

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **201991017** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
2020.11.30

(51) Int. Cl. *H02H 7/04* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2019.05.21

(54) **СПОСОБ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА**

(96) 2019000047 (RU) 2019.05.21

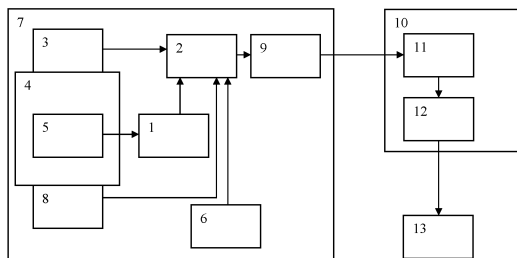
(72) Изобретатель:

(71) Заявитель:  
**ПАЗУШКО ПАВЕЛ МИХАЙЛОВИЧ**  
(RU)

**Синютин Сергей Алексеевич,**  
**Синютин Евгений Сергеевич,**  
**Прыгунов Александр Германович,**  
**Пазушко Павел Михайлович, Иванов**  
**Никита Евгеньевич (RU)**

(74) Представитель:  
**Кудаков А.Д. (RU)**

(57) Изобретение относится к схемам защиты трансформаторов, а именно к системам мониторинга параметров силовых трансформаторов. Технический результат, на получение которого направлено изобретение, заключается в повышении информационной ценности процесса мониторинга трансформаторов и достоверности определения остаточного ресурса силовых трансформаторов за счет включения в состав измеряемых параметров виброскорости корпуса трансформатора и определения на его основе коэффициента реакции трансформатора на нагрузку. Технический результат достигается в способе, в котором: а) осуществляют измерение параметров силового трансформатора - эффективного значения и формы сигналов фазных токов; температуры корпуса трансформатора; температуры окружающей среды в помещении подстанции; виброскорости корпуса трансформатора; б) передают измеренные величины по каналу связи на сервер; в) на сервере с помощью загружаемого программного обеспечения осуществляют обработку и сохранение измеренных сигналов, отслеживают наличие режима перегрузки трансформатора, в случае возникновения которого запускают алгоритм снижения остаточного ресурса трансформатора, а также рассчитывают коэффициент реакции на нагрузку, исходя из текущих значений эффективного значения фазных токов, нормированных по отношению к среднеквадратичному значению амплитуды виброскорости в частотном диапазоне 10-1000 Гц, и к температуре корпуса, а в случае выявления тенденции к росту величины этого коэффициента также запускают алгоритм снижения остаточного ресурса трансформатора; г) обеспечивают доведение рассчитанных на сервере значений до диспетчера.



**A1**

**201991017**

**201991017**

**A1**

## **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

### **СПОСОБ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА**

Изобретение относится к схемам защиты трансформаторов, а именно к системам мониторинга параметров силовых трансформаторов.

Известен способ мониторинга силового трансформатора по патенту РФ на изобретение №2402139 (опубликован 27.06.2016), который содержит этапы, на которых (а) постоянно измеряют рабочие параметры силового трансформатора; (б) сохраняют данные, относящиеся к результатам измерений, полученным на этапе (а), только в случае, когда упомянутые результаты измерений находятся вне диапазона значений, заранее определенных как желательные для измерений упомянутых рабочих параметров.

Недостатком способа является низкая достоверность оценки технического состояния трансформатора в связи с тем, что оно обеспечивает непрерывное измерение и расчет ограниченного числа параметров, определяющих техническое состояние трансформаторов, в число которых не включены характеристики вибрации корпуса трансформатора. Кроме того, сохранение данных осуществляется только в случае, когда результаты измерений выходят за пределы допустимых значений, что снижает информационную ценность процесса мониторинга трансформаторов.

Технический результат, на получение которого направлено изобретение, заключается в повышении информационной ценности процесса мониторинга трансформаторов и достоверности определения остаточного ресурса силовых трансформаторов за счет включения в состав измеряемых параметров виброскорости корпуса трансформатора и определения на его основе коэффициента реакции трансформатора на нагрузку.

Технический результат достигается в способе, в котором: а) осуществляют измерение параметров силового трансформатора: эффективного значения и формы сигналов фазных токов; температуры корпуса трансформатора; температуры окружающей среды в помещении подстанции; виброскорости корпуса трансформатора; б) передают измеренные величины по каналу связи на сервер; в) на сервере с помощью загружаемого программного обеспечения осуществляют обработку и сохранение измеренных сигналов, отслеживают наличие режима перегрузки трансформатора, в случае возникновения которого, запускают алгоритм снижения остаточного ресурса трансформатора, а также рассчитывают коэффициент реакции на нагрузку, исходя из текущих значений эффективного значения фазных токов, нормированных по отношению к среднеквадратичному значению амплитуды виброскорости в частотном диапазоне 10-1000 Гц, и к температуре корпуса, а в случае выявления тенденции к росту величины этого коэффициента также запускают алгоритм снижения остаточного ресурса трансформатора; г) обеспечивают доведение рассчитанных на сервере значений до диспетчера.

