



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013126384/07, 07.06.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.06.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.06.2013

(45) Опубликовано: 10.12.2014 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2157040C1, 27.09.2000. RU
2022827C1, 15.11.1994. RU 2165122C2,
10.04.2001. CN 202814597U, 20.03.2013

Адрес для переписки:

420066, г.Казань, ул. Красносельская, 51,
Казанский государственный энергетический
университет, (ПАО)

(72) Автор(ы):

Мустафин Рамиль Гамилович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

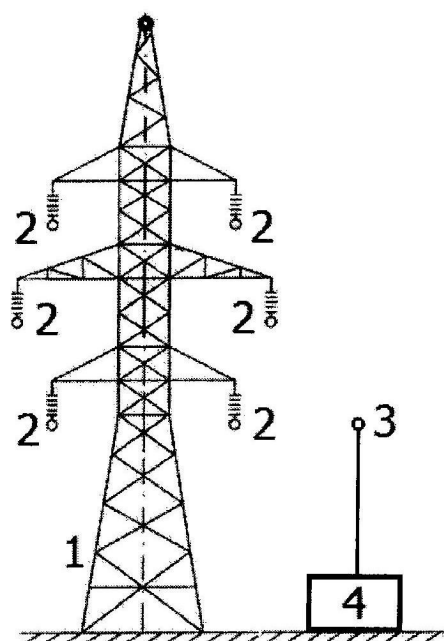
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Казанский
государственный энергетический
университет" (ФГБОУ ВПО "КГЭУ") (RU)

**(54) СПОСОБ КОСВЕННОГО КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОВОДА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ**

(57) Реферат:

Использование: в области электроэнергетики.
Технический результат - обеспечение точного
контроля без необходимости непосредственных
измерений и снижение числа контролируемых
факторов с обеспечением точности контроля.
Согласно способу измеряют токи, протекающие
по проводу, и с использованием результатов
измерений рассчитывают мощность P нагрева
провода, выделяющуюся на участке провода
длиной L (величина L гораздо больше диаметра
провода). При этом используют тестовый образец
длиной L , помещенный на высоте подвеса
контролируемого провода и имеющий такие же
физические характеристики, определяющие
процесс охлаждения провода, как и
контролируемый провод. Тестовый образец имеет
теплоемкость, равную теплоемкости провода
длиной L . При этом на тестовый образец подают
мощность нагрева, равную рассчитанной
мощности P нагрева провода, измеряют
температуру тестового образца, причем
температуру провода приравнивают к измеренной
температуре тестового образца. Предлагаемый

способ позволяет автоматически учитывать
изменяющиеся внешние условия охлаждения,
такие как температура окружающей среды,
влажность, скорость ветра, дождь, снег, туман. 1
ил.



Фиг.1

RU 2 5 3 4 7 5 3 C 1

RU 2 5 3 4 7 5 3 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013126384/07, 07.06.2013**(24) Effective date for property rights:
07.06.2013

Priority:

(22) Date of filing: **07.06.2013**(45) Date of publication: **10.12.2014** Bull. № **34**

Mail address:

420066, g.Kazan', ul. Krasnosel'skaja, 51, Kazanskij gosudarstvennyj ehnergeticheskij universitet, (PIO)

(72) Inventor(s):

Mustafin Ramil' Gamilovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija "Kazanskij gosudarstvennyj ehnergeticheskij universitet" (FGBOU VPO "KGEhU") (RU)(54) **METHOD OF INDIRECT CONTROL OF TEMPERATURE OF OVERHEAD POWER TRANSMISSION LINE WIRES**

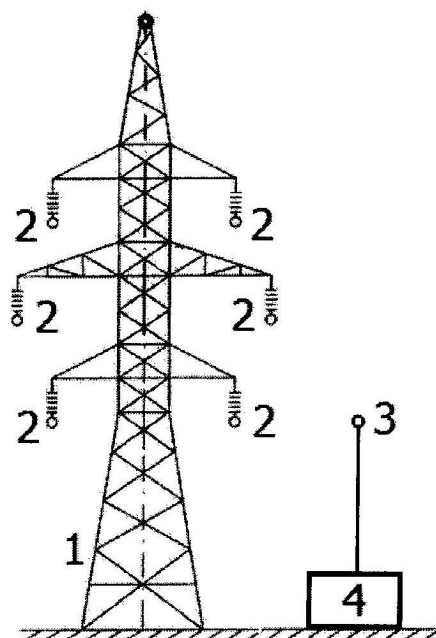
(57) Abstract:

FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: currents flowing in a wire are measured, and using measurement results, they calculate power P of wire heating, released in the section of the wire with length L (value L is much more than wire diameter). At the same time they use a test sample with length L , placed at the height of controlled wire suspension and having such physical characteristics, determining the process of wire cooling, as the controlled wire. The test sample has heat capacity equal to heat capacity of the wire with length L . At the same time heating capacity equal to the calculated power P of wire heating is supplied to the test sample, they measure test sample temperature, besides, the wire temperature is equated to the measured temperature of the test sample. The proposed method makes it possible to automatically take into account the varying external conditions of cooling, such as environmental temperature, moisture, wind speed, rain, snow, fog.

