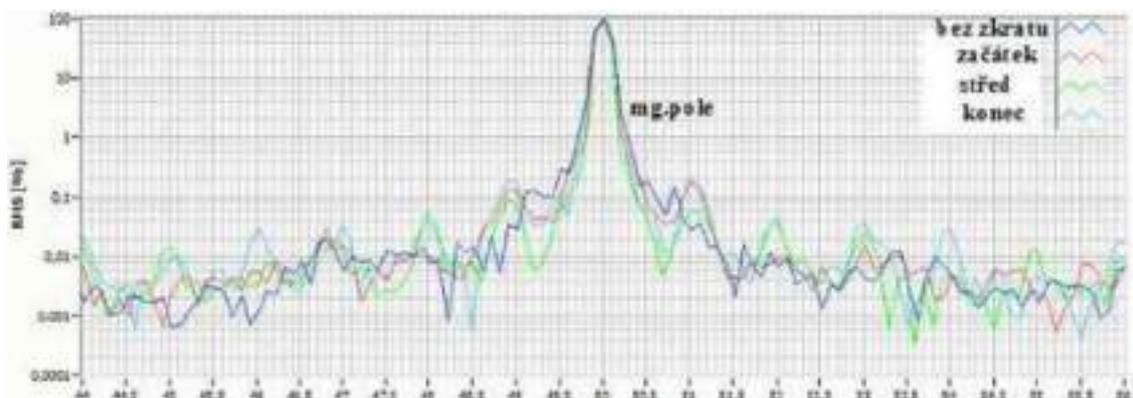


Рисунок 6 – Сквозные короткие замыкания в магнитном поле

На другом асинхронном двигателе с нагрузкой 4 кВт 1440 мин⁻¹ были выведены метки с отдельных катушек фазы U1, как показано на рисунке 7.

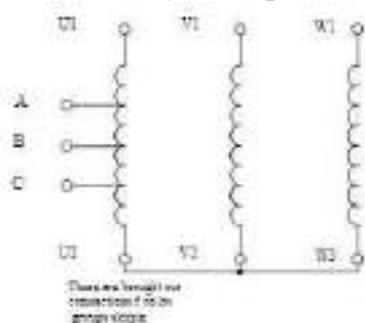


Рисунок 7 - Соединение обмоток в другом двигателе

Снова было измерено движение рассеянного магнитного потока по поверхности рамы двигателя с помощью синхронной обмотки и цикла холостого хода - рисунок 8. Частотный анализ показан на рисунке 9. Существует выраженная специально вращающаяся частота около 25 Гц.

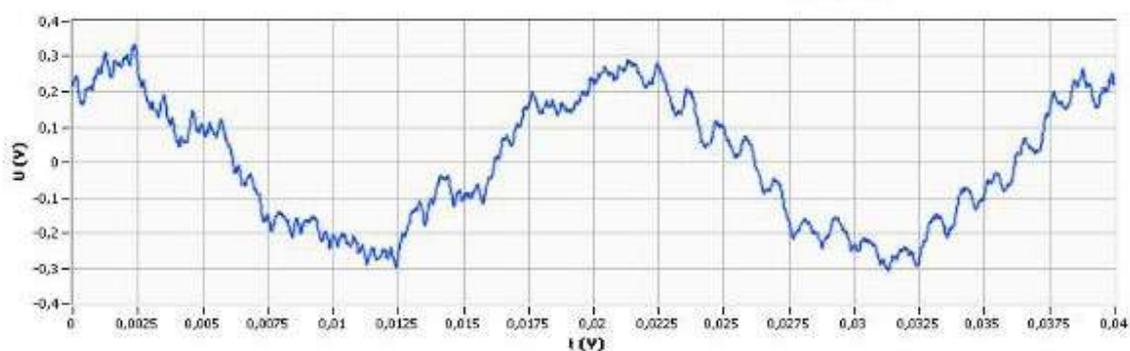


Рисунок 8 - Движение рассеянного магнитного потока по поверхности рамы двигателя

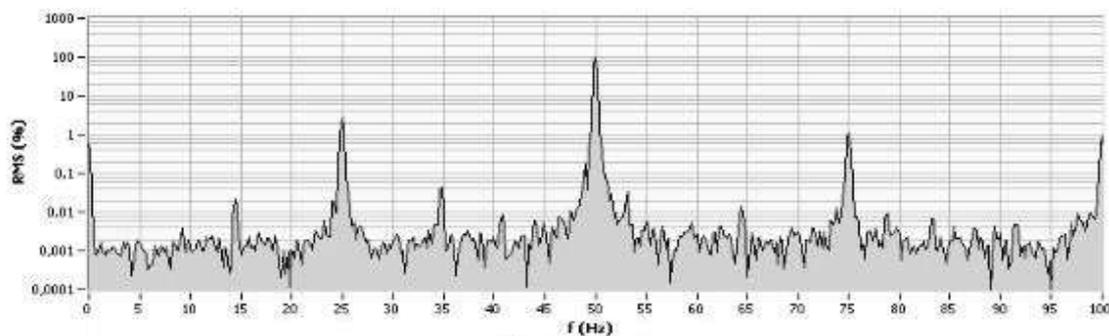


Рисунок 9 – Частотный анализ

Далее поэтапно производилось короткое замыкание отдельных катушек фазы U1 и измерялось магнитное поле на поверхности двигателя. На рисунке 10 затем показан результат измерения при коротком замыкании первой катушки, а на рисунке 11 - частотный анализ

