

ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ И РЕШЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ
ОБЛАСТЕЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

КНИГА 3 из 11

ДИАГНОСТИКА, КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ

Ред. 01.04.2024.

vihrihaosa.ru

vihrihaosa.wordpress.com

Хаустов Владимир Игоревич
2020 год.

vihrihaosa@mail.ru



г. Череповец.

СОДЕРЖАНИЕ

№	Наименование	стр. №
1.	Лазерный импульсно-оптический способ идентификации железнодорожных вагонов	5
2.	Вихре кольцевой детонационный способ измерения толщины покрытия стального листа.....	9
3.	Пьезоэлектрический полупроводниковый способ измерения крутящего момента приводных валов.....	13
4.	Хемотроника, как основа обнаружения медленно начинающихся процессов разрушения концевых и соединительных кабельных муфт линий электропередач.....	17
5.	Термический способ обнаружения оптически неоднородных дефектов на поверхности холоднокатаного стального листа - световых пятен (отпечатков).....	22
6.	Способ непрерывного контроля температуры силовых медных электрических шинопроводов под нагрузкой.....	24
7.	Контактный способ диагностирования внутренних дефектов слябов в машине непрерывного литья заготовок с помощью множества дисковых термоэлектродов.....	25
8.	Контактный способ диагностирования внутренних дефектов слябов в машине непрерывного литья заготовок с помощью синхронно движущихся шаровых термоэлектродов.....	31
9.	Матричный полупроводниковый способ непрерывного контроля изменений температуры на поверхностях технологического оборудования.....	37
10.	Система оптического (бесконтактного) контроля частоты вращения всех роликов конвейера.....	41
11.	Оптико-механический способ определения крутящего момента крупногабаритных шпинделей.....	44

12.	Оптико-механическая (муаровая) диагностика как альтернатива классической вибродиагностике вращающихся узлов.....	47
13.	Муаровая интерферометрия как способ диагностики потенциально опасных мест в тяжело нагруженных механических элементах	50
14.	Диагностика на новых принципах (электромагнитореология)..	55
15.	Диагностика газопроводов на предмет обнаружения утечек способом формирования ударных волн, направленных навстречу друг другу.....	61
16.	Диагностика водопроводов на предмет обнаружения утечек способом формирования ударных волн, направленных навстречу друг другу.....	63
17.	Способ контроля эффективности шаровых мельниц горно-металлургического комплекса непрерывным мониторингом крутящего момента привода.....	67
18.	Способ определения подъёмной силы грузоподъёмного электромагнита в случае не полного контакта (с зазором) с поверхностью ферро магнитного товара.....	70
19.	Само диагностируемый стальной канат.....	76
20.	Компьютерное зрение в технологии определения марки стали по искровому следу, или простейший анализатор для сортировки металлолома из подручных средств.....	79
21.	Механический способ определения остаточного ресурса электрических щеток мощных коллекторных стационарных электродвигателей (генераторов).....	83
22.	Трибоэлектростатический способ диагностики электрического старения высоковольтных изоляторов при отключенной сети.....	87
23.	Практические способы визуализации закрученных (вихревых) течений различных сред	93

24.	Гидрорезистивный способ контроля герметичности листовых сварных соединений конструктивных элементов большой площади.....	95
25.	Многопольные конденсаторы, как основа нового диагностического оборудования.....	99
26.	Способ развертки (управления) питающего напряжения в длинном проводнике (электрической цепи).....	105
27.	Способ определение поля градиентов температур на поверхности или в объёме технологического оборудования, материала, вещества, соединения и т.п.....	111
28.	Линейный полупроводниковый теплообменник с управляемым полем точечных градиентов температур.....	117
29.	Матричный полупроводниковый теплообменник с управляемым полем точечных градиентов температур.....	124
30.	Развертка электрической проводимости как новый метод в диагностике длинных объектов.....	128
31.	Приложение.....	133
32.	Литература.....	134

1. ЛАЗЕРНЫЙ ИМПУЛЬСНО-ОПТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УЧЁТА ВРЕМЕНИ НАХОЖДЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.

Опубликован: 29.05.2021 года.

Ссылка: [Лазерный импульсно-оптический способ идентификации железнодорожных вагонов](#)

Заявленный способ является альтернативой дорогостоящим оптическим системам распознавания с использованием видеокамер и искусственного интеллекта.

Единственное условие, ограничивающее применение способа заключается в том, что система должна заранее знать информация о каждом железнодорожном составе, который поступит на территорию промышленного производства. Должны быть известны все номера вагонов и последовательность расположения в железнодорожном составе.

Это условие для крупного промышленного производства в настоящее время выполняется. Информация о каждом железнодорожном составе, поступающим на территории промышленного производства, представлена в виде телеграммы натурального листа поезда (ТГНЛ), с указанием всех вагонов входящих в его состав и их последовательности номеров.

Предлагается за идентификационный параметр для каждого грузового вагона брать колёсные базы его двух тележек. Каждый Ж/Д вагон в своей серии конструктивного исполнения, в том числе и тележек — индивидуален. Невозможно изготовить две строго идентичные тележки. К тому же база каждой тележки в течении относительно небольшого периода будет зависеть только от температурных условий окружающей среды, которые можно легко учесть программным способом.

Таким образом, идентификационная характеристика каждого вагона носи вероятностный характер.

Рассмотрим пример использования способа идентификации применительно к самому распространённому типу колёсных тележек с базой в 1850 мм., согласно рис. 1.1.

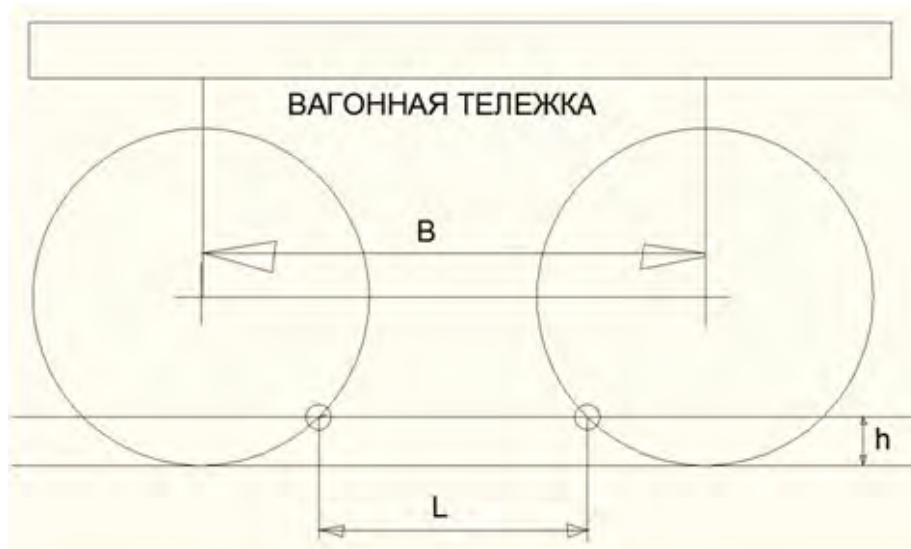


Рис. № 1.1. Вагонная тележка, размеры.

Где:

B – колёсная база, мм.

L – идентификатор, мм.

H – высота идентификатора над Ж/Д полотном, мм.

Для других типов тележек способ идентификации идентичен и будет зависеть только от места статического расположения оптических датчиков.

Согласно ГОСТ колёсная база классической тележки равна 1850 мм с погрешностью от 1800 до 1890 мм.

Измерение расстояния колёсной базы будем проводить с помощью лазерных импульсно-оптических датчиков с чувствительностью на переключение — 0,01 мм.

В диапазоне выше указанных отклонений базы согласно ГОСТ в 90 мм для одной тележки в идеальных условиях (без влияния температуры окружающей среды и степени износа вагона) вероятность распознавания в идеальных условиях составит 1:90 000. Вероятность распознавания системой одного вагона с двумя тележками будет составлять 1:180 000.

В реальных условиях с учётом степени износа вагона и температурных условий окружающей среды — вероятностные

значения идентификации будут в разы меньше, но достаточны для заявляемых целей учёта времени нахождения на территории промышленного производства.

Техническая реализация способа в упрощённом виде представлена на рис. № 1.2 только для одной стороны Ж/Д пути. Для другой стороны Ж/Д пути принцип идентичен.



Рис. № 1.2. Способ идентификации по колёсной базе.

Четыре оптические пары датчиков (в дальнейшем – датчики) стационарно размещены вдоль Ж/Д полотна на высоте h в пункте входа/выхода Ж/Д составов на/из территории промышленного производства.

Датчики располагаются таким способом, чтобы с учётом возможного максимального расстояния колёсной базы из стандарта ГОСТ– два крайних датчика (1,4) перекрывались колёсами, а два внутренних (2,3) — были открытыми. В случае выше указанного расстоянием размещения крайних датчиков будет 1890 мм плюс расстояние однозначного распознавания перекрытия. Расстояние между 1 и 2, а также между 3 и 4 датчиками выбирается также исходя из однозначного распознавания переключения их по отдельности.

Направление переключения между 1 и 2, а также между 3 и 4 датчиками определяет направление движения вагона и его мгновенную скорость.

Разница во времени переключения между 1,2 и 3,4 для двух тележек вагона будет являться идентификатором самого вагона с учётом температурной коррекции воздействия окружающей среды.

При этом информация из телеграммы натурального листа поезда (ТГНЛ) от РЖД привяжет этот идентификатор к конкретному номеру вагона для заявленных целей учёта времени нахождения на территории промышленного производства.

Конструктивное исполнение способа достаточно просто. В упрощённом виде минимум – 8 лазерных датчиков (по 4 на каждую сторону Ж/Д полотна), плата сопряжения и компьютер.

Программное обеспечение способа также относительно просто по сравнению с искусственным интеллектом систем оптического распознавания номеров.

Таким образом с учётом Выше изложенного каждому прибывающему грузовому Ж/Д вагону по его номеру система присваивает свой идентификатор по измеренным расстояниям между колёсными базами двух тележек. По этому идентификатору система определяет время нахождения вагона на территории промышленного производства. Как уже было сказано выше — идентификатор имеет вероятностную характеристику и в идеальных условиях равен 1:180 000.

В реальных условиях с учётом степени износа вагона и температурных условий окружающей среды — вероятностные значения идентификации системой будут в разы меньше, но достаточны для заявляемых целей.

2. ВИХРЕ КОЛЬЦЕВОЙ ДЕТОНАЦИОННЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ СТАЛЬНОГО ЛИСТА.

Опубликован: 24.05.2021 года.

Ссылка: [Воздушно-вихревой способ измерения толщины покрытия стального листа.](#)

Идея способа основывается на одном интересном эффекте, который проявляется в любом вихревом кольце при его прямолинейном распространении.

Сформированное любым способом и движущееся прямолинейно воздушное интенсивное вихревое кольцо является достаточно продолжительное время замкнутой самоподдерживающейся упругой вихревой структурой, степень упругости которой зависит только от интенсивности формирования вихревого кольца.

В такой кольцевой вихревой структуре любые внешние изменения, влияющие на геометрические характеристики вихревого кольца, в любом месте при его распространении мгновенно отражаются во всём объёме его объёме.

Можно сказать, что вихревое кольцо ведёт себя как достаточно упругий движущийся элемент, в котором степень упругости зависит от скорости его распространения, циркуляции и угла расходимости. В этом легко убедиться на примере дымового сигаретного кольца курильщика. Такое кольцо с совсем небольшой циркуляцией и скоростью распространения проявляет свойства упругого элемента – достаточно слегка толкнуть движущееся кольцо.

При этом сам Роберт Вуд о вихревых кольцах говорил следующее: Аудитория может получить представление о «твердости» вращающегося воздушного вихря, если последовательно выпускать невидимые кольца в зал. Удар кольца в лицо человека ощущается как мягкий толчок пуховой подушкой.

Этот эффект можно считать относящимся и для **вихревых полуколец**, сформированных так называемым “материнским” вихревым кольцом при прохождении через относительно тонкий лист. Такой разделитель не способен разрушить ядра полукольцевых вихрей, но оказывает влияющее воздействие, о котором будет сказано ниже и на основании которого базируется сама идея измерений.

Вихревые полукольца являются движущимися с обеих сторон листа независимыми “твёрдыми” элементами. Толщина листа в этом случае будет являться тем маркером, изменение которого в каждом конкретном месте мгновенно влияет на ядра полукольцевых вихрей, сжимая их или растягивая. Это означает, что мгновенно будут меняться, но с разными знаками значения давлений снаружи таких вихревых полуколец, движущихся поперёк так называемого “делительно-измеряемого” стального листа.

Вихревые полукольца, сформированные от общего “материнского” вихревого кольца имеют абсолютно идентичные характеристики по скорости, распространения, циркуляции, углу расходимости и т.п. Это значит, что измеряя значения давлений снаружи движущихся вихревых полуколец можно определить математическую зависимость толщины листа с покрытием, относительно толщины листа без покрытия. При этом влияющие на значения давлений вибрации при движении самого листа также могут быть нивелированы математически.

ИНТЕНСИВНОЕ ВИХРЕВОЕ КОЛЬЦО

В качестве источника формирования следующих друг за другом с частотой 2 Гц высокоинтенсивных вихревых кольцевых структур предлагается использовать детонационный источник энергии цилиндрической формы, бесклапанный с сферическим резонатором на выходе, см. рис. № 2.1.

