

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01N 21/59 (2021.05)

(21)(22) Заявка: 2020136714, 09.11.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.11.2020Дата регистрации:
14.07.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.11.2020

(45) Опубликовано: 14.07.2021 Бюл. № 20

Адрес для переписки:

420066, рес. Татарстан, г. Казань, ул.
Красносельская, 51, ФГБОУ ВО "Казанский
ГЭУ"

(72) Автор(ы):

Козлов Владимир Константинович (RU),
Куракина Ольга Евгеньевна (RU),
Туранова Ольга Алексеевна (RU),
Туранов Александр Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

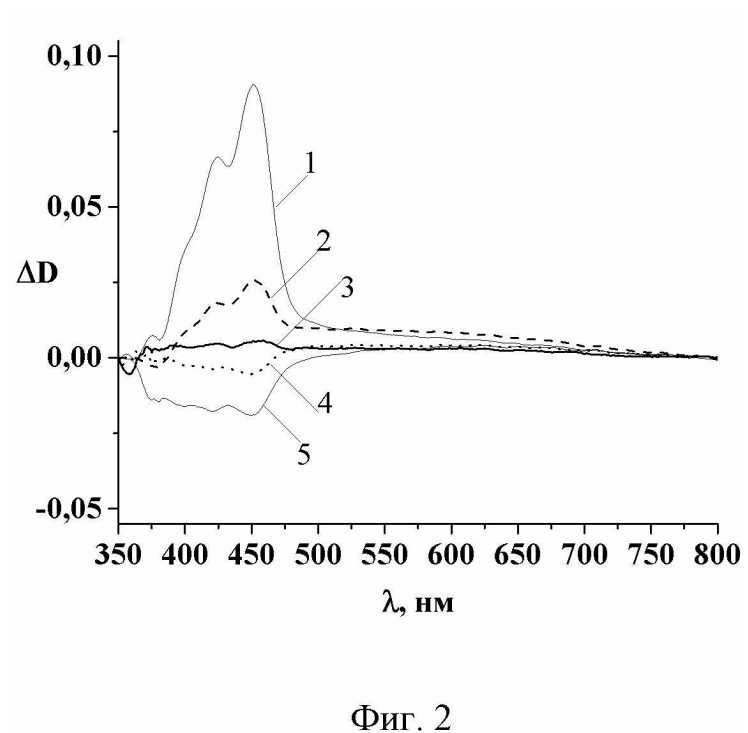
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Казанский государственный
энергетический университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: Л.И. Мусаева и др. "Изучение
возможности использования хлорида
кобальта(II) для определения влагосодержания
трансформаторных масел", ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ.
ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ, № 9-10, 2015
г., стр. 63-68. RU 2329502 C1, 20.07.2008. RU
2723163 C1, 09.06.2020. JP H0772086 A,
17.03.1995.

(54) Способ определения влагосодержания трансформаторного масла

(57) Реферат:

Изобретение относится к области диагностирования маслонаполненного силового электрооборудования и касается способа определения влагосодержания трансформаторного масла. Способ заключается в определении влагосодержания колориметрическим способом с использованием

хлорида кобальта. Влагосодержание масла определяют по знаку оптической плотности разностного спектра раствора хлорида кобальта (II) в трансформаторном масле в области 450 нм. Технический результат заключается в сокращении времени определения влагосодержания и повышении оперативности контроля. 2 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01N 21/59 (2021.05)

(21)(22) Application: **2020136714, 09.11.2020**

(24) Effective date for property rights:
09.11.2020

Registration date:
14.07.2021

Priority:

(22) Date of filing: **09.11.2020**

(45) Date of publication: **14.07.2021** Bull. № 20

Mail address:

**420066, res. Tatarstan, g. Kazan, ul.
Krasnoselskaya, 51, FGBOU VO "Kazanskij GEU"**

(72) Inventor(s):

**Kozlov Vladimir Konstantinovich (RU),
Kurakina Olga Evgenevna (RU),
Turanova Olga Alekseevna (RU),
Turanov Aleksandr Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Kazanskij gosudarstvennyj
energeticheskij universitet" (RU)**

(54) **METHOD FOR DETERMINING MOISTURE CONTENT OF TRANSFORMER OIL**

(57) Abstract:

FIELD: physical-chemical control technologies.