В одном из вариантов изобретения обеспечивают отображение на персональном компьютере диспетчера графика изменения остаточного ресурса трансформатора (качества эксплуатации) и уровень перегрузки (в случае наличия таковой), а при выходе на режим работы в перегрузке выводится таймер с отсчетом времени до выхода из строя трансформатора.

Предпочтительно измеренные на трансформаторе величины передают на сервер по беспроводному каналу связи.

В одном из вариантов изобретения измеренные величины сохраняют в блоке измерения сигналов от датчиков, соединенном с датчиками трансформатора.

Предпочтительно обрабатывают и сохраняют измеренные сигналы на сервере, а также рассчитывают коэффициент реакции на нагрузку автоматически с помощью нейросетевого вычислительного ядра, при этом

производят оценку степени нагрузки трансформатора в каждый момент времени с одновременным учетом максимальной длительности работы в режиме перегрузки, а при работе в режиме перегрузки получают расчетное время работы трансформатора до отказа, в случае выхода из режима перегрузки таймер останавливается, а время работы в режиме перегрузки суммируется с общим временем работы в режиме перегрузки за весь период эксплуатации.

В одном из вариантов изобретения в качестве беспроводного канала связи используют 3G/4G сети.

В одном из вариантов изобретения с помощью программного обеспечения сервера обрабатывают и сохраняют информацию о нескольких силовых трансформаторах.

Способ иллюстрируется на фиг.1, где представлена блок-схема осуществления способа.

С датчиков фазных токов, на блок измерения подают сигналы фазных токов. С датчика температуры, прикрепленного к корпусу трансформатора на блок измерения подают сигнал температуры корпуса трансформатора. С датчика температуры, размещенного в помещении подстанции, в котором установлен трансформатор, на блок измерения подают сигнал температуры в помещении подстанции. С датчика виброскорости прикрепленного к корпусу трансформатора на блок измерения подают сигнал виброскорости в точке крепления к корпусу. Из блока измерения сигналы через блок передачи по беспроводному или проводному каналу связи направляют на сервер. На сервер предварительно загружают программный комплекс, который обеспечивает обработку и сохранение полученных от блока передачи сигналов. С помощью загруженного программного обеспечения отслеживают наличие режима перегрузки трансформатора, в случае возникновения которого, запускают алгоритм снижения остаточного ресурса трансформатора, а также рассчитывают коэффициент реакции на нагрузку, исходя из текущих значений эффективного значения фазных токов,

нормированных по отношению к среднеквадратичному значению амплитуды виброскорости в частотном диапазоне 10-1000 Гц, и к температуре корпуса, а в случае выявления тенденции к росту величины этого коэффициента также запускают алгоритм снижения остаточного ресурса трансформатора. На персональном компьютере диспетчера обеспечивают отображение рассчитанных на сервере значений в виде цифровой и/или графической информации.

Способ осуществляется следующим образом.

С датчиков фазных токов 1, на блок измерения 2 подают сигналы фазных токов. С датчика температуры 3, прикрепленного к корпусу 4 трансформатора 5 на блок измерения 2 подают сигнал температуры корпуса 4 трансформатора 5. С датчика температуры 6, размещенного в помещении подстанции 7, в котором установлен трансформатор 4, на блок измерения 2 подают сигнал температуры в помещении подстанции 7. С датчика виброскорости 8 прикрепленного к корпусу 4 трансформатора 5 на блок измерения 2 подают сигнал виброскорости в точке крепления к корпусу 4 трансформатора 5. Из блока измерения сигналы 2 через блок передачи 9 по беспроводному или проводному каналу связи направляют на сервер 10, где поступившие из блока измерения сигналы 2 сохраняются в накопителе данных 11. На сервер 10 предварительно загружают программный комплекс 12, который обеспечивает обработку и сохранение полученных от блока передачи 9 сигналов. С помощью загруженного программного обеспечения 12 отслеживают наличие режима перегрузки трансформатора 5, в случае возникновения которого, запускают алгоритм снижения остаточного ресурса трансформатора 5, а также рассчитывают коэффициент реакции на нагрузку, исходя из текущих значений эффективного значения фазных токов, нормированных по отношению к рассчитанному среднеквадратичному значению амплитуды виброскорости в частотном диапазоне 10-1000 Гц, и к температуре корпуса 4 трансформатора 5, а в случае выявления тенденции к росту величины этого коэффициента также запускают алгоритм снижения

остаточного ресурса трансформатора 5. На персональном компьютере диспетчера 13 обеспечивают отображение рассчитанных на сервере значений в виде цифровой и/или графической информации. Данные о виброскорости в точке крепления датчика виброскорости 8 к корпусу 4 трансформатора 5 позволяют своевременно обнаружить развитие опасных дефектов трансформатора 5 и предотвратить возникновение аварийных ситуаций.