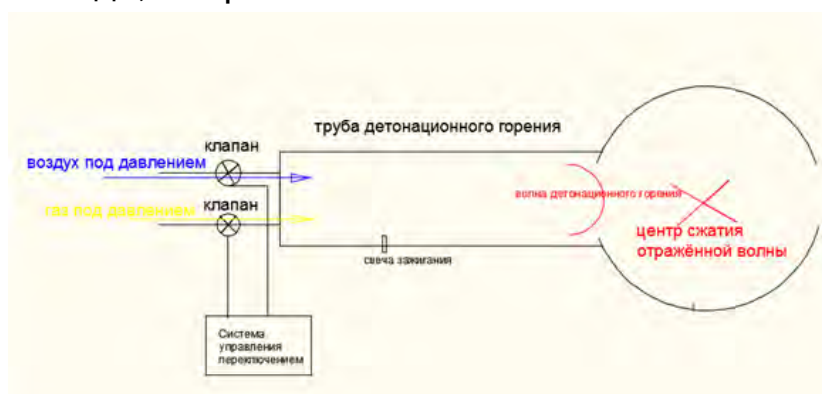


Рис. № 2.1. Детонационный источник энергии цилиндрической формы, бесклапанный с сферическим резонатором на выходе.

Экспериментальным путём установлено формирование одновременно два вихревых кольца, т.е. волна детонационного горения формирует два вихревых кольца, одно – фронтом волны, другое – областью между волной горения и разряжением.

Первичное высокоинтенсивное вихревое кольцо распространяется прямолинейно с углом расширения – 0,2 градуса.

Вторичное вихревое кольцо распространяется с углом расширения примерно 150 градусов.

На основании выше изложенного реализация предлагаемого способа представлена на рис. № 2.2

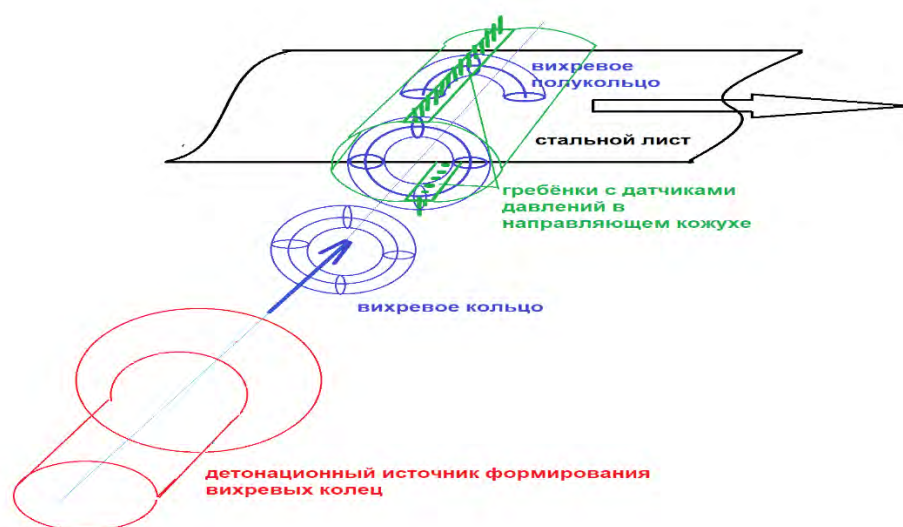


Рис. № 2.2. Вихре кольцевой детонационный способ измерения толщины покрытия стального листа

Симметрично с обеих сторон листа на одинаковом расстоянии установлены строго параллельные линейки с датчиками давления.

Поперёк стального листа друг за другом движутся сформированные внешним детонационным источником энергии воздушные высокоинтенсивные вихревые кольца.

Каждое такое вихревое кольцо после полного формирования при своём движении “разрезается” тонким стальным листом пополам. Таким образом, с обеих сторон стального листа движутся уже синхронно два зеркальных вихревых полукольца, имеющие одинаковую скорость распространения, циркуляцию и угол расходимости.

Одновременно с движением вихревых полу колец – датчиками измеряются значения их наружных давлений в каждом месте стального листа по всей его длине.

Изменение толщины листа в определённом месте или местоположение в случае вибрации даже на 1 микрон приведёт к мгновенному воздействию на полу ядра полукольцевых вихревых потоков. Это означает, что практически мгновенно изменятся значения давлений диаметрально по всему объёму обоих вихревых полуколец. С одной стороны листа давление увеличится, с другой стороны листа либо уменьшится, либо останется без изменений.

Два диаметрально расположенных датчика давления, зафиксируют изменения, которое затем математически будут преобразованы в единицы линейных размеров толщины в заданном месте.

Достоинства заявленной технологии:

1. Высокая чувствительность.
2. Технологическая простота исполнения механической части.
3. Чрезвычайно низкие затраты по отношению ко всем другим существующим измерительным системам. Для примера: для листа шириной 1 метр достаточно 100 датчиков давлений + плата сопряжения и компьютер.
4. Конструктивное исполнение детонационного источника вихревых колец также просто и не требует больших финансовых затрат.

Недостатки заявленной технологии.

1. Невозможно определить толщину покрытия с одной стороны стального листа.
2. Толщина покрытия определяется по всей поверхности движущегося листа дискретно. Шаг выборки зависит по ширине от количества используемых датчиков давления. Шаг выборки по длине зависит от периодичность детонационного формирования так называемых “материнских” вихревых колец.

3. ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ НЕПОСРЕДСТВЕННЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ПРИВОДНЫХ ВАЛОВ

Опубликован: 25.10.2020 года.

Ссылка: [Пьезоэлектрический способ измерения крутящего момента приводных валов](#)

Всем известно, что крутящий момент — это сила, при которой происходит деформация вала, только не на изгиб, а скручивание, при котором отдельные сечения вала не повторяют друг друга, а оказываются повернутыми друг относительно друга на определённые углы, тем большие, чем больше приложенная сила. При этом не следует заблуждаться, что Мы увидим эту закрутку стального вала, нанеся на поверхность вала линии, параллельные его оси. Величина закрутки будет в реальности настолько мала, что её непросто измерить даже с помощью специальных датчиков существующих измерительных системах.

Для понимания привожу усреднённые значения максимально допустимой “крутки” классического стального вала исходя из его усреднённых прочностных характеристик:

1. $0^{\circ}3$ - для каждого метра вала при статической нагрузке,
2. $0^{\circ}25$ — для каждого метра вала при переменной нагрузке,
3. $0^{\circ}15$, для каждого метра вала при ударной нагрузке.

В настоящее время разработано большое количество датчиков и измерительных систем для решения таких задач, но все они имеют один существенный недостаток.

Измерительный элемент любого датчика непосредственно не участвует в процессе измерения деформации измеряемого объекта, а только через так называемую подложку. В качестве подложки в существующих измерительных системах, всегда выступает какой – либо промежуточный материал, защищающий сам чувствительный элемент от различных внешних воздействий, например – электрод датчика. Такой материал, как правило, имеет свои механические свойства, которые не позволяют непосредственно

передавать значения деформации в сам измерительный элемент и влияют на чувствительность всей системы.

Чувствительность такой измерительной системы всегда зависит от механических свойств такой подложки.

Исходя из выше изложенного, предлагается непосредственный способ измерения крутящего момента приводных валов, основывающийся на классическом пьезоэффекте в полупроводниках.

В заявляемом способе предлагается полностью отказаться от каких-либо подложек между измерительным элементом и объектом измерения – стальным валом.

Сам измерительный элемент в виде плёнки из полупроводника предлагается химическим или гальваническим способом нанести непосредственно на сам шпиндель в виде кольца, спирали или полосы по всей длине шпинделя.



Рис. № 3.1. Пьезоэлектрический полупроводниковый непосредственный способ измерения крутящего момента приводных валов

Способов нанесения полупроводникового слоя химическим или гальваническим способом достаточно много.

Рассмотрим самый простой и технологичный (хорошо повторяемый) химический способ нанесения полупроводникового слоя, который был опубликован ещё во времена СССР в школьных факультативах старших классов по химии – изготовление солнечной

батареи и термоэлемента. Например: тиомочевина из расчёта 114 грамм на 1 литр воды, ацетат свинца из расчёта 345 грамм на 1 литр воды и едкий натр из расчёта 40 грамм на 1 литр воды даже в любительских условиях позволяют получить достаточно прочную полупроводниковую плёнку толщиной 5 микрон на стальном основании.

Сверху полупроводникового слоя, но только с обоих концов вала, также например химическим способом необходимо нанести уже кольцевой слой проводника. Такие два кольца проводника поверх общего полупроводникового слоя с обеих сторон вала будут являться двумя электродами измерительной системы.

В такой химически нанесённой плёнке из полупроводника получаются одинаковые величин продольных и поперечных коэффициентов пьезосопротивления.

Этого вполне достаточно для непосредственной фиксации пьезоэффекта при малейшем сдвиге на кручение в шпинделе, передающем крутящий момент.

Таким образом, мы полностью избавляемся от промежуточных элементов в существующих датчиках, которые существенно влияют на чувствительность всей измерительной системы.

Практические работы подтверждают простоту конструктивного исполнения способа, см. рис. № 3.2.



Рис. № 3.2. Экспериментальные работы, подтверждающие способ.

Берётся медный стержень от паяльника. Зачищается. Нагревается на огне до красного каления. Таким образом на поверхности стержня сформируется тонкая плёнка из полупроводника — оксида меди.

Сверху и снизу такого стержня прищепками крепятся к слою полупроводника два провода от милливольтметра.

Крутящий момент такого стержня фиксирует изменение напряжения от 100 мкВ до 1 мВ.

4. ХЕМОТРОНИКА, КАК АЛЬТЕРНАТИВА КЛАССИЧЕСКИМ ДАТЧИКАМ ОБНАРУЖЕНИЯ МЕДЛЕННО НАЧИНАЮЩИХСЯ ПРОЦЕССОВ РАЗРУШЕНИЯ КОНЦЕВЫХ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ КАБЕЛЬНЫХ МУФТ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.

Опубликована: 06.12.2020 года.

Ссылка: [Хемотроника, как альтернатива классическим датчикам разрушения концевых и соединительных кабельных муфт линий электропередач.](#)

Ежегодно мировая экономика теряет миллиарды долларов из-за повреждений линий электропередач. По статистике, каждая вторая авария на энергосетях происходит по вине повреждений изоляции в том числе в соединительных и концевых кабельных муфтах. В большинстве случаев виной тому физическое старение оболочек или производственный брак. Но существует и более коварная причина – частичный разряд.

Частичный разряд диагностируется в настоящее время ниже поименованными методами, но проявляются на физическом плане в любом случае и при любых условиях как механические колебания, вызванные электрическими разрядами.

Сегодня известны следующие методы обнаружения частичных разрядов как:

- электрический;
- электромагнитный, или дистанционный, СВЧ-метод;
- акустический;
- химический;
- оптический, или оптоэлектронный;
- термический.

Как было сказано выше — частичный разряд проявляются на физическом плане в любом случае и при любых условиях как механические колебания, вызванные электрическими разрядами. Начальная стадия диагностики затруднена из-за чувствительности выше поименованных методов.

Здесь на помощь приходит хемотроника, позволяющая однозначно регистрировать миллиардные доли атмосферного давления

благодаря возможности реагировать буквально на считанные молекулы носителей заряда на электроде хемотронном датчике.

Сама хемотроника возникла на стыке двух наук – электрохимии и электроники. Основой хемотроники являются приборы, использующие принцип электрохимического преобразования в твердых и жидких электролитах. Носителями заряда в этих приборах служат ионы, обладающие малой подвижностью.

К основным достоинствам хемотронных приборов можно отнести малую потребляемую мощность, высокую чувствительность по входу.

Хемотронные датчики позволяют однозначно регистрировать миллиардные доли атмосферы, также могут реагировать буквально на считанные молекулы. При этом имеют малый уровень собственных шумов, достаточно высокую надежность и невысокую стоимость.

Недостатками хемотронных приборов являются лишь малый частотный диапазон (0 – 1 кГц), при этом жидкофазные хемотронные приборы узким температурным диапазоном (0 — 50 °С). Твёрдые электролиты существенно расширяют температурный диапазон использования.

Предлагается для обнаружения медленно начинающихся процессов разрушения концевых и соединительных кабельных муфт линий электропередач использовать простейший хемотронный датчик из школьного опыта по физики далёкого 1986 года, опубликованный в популярном научно-техническом, см. рис. № 4.1.

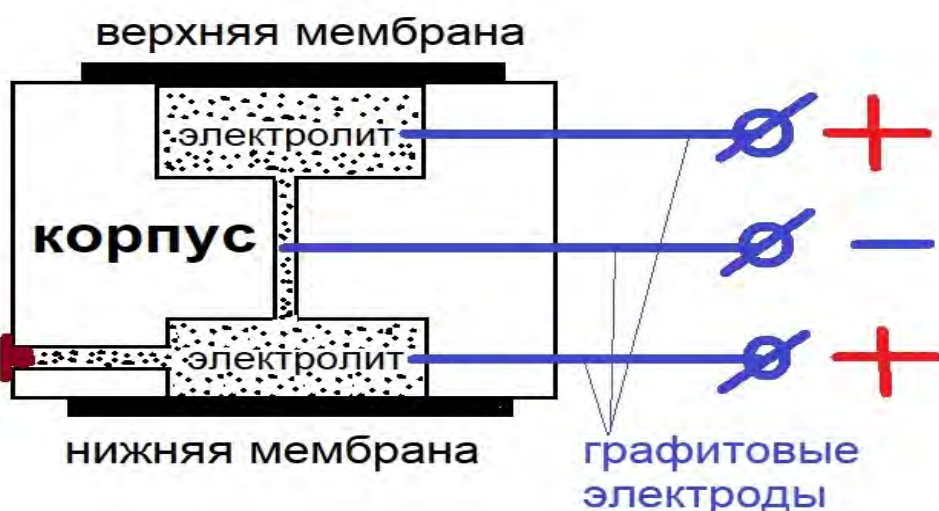


Рис. № 4.1. Датчик хемотронный из школьного опыта по физики 1986 года.