SUBSTANCE: invention relates to the field of diagnosing oil-filled power electrical equipment and concerns a method for determining the moisture content of transformer oil. The method consists in determining the moisture content by colorimetric method using cobalt chloride. The moisture content of the oil is

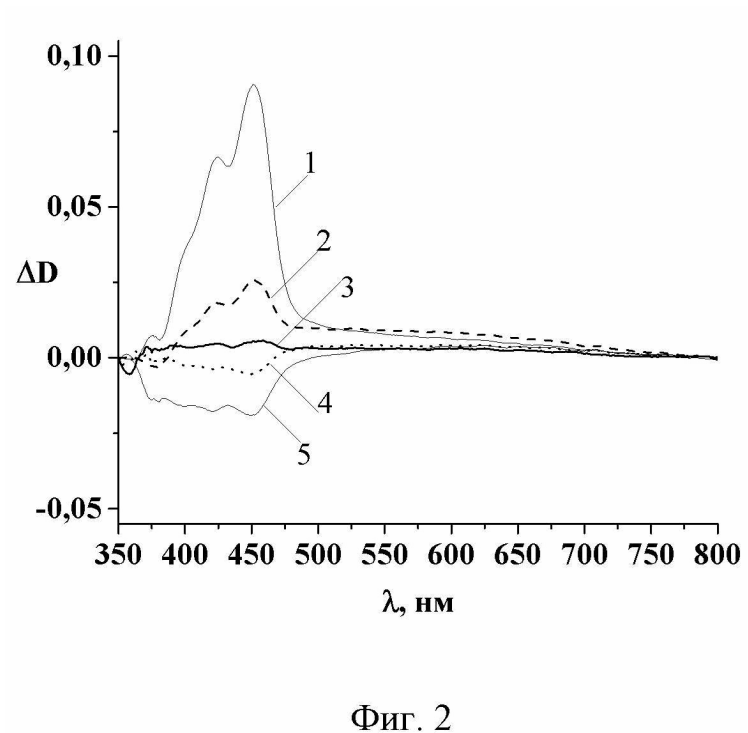
determined by the sign of the optical density of the difference spectrum of the cobalt (II) chloride solution in the transformer oil of around 450 nm.

EFFECT: reducing the time for determining the moisture content and increasing the efficiency of control.

1 cl, 2 dwg

RU 2 751 452 C1

RU 2 751 452 C1



RU 2 7 5 1 4 5 2 C 1

RU 2 7 5 1 4 5 2 C 1

Изобретение относится к технике диагностирования маслonaполненного силового электрооборудования, в частности к определению влагосодержания в изоляционных маслах. Изобретение позволяет определять малое количество воды в изоляционных жидкостях при низком влагосодержании и может быть использовано как экспресс-

анализатор состояния трансформаторного масла.

Наиболее близким техническим решением (прототипом) является способ измерения влагосодержания и определения примесей трансформаторного масла (патент на изобретение RU 2723163 C1, 09.06.2020, МПК G01N 31/16, G01N 27/44). Сущность данного изобретения состоит в том, что измерение влагосодержания отработанного трансформаторного масла осуществляют путем кулонометрического титрования по Карлу Фишеру. При этом образец трансформаторного масла подвергается последующему воздействию сверхвысокочастотного излучения (СВЧ-излучение) мощностью 1000 Вт в течение 40 минут, а влагосодержание измеряется до и после обработки. Разница между измерениями показывает абсолютное влагосодержание. Недостатком способа является длительное время определения влагосодержания и необходимость СВЧ обработки анализируемого образца.

Известен способ определения влагосодержания изоляционных жидкостей титрованием по Карлу Фишеру [1,2], волнометрический или кулонометрический. Точность определения доли воды превышает 1 м.д. (миллионных долей). Недостаток данного метода заключается в том, что он практически не чувствителен к диспергированной воде, которая не может взаимодействовать с реагентом Карла Фишера. Кроме того, присутствие в эксплуатируемых в реальных условиях трансформаторных маслах разнообразных примесей, например, кислот, оснований, альдегидов, кетонов, кристаллогидратов, значительно снижает точность этого метода.

Известно широкое использование колориметрического метода с применением хлорида кобальта для определения доли воды в веществе [3].

В основу изобретения положена задача создания способа определения влагосодержания трансформаторного масла в УФ и видимой области спектра колориметрическим способом, использование которого позволит повысить качество диагностики исследуемого трансформаторного масла.

