

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2425390

СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2009142097

Приоритет изобретения **16 ноября 2009 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **27 июля 2011 г.**

Срок действия патента истекает **16 ноября 2029 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам



Б.П. Симонов



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

G01R31/34 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2009142097/28, 16.11.2009**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:

16.11.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **16.11.2009**(45) Опубликовано: **27.07.2011**

(56) Список документов, цитированных в отчете о

поиске: **RU 2300116 С2, 27.05.2007. JP 2002272195 А, 20.09.2002. US 4684858 А, 04.08.1987. JP 11196598 А, 21.07.1999.**

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2, СПГГИ (ТУ), отдел интеллектуальной собственности и трансфера технологий (отдел ИС и ТТ), А.П.Яковлеву

(72) Автор(ы):

Козярук Анатолий Ефтихиевич (RU), Жуковский Юрий Леонидович (RU), Бабурин Сергей Васильевич (RU), Коржев Александр Александрович (RU), Васильева Елена Егоровна (RU)

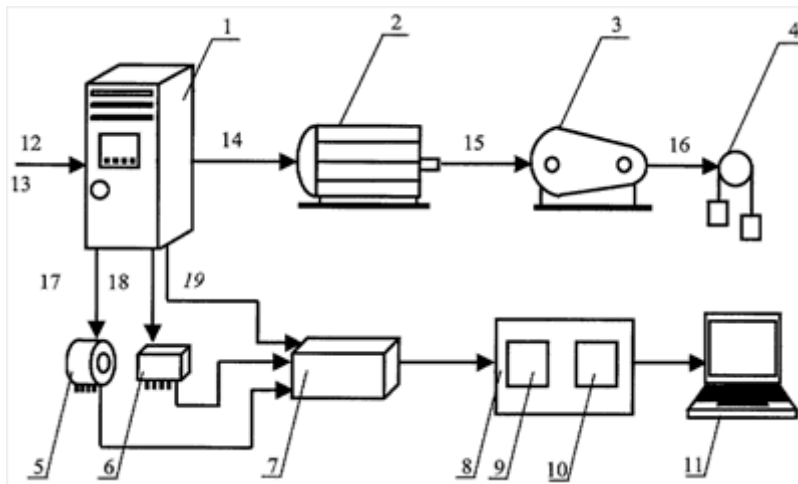
(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)

(54) СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

(57) Реферат:

Изобретение относится к диагностике технического состояния силового электрооборудования. Способ диагностики технического состояния силового электрооборудования включает запись зависимостей от времени напряжения и тока, потребляемых электродвигателем, выполняемую с помощью датчиков напряжения и тока с последующим пропуском через фильтр низких частот. Производят вычисление мгновенных мощностей каждой фазы. Далее выполняют спектральный анализ полученных сигналов напряжения, тока и мощности. Затем рассчитывают коэффициенты несимметрии, гармоник, потерь мощности. На основе этих коэффициентов и с учетом задания выходной координаты определяют техническое состояние электропривода и оценивают остаточный ресурс. Технический результат - повышение эффективности обнаружения неисправности на ранней стадии возникновения, что позволяет планировать рациональные сроки проведения ремонтов электропривода переменного тока. 1 ил.



Изобретение относится к диагностике технического состояния силового электрооборудования и может применяться для диагностики электрических приводов, работающих в тяжелых условиях и размещенных в труднодоступных местах.

Известен способ определения технического состояния (диагностики) электродвигателя (патент РФ № 2213270), при котором регистрируют и анализируют сигнал, порождаемый вибрацией электродвигателя, при этом также регистрируют сигнал от переменной составляющей суммы фазных токов питания, анализируют форму и амплитуду полученного сигнала и, сравнивая со значениями предыдущих измерений, делают вывод от возможности дальнейшей эксплуатации.

Недостатками этого способа является то, что он требует непосредственного доступа к диагностируемому двигателю, а также не позволяет с достаточной достоверностью выявить конкретный вид повреждения.

Известен способ функциональной диагностики асинхронных двигателей (патент РФ № 2351048), согласно которому контролируются две величины - сопротивление изоляции обмоток статора относительно корпуса электродвигателя и отношение полных сопротивлений обмоток для каждой пары обмоток электродвигателя.

Недостатком данного способа является применимость только для отдельных типов повреждений электродвигателя, связанных с возникновением несимметрии сопротивлений обмоток статора, и неприменимость к иным типам повреждений, например к повреждениям обмоток ротора.

Известен способ диагностики электродвигателей переменного тока и связанных с ним механических устройств (патент РФ № 2300116), основанный на спектральном анализе потребляемого электродвигателем тока. Сущность этого способа состоит в том, что в течение заданного промежутка времени производят запись значений фазного тока, потребляемого электродвигателем, с помощью датчика с линейной амплитудно-частотной характеристикой, выделяют анализируемые характерные частоты с помощью фильтра низких частот, преобразуют полученный сигнал из аналоговой в цифровую форму, а затем производят спектральный анализ полученного сигнала и сравнение значений амплитуд на характерных частотах с уровнем сигнала на частоте питающей сети.