Технология изготовления:

Сначала необходимо изготовить цилиндрический корпус. Корпус можно склеить из отдельных пластинок оргстекла, в этом случае он будет прямоугольным. Примерный диаметр круглого корпуса — 40 мм, а высота около 20 мм. С торцов цилиндра надо выточить две полости глубиной около 5 мм и диаметром 30 мм, так чтобы между ними осталась толстостенная перемычка. Непосредственно под перемычкой просверлите горизонтально отверстие диаметром 2-3 мм для заливки электролита и подберите к этому отверстию плотную пробку. Затем с противоположной стороны корпуса просверлите одно под другим еще три отверстия для электродов диаметром чуть больше миллиметра. Центральный электрод должен находиться в перемычке, верхний и нижний — в соответствующих полостях.

В качестве электродов используются толстые грифели для цанговых карандашей. Те места, где грифели выходят из корпуса, надо за герметизировать каким-либо клеем. Когда клей высохнет, в перемычке просверлите вертикально очень тонкое сквозное отверстие диаметром не более 0,5 мм. Выбирая для него место, имейте в виду, что это отверстие обязательно должно пройти через средний грифель-электрод.

Прибор уже почти готов. Осталось лишь приклеить к нему сверху и снизу по тонкой мембране из того же оргстекла, только небольшой толщины (0,3-0,5 мм). Пока приклейте только нижнюю мембрану. Теперь об электролите. В половине стакана воды растворите 20-30 г иодида калия, а затем, слегка подогрев раствор, добавьте около 1 г иода. Через боковое, более широкое отверстие залейте этот электролит внутрь датчика, в нижнюю полость, следя за тем, чтобы не осталось воздушных пузырьков. Легче всего провести эту операцию медицинским шприцем. Когда заполнится и верхняя полость, приклейте вторую мембрану и окончательно за герметизируйте корпус, для чего вставьте во впускное отверстие заранее приготовленную пробку и тщательно залейте ее клеем.

Хемотронный датчик работает от батарейки для карманного фонарика. Верхний и нижний электроды, находящиеся в полости, соедините с положительным полюсом батарейки, средний — с отрицательным. В цепь желательно включить реостат, а также

вольтметр и микроамперметр, которые, как вы уже знаете, можно заменить тестером.

С помощью реостата (или сопротивлений) установите напряжение примерно 0,8-0,9 В. Микроамперметр, включенный в цепь центрального электрода, покажет ток 200-300 мкА. Оставьте цепь замкнутой часов на десять-пятнадцать. Ток постепенно понизится до 10-20 мкА, что и требуется. Теперь датчик готов к работе.

Проверить, как он действует, проще всего так: подуйте на одну из мембран. В то же мгновение стрелка микроамперметра резко отклонится вправо. Для глаза движение мембраны незаметно, но датчик на него сразу отреагировал.

Поясним, почему так происходит. Сила тока зависит от того, сколько йода находится возле страдательного электрода — катода. Под действием постоянного тока йод на катоде восстанавливается, принимая электроны, а на аноде он вновь образуется из ионов. Поэтому йод как бы постепенно перекачивается от катода к аноду. После зарядки датчика ток понемногу падает, потому что у отрицательного электрода остается все меньше йода. Но как только вы подули на мембрану, к катоду поступает дополнительная, пусть и очень небольшая, порция молекул йода; датчик мгновенно на это реагирует: ток возрастает.

Приведённые выше школьные эксперименты в области хемотроники позволяют немного усовершенствовать сам датчик, изменить электрическую систему управления на новой элементной базе и использовать его для заявленных целей.

Для этого нужно использовать только одну мембрану из плёнки. Изготовить её и корпус датчика по профилю кабельной муфты подвода/отвода высокого напряжения. Плотнo установить такой датчик на каждой муфте.

Такой датчик позволит на начальной стадии диагностировать медленно начинающиеся процессы частичных разрядов (ЧР), приводящие в перспективе к пробое изоляции.

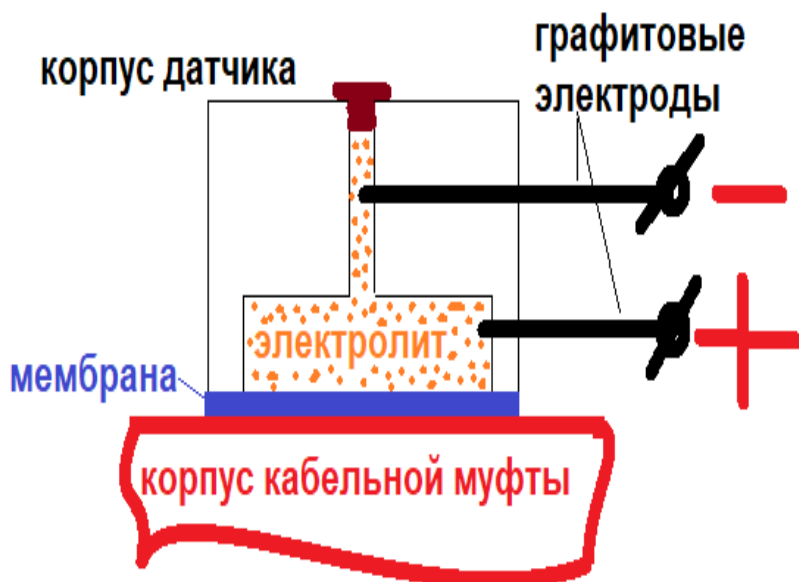


Рис. № 4.2. Датчик обнаружения медленно начинающихся процессов разрушения концевых и соединительных кабельных муфт линий электропередач

В конструктивном плане датчик обнаружения медленно начинающихся процессов разрушения концевых и соединительных кабельных муфт линий электропередач на основе выше поименованного представлен на рис. № 4.2.

ВЫВОД:

Такой датчик намного чувствительнее других типов. Позволяет однозначно регистрировать миллиардные доли атмосферы. Реагирует буквально на считанные молекулы у электрода. При этом имеет малый уровень собственных шумов, достаточно высокую надежность и повторяемость в любой мастерской.

Недостатками хемотронных приборов являются лишь малый частотный диапазон (0 – 1 кГц) и узким температурным диапазоном (0 — 50 °С). Применение твёрдых электролитов существенно расширяют диапазон использования.

5. ТЕРМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ОПТИЧЕСКИ НЕОДНОРОДНЫХ ДЕФЕКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ХОЛОДНОКАТАНОГО СТАЛЬНОГО ЛИСТА — СВЕТОВЫХ ПЯТЕН (ОТПЕЧАТКОВ)

Опубликован: 08.12.2020 года.

Ссылка: [Термический способ обнаружения оптически неоднородных дефектов на поверхности холоднокатаного стального листа — световых пятен \(отпечатков\)](#)

Дефекты холодной прокатки в виде световых пятен (отпечатки) при производстве холоднокатаного листа оптически не визуализируются, такие дефекты плохо регистрируются на этапе холодной прокатки, и становятся проблемой только на следующих переделах, т.е. после процесса оцинкования.

На физическом плане идея способа основывается на эффекте различного времени нагрева оптически неоднородных поверхностей. Поверхности с однородной отражающей способностью нагреваются медленнее, чем поверхности, имеющие какие-либо неоднородности.

Заявленный способ заключается в поверхностном нагреве стального листа, движущегося с заданной скоростью линейным инфракрасным источником по всей его ширине. После выхода из зоны нагрева поверхность листа диагностируется термосканером. Наличие температурных аномалий является итоговым результатом диагностики.

В конструктивном плане это может выглядеть, как установка линейного инфракрасного источника нагрева поверхности движущегося стального листа и за ним сразу планшетный термосканер с простенькой программой распознавания температурных аномалий с привязкой к мест дефекта. Сканер нужно разместить так, чтобы он захватывал область не более ширины стального листа. Таким образом в рулоне стального листа будет информация о месте положении конкретных оптически неоднородных дефектов, которые будут проявлены при последующей обработке горячим цинкованием.

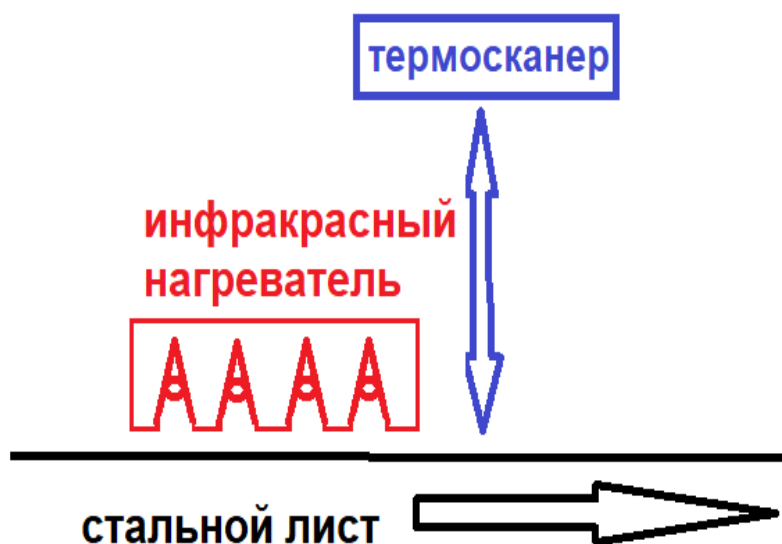


Рис. № 5.1. Термический способ обнаружения оптически неоднородных дефектов на поверхности холоднокатаного стального листа — световых пятен (отпечатков).

Предлагаемый способ не вносит каких-либо конструктивных изменений в существующий технологический процесс холодной прокатки стального листа. Эксперимент может быть проведён собственными силами предприятия без привлечения каких-либо существенных финансовых затрат. Нужно только в ходе эксперимента подобрать высоту размещения инфракрасного нагревателя над стальным листом таким образом, чтобы термоосканер мог однозначно идентифицировать температурные дефекты на поверхности стального листа. Ну а дальше программным способом осуществить привязку к месту дефекта не представляется сложной задачей.

В случае отсутствия чувствительного температурного сканера, можно для повышения чувствительности заявленного способа использовать физический эффект Риге-Ледюка (в направлении перпендикулярном градиент у температур и магнитном полю возникает дополнительный градиент температур, т.е. дополнительный нагрев) установкой под стальной движущейся стальной лентой в шахматном порядке неодимовых магнитов.

6. СПОСОБ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СИЛОВЫХ МЕДНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ШИНОПРОВОДОВ ПОД НАГРУЗКОЙ.

Опубликован: 13.06.2021 года.

Ссылка: [Способ непрерывного контроля температуры силовых медных электрических шинопроводов под нагрузкой.](#)

Способ основывается на эффекте Зеебака. К заданной точке потенциально опасного места нагрева медного шинопровода приваривается константановая проволока. Таким образом, место спая двух различных проводников будет являться классической термопарой.

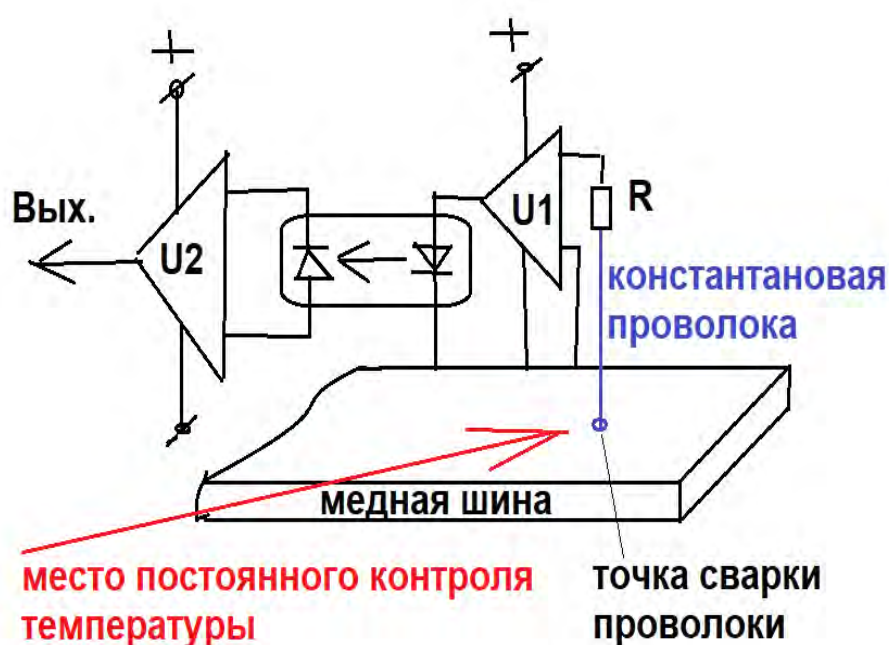


Рис. № 6.1. Термопарный способ непрерывного контроля температуры силовых медных электрических шинопроводов под нагрузкой

При этом снятие значения измеряемого электричества, пропорционального значению температуры медного шинопровода в точках измерения достаточно просто, используя усилитель и гальваническую развязку, см. рис. № 6.1.

7. КОНТАКТНЫЙ СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ДЕФЕКТОВ СЛЯБОВ В МНЛЗ С ПОМОЩЬЮ МНОЖЕСТВА ДИСКОВЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРОДОВ.