EFFECT: invention provides for accurate control without necessity of direct measurements and reduced number of controlled factors with provision of accuracy control.

1 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к электроэнергетике и может быть применено для максимального использования пропускной способности воздушных линий электропередачи, защиты от перегрева провода воздушной линии электропередачи при проведении на ней плавки гололеда.

5 Трудности измерения температуры проводов воздушных линий электропередачи связаны с высоким напряжением на проводах линии, от 6 до 500 киловольт, в результате стоимость прямого контактного способа измерения температуры провода довольно большая.

Известен бесконтактный способ контроля температуры, использующий зависимость
10 интенсивности теплового излучения объекта контроля от его температуры (Туричин А.М. Электрические измерения неэлектрических величин. Л.: "Энергия", 5-е изд., 1975; Низкотемпературные пирометры с тепловыми приемниками излучения / Е.И. Фандеев, Б.В. Васильев, А.П. Бараненко, В.М. Горбачев. М: Энергоатомиздат, 1993). Этот способ не требует формирования специального канала передачи информации с высоковольтного
15 датчика - термопреобразователя на потенциал земли, однако практически непригоден для контроля температуры провода воздушной линии из-за влияния поглощающих тепловое излучение атмосферных осадков - тумана, дождя, снега.

Известен способ косвенного контроля температуры провода, основанный на измерении линейного температурного удлинения провода, нагреваемого электрическим
20 током (Электрические и магнитные измерения. Под ред. Е.Г. Шрамкова. Л., М., 1937, стр.134-135).

Недостаток данного способа - существенная зависимость удлинения провода не только от его температуры, но и от изменяющихся механических нагрузок на провод - гололедной и ветровой.

Известен выбранный в качестве прототипа способ косвенного контроля температуры
25 провода воздушной линии электропередачи, заключающийся в том, что измеряют ток линий и с использованием результатов измерений рассчитывают численным методом, исходя из уравнения теплового баланса провода, параметры математической модели экспоненциального с постоянной времени T нарастания температуры нагреваемого
30 провода от начальной в момент t_0 температуры до установившегося значения (Петрова Т.Е., Фигурнов Е.П. Защита от перегрузки по току проводов воздушных линий электропередачи. Электричество, 1991, N 8, стр.29-34).

Согласно способу-прототипу при расчете параметров математической модели нагрева
35 провода непосредственно измеряют значения тока линии, скорости ветра и температуры окружающей среды, а другие факторы, влияющие на теплоотдачу провода, учитывают в виде их оценочных значений.

Недостаток прототипа состоит в том, что необходимо контролировать на высоте подвески проводов или учитывать в виде оценочных значений многие атмосферные
40 факторы, влияющие на теплоотдачу провода воздушной линии. К таким факторам, помимо температуры окружающей среды, относятся: скорость и направление ветра, влажность воздуха, степень турбулизации воздушного потока, прозрачность атмосферы, уровень солнечной радиации и т.п. Без непосредственного контроля этих факторов способ-прототип не обеспечивает достаточную точность оперативного измерения
температуры провода.

45 Задача изобретения - создание способа косвенного контроля температуры провода воздушных линий электропередачи, не требующего непосредственного измерения или оценки большого числа факторов, влияющих на тепловой баланс провода, и позволяющего снизить число контролируемых факторов без ущерба для точности

определения температуры провода.

Предметом изобретения является способ косвенного контроля температуры провода воздушных линий электропередачи, заключающийся в том, что измеряют токи, протекающие по проводу, и с использованием результатов измерений рассчитывают мощность P нагрева провода, выделяющуюся на участке провода длиной L , при этом величина L гораздо больше диаметра провода. Отличие предлагаемого изобретения в том, что используют тестовый образец длиной L , помещенный в близкие с контролируемым проводом внешние условия, которые определяют процесс охлаждения провода, причем тестовый образец имеет близкие с контролируемым проводом физические характеристики, определяющие процесс охлаждения провода, а также имеет теплоемкость, равную теплоемкости провода длиной L . При этом на тестовый образец подают мощность нагрева, равную рассчитанной мощности P нагрева провода, измеряют температуру тестового образца, причем температуру провода приравнивают к измеренной температуре тестового образца.

В основе метода лежит утверждение, что если два объекта, А (контролируемый объект) и Б (тестовый образец), имеющие близкие физические характеристики, которые определяют процесс охлаждения объектов, имеющие равные теплоемкости, поместить в одинаковые внешние условия и подать на оба объекта одинаковую мощность нагрева, то температуры объектов А и Б будут равны.

