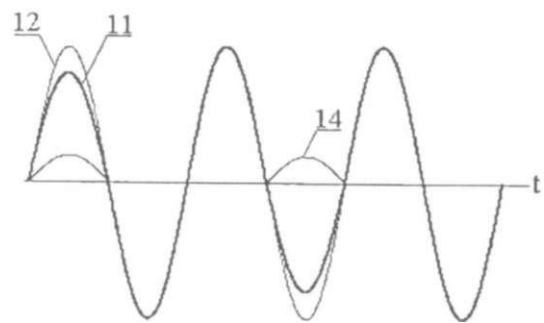


Фиг.2



Фиг.3



(19) **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ӘДІЛЕТ МИНИСТРЛІГІ  
ЗИЯТКЕРЛІК МЕНШІК ҚҰҚЫҒЫ КОМИТЕТІ**

**Ө Н Е Р Т А Б Ы С Қ А**

(11) **№ 29050**

(12) **ИННОВАЦИЯЛЫҚ ПАТЕНТ**

(54) **АТАУЫ:** АИНЫМАЛЫ ТОҚТЫҢ СИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫН ОРАМДЫҚ  
ТҰЙЫҚТАЛУЛАРДАН ҚОРҒАНЫСЫНЫҢ ТӘСІЛІ

(73) **ПАТЕНТ ИЕЛЕНУШІСІ:** Қазақстан Республикасы Білім және ғылым  
министрлігінің "С.Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті"  
шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорны

(72) **АВТОР (АВТОРЛАР):** Новожилов Александр Николаевич; Новожилов Тимофей  
Николаевич; Акаев Айбек Муратбекович

(21) **№ Өтінім** 2013/1847.1

(22) **Өтінім берілген күн** 09.12.2013

Қазақстан Республикасы өнертабыстардың мемлекеттік тізілімінде тіркелді 23.09.2014ж.

Инновациялық патенттің күші Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында, оны  
күшінде ұстау үшін ақы уақтылы төленген жағдайда сақталады.

**Қазақстан Республикасы Әділет министрлігі<sup>^</sup>  
Зияткерлік меншік құқығы комитетінің  
юрагасы**

*A. Estaev*

**А. Естаев**



(19) **КОМИТЕТ ПО ПРАВАМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

(12) **ИННОВАЦИОННЫЙ ПАТЕНТ**

(п) **№ 29050**

**НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(54) **НАЗВАНИЕ:** СПОСОБ ЗАЩИТЫ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ОТ ВИТКОВЫХ ЗАМЫКАНИЙ

(73) **ПАТЕНТООБЛАДАТЕЛЬ:** Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения "Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова" Министерства образования и науки Республики Казахстан

(72) **АВТОР (АВТОРЫ):** Новожилов Александр Николаевич; Новожилов Тимофей Николаевич; Акаев Айбек Муратбекович

(21) **Заявка № 2013/1847.1**

(22) **Дата подачи заявки 09.12.2013**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 23.09.2014г.

Действие инновационного патента распространяется на всю территорию Республики Казахстан при условии своевременной оплаты поддержания инновационного патента в силе.

**Председатель Комитета по правам  
интеллектуальной собственности**

**Министерства юстиции Республики Казахстан**

**Ил-<sup>^^</sup>ЗуСГС<sup>^f</sup>^ А. Естаев**



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19)KZ (13)A4(1 1) 29050

(51) H02H 7/08(2006.01)

H02K11/00 (2006.01)

КОМИТЕТ ПО ПРАВАМ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ИННОВАЦИОННОМУ ПАТЕНТУ

(21) 2013/1847.1

(22) 09.12.2013

(45) 15.10.2014, бюл. №10

(72) Новожилов Александр Николаевич;  
Новожилов Тимофей Николаевич; Акаев Айбек  
Муратбекович

(73) Республиканское государственное предприятие  
на праве хозяйственного ведения "Павлодарский  
государственный университет им. С. Торайгырова"  
Министерства образования и науки Республики  
Казахстан

(56) Инновационный патент РК №21247, 2009

(54) СПОСОБ ЗАЩИТЫ СИНХРОННОГО  
ДВИГАТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ОТ  
ВИТКОВЫХ ЗАМЫКАНИЙ

(57) Изобретение относится к электроэнергетике и  
предназначено для защиты синхронного двигателя

переменного тока от витковых замыканий в  
обмотках статора и ротора.

Технический результат - расширение  
функциональных возможностей способа защиты  
синхронного двигателя переменного тока от  
витковых замыканий.