Опубликован: 22.09.2022.

Ссылка: [Контактный способ диагностирования внутренних дефектов слябов мнлз с помощью множества дисковых термоэлектродов](#)

РЕФЕРАТ

Способ диагностирования возникновения внутренних дефектов (трещин) осуществляется контактным способом контроля разности температур дисковыми термоэлектродами между соседними локальными местами по периметру сляба, а также, в локальных местах по периметру сляба за определённый временной интервал после зоны вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее проблемными с точки зрения качества слябов непрерывной разливки стали являются ранняя диагностика поверхностных дефектов, среди которых наиболее значимыми и трудно устранимыми оказываются паукообразные, сетчатые и поперечные трещины, которые развиваются в приповерхностном слое, проходят по границам зерен и, как правило, не загрязнены ликватами.

Известен способ диагностирования появления трещин в слябе по изменению температуры его поверхности непосредственно в кристаллизаторе матричной системой термоэлементов (СН 101985166). Диагностирование дефектов выполняется по разнице показаний термоэлементов в матрице.

Известен способ диагностирования появления трещин в слябе по изменению температуры его поверхности непосредственно в верхней и центральной частях кристаллизатора матричной системой термоэлементов (WO 2012043985). Диагностирование дефектов выполняется по разнице показаний термоэлементов в матрице.

Известен способ диагностирования продольных трещин в затвердевшей оболочке сляба в кристаллизаторе (RU 2593802C2).

Основным недостатком указанных способов является то, что практическая реализация требует внесения конструктивных изменений в действующее оборудование машины непрерывного литья заготовок. Внутренние поверхности кристаллизатора должны быть дооборудованы системами термодатчиков.

Бесконтактное измерение температуры поверхности с помощью отдельных термопар менее чувствителен к небольшим изменениям температуры, чем контактный способ. Установленные на небольшом расстоянии, например через 10 мм, термопары с бесконтактным измерением не способны реагировать на малейшее изменение температуры на таком расстоянии.

ОПИСАНИЕ

Способ диагностирование возникновения внутренних дефектов (трещин) осуществляется контактным способом контроля разности температур дисковыми термоэлектродами между соседними локальными местами по периметру сляба, а также, в локальных местах по периметру сляба за определённый временной интервал после зоны вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

Измерение температур на поверхности сляба производится двумя идентичными и разнесёнными на определённое расстояние измерительными модулями.

В измерительных модулях температуры поверхностей сляба измеряются контактным катящимся способом. В контактом способе одним общим термоэлектродом является сам сляб. В качестве второго термоэлектрода используется множество статически размещённых дисковых термоэлектродов. Все дисковые термоэлектроды свободно вращаются вдоль, по всей поверхности сляба (первого термоэлектрода), образуя термоизмерительный контакт.

Наличие аномального изменения температуры в определённом месте на поверхности сляба за определённый промежуток времени или характеристика изменения скорости остывания определённого места - является диагностическим маркером образования любых внутренних

дефектов. Пики и впадины на кривых распределения говорят о неоднородности внутренней структуры, а их величина – о степени неоднородности.

В качестве дискового термоэлектрода, согласно термоэлектрического ряда напряжений относительно платины при перепаде температур в 100°C - можно использовать тонкий диск из никеля с ЭДС - 1.97 мВ. Сляб (железо) в это время будет иметь ЭДС +1.88 мВ.

ИСПОЛНЕНИЕ

Схематически измерительная система представлена на рис. № 7.1.

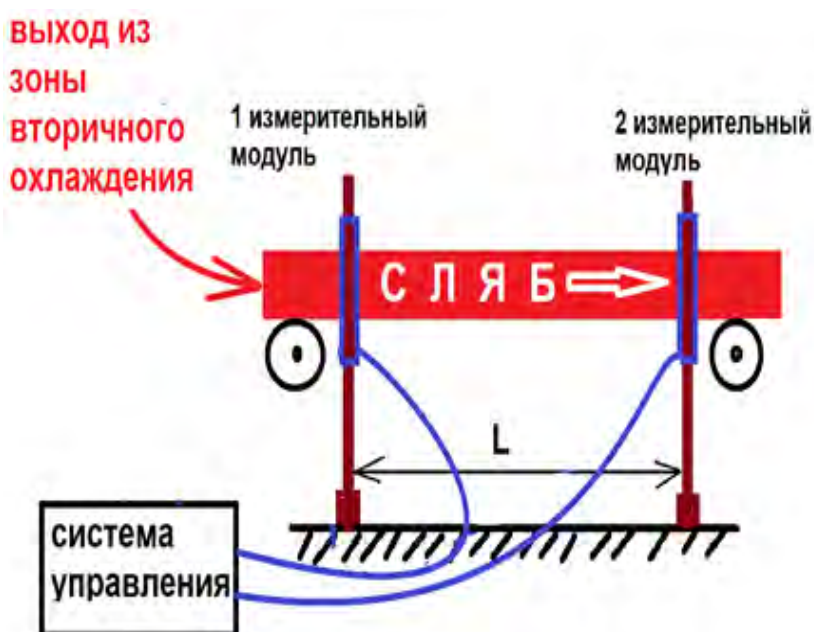


Рис. № 7.1. Измерительная система диагностирования внутренних дефектов слябов в МНЛЗ с помощью множества дисковых термоэлектродов.

Система состоит из двух идентичных термоизмерительных модулей, которые разнесены на определённое расстояние непосредственно после зоны вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок, см. рис. № 7.1. Выход всех термодатчиков измерительных модулей соединяются с системой управления, которая производит непрерывное измерение температуры с последующей обработкой.

Термоизмерительные модули устанавливаются на постоянной основе на бетонное основание цеха под движущимся слябом.

Схематически каждый измерительный модуль представлен на рис. № 7.2.

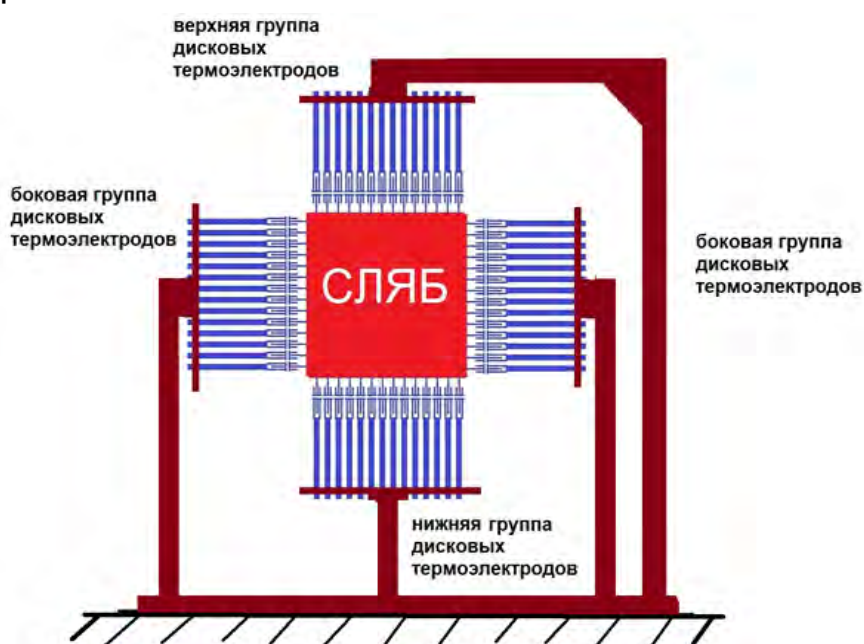


Рис. № 7.2. Измерительный модуль системы диагностирования внутренних дефектов слябов в МНЛЗ с помощью множества дисковых термоэлектродов.

Измерительный модуль состоит из четырёх групп термоэлектродов, которые размещены на специальных опорных направляющих со всех сторон сляба. Опорные элементы групп измерительных модулей оснащены механическими винтовыми системами «юстировки», позволяющими изменять в небольших пределах геометрические положения термоэлектродов для целей обеспечения постоянного контакта со слябом.

В измерительном модуле температуры поверхностей сляба измеряются контактным катящимся способом множеством статически размещённых дисковых термоэлектродов.

Схематически один термоэлектрод представлен на рис. № 7.3



Рис. № 7.3. Измерительный дисковый термоэлектрод системы диагностирования внутренних дефектов слябов в МНЛЗ с помощью множества дисковых термоэлектродов.

Все дисковые термоэлектроды свободно вращаются вдоль, по всей поверхности сляба (первого термоэлектрода), образуя термоизмерительный контакт.

Материал дискового термоэлектрода, согласно термоэлектрического ряда напряжений относительно платины при перепаде температур в 100°C , это никель с ЭДС - 1.97 мВ. Сляб (железо) в это время будет иметь ЭДС +1.88 мВ.

ПРИНЦИП РАБОТЫ

Принцип работы основан на классическом непрерывном измерении температуры каждым свободно вращающимся электродом каждого измерительного модуля.

Таким образом формируется множество температурных графиков – кривых термораспределений, как между соседними дисковыми термоэлектродами одного измерительного модуля, так и дисковыми электродами двух измерительных модулей, размещённых вдоль одной прямой.

Пики и впадины на кривых распределения указывают о наличии неоднородности внутренней структуры, а их величина – о степени неоднородности.

Сравнение величин неоднородностей температурных распределений с эталонными позволит идентифицировать все внутренние дефекты сляба

ВЫВОД

Заявленный способ, основан на самом точном и чувствительном контактном способе измерения распределений температур всех поверхностей сляба. Более точные измерения распределений температур позволяют диагностировать практически все внутренние дефекты в слябе непосредственно после зоны вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок, по сравнению со всеми существующими способами. К тому же все, ранее предлагаемые способы диагностики дефектов предполагают внесение конструктивных изменений в действующий кристаллизатор.

Заявленный способ не предполагает внесение каких-либо конструктивных изменений в кристаллизатор и может быть исполнен на действующем оборудовании, даже без его остановки на ремонт. Это связано с тем, что проводить манипуляции с измерительными модулями можно дистанционно.

8. КОНТАКТНЫЙ СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ДЕФЕКТОВ СЛЯБОВ В МНЛЗ С ПОМОЩЬЮ СИНХРОННО ДВИЖУЩИХСЯ ШАРОВЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРОДОВ.

Опубликован: 22.09.2022 года.

Ссылка: [Контактный способ диагностирования внутренних дефектов слябов мнлз с помощью синхронно движущихся шаровых термоэлектродов](#)

РЕФЕРАТ

Способ диагностирования возникновения внутренних дефектов (трещин) осуществляется контактным способом контроля разности температур шаровыми термоэлектродами между соседними локальными местами по периметру сляба, а также, в локальных местах по периметру сляба за определённый временной интервал после зоны вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее проблемными с точки зрения качества слябов непрерывной разливки стали являются ранняя диагностика поверхностных дефектов, среди которых наиболее значимыми и трудно устранимыми оказываются паукообразные, сетчатые и поперечные трещины, которые развиваются в приповерхностном слое, проходят по границам зерен и, как правило, не загрязнены ликватами.

Известен способ диагностирования появления трещин в слябе по изменению температуры его поверхности непосредственно в кристаллизаторе матричной системой термоэлементов (СН 101985166). Диагностирование дефектов выполняется по разнице показаний термоэлементов в матрице.

Известен способ диагностирования появления трещин в слябе по изменению температуры его поверхности непосредственно в верхней и центральной частях кристаллизатора матричной системой термоэлементов (WO 2012043985). Диагностирование дефектов выполняется по разнице показаний термоэлементов в матрице.

Известен способ диагностирования продольных трещин в затвердевшей оболочке сляба в кристаллизаторе (RU 2593802C2).

Основным недостатком указанных способов является то, что практическая реализация требует внесения конструктивных изменений в действующее оборудование машины непрерывного литья заготовок. Внутренние поверхности кристаллизатора должны быть дооборудованы системами термодатчиков.

Бесконтактное измерение температуры поверхности с помощью отдельных термопар менее чувствителен к небольшим изменениям температуры, чем контактный способ. Установленные на небольшом расстоянии, например через 10 мм, термопары с бесконтактным измерением не способны реагировать на малейшее изменение температуры на таком расстоянии.

ОПИСАНИЕ

Диагностирование возникновения внутренних дефектов (трещин) осуществляется контактным способом контроля разности температур шаровыми термоэлектродами между соседними локальными местами по периметру сляба, а также, в локальных местах по периметру сляба за определённый временной интервал после зоны вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

Измерение температур на поверхности сляба производится двумя идентичными и разнесёнными на определённое расстояние измерительными модулями.

В измерительных модулях температуры поверхностей сляба измеряются контактным катящимся способом. В контактом способе одним общим термоэлектродом является сам сляб. В качестве второго термоэлектрода используется шаровой электрод, который приводится в движение по всему периметру сляба. Непосредственно шар шарового электрода совершает постоянное контактное вращение с заданной скоростью по всему периметру сляба (первого термоэлектрода), образуя термоизмерительный контакт.

Наличие аномального изменения температуры в определённом месте на поверхности сляба за определённый промежуток времени или характеристика изменения скорости остывания определённого места - является диагностическим маркером образования любых внутренних

дефектов. Пики и впадины на кривых распределения говорят о неоднородности внутренней структуры, а их величина – о степени неоднородности.

В качестве шарового термоэлектрода, согласно термоэлектрического ряда напряжений относительно платины при перепаде температур в 100°C - можно использовать полый шар из никеля с ЭДС - 1.97 мВ. Сляб (железо) в это время будет иметь ЭДС +1.88 мВ.