Недостатком данного способа является то, что в нем не учитывается влияние на спектр сигнала величины и характера нагрузки электропривода, а также влияние показателей качества электроэнергии, особенно при питании электродвигателя от статического силового преобразователя.

Известен способ диагностики электродвигателей переменного тока и связанных с ним механических устройств (патент РФ № 2339049), выбранный в качестве прототипа, основанный на совместном анализе обобщенных векторов тока и напряжения (векторов Парка тока и напряжения). Согласно данному способу производят в течение заданного промежутка времени запись значений и питающего напряжения и фазного тока, потребляемого электродвигателем, с помощью датчика с линейной амплитудно-частотной характеристикой, выделяют анализируемые характерные частоты с помощью фильтра низких частот, преобразуют полученный сигнал из аналоговой в цифровую форму, формируют с помощью вычислительных средств спектры модуля вектора Парка тока и напряжения и производится вычисление спектральных составляющих, присутствующих в спектре вектора Парка тока и отсутствующих в спектре вектора Парка напряжения, по величине которых производится диагностика повреждений.

Недостатками указанного способа является то, что он не учитывает переменный характер нагрузки электродвигателя, оказывающий влияние на амплитуду обобщенного вектора тока, полигармонический состав питающего напряжения, наблюдаемый при питании электродвигателя от статического силового преобразователя. Также данный способ практически не применим для регулируемого электропривода, так как не учитывает изменение режимов при регулировании выходной координаты (положения, скорости, момента) электропривода.

Технический результат предлагаемого способа заключается в повышении эффективности обнаружении неисправности на ранней стадии возникновения, что позволяет планировать рациональные сроки проведения ремонтов электропривода переменного тока.

Технической результат достигается тем, что способ диагностики технического состояния силового электрооборудования, включающий запись зависимостей от времени напряжения и тока, потребляемых электродвигателем, выполняемую с помощью датчиков напряжения и тока с последующим пропуском через фильтр низких частот, согласно изобретению производят вычисление мгновенных мощностей каждой фазы, выполняют спектральный анализ полученных сигналов напряжения, тока и мощности, рассчитывают коэффициенты несимметрии (тока, напряжений, мощности), коэффициенты гармоник (тока и мощности), коэффициент потерь мощности, на основе которых, с учетом текущего задания выходной координаты, определяют техническое состояние электропривода и оценивают остаточный ресурс.

Предлагаемый способ поясняется чертежом, представленным на фиг.1, где показана принципиальная схема измерительного комплекса, на основе которой реализуется предлагаемый способ. Измерительный комплекс содержит следующие оборудование: 5 - датчик тока; 6 - датчик напряжения; 7 - фильтр низких частот; 8 - устройство сбора данных; 9 - устройство выборки хранения; 10 - аналого-цифровой преобразователь; 11 - персональный компьютер. Также на фиг.1 изображены: 1 - статический силовой преобразователь; 2 - электрический двигатель; 3 - механический преобразователь; 4 - рабочий орган. Сигналы на фиг.1: 12 - мощность на входе статического преобразователя P_0 , 13 - напряжение питания на входе статического преобразователя, 14 - мощность питания электродвигателя P_1 , 15 - мощность на входе механического преобразователя P_2 , 16 - мощность, поступающая на рабочий орган P_n , 17 - измеряемый сигнал фазных напряжений в фазах А, В, С - $[u(t)]$, 18 - измеряемый сигнал фазных токов в фазах А, В, С - $[i(t)]$ 19 - сигнал задания (мощности, координаты, момента) u_3 .

Способ диагностики и оценки остаточного ресурса электроприводов переменного тока реализуется следующим образом.

На вход статического силового преобразователя 1 из питающей сети поступает мощность P_0 , статический силовой преобразователь 1 осуществляет в соответствии с введенным в него заданием u_3 управление координатами скорости, момента и положения электродвигателя 2. С выхода преобразователя 1 сигнал мощности P_1 поступает на вход электродвигателя 2, в котором после преобразования мощность на выходе будет равна P_2 . Сигнал мощности P_2 поступает на вход механического преобразователя 3, с выхода которого мощность P_n поступает на рабочий орган 4. Сигнал трехфазного напряжения $[u(t)]$ и трехфазного тока $[i(t)]$ с преобразователя 1 поступают на датчики тока 5 и напряжения 6, аналоговый сигнал с датчиков 5 и 6 поступает на вход фильтра низкой частоты 7, также на фильтр 7 от преобразователя 1 поступает сигнал задания u_3 . Отфильтрованные сигналы с выхода 7 поступают на вход устройства сбора данных 8, в состав которого входят устройство выборки хранения 9, необходимое для хранения оперативной информации, и аналогово-цифровой преобразователь 10, который преобразует аналоговый сигнал в цифровой и передает его на персональный компьютер 11. Данные, поступившие на компьютер, обрабатывают с помощью языка графического программирования и вносят в базу данных, после чего осуществляется расчет остаточного ресурса электропривода переменного тока.