Технический результат достигается тем, что из  
абсолютной величины разности измеренных  
параметров выделяют гармонические составляющие  
с частотами  $2f_{cp}$  и  $2f_{cp}/p$ , и если эти составляющие  
превысят соответственно первую и вторую  
пороговые величины, то формируют сигнал о  
наличии виткового замыкания в обмотке статора и  
ротора, а также на отключение машины от сети, где  
 $p$  - произвольная величина; которая может  
принимать значения 1, 2, 3...;  $p$  - число полюсов, а  $f$  -  
частота основной гармонической сети.

N

U)

>

4 -

Ю  
О  
О  
О

Изобретение относится к электроэнергетике и предназначено для защиты синхронного двигателя переменного тока от витковых замыканий в обмотках статора и ротора.

Известен способ защиты синхронной машины переменного тока от витковых замыканий, основанный на измерении разности параметров магнитного поля лобового рассеяния в нескольких точках торцевой зоны и формировании сигнала на отключение машины (А.с. №1046853. СССР. Оpubл. в бюл. №37 07.10.83).

Недостатком данного способа является то, что он не способен выявлять витковое замыкание в обмотках ротора от виткового замыкания в обмотке статора синхронного двигателя.

Наиболее близкими к предлагаемому способу является способ защиты синхронной машины переменного тока от витковых замыканий, основанный на измерении разности параметров магнитного поля лобового рассеяния в нескольких точках торцевой зоны и формировании сигнала на отключение машины (Инновационный патент РК №21247, МПК H02H 7/08, H02K 11/00. Официальный бюллетень №5, Промышленная собственность Оpubл. 15.05.2009).

Недостатком этого способа является то, что он не способен выявлять витковое замыкание в обмотках статора от виткового замыкания в обмотке ротора синхронного двигателя.

Технический результат - расширение функциональных возможностей способа защиты синхронного двигателя переменного тока от витковых замыканий.

Технический результат достигается тем, что из абсолютной величины разности измеренных параметров выделяют гармонические составляющие с частотами  $2f_{\text{cп}}$  и  $2f_{\text{cп}}/p$ , и если эти составляющие превысят соответственно первую и вторую пороговые величины, то формируют сигнал о наличии виткового замыкания в обмотке статора и ротора, а также на отключение машины от сети, где  $p$  - произвольная величина; которая может принимать значения 1, 2, 3...;  $p$  - число полюсов, а  $f_{\text{c}}$  - частота основной гармонической сети.

Способ защиты основан на том, что электродвижущая сила в произвольном датчике индуцируется переменными токами в неподвижной обмотке статора и постоянным током во вращающейся обмотке ротора. В результате электродвижущие силы двух диаметрально расположенных датчиков от неповрежденных обмоток статора и ротора равны по величине электродвижущей силы, а их разность равна нулю. Замыкание витков обмотки статора в области расположения одного из датчиков вызывает в них токи, которые многократно превосходят токи в этих витках до виткового замыкания. В результате электродвижущая сила этого датчика увеличится, а абсолютная величина появившейся разницы электродвижущих сил двух датчиков будет представлять собой электродвижущую силу с частотой  $2f_{\text{cп}}$ . При витковом замыкании в обмотке ротора ток в этих витках равен нулю, намагничивающая сила этого полюса и электродвижущая сила, индуцируемая им последовательно во всех датчиках тоже уменьшится. В результате абсолютная величина появившейся разницы электродвижущих сил двух датчиков будет представлять собой электродвижущую силу с частотой  $2f_{\text{cп}} / p$ .

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемое техническое решение отличается от известных технических решений последовательностью операций, так как из абсолютной величины разности измеренных параметров выделяют гармонические составляющие с частотами  $2f_{\text{cп}}$  и  $2f_{\text{cп}}/p$ .

Сравнение заявляемого технического решения с известными техническими решениями показывает, что приведенные операции известны. Однако использование их в указанной связи проявляет в заявляемом способе новые свойства.