ИСПОЛНЕНИЕ

Схематически измерительная система представлена на рис. № 8.1.

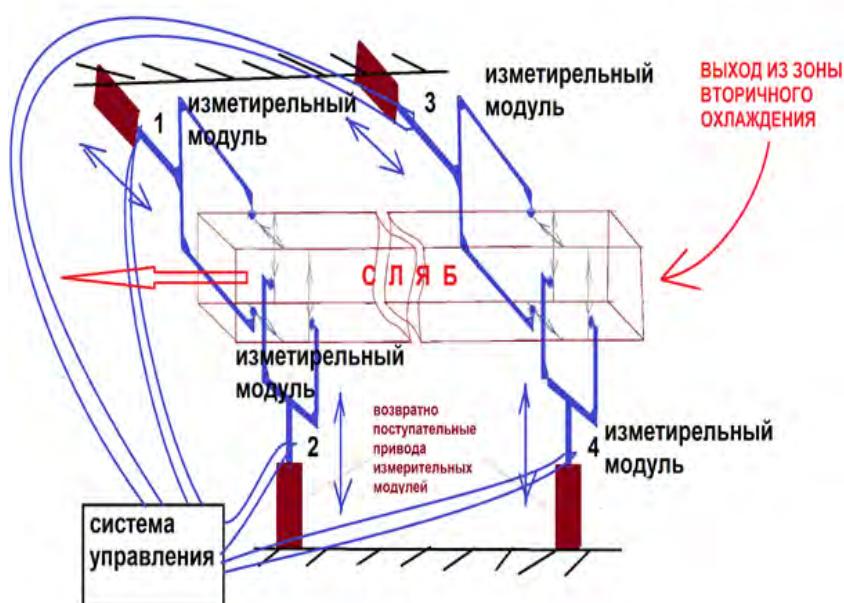


Рис. № 8.1. Измерительная система диагностирования внутренних дефектов слябов в МНЛЗ с помощью синхронно движущихся шаровых термоэлектродов.

Система состоит из четырёх идентичных термоизмерительных модулей, которые разнесены на определённое расстояние друг от друга непосредственно после зоны вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок. Выход всех термодатчиков измерительных модулей соединяются с системой управления, которая производит непрерывное измерение температуры с последующей обработкой.

Схематически каждый измерительный модуль представлен на рис. № 8.2.

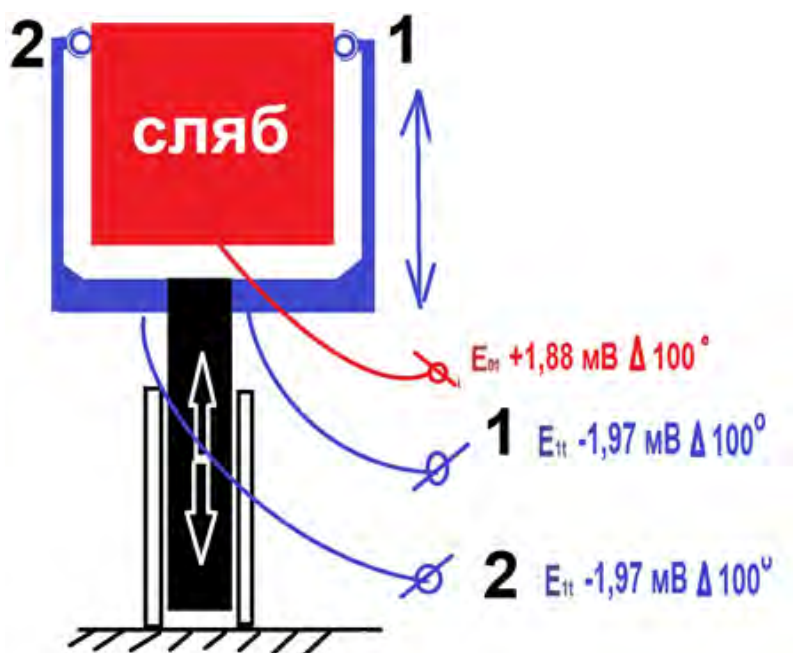


Рис. № 8.2. Измерительный модуль системы диагностирования внутренних дефектов слябов в МНЛЗ с помощью синхронно движущихся шаровых термоэлектродов.

В конструктивном плане представляет собой рамку с установленными по краям двумя шаровыми термоэлектродами. Рамка имеет возвратно-поступательный привод по ширине сляба.

Шаровой термоэлектрод представляет собой сборное изделие в виде полого шара из никеля, который крутится внутри никелевой полусферы.

Такая конструктивное исполнение позволяет внутреннему никелевому шару свободно крутится в двух плоскостях – вдоль и поперёк движения сляба. Образуется термоизмерительный контакт двух термоэлектродов, в качестве которых выступает сам сляб и движущийся шар.

Схематически шаровой термоэлектрод представлен на рис. № 8.3.



Рис. № 8.3. Шаровой термоэлектрод системы диагностирования внутренних дефектов слябов в МНЛЗ с помощью синхронно движущихся шаровых термоэлектродов.

Материал шарового термоэлектрода, согласно термоэлектрического ряда напряжений относительно платины при перепаде температур в 100°C , это никель с ЭДС - 1.97 мВ. Сляб (железо) в это время будет иметь ЭДС +1.88 мВ.

Температуры поверхностей сляба в определённых местах по периметру измеряют контактным катящимся способом, в котором одним общим термоэлектродом является сам сляб, а вторым электродом является шаровой электрод. Шар шарового электрода совершает постоянное контактное возвратно поступательное вращение с заданной скоростью по всей ширине сляба.

ПРИНЦИП РАБОТЫ

Принцип работы основан на измерении температуры поверхности сляба через равные промежутки времени шаровыми электродами.

Таким образом формируются матрицы термораспределений в различных плоскостях сляба.

Пики и впадины в матрицах указывают о наличии неоднородности внутренней структуры, а их величина – о степени неоднородности. Компьютерная обработка температурных матриц в различных плоскостях сляба позволит идентифицировать все внутренние дефекты сляба

ВЫВОД

Заявленный способ, основан на самом точном и чувствительном контактном способе измерения распределений температур всех поверхностей сляба. Более точные измерения распределений температур позволяют диагностировать практически все внутренние дефекты в слябе непосредственно после зоны вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок, по сравнению со всеми существующими способами. К тому же все, ранее предлагаемые способы диагностики дефектов предполагают внесение конструктивных изменений в действующий кристаллизатор.

Заявленный способ не предполагает внесение каких-либо конструктивных изменений в кристаллизатор и может быть исполнен на действующем оборудовании, даже без его остановки на ремонт. Это связано с тем, что проводить манипуляции с измерительными модулями можно дистанционно.

9. МАТРИЧНЫЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ СПОСОБ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

Опубликован: 26.04.2021 года.

Ссылка: [Матричный полупроводниковый способ непрерывного контроля изменений температуры на поверхностях технологического оборудования.](#)

Способ основан на механическом размещении контактным способом на диагностируемой поверхности полупроводниковых керамических шайб — термисторов. Все термисторы соединяются электрическим способом с одной стороны по каждой диагонали. С другой стороны соединяются электрическим способом по каждой вертикали электрически изолированно от корпуса нагревательного оборудования. Таким образом, на диагностируемой поверхности образуется матрица из датчиков температуры — термисторов. Последовательный опрос программным способом каждого термистора в каждый момент времени формирует матричное поле значений сопротивлений, которые отражают реальные температуры на поверхности диагностируемого нагревательного оборудования.

В настоящее время существуют разные способы непрерывного контроля изменений температуры на поверхностях технологического оборудования, основанные на:

- Математической обработке показаний температурных датчиков, размещённых на корпусе или в футеровочном слое нагревательного оборудования.
- Использовании изотопов в футеровочном слое нагревательного оборудования.
- Применении инфракрасной термографии.
- Использование ультразвуковых волн и т.п.

Наиболее близок к заявляемому способу — способ измерения температуры математической обработкой показаний температурных датчиков, размещённых на корпусе нагревательного оборудования.

Также близок к заявляемому способу — способ измерения температуры наружной поверхности нагревательного оборудования на

всех его участках, или выборочно на одном из участков без остановки работы оборудования с использованием приборов инфракрасного спектра измерения температуры, термографа, тепловизора или пирометров.

Главными недостатками выше поименованных способов являются дороговизна реализации конструктивного исполнения и сложность монтажа непосредственно на диагностируемой поверхности оборудования.

В качестве альтернативы предлагается относительно дешевый и простой в монтаже на корпусе технологического оборудования матричный полупроводниковый способ непрерывного контроля изменений температуры.

Заявляемый способ основывается в формировании на корпусе оборудования матрицы из относительно недорогих и удобных в монтаже контактным способом полупроводниковых керамических шайб — термисторов.

Последовательный опрос программным способом каждого термистора формирует матричное поле температур в реальном времени на поверхности нагревательного оборудования.

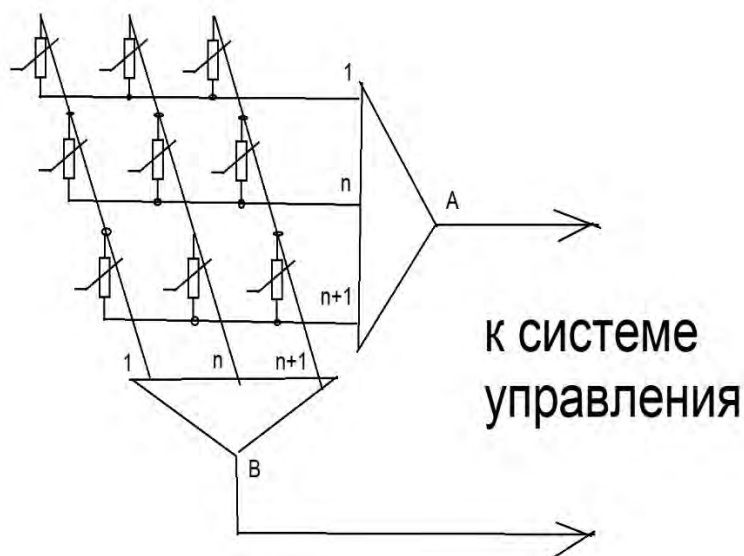


Рис. № 9.1. Электрическая схема реализации матричного способ непрерывного контроля изменений температуры на поверхностях технологического оборудования.

Способ обладает единственным недостатком, заключающимся в том, что чувствительность (место-определение температурной аномалии) зависит от шага температурной матрицы.

Технический результат — идентификация начала распространения потенциально опасных аномальных мест тепловой напряжённости корпуса нагревательного оборудования промышленного производства

В первую очередь это относится:

1. Диагностика изменений в объёмном распространении дефлаграционного горения внутри технологического оборудования, связанные с внешними и внутренними факторами.
2. Диагностика качества футеровки нагревательного оборудования промышленного производства

Заявленный способ одинаково подходит для решения выше поименованных задач, поэтому для примера рассмотрим применение и реализацию предлагаемого способа к диагностике футеровки промышленной печи.

Любая футеровка промышленного нагревательного оборудования со временем выгорает и разрушается, а основным критерием начала развития проблемы всегда является небольшое повышение температуры корпуса оборудования в определённом месте.

Задача ранней диагностики начала развития таких потенциально опасных мест и является предлагаемый способ.

В конструктивном плане термисторы являются идеальными датчиками матричного контроля температуры. Это связано в первую очередь с их конструктивным исполнением в виде керамических шайб различной формы, см. рис. № 9.2.



Рис. № 9.2. Варианты термисторов.

Такие керамические шайбы достаточно просто монтируются на корпус нагревательного оборудования, внося несущественные конструктивные изменения, связанные исключительно с механическими креплениями самих шайб.

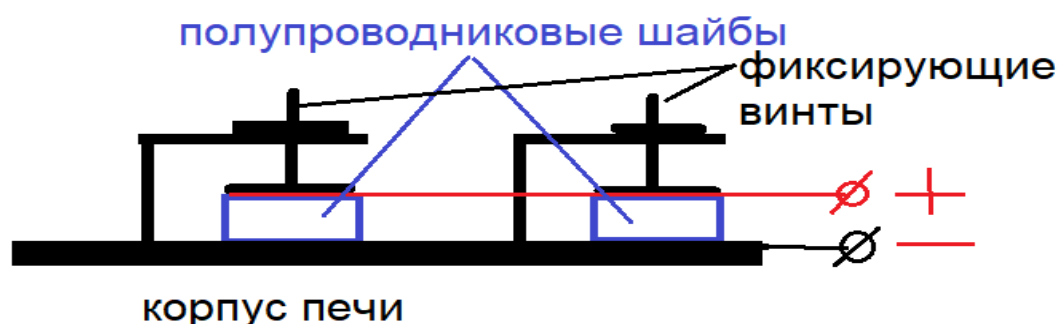


Рис. № 9.3. Схема крепления термисторов на корпусе диагностируемого оборудования.

Аппаратная часть реализуется на базе предлагаемых промышленностью уже готовых коммутирующих электронных модулей, управляемых компьютером и одного модуля АЦП.

Программная часть способа управления последовательным опросом и измерением «состояния» каждого термистора в каждый момент времени может быть достаточно просто реализована.

ВЫВОД:

Заявленный способ позволяет на любых стальных поверхностях контролировать температурные изменения и определять их локализацию. Точность локализации будет зависеть от шага матрицы термисторов на поверхности стального листа.