Таким образом, достигается технический результат, в виде повышения информационной ценности процесса мониторинга трансформаторов и достоверности определения остаточного ресурса силовых трансформаторов за счет включения в состав измеряемых параметров виброскорости корпуса трансформатора и определения на его основе коэффициента реакции трансформатора на нагрузку.

## **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

### **СПОСОБ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА**

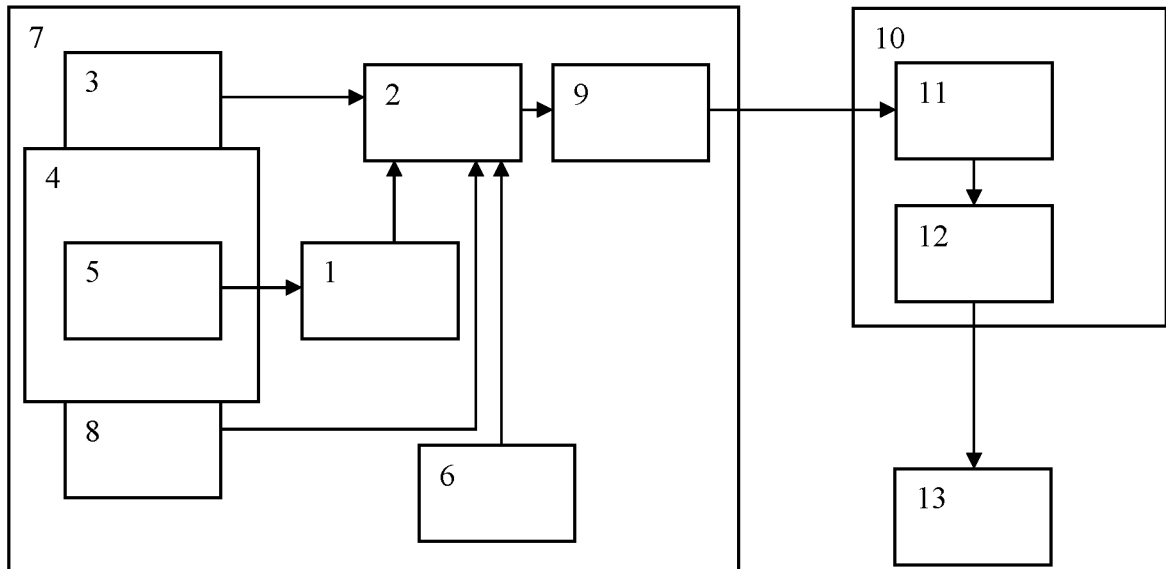
1. Способ оценки качества эксплуатации силового трансформатора, характеризующийся этапами, на которых: а) осуществляют измерение параметров силового трансформатора: эффективного значения и формы сигналов фазных токов; температуры корпуса трансформатора; температуры окружающей среды в помещении подстанции, виброскорости корпуса трансформатора; б) передают измеренные величины по каналу связи на сервер; в) на сервере с помощью предварительно загруженного программного обеспечения осуществляют обработку и сохранение измеренных сигналов, отслеживают наличие режима перегрузки трансформатора, в случае возникновения которого, запускают алгоритм снижения остаточного ресурса трансформатора, а также рассчитывают коэффициент реакции на нагрузку, исходя из текущих значений эффективного значения фазных токов, нормированных по отношению к среднеквадратичному значению амплитуды виброскорости в частотном диапазоне 10-1000 Гц, и к температуре корпуса, а в случае выявления тенденции к росту величины этого коэффициента также запускают алгоритм снижения остаточного ресурса трансформатора; г) обеспечивают доведение рассчитанных на сервере значений до диспетчера.

2. Способ оценки качества эксплуатации силового трансформатора по п.1, отличающийся тем, что на этапе г) обеспечивают отображение на персональном компьютере диспетчера графика изменения остаточного ресурса трансформатора (качества эксплуатации) и уровень перегрузки (в случае наличия таковой), а при выходе на режим работы в перегрузке выводится таймер с отсчетом времени до выхода из строя трансформатора.