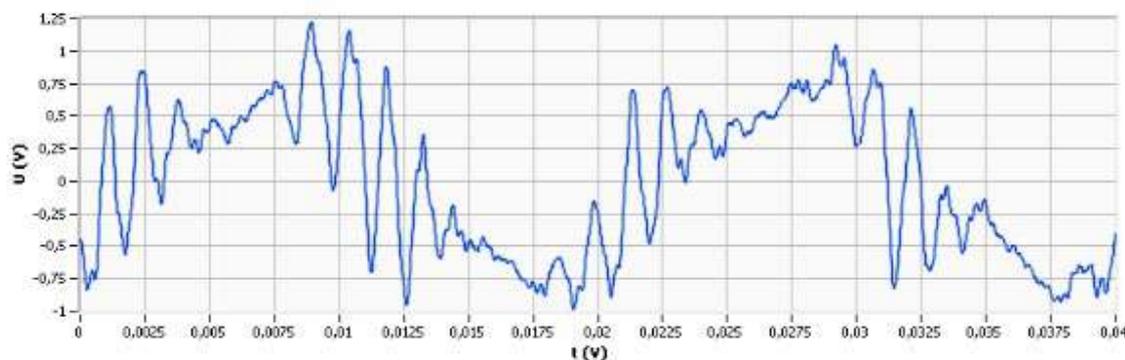


Рисунок 10 - Результат измерения при коротком замыкании первой катушки

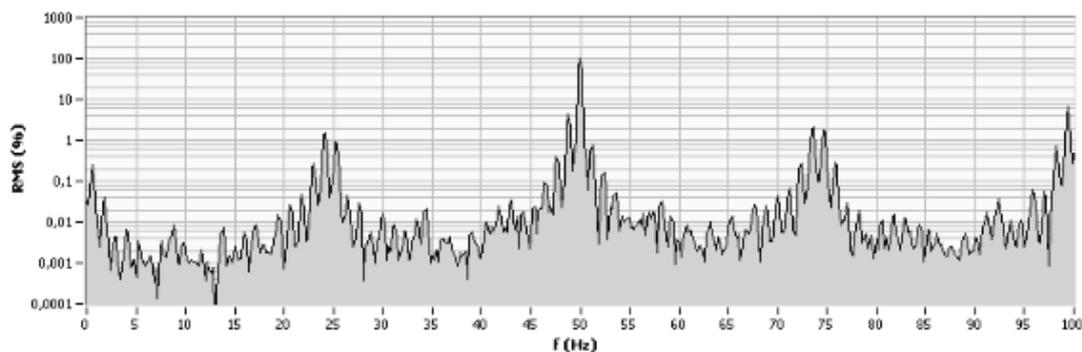


Рисунок 11 – Частотный анализ

Очевидно, что рассеянное магнитное поле на поверхности двигателя деформируется при коротком замыкании обмотки статора. При частотном анализе можно наблюдать увеличение боковых полос как вокруг основной, так и вокруг вращающейся частоты.

3. Заключение

Проведенные измерения показали, что с помощью анализа рассеянного магнитного поля, измеренного на поверхности корпуса асинхронного

двигателя, можно определить межвитковое короткое замыкание соответственно уже при коротком замыкании одной нити. Особенно хорошо обнаруживаются короткие замыкания в конце и в начале обмотки. Таким образом, очевидно, что этот метод диагностики без демонтажа выгодно использовать также для выявления межвитковых коротких замыканий обмотки статора при обычной работе двигателя или асинхронного генератора.

4. Ссылки

[1] Chmelik, K. a kol : Zdokonaleni diagnostickych metod pro zjstovani provcnych vlastnosti asyn- chronnich stroju. Zaverena zprava k projektu GACR 102 00 0192, 103 stran.

[2] , Chmelik, K. - Čech, Y.: The evaluation of electric machines actual state. Sbornik vedeckvch prací VSB-TU Ostrava 1/1996, str. 45-54, ISSN 1210- 048X.

Автор

Doc.Ing, Karel Chmelik, VSB-TU Ostrava 17.listopadu Ostrava-Poruba,
e-mail: karel.chmelik@vsb.cz.