10. СИСТЕМА ОПТИЧЕСКОГО (БЕСКОНТАКТНОГО) КОНТРОЛЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ВСЕХ РОЛИКОВ КОНВЕЙЕРА.

Опубликована: 26.04.2021 года.

Ссылка: [Способ оптического \(бесконтактного\) контроля частоты вращения всех роликов конвейера.](#)

Известно, что основными причинами проблем с роликовыми конвейерами являются заедание ролика из-за повреждения подшипника ролика, перекос подшипника и т.п. К сожалению, полностью предотвратить заедание роликов невозможно, поэтому задача постоянного мониторинга актуальна.

Эта задача успешно решается в настоящее время различными вибродиагностическими или токовыми методами. Из экстравагантных есть метод термосканирования (визуализация нагрева ролика, или корпуса подшипника). Но все они имеют существенные недостатки, связанные со стоимостью и сложностями в обслуживании.

Исходя из выше изложенного идея предлагаемого способа заключается в последовательном бесконтактном измерении скорости вращения всех ролик рольганга одним лазерным тахометром согласно схемы:



Рис. № 10.1. Система реализации оптического (бесконтактного) контроля частоты вращения всех роликов конвейера.

Известно, что в лазерном тахометре реализован бесконтактный дистанционный принцип измерения частоты вращения — излучение и прием светового луча, отраженного от светоотражающей метки,

прикрепленной к видимой части вращающегося механизма. При этом сам тахометр должен быть установлен на стационарно размещённой поворотной платформе посередине на определённой высоте над конвейером. Дополнительно для этих целей необходимо нанести на торец бочки каждого ролика светоотражающую метку с размерами, не ниже указанных ниже и с учётом технических характеристик на сам лазерный тахометр.

Привод поворотной платформы управляется программным способом. Программным способом одновременно привязываются значения измеренных частот вращения с углами поворота платформы на определённый ролик.

Тахометр на управляемой приводной поворотной платформе размещён сверху конвейера на определённой высоте. Совершает полу вращения в разные стороны, тем самым направляется последовательно на каждый ролик рольганга. Таким образом последовательно измеряется частота вращения каждого ролика рольганга и передаётся для обработки в компьютер.

Базовое программное обеспечение управления поворотной платформой широко представлено в разделе самодельных 3D принтеров / фрезеров.

Необходимо программно связать периодически меняющуюся информацию о измеренной частоте вращения с углом поворота поворотной платформы на определённый ролик. В случае изменения частоты вращения какого-либо ролика в любую сторону от заданной предельно допустимой – сигнализировать для принятия решения.

Для примера рассмотрим “бюджетный” вариант аппаратного исполнения системы. Для этого необходимо следующее оборудование, которое широко представлено различными производителями в интернете:

1. Поворотная моторизованная платформа с шагом 0.005 градусов с возможностью управления от компьютера. (ориентировочная цена – 1000 евро).
2. Лазерный тахометр с максимальным измерительным расстоянием до 50 метров и с возможностью вывода информации в компьютер (ориентировочная цена – 1000 евро).
3. Стоимость разработки программного обеспечения не учитывается, т.к. на примере с самодельными 3D принтерами или фрезерами

базовые бесплатные программы управления любыми шаговыми двигателями широко представлены в интернете. Такие программы успешно дорабатываются “любителями” в “домашних” условиях без соответствующего образования.

Предположим был взят тахометр с пределом измерения по длине не более 55 метров до измерительного объекта и светоотражающим маркером на вращающемся изделии не менее 20*20 мм. Поворотная платформа размещена на высоте 10 метров над конвейером. Общий угол поворота платформы (тахометра) 156 градусов. Чувствительность поворотной платформы 0,005 градусов. Такой чувствительности достаточно, чтобы в центральной вертикальной части рольганга на высоте в 10 метров “сфокусировать” на ролике измерительное пятно тахометра с погрешностью в +/- 1 мм. С учётом максимального наклона тахометра на крайний ролик в 78 градусов погрешность такого измерительного пятна будет в 10 раз больше, но не превысит размер самого светоотражающего маркера.

Таким образом исходя из выше изложенного с учётом затрат на систему ориентировочно в 2000 евро максимально допустимая длина контролируемого рольганга с высоты в 10 метров — 96 метров. Если ролики размещены через каждые полметра, то общее количество контролируемых роликов — 192 шт. Бесконтактный способ измерения позволяет проводить любые работы на рольганге не оказывая влияние на саму измерительную систему.

Способ позволяет строить диагностические системы на различное число роликов и длину рольганга.

При этом система имеет один недостаток, связанный с необходимостью поддерживать светоотражающие маркеры на каждом ролике в относительной чистоте. Но этот вопрос может быть легко решён механическими способами очистки.

11. ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШПИНДЕЛЕЙ.

Опубликован: 26.04.2020 года.

Ссылка: [Оптико-механический способ определения крутящего момента крупногабаритных шпинделей.](#)

Крутящий момент определяется компьютерной обработкой визуализации величины скручивания шпинделя посредством формирования отражённой оптически идентифицируемой бегущей волны по спирали от внешнего линейного источника света. Скорость изменения движения бегущей волны будет прямо пропорциональна скручиванию шпинделя и как следствие — изменению крутящего момента.

Оптически идентифицируемая бегущая волна по спирали фиксируется видеокамерой (тремя видеокамерами для 3-D), изображение обрабатывается компьютером, и по скорости её изменения — определяется изменение крутящего момента.

Способ содержит линейный осветитель с оптико-механическим преобразователем значения скручивания шпинделя в световую бегущую по спирали волну и измерительной части в составе видеокамер с компьютером для обработки изображения.

Технический результат оптико-механического преобразования достигается за счёт того, что на шпиндель сего обоеих сторон крепятся по одному коаксиально расположенному прозрачному цилиндру таким образом, чтобы другие стороны цилиндров были свободными, т.е. могла закручиваться один в другом и относительно друг друга.

На внешнюю сторону внутреннего цилиндра наклеена плёнка со светоотражающей наружу спиралью, выполненной из чередующихся светоотражающих прямоугольных сегментов. На внутреннюю часть внешнего цилиндра наклеена плёнка, только уже со светопрозрачной спиралью из чередующихся светопрозрачных прямоугольных сегментов другого шага.

При скручивании шпинделя крутящим моментом от редуктора в каждый момент времени только один сегмент спирали одного цилиндра будет наиболее полно совпадать с сегментом спирали другого

цилиндра, формируя в объективе видеокамеры световой пиксель, отражённый от внешнего линейного источника света. Скорость изменения световых пикселей в общем объёме измерительных цилиндров формирует оптически идентифицируемую световую волну по спирали.

Расчётные характеристики и условия формирования бегущей волны подробно приведены в моей публикации от 2008 года здесь: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/9155.html> .

Внешний вид прототипа измерительных цилиндров указан на рис. 11.1 и 11.2.

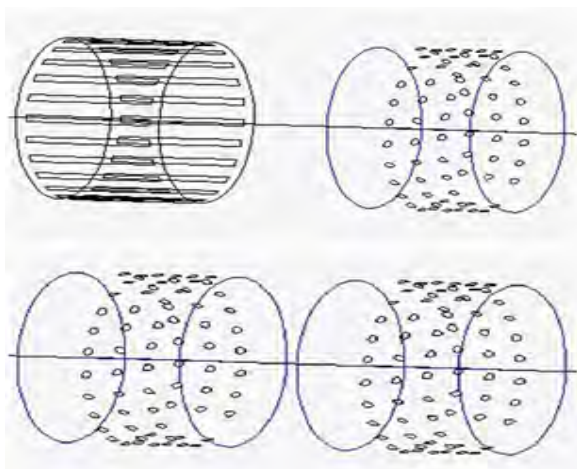


Рис. № 11.1. Возможное размещение сегментов спиралей на измерительных цилиндрах.

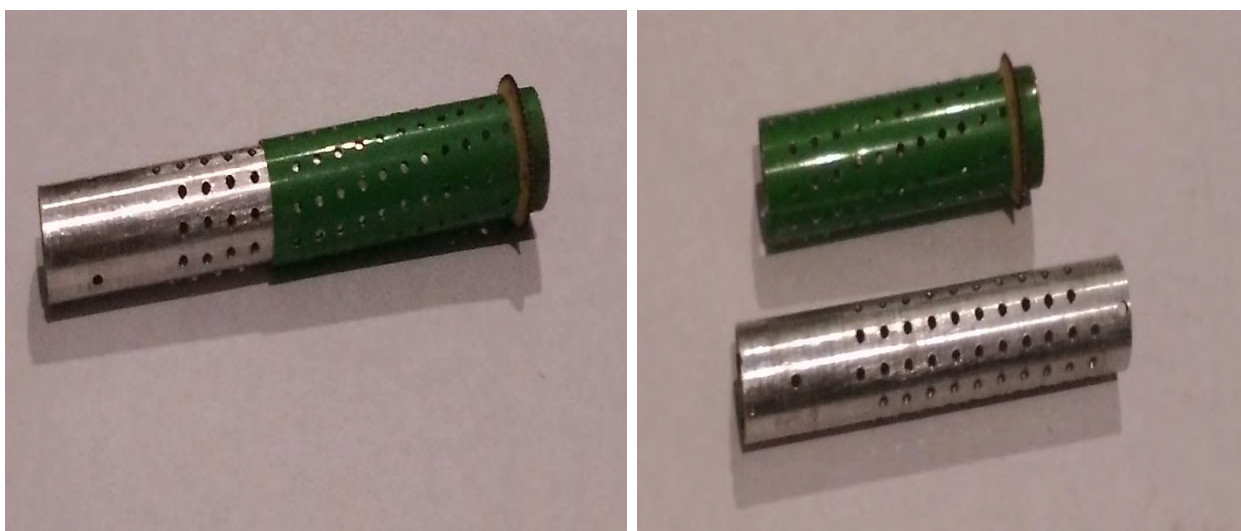


Рис. № 11.2. Конструктивное исполнение измерительных цилиндров.

Технический результат измерительной части достигается видеофиксацией в режиме реального времени оптически идентифицируемой

световой спирально закрученной волны, а также её цифровой обработки с преобразованием значений изменений скорости световой волны в значение крутящего момента.

Чувствительность заявленного способа.

Предлагаемые промышленностью современные электронные энкодеры и тензометрические датчики в настоящее время в том числе и для систем измерения крутящего момента имеют предел чувствительности примерно 1 миллион откликов, например, на 1 оборот.

Рассмотрим чувствительность оптико-механического преобразователя с внешним измерительным цилиндром шпинделя металлопрокатной клетки:

Диаметр цилиндра – 0,5 метр, длина цилиндра — 2 метра. Оптически прозрачные сегменты сечением 1x1 мм размещены по спирали длиной 1570 м по всей поверхности цилиндра с количеством сегментов (пикселей) в спирали – 785000. При повороте такого цилиндра относительно другого на 1/785 оборота будет сформирована оптически идентифицируемая бегущая волна длиной–1570 м посредством 7850000 сегментов (пикселей).

За один оборот одного цилиндра будет сформирована оптически идентифицируемая бегущая волна длиной–1232450 м посредством 616225000 сегментов (пикселей).

Допустим, что видеокамера позволяет снимать, а программа распознавать изменения во времени со скоростью не менее 1/25 пикселя сек (стандартный видео формат — 25 кадров в секунду).

При заявленных выше параметрах предел чувствительности оптико-механического способа соответствует 15 405 625 000 откликов на 1 оборот, т.е. в десятки тысяч раз лучше существующих в настоящее время и перспективных электронных энкодеров, тензометрических датчиков и т.п.

Чувствительность заявленного выше способа зависит от геометрических размеров измерительных цилиндров / сегментов спиралей, а также от разрешения видеокамеры.

Исходя из выше изложенного, за счёт изменения геометрических размеров оптико-механического преобразователя или изменения чувствительность видеокамер можно увеличить чувствительность заявленного способа ещё в десятки и сотни раз.

12. ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКАЯ (МУАРОВАЯ) ДИАГНОСТИКА КАК АЛЬТЕРНАТИВА КЛАССИЧЕСКОЙ ВИБРОДИАГНОСТИКЕ ВРАЩАЮЩИХСЯ УЗЛОВ.

Опубликована: 03.01.2021 года.

Ссылка: [Оптико-механическая \(муаровая\) диагностика как альтернатива классической вибродиагностике вращающихся узлов.](#)

Заявленный способ основывается на механическом формировании Муарового узора, который динамически изменяется в зависимости от степени вибрации вала по любой из осей.

Муаровый узор возникает при наложении двух периодических сетчатых рисунков. Явление обусловлено тем, что повторяющиеся элементы двух рисунков следуют с немного разной частотой и при этом накладываются друг на друга, таким образом, что образуют промежутки.

За основу способа взят с небольшой доработкой классический эффект формирования сверхвысокоскоростного прямого среза (пятна) гильотинными ножницами при их относительно низкоскоростном движении с учётом следующего.

Например, угол наклона гильотинного ножа в 0.1 градус. При поступательном движении ножа в 1 нанометр, последний формирует так называемую “бегущую” дорожку длиной 6 мм, которую уже может визуализировать.

Используем эту особенность сверхвысокоскоростного изменения пятна реза (“бегущей” дорожки) как маркер для низкоскоростной визуализации направления и степени вибрации исследуемого узла посредством изменения муарового рисунка.

Для этого нужно преобразовать выше указанное изменение пятна реза (“бегущую” дорожку) в 6 мм при чувствительности в 1 нанометр - в движущуюся волну с помощью двух спиралей на основе ранее предложенной идеи, опубликованной ещё в 2008 году здесь: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/9155.html> .