3. Способ оценки качества эксплуатации силового трансформатора по п.1, *отличающийся* тем, что на этапе б) измеренные на этапе а) величины передают на сервер по беспроводному каналу связи.
4. Способ оценки качества эксплуатации силового трансформатора по п.1, *отличающийся* тем, что на этапе а) измеренные величины сохраняют в блоке измерения сигналов от датчиков, соединенном с датчиками трансформатора.
5. Способ оценки качества эксплуатации силового трансформатора по п.1, *отличающийся* тем, что на этапе в) обрабатывают и сохраняют измеренные на этапе а) сигналы на сервере, а также рассчитывают коэффициент реакции на нагрузку автоматически с помощью нейросетевого вычислительного ядра, при этом производят оценку степени нагрузки трансформатора в каждый момент времени с одновременным учетом максимальной длительности работы в режиме перегрузки, а при работе в режиме перегрузки получают расчетное время работы трансформатора до отказа, в случае выхода из режима перегрузки таймер останавливается, а время работы в режиме перегрузки суммируется с общим временем работы в режиме перегрузки за весь период эксплуатации.
6. Способ оценки качества эксплуатации силового трансформатора по п.3, *отличающийся* тем, что в качестве беспроводного канала связи используют 3G/4G сети.
7. Способ оценки качества эксплуатации силового трансформатора по п.1, *отличающийся* тем, что на этапе в) с помощью программного обеспечения сервера обрабатывают и сохраняют информацию о нескольких силовых трансформаторах.



**РИСУНОК К ИЗОБРЕТЕНИЮ**  
**СПОСОБ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛОВОГО**  
**ТРАНСФОРМАТОРА**




Фиг. 1

## ЕВРАЗИЙСКОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ  
ПОИСКЕ(статья 15(3) ЕАПК и правило 42  
Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

201991017

Дата подачи: 21 мая 2019 (21.05.2019)		Дата испрашиваемого приоритета:	
Название изобретения: Способ оценки качества эксплуатации силового трансформатора			
Заявитель: ПАЗУШКО Павел Михайлович			
<input type="checkbox"/> Некоторые пункты формулы не подлежат поиску (см. раздел I дополнительного листа)			
<input type="checkbox"/> Единство изобретения не соблюдено (см. раздел II дополнительного листа)			
А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:			
МПК: H02H 7/04 (2006.01)		СПК: H02H 7/04 (2013-01)	
G01R 17/04 (2006.01)		G01R 17/04 (2013-01)	
Согласно Международной патентной классификации (МПК) или национальной классификации и МПК			
Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:			
Минимум просмотренной документации (система классификации и индексы МПК)			
G01R 17/00, 17/02, 17/04, 31/00, 31/34, H02H 7/00, 7/04			
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в область поиска:			
В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ			
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей		Относится к пункту №
A	RU 2615790 C1 (ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ "МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Г.И. НОСОВА") 11.04.2017		1-7
A	RU 2242830 C1 (РАССАЛЬСКИЙ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ) 20.12.2004		1-7
A	EP 1085635 A2 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 21.03.2001		1-7
A	EP 1786083 A1 (UNION FENOSA DISTRIBUCION, S.A.) 16.05.2007		1-7
A	JP 2018182822 A (TOSHIBA ENERGY SYSTEM & SOLUTION CORP. et al.) 15.11.2018		1-7
A	RU 118481 U1 (ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ" и др.) 20.07.2012		1-7
<input checked="" type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы В		<input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении	
* Особые категории ссылочных документов:			
"А" документ, определяющий общий уровень техники		"Т" более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения	
"Е" более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее		"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности	
"О" документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.		"У" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории	
"Р" документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета		"&" документ, являющийся патентом-аналогом	
"D" документ, приведенный в евразийской заявке		"L" документ, приведенный в других целях	
Дата действительного завершения патентного поиска:		06 ноября 2019 (06.11.2019)	
Наименование и адрес Международного поискового органа:		Уполномоченное лицо :	
Федеральный институт промышленной собственности		 О.С. Макарова	
РФ, 125993, Москва, Г-59, ГСП-3, Бережковская наб., д. 30-1. Факс: (499) 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА		Телефон № (499) 240-25-91	

## ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ

Номер евразийской заявки:  
201991017

ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ ( продолжение графы В )		
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2389117 C2 (СИМЕНС ЛТДА.) 10.05.2010	1-7
A	RU 112528 U1 (ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "АРГО-ЦЕНТР") 10.01.2012	1-7