Возможность получения технического результата основана на том, что любые неисправности электрических машин и механизмов, сопряженных с ними, в конечном итоге приводят к возникновению электромагнитной несимметрии поля в зазоре машины, а следовательно, к изменению спектрального состава токов и напряжений. Также в качестве критерия для оценки энергетических процессов в реальной машине, обладающей неравномерным полем в воздушном зазоре и, как следствие, имеющей полигармонический состав спектра токов и напряжений, используют сравнение величины потерь мощности на характерных для определенных повреждений частот.

Выделяют анализируемые частоты с помощью фильтра низких частот, преобразуют полученный сигнал из аналоговой в цифровую форму с помощью аналогово-цифрового преобразователя АЦП. Также производят анализ качества питающего напряжения в части наличия несимметрии, импульсов перенапряжения и высших гармонических составляющих с целью выявления причин преждевременного выхода из строя оборудования, обусловленных качеством питающего электропривод напряжения. Измерения и анализ производят с определенной периодичностью и создают базу данных измерений и результатов их анализа. В результате сравнения измеренных значений с эталонными и критическими производят контроль развития повреждений и определяют остаточный ресурс электропривода.

Влияние на работоспособность следует оценивать по четырем уровням состояния - отличное, хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное. Результаты обследования заносятся в базу данных, которая предназначена для ввода, хранения, отображения, сортировки и обработки диагностических параметров технологического оборудования. Также база данных обеспечивает возможность анализа данных, осуществление поиска и выборку по различным параметрам, формирование журнала регистрации контроля, вычисление остаточного ресурса оборудования на основе результатов анализа. Величину остаточного ресурса определяют по формуле:

$$\delta = k_1 K_{IA}^2 + k_2 K_{IB}^2 + k_3 K_{IC}^2 + k_4 K_{\text{эл}}^2 + k_5 K_{\text{Г1}}^2 + k_6 K_{\text{ГР}}^2 + k_7 K_{\text{РА}}^2 + k_8 K_{\text{РВ}}^2 + k_9 K_{\text{РС}}^2 + k_{10} K_{\text{несимU}}^2 + k_{11} K_{\text{несимI}}^2 + k_{12} K_{\text{несимP}}^2 + k_{13} K_{\Delta P}^2$$

где

$K_{I_A}, K_{I_B}, K_{I_C}$ - расхождение амплитуд сигналов тока на характерных частотах с уровнем сигнала на частоте питающей сети для фаз А, В, С соответственно;

$K_{эп}$ - динамический коэффициент мощности;

K_r - коэффициент гармоник (тока и мощности);

$K_{P_A}, K_{P_B}, K_{P_C}$ - расхождение амплитуд сигналов мощности на характерных частотах с уровнем сигнала на частоте питающей сети для фаз А, В, С соответственно;

$K_{несимU}$ - коэффициент несимметрии напряжения;

$K_{несимI}$ - коэффициент несимметрии тока;

$K_{несимP}$ - коэффициент несимметрии мощности;

$K_{\Delta P}$ - коэффициент потери мощности;

k_i - весовой коэффициент, определяемый на основе статистических данных.

Получившееся значение остаточного ресурса сравнивают с предельным значением $\delta_{пр}$, определяемым для каждого агрегата на основе статистических баз данных с учетом задания выходной координаты, причем должно выполняться условие $\delta \leq \delta_{пр}$. В случае невыполнения данного условия агрегат выводится из работы.

Регулярный мониторинг электропривода позволяет выявлять неисправности на ранней стадии возникновения, отслеживать динамику их развития, определять остаточный ресурс и планировать рациональные сроки проведения ремонтов.

Аппаратная реализация предлагаемого способа может быть осуществлена с помощью существующих силовых электротехнических, электронных и микропроцессорных устройств при надлежащем выборе и настройке соответствующих параметров.

Формула изобретения

Способ диагностики технического состояния силового электрооборудования, включающий запись зависимостей от времени напряжения и тока, потребляемых электродвигателем, выполняемую с помощью датчиков напряжения и тока с последующим пропусканием через фильтр низких частот, отличающийся тем, что производят вычисление мгновенных мощностей каждой фазы, выполняют спектральный анализ полученных сигналов напряжения, тока и мощности, рассчитывают коэффициенты несимметрии (тока, напряжений, мощности), коэффициенты гармоник (тока и мощности), коэффициент потерь мощности, на основе которых, с учетом текущего задания выходной координаты, определяют техническое состояние электропривода и оценивают остаточный ресурс.