Визуализация направления распространения вибрации при этом в диапазоне 1 нанометр и менее становится же оптически фиксируемой с помощью предложенной системы из двух спиралей. Техническая реализация способа выглядит следующим образом.

На диагностируемом валу или с торца диагностируемого вала размещаем по центру первый диск со светоотражающим рисунком плотной спирали с количеством витков — n , и количеством светоотражающих сегментов — m .

К неподвижной станине вращающегося вала крепим соосно второй диск, но уже с оптически прозрачными сегментами спирали.

Количество витков спирали второго диска $n+1$ по сравнению с первой.

Количество сегментов спирали второго диска — $m+1$ по сравнению с первой.

Второй диск приводится во вращение отдельным приводом со скоростью вращения диагностируемого вала.

На низкой скорости вращения производим юстировку системы — синхронизируем по скорости вращения оба диска и настраиваем местоположение второго диска строго соосно первому, чтобы при вращении всей системы муаровый рисунок как можно меньше проявлялся.

Запускаем систему для диагностики на выбранной частоте вращения.

При освещении наружного диска внешним источником будет визуализироваться динамически изменяющийся Муаровый узор, относительно медленная степень изменения которого, и направление его изменения будут зависеть от степени и направления вибрации вала.

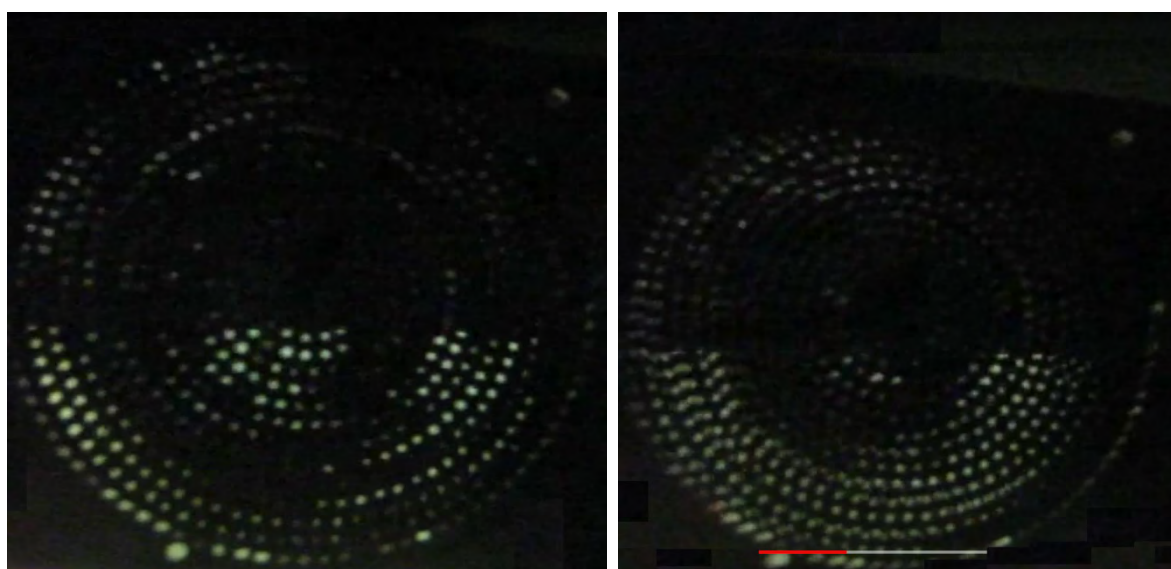


Рис. № 12.1. Муаровые рисунки

ВЫВОД:

- Чувствительность заявленного оптико-механического способа диагностики по Муаровому узору на порядок выше существующих в настоящее время способов. Визуализация направления распространения вибрации в диапазоне 1 нанометр и менее стабильно оптически фиксируется с помощью предложенной системы из двух спиралей.
- Каждому узору и направлению его перемещения будет соответствовать своя диагностическая характеристика в вибродиагностике.
- Компьютерным способом достаточно легко по узору и направлению его распространения определять диагностируемые параметры.

13. МУАРОВАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ КАК СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ МЕСТ В СИЛЬНО НАГРУЖЕННЫХ ПОДВИЖНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ БЕЗ ОСТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ .

Опубликована: 20.07.2020 года.

Ссылка: [Муаровая интерферометрия как способ бесконтактной диагностики потенциально опасных мест в тянущих элементах работающего оборудования.](#)

Предлагается использовать оптический метод муара, и в частности его разновидность — метод муаровой интерферометрии люминесцентного точечно-сеточного рисунка микронного уровня для бесконтактного поиска потенциально опасных мест повышенного напряженно-деформированного состояния в тяжело нагруженных тянущих элементах оборудования.

ВВЕДЕНИЕ

Оптический метод муара – это формирование узора, который возникает при наложении двух периодических сетчатых рисунков, растров. Явление обусловлено тем, что повторяющиеся элементы двух рисунков следуют с немного разной частотой, или накладываются друг на друга, или образуют промежутки (рис. № 13.1).

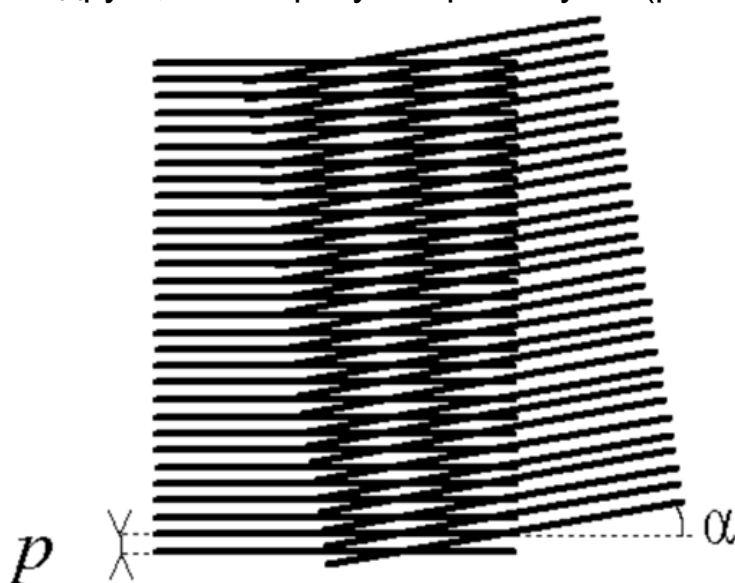


Рис. № 13.1. Оптический метод Муара.

Муаровый узор показывает относительный сдвиг решеток в представлении полного поля. Это свойство делает его великолепным инструментом для исследования и количественного определения градиентов локальных деформаций. На практике решетка прикрепляется к поверхности исследуемого объекта. Она деформируется вместе с ним, а при наложении на нее недеформированной (эталонной) решетки появляется муаровый узор, позволяющий судить о природе и величине поля деформаций.

Т.е. представим, что один из двух растров нанесён на поверхность тестируемого образца. Образец подвержен воздействию внешними или внутренними силами и в нём возникают начинают возникать внутренние напряжения и внутренние деформации. Тогда линии раstra будут подвержены так же деформациям пропорционально внутренним напряжениям и внутренним деформациям. По степени изменения и направлению, т.е. по Муаровому узору уже можно судить о уровне и направлении самих внутренних напряжений и внутренних деформациях в исследуемом образце.

Явление механического муара ограничено периодом используемой решетки (величиной, обратной шагу). Максимальное значение периода для решеток этого типа составляет обычно около 40 линий/мм. Это означает, что при использовании решеток с периодом 40 линий/мм для возникновения одной муаровой полосы потребуется деформация величиной не менее 0,025 мм. Этого вполне достаточно при исследовании крупных деформаций. А для измерения малых внутренних деформаций и напряжений требуются гораздо более мелкие и чувствительные решетки. Оптический метод муара, более известный под названием муаровой интерферометрии, обеспечивает более высокую чувствительность за счет использования явлений интерференции и дифракции света.

Сам метод не нов, но имеет один существенный недостаток. метод требует очень стабильных условий окружающей среды и применяется главным образом в лабораториях. Этот недостаток обусловлен необходимостью строгого и точного наложения эталонного раstra (решётки) на второй растр (решётку), который деформирован внутренними напряжениями тестируемого образца.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ СПОСОБА

Для устранения главного недостатка метода Муара предлагается использовать видеосъёмку высокого разрешения подсвеченного отдельным ультрафиолетовым источником точечной люминоформной сетки.

Изображение сравнивается изображением этого же раstra (точечной сетки) только в не нагруженном состоянии.

Используется технология наложений, которая не зависит от главного выше поименованного недостатка. Программа сама ориентирует одно изображение относительно другого по определённым маркерам, сравнивает и отражает все изменения, которые являются полноценным муаровым узором.

Отсутствие муарового узора, т.е. полное соответствие раstra отснятого сегмента эталонному раstrу говорит об отсутствии в сегменте высоко потенциально опасных мест возможного разрушения.

РЕАЛИЗАЦИЯ СПОСОБА

Рассмотрим пример – диагностика пластинчатого тягового конвейера, см. рис. № 13.2.

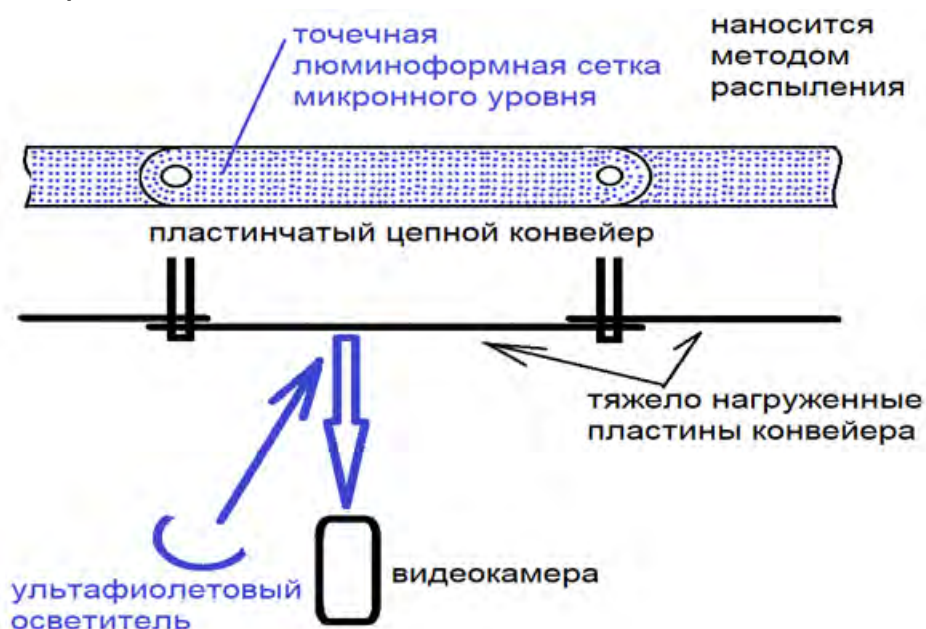


Рис. № 13.2. Схема реализации способа муаровой интерферометрии потенциально опасных мест в сильно нагруженных элементах тягового конвейера без его остановки.

Боковая поверхность каждой пластины очищается и наносится нумерованный точечно-сеточный растр микронного размера люминесцентной краской.

Люминесцентная краска представляет собой красящий состав, обладающий, в отличие от традиционных красок, одной важной особенностью, а именно способностью светиться под воздействием УФ лучей (отдельного УФ осветителя).

Метод нанесения – распыление, в результате которого формируется облако люминесцентной краски с размером частиц 1 мкм.

Особенность нанесения – СТРОГОЕ получение точечно-сеточного рисунка.

С боковой стороны пластинчатого тягового конвейера на постоянной основе крепится ультрафиолетовый осветитель и видеокамеры высокого разрешения.

Цифровая обработка сводится к тому, что каждое фото с растром сравнивается с так называемым “эталонным” растром этого же элемента. Результат — отсутствие изменений в случае отсутствия потенциально опасным мест напряжений в элементе или формирование и сохранение муарового узора для каждого элемента цепи. Принцип точно такой, как и при механическом наложении одного раstra на другой с последующим наблюдением причудливых узоров муара. Степень и направление муарового узора будет соответствовать степени и направлению внутренних напряжений и деформация в исследуемом элементе.

При этом дополнительные механические и термические сторонние воздействия на элементы могут быть также программным способом учтены в конечном результате.

Таким же способом (цифровой обработки) двух снимков (разнесены по времени) диагностируются возникающие механические дефекты соединительных элементов, таких как соединительные силовые пальцы и их крепления с дефектами типа расшплинтовки, изгиба, продольные смещения и т.п.

Цифровая обработка реализуется методом на основе цветowych гистограмм. Т.е. для каждого изображения строится своя гистограмма, которая после обрабатывается вычитанием одного изображения из

другого. Вместо цветового пространства RGB (Red-Green-Blue) предпочтительно использовать HSV (Hue-Saturation-Value / Цвет. тон – насыщенность — яркость). Перед сравнение гистограммы нормализуются (суммы значений во всех ячейках =1.)

Результат согласно реализации выше указанных методик , технологий является формирование и пополнение базы данных на каждый подвижный тянущий элемент данными о сравнений двух снимков.

В подавляющем большинстве случаев отсутствие полноценных муаровых узоров в базе данных на каждый тянущий элемент является признаком отсутствия потенциально опасных элементов .