На фиг.1 приведена блок-схема устройства, реализующего предлагаемый способ, где в торцевой зоне синхронного двигателя 1 переменного тока размещают датчики 2 и 3 индукции магнитного поля, который подключен к входу блока 4 выделения абсолютной величины разности электродвижущих сил этих датчиков. Выход блока 4 через блок 5 выделения гармонических с частотами  $2f_{\text{cп}}$  и  $2f_{\text{cп}}/p$  присоединяется к входам первого 6 и второго 7 пороговых элементов, выходы которых подключены к блоку индикации 8 и блоку 9 формирования отключающего сигнала. Выход блока 9 формирования отключающего сигнала подключается к цепи отключения выключателя 10 и автомату гашения магнитного поля машины. Датчики 2 и 3 магнитного поля могут выполняться, например, в виде катушки индуктивности. Блок 4 выделения абсолютной величины разности электрических сигналов этих датчиков представляет собой однополупериодный выпрямитель, а блок 5 аналоговые или полосно - пропускающие фильтры гармонических с частотами  $2f_{\text{cп}}$  и  $2f_{\text{cп}}/p$ , где  $\Pi$  - произвольная величина; которая может принимать значения 1, 2, 3...;  $p$  - число полюсов, а  $f_{\text{c}}$  - частота основной гармонической сети. Первый 6 и второй 7 пороговые элементы могут выполняться в виде реле с регулируемым порогом срабатывания, а блок 8 индикации в виде светодиодов. Блок 9 формирования отключающего сигнала представляет собой промежуточное реле, контакты которого подключены к отключающей цепи выключателя.

На фиг.2 и фиг.3 линиями 11 и 12 показаны осциллограммы электродвижущей силы датчиков 2 и 3 при витковом замыкании в обмотке статора и ротора в синхронном двигателе 1 переменного тока с числом пар полюсов  $p=3$ , а линиями 13 и 14 абсолютная величина разности электродвижущих сил этих датчиков при этих видах замыканий.

В произвольном эксплуатационном режиме работы синхронного двигателя 1 переменного тока машины симметричные неподвижная обмотка статора с переменным током и вращающаяся обмотка ротора с постоянным током индуцируют в датчиках 2 и 3 равные по величине электродвижущие силы. Поэтому абсолютная величина их разности на выходе блока 4, а следовательно и сигнал с частотами  $2f_{\text{cп}}$  и  $2f_{\text{cп}}/p$  на выходе блока 5 будет равен нулю. В результате блок 8 индикации высвечивается сигнал номинальный режим и синхронный двигатель 1 остается в работе.

При витковом замыкании, например, в катушечной группе обмотки статора синхронного двигателя 1 переменного тока у датчика 2 ток в замкнувшихся витках значительно превосходит свое до аварийное значение, а его электродвижущая сила значительно увеличивается как это показано на фиг.2. Поэтому на

выходе блока 4 появится абсолютная величина разности электродвижущих сил датчиков 2 и 3, вид которой соответствует линии 13. При этом на входе первого порогового элемента 5 блока появится электродвижущая сила с частотой  $2f_{cp}$ , а на его выходе сигнал. Под действием этого сигнала блок 8 индикации высветит витковое замыкание обмотки статора, а блок 9 сформирует сигнал на отключение выключателя 10. Синхронный двигатель 1 отключится от сети.

При витковом замыкании в одном из полюсов обмотки ротора синхронного двигателя 1 переменного тока ток в замкнувшихся витках отсутствует, а его намагничивающая сила уменьшится. В результате электродвижущая сила датчика мимо которого проходит поврежденный полюс также уменьшится и будет такой как показано на фиг.3. Поэтому на выходе блока 4 также появится абсолютная величина разности электродвижущих сил датчиков 2 и 3, вид которой соответствует линии 14. При этом на входе первого порогового элемента 5 блока появится электродвижущая сила с частотой  $2f_{cp}/p$ , а на его выходе сигнал. Под действием этого сигнала блок 8 индикации высветит витковое замыкание обмотки ротора, а блок 9 сформирует сигнал на отключение выключателя 10. Синхронный двигатель 1 отключится от сети.

Технико-экономическая эффективность предлагаемого способа заключается в выявлении виткового замыкания в статоре и роторе и как следствие в уменьшении времени и стоимости послеаварийного ремонта синхронной электрической машины при замыкании витков в обмотке ротора.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ защиты синхронной машины переменного тока от витковых замыканий, основанный на измерении разности параметров магнитного поля лобового рассеяния в нескольких точках торцевой зоны и формировании сигнала на отключение машины, *отличающийся* тем, что из абсолютной величины разности измеренных параметров выделяют гармонические составляющие с частотами  $2f_{cp}$  и  $2f_{cp}/p$ , и если эти составляющие превысят соответственно первую и вторую пороговые величины, то формируют сигнал о наличии виткового замыкания в обмотке статора и ротора, а также на отключение машины от сети, где  $p$ -произвольная величина; которая может принимать значения 1, 2, 3...;  $p$  - число полюсов, а  $f_{cp}$  - частота основной гармонической сети.



Фиг.1