При эксплуатации трансформаторного масла (ТМ) в силовом оборудовании электроэнергетических систем допускается присутствие влаги порядка 10 грамм воды на тонну масла, т.е. допустимая доля воды (W) - 10 миллионных долей (м.д.) [1,2]. При больших концентрациях воды возникает риск выхода из строя силовых трансформаторов, что осложняет их дальнейшую эксплуатацию и, следовательно, работоспособность всей энергосистемы. Хлорид кобальта (II) (CoCl_2) – один из самых часто используемых оптических сенсоров воды [4-6]. Он гигроскопичен, а его кристаллогидраты $\text{CoCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($n=1, 2, 4, 5, 6$) отличаются способностью изменять свой цвет в зависимости от количества кристаллизационной воды (сине-фиолетовый моногидрат; фиолетовый дигидрат; темно-красный тетрагидрат; красный пентагидрат; розовый гексагидрат).

Задачей заявляемого изобретения является создание способа определения влагосодержания трансформаторного масла, в котором устранены недостатки аналога и прототипа.

Техническим результатом является сокращение время определения влагосодержания в изоляционных жидкостях, снижение стоимости проведения исследования образца, за счет отсутствия дорогих реактивов и повышение точности определения содержания воды, даже при наличии в малых количествах, а также повышение качества диагностики

и работоспособности трансформаторного масла и оперативность контроля.

Технический результат достигается тем, что в способе определения влагосодержания трансформаторного масла, заключающемся в определении влагосодержания колориметрическим способом с использованием хлорида кобальта, отличающийся тем, что влагосодержание масла определяют по знаку оптической плотности разностного спектра раствора хлорида кобальта (II) в трансформаторном масле в области 450 нм.

Пять образцов используемого в силовых трансформаторах и выключателях масла марки ГК (ОАО "Ангарская нефтехимическая компания" класс ПА, ТУ 38.101.1025-85) с разными значениями W в интервале от 2 до 50 м.д. были выбраны для исследования, а также безводный CoCl_2 полученный дегидратацией кристаллогидрата $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (химически чистый).

Спектры поглощения УФ и видимого диапазона записаны при комнатной температуре в кюветах толщиной 10 мм на спектрофотометре Varian Cary 100 в диапазоне длин волн (λ) 200-800 нм со скоростью 600 нм/мин при ширине щели 1.5 нм. Положение линий в спектрах приводится с точностью 2.5 нм.

Фиг. 1. Спектры поглощения ТМ (1) в УФ и видимом диапазоне, ТМ с добавкой CoCl_2 (2) и последующей добавкой воды в тот же образец (3) при пустой кювете сравнения.

На графике по оси ОУ откладывается оптическая плотность – D , по оси ОХ – длина волны λ .

1 – Спектры поглощения ТМ в УФ и видимом диапазоне

2 – ТМ с добавкой CoCl_2

3 – ТМ с последующей добавкой воды в образец 2 при пустой кювете сравнения

На фиг. 1 представленные линии поглощения при 450 и 420 нм относятся к нафтаценовым, а при 380 нм – к антраценовым соединениям. Резкое изменение оптической плотности (D) вблизи 400 нм возникает за счет поглощения и рассеяния излучения коллоидными и твердыми частицами в ТМ. Добавление порошка CoCl_2 к ТМ приводит к повышению D в диапазоне 360-490 нм (линия 2), а увеличение W системы приводит к росту интенсивности данной полосы поглощения (линия 3). Повышение интенсивности полосы поглощения вызвано образованием кристаллогидратов CoCl_2 с водой, присутствующей в ТМ. При этом спектр поглощения $\text{CoCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($n=1, 2, 4, 5, 6$) находится в интервале 400-550 нм [6], и пересекает, как видно из фиг.2, рассматриваемый диапазон 360-490 нм.

Фиг. 2. Разностные спектры поглощения в УФ и видимом диапазоне ТМ с добавкой CoCl_2 , кювета сравнения заполнена ТМ с $W=10$ м.д., $\Delta D_{450} > 0$ для ТМ с $W > 10$ м.д. (линии 1-3), $\Delta D_{450} < 0$ для ТМ с $W < 10$ м.д. (линии 4 и 5).