Единственная проблема в том, что линейные размеры проводов очень большие: длина проводов воздушных линий электропередачи исчисляется километрами. Сделать тестовый образец таких размеров затруднительно.

Но процесс охлаждения проводов при одинаковых внешних условиях одинаков на каждом метре длины провода. Поэтому достаточно создать тестовый образец с единичной длиной и подать на тестовый образец удельную мощность $R_{уд}$ нагрева, выделяемую на участке провода с единичной длиной.

В нашем случае объект А - это контролируемый провод, по которому протекает ток I , нагревающий данный провод. Зная удельное сопротивление $R_{уд}$ провода и измерив ток I , подсчитаем удельную мощность $R_{уд}$ нагрева провода, приходящуюся на единичную длину провода, по формуле $R_{уд} = I^2 \cdot R_{уд}$, где $R_{уд}$ - сопротивление единицы длины провода.

В качестве объекта Б будем использовать тестовый образец, помещенный в близкие с контролируемым проводом внешние условия, которые определяют процесс охлаждения (например, высоту подвеса, такую же как высота подвеса провода воздушной линии электропередачи), имеющий близкие с контролируемым проводом А физические характеристики, которые определяют процесс охлаждения провода (такие как диаметр, форма, цвет, фактура поверхности и т.д.), имеющий теплоемкость C , равную теплоемкости $C_{уд}$, приходящуюся на единичную длину провода. На тестовый объект подадим мощность нагрева, равную рассчитанной удельной мощности нагрева провода $R_{уд}$.

При таких условиях температура тестового образца Б будет равна температуре провода А.

Таким образом, измерив ток I , протекающий по проводу, рассчитав удельную мощность $R_{уд}$ нагрева провода, подав точно такую же мощность нагрева $R_{уд}$ на тестовый образец, имеющий единичную длину, и измерив температуру T тестового образца, определяем температуру провода, которая будет равна температуре T тестового образца.

Рассмотрим воздушную линию электропередачи, у которых на опорах 1 (фиг.1)

подвешены провода 2.

По всей длине линии протекает один и тот же ток I , соответственно на каждом метре длины провода 2 выделяется одна и та же удельная мощность $R_{уд}$ нагрева, определяемая по формуле $R_{уд} = I^2 \cdot R_{уд}$, где I - ток, протекающий по проводу 2, $R_{уд}$ - удельное, 5
приходящееся на один метр длины сопротивление провода 2.

Для контроля температуры проводов 2 создадим тестовый образец 3 длиной один метр непосредственно из материала провода 2 воздушной линии электропередачи или тестовый образец, имеющий такие же физические характеристики, которые определяют процесс охлаждения провода линии (такие как диаметр, форма, цвет, фактура 10
поверхности и т.д.), имеющий теплоемкость C , равную теплоемкости $C_{уд}$ одного метра провода линии.

Поместим тестовый образец 3 на высоте подвеса провода линии электропередачи. От системы 4 контроля температуры подадим на тестовый образец 3 мощность $R_{уд}$ 15
нагрева, такую же, что и выделяется на одном метре длины провода 2. Измерим температуру T тестового образца 3, это и будет температура провода 2 воздушной линии электропередачи.

При этом единичная длина тестового образца 3 в один метр выбрана исключительно для простоты рассмотрения. В качестве единичной длины мы можем выбрать любую длину L , соответственно длина тестового образца может быть любая.

Единственное требование - чтобы длина L тестового образца была гораздо больше диаметра провода, поскольку при этих условиях процесс охлаждения тестового образца 20
будет совпадать с процессом охлаждения участка провода длиной L (охлаждение концов тестового образца будет вносить малый вклад в общую мощность охлаждения тестового образца).

Таким образом, предлагаемый способ косвенного контроля температуры провода воздушных линий электропередачи позволяет автоматически учитывать изменяющиеся 25
внешние условия охлаждения, такие как температура окружающей среды, влажность, скорость ветра, дождь, снег, туман. Предлагаемый способ косвенного контроля температуры может использоваться для максимального использования пропускной 30
способности воздушных линий электропередачи, защиты от перегрева провода воздушной линии электропередачи при проведении на ней плавки гололеда.

Формула изобретения

Способ косвенного контроля температуры провода воздушных линий электропередачи, заключающийся в том, что измеряют токи, протекающие по проводу, 35
и с использованием результатов измерений рассчитывают мощность P нагрева провода, выделяющуюся на участке провода длиной L , при этом величина L гораздо больше диаметра провода, отличающийся тем, что используют тестовый образец длиной L , который помещают на высоте подвеса контролируемого провода, причем тестовый 40
образец имеет такие же физические характеристики, определяющие процесс охлаждения провода, как и контролируемый провод, имеет теплоемкость, равную теплоемкости провода длиной L , на тестовый образец подают мощность P нагрева, равную рассчитанной мощности нагрева провода, измеряют температуру тестового образца, при этом температуру провода приравнивают к измеренной температуре тестового 45
образца.