Для большей наглядности кювета сравнения была заполнена ТМ с $W=10$ м.д. и добавленным в него порошком CoCl_2 и записаны разностные спектры для нескольких исследуемых образцов ТМ с разной W , в которые также добавлен CoCl_2 (фиг. 2). Для образцов ТМ с $W < 10$ м.д. значения ΔD_{450} (т.е. ΔD при $\lambda=450$ нм) в спектрах сравнения отрицательны и, следовательно, ТМ пригодны для дальнейшего использования. В обратном случае, если $W > 10$ м.д., то значения ΔD_{450} положительны, что говорит о непригодности дальнейшего использования ТМ.

Предлагаемый способ определения влагосодержания трансформаторных масел при низком влагосодержании, основанный на зависимости оптических свойств хлорида кобальта (II) от влажности обладает очень высокой чувствительностью. Использование

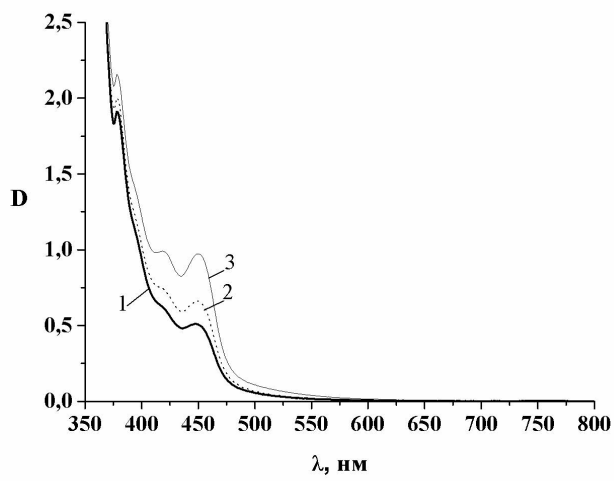
предлагаемого способа перспективно для решения задач электроэнергетики в области определения допустимого влагосодержания в изоляционных маслах, поскольку спектрофотометры УФ и видимого диапазона, подобной конструкции, вполне доступны и просты в эксплуатации, что существенно упрощает практическую реализацию способа.

Библиографический список

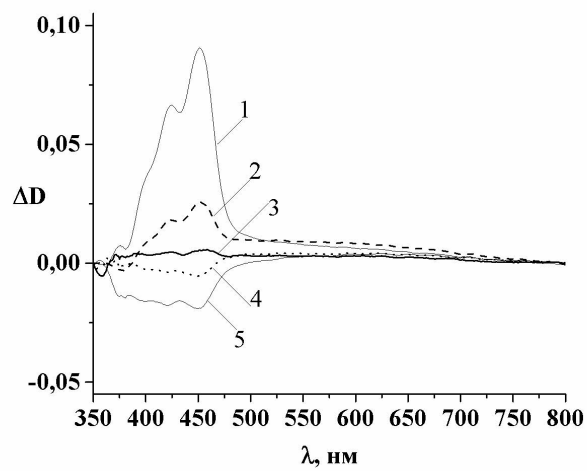
1. Липштейн, Р.А. Трансформаторное масло/ Р.А. Липштейн, М.И. Шахнович. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 296 с.
2. Wilson A.C.M. Insulating liquids: their uses, manufacture and properties. London, New York: Peter Peregrinus LTD, 1980. 221 p.
3. Митчелл Дж., Смит Д. Акватметрия/ Под редакцией Ф.Б.Шермана. М.: Химия, 1980. 600 с.
4. Konstantaki M., Pissadakis S., Pispas S., Madamopoulos N., Vainos N.A. Optical fiber long-period grating humidity sensor with poly(ethylene oxide)/cobalt chloride coating // Applied Optics. – 2006. – Vol. 45. – Issue 19. – P. 4567-4571.
5. Russell A.P., Fletcher K.S. Optical sensor for the determination of moisture // Anal. Chimica Acta. – 1985. – Vol. 170. – P. 209–216.
6. Otsuki S., Adachi K. Humidity dependence of visible absorption spectrum of gelatin films containing cobalt chloride // J. App. Polymer Science. – 1993. – Vol. 48. – Issue 9. – P. 1557–1564.

(57) Формула изобретения

Способ определения влагосодержания трансформаторного масла, заключающийся в определении влагосодержания колориметрическим способом с использованием хлорида кобальта, отличающийся тем, что влагосодержание масла определяют по знаку оптической плотности разностного спектра раствора хлорида кобальта (II) в трансформаторном масле в области 450 нм.



Фиг. 1



Фиг. 2