Появление в базе данных на определённый элемент полноценного муарового узора сигнализирует обслуживающему персоналу об опасности. По форме и направлению муарового узора можно принять решение или о немедленной остановке работы оборудования и срочной замене элемента или если его появление вызвано другими воздействиями — о продолжении работы оборудования.

ВЫВОД:

Любые изменения в сетке микронного уровня, вызванные механическими напряжениями легко диагностируются Муаровым рисунком.

Видеосъёмка высокого разрешения люминофорной сетки микронного уровня, подсвечного отдельным ультрафиолетовым источником на поверхности металлического потенциально опасного элемента - позволит однозначно проводить диагностику муарового узора микронного уровня, который образуется в потенциально опасных напряжённых местах. На структуру точечно-сеточного раstra из люминофора не влияют последующие естественные загрязнители промышленного производства.

14. ДИАГНОСТИКА НА НОВЫХ ПРИНЦИПАХ (ЭЛЕКТРОМАГНИТОРЕОЛОГИЯ)

Опубликована: 02.11.2020 года.

Ссылка: [Диагностика на новых принципах \(электромагнитореология\)](#)

ЭЛЕКТРОМАГНИТОРЕОЛОГИЯ.

Электромагнитореология — научно-техническое направление, связанное с изучением деформационных свойств и текучестью магнитных жидкостей в явлениях электромагнитной индукции.

МАГНИТНЫЕ ЖИДКОСТИ.

Магнитные жидкости – искусственно созданный материал, обладающий жидкотекучими и магнитоуправляемыми свойствами.

В настоящее время магнитные жидкости используются в различных областях науки и техники, например, для уплотнения валов и поршней, для смазки, для сбора нефти, разлитой на воде, для обогащения полезных ископаемых, для лечения и диагностики многих болезней и даже для прямого превращения тепловой энергии в механическую.

ДИАГНОСТИКА И ЭЛЕКТРОМАГНИТОРЕОЛОГИЯ.

Настоящим предлагается использовать магнитные жидкости в явлениях электромагнитной индукции в качестве детектирующего агента по обнаружению направлений / интенсивности внешнего воздействия и построению на их основе различных измерительных приборов и комплексов для диагностических целей.

Это позволит создавать универсальные системы для одновременного измерения основных параметров и характеристик, как например: виброскорость, виброперемещение, виброускорение, удары, ускорения, торможения, наклоны, перемещения, скорости, утечки и т.п.

Такие системы по своим конструктивным особенностям будут лишены основных недостатков систем классической диагностики, а именно:

- особые требования к способам крепления датчиков;
- зависимость параметров от большого количества посторонних факторов и сложность выделения сигнала.
- точность диагностирования в большинстве случаев зависит от числа усреднённых параметров.

ИДЕЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТОРЕОЛОГИИ.

Идея электромагнитореологии достаточно проста и её базовые принципы может повторить каждый в домашних условиях согласно рис. № 14.1. Эксперимент: катушка индуктивности, внутри ампулы с магнитной жидкостью. Катушка через усилитель подключена к осциллографу.

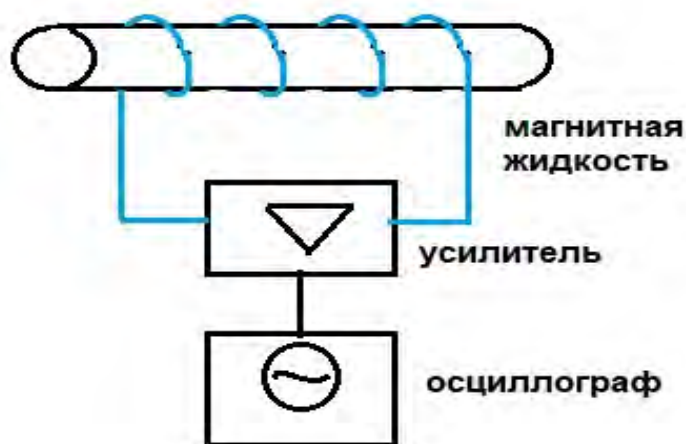


Рис. № 14.1. Базовый принцип электромагнитореологии (магнитная жидкость внутри катушки).

Технологии изготовления магнитных жидкостей для опыта описаны в интернете в открытом доступе.

Малейший толчок или изменение наклона ёмкости приводит к движению магнитной жидкости, а значит, и к изменению магнитного потока. При этом в катушке возникает ЭДС, амплитуда и частота которой пропорциональны скорости и частоте магнитной жидкости.

На экране осциллографа мы можем наблюдать количественный параметр результата такого движения.

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ

Немного изменим конструктивное исполнение выше поименованного эксперимента. Такое изменение связано с одним из основных недостатков в классической диагностике, которое заключается в особых требованиях к способам крепления датчиков к диагностируемому оборудованию. Дополнительно воспользуемся свойством магнитной жидкости “замораживается” магнитным полем в объёме катушки.

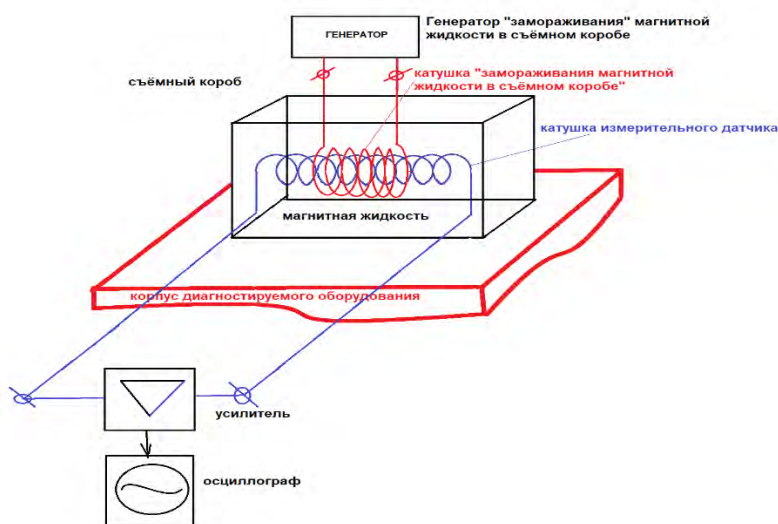


Рис. № 14.2. Базовый принцип электромагнитоареологии (магнитная жидкость внутри/снаружи катушки и “заморожена” отдельной катушкой).

Согласно рис. № 14.2. Магнитная жидкость заливается во временный короб, в котором размещены две катушки.

Магнитоуправляемость магнитной жидкости позволяет удерживать её в нужном месте под действием магнитного поля отдельной катушкой так называемого “замораживания”.

После “заморозки” временный короб удаляется и “замороженная” магнитная жидкость можно сказать –идеально контактирует своей нижней (верхней, боковой) частью с поверхностью диагностируемого оборудования (корпус двигателя, подшипника, прибора и т.п.)

В такой конструкции жёсткие требования к способам крепления датчиков к диагностируемому оборудованию отпадают.

Рассмотрим остальные два основных недостатка диагностики классическими средствами, и как они нивелируются электромагнитоареологией, а именно:

1. зависимость параметров вибрации от большого количества факторов и сложность выделения вибрационного сигнала.
2. точность диагностирования в большинстве случаев зависит от числа осреднённых параметров.

В электромагнитореологии катушка индуктивности является, можно сказать, пространственным фильтром, который отфильтровывает (не учитывает) любые движения магнитной жидкости внутри катушки, которые не направлены вдоль её оси. Таким образом повышается точность диагностирования и отфильтровываются большое количество побочных факторов.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ 3-DПРИБОР.

А теперь о самой идее универсального электромагнитореологического 3-D диагностического прибора для одновременного измерения и поиска основных параметров и характеристик, таких как: виброскорость, виброперемещение, виброускорение, удары, ускорения, торможения, наклоны, перемещения, скорости, утечки и т.п.

В полной комплектации прибор состоит минимум из трёх идентичных датчиков (см. рис. 14.3), принцип работы которых описан выше. Датчики разнесены в пространстве и для полного контакта с исследуемыми объектами “заморожены” магнитными жидкостями.

Каждый датчик состоит из трёх сборок катушек, которые начинаются в общем центре и разнесены друг относительно друга по направлениям (осям) X, Y, Z.

Каждая сборка катушек для своей оси координат идентична другим и состоит из одной катушки так называемого “замораживания” магнитной жидкости в объёме всего датчика и нескольких “информационных” катушек. Так называемое “замораживание” обеспечивает полный контакт датчика с исследуемым объектом, будь то корпус исследуемого объекта или земля, если датчик устанавливается в землю.

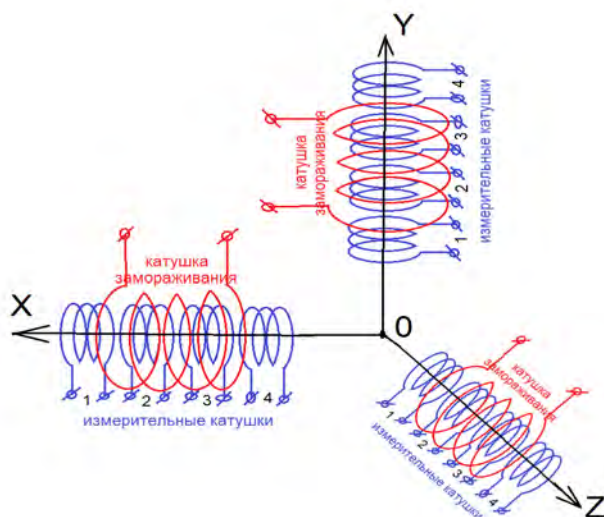


Рис. № 14.3. 3-D датчик универсального 3-D измерительного прибора.

Сигналы от всех “информационных” катушек усиливаются и преобразуются “в цифру” для дальнейшего использования в выше поименованных целях.

При этом для многих измерений достаточно использовать только один датчик с тремя сборками катушек по направлениям (осям) X, Y, Z.

ИТОГИ

1. Малейшие движения магнитной жидкости от внешних воздействий в измерительной катушке приводят к изменению магнитного потока. При этом в катушке возникает ЭДС, амплитуда и частота которой пропорциональны скорости и частоте магнитной жидкости.
2. Магнитоуправляемость магнитной жидкости позволяет удерживать её в нужном месте под действием магнитного поля отдельной катушкой так называемого “замораживания”, тем самым обеспечивая полный контакт поверхности исследуемого тела с поверхностью или объёмом датчика. Исследуемым объектом в данном случае может выступать как корпус/объём прибора, механизма и т.п. , так и например земля, если датчики устанавливаются в землю для поиска местоположения утечек и других целей геодезической или технологической направленности.

3. Каждая измерительная катушка датчика является пространственным фильтром, который отфильтровывает (не учитывает) любые движения магнитной жидкости внутри катушки, которые не направлены вдоль её оси. Таким образом повышается точность диагностирования и отфильтровываются большое количество побочных факторов.

ВЫВОД

Настоящим предлагается электромагнитореология, которая связана с текучестью магнитных жидкостей в явлениях электромагнитной индукции в зависимости от внешнего воздействия.

Магнитные жидкости в этом случае используются в качестве детектирующего агента по обнаружению направлений/интенсивности внешнего воздействия и построению на их основе различных измерительных приборов и комплексов для диагностических целей.

В таких системах малейший толчок, вибрация или изменение наклона приводит к микро движениям магнитной жидкости, а значит, и к изменению магнитного потока. При этом в катушке возникает ЭДС, амплитуда и частота которой пропорциональны скорости и частоте магнитной жидкости. В таком приборе полностью отсутствуют все недостатки вибрационной диагностики.

Работы в этом направлении позволят создать принципиально новый единый универсальный 3-D диагностический прибор для одновременного измерения, поиска, определения основных параметров и характеристик технологической, гидравлической, электрической, геодезической, магнитной и т.п. направленности .

В зависимости от количества и способов крепления/установки датчиков прибор позволит определять различные характеристики, для которых раньше использовались различные узко специализированные приборы.

Измеряемые характеристики прибора для примера могут быть такими: виброскорость, виброперемещение, виброускорение, удары, ускорения, торможения, наклоны, перемещения, скоростные характеристики, утечки различной природы, определение координат проблемных мест и т.п.

15. ДИАГНОСТИКА ГАЗОПРОВОДОВ НА ПРЕДМЕТ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК СПОСОБОМ ФОРМИРОВАНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН.

Опубликована: 30.11.2020 года.

Ссылка: [Диагностика газопроводов на предмет обнаружения утечек способом формирования ударных волн, направленных навстречу друг другу.](#)

Заявленный способ обнаружения утечек на контролируемом участке действующего газопровода основан на формировании направленных навстречу ударных волн (колебательных процессов) посредством создания контролируемых высокоскоростных вбросов повышенных давлений в разрешённых пределах с обеих сторон газопровода с измерением времени прохождения ударных волн и давлений датчиками давлений. По результатам измерений рассчитывается место утечки.

Технический результат достигается временной установкой с обеих сторон контролируемого участка газопровода датчиков для измерения давления с быстродействующими клапанами. Быстродействующие клапаны обеспечивают высокоскоростной вброс в газопровод повышенного давления в разрешённых пределах, т.е. формируют резко выраженные ударные волны навстречу друг другу.

Все датчики и быстродействующие клапаны управляются/снимают показания от одной компьютерной измерительной системы согласно схемы:



Рис. № 15.1. Схема реализации способа диагностики газопроводов способом формирования ударных волн

По существу заявленного способа: если на каком-либо участке контролируемого газопровода присутствует утечка, то значение повышения давления – Δp в этом месте изменится. По этой причине изменятся значения давлений ударных волн и время распространений через это место, которое зафиксируют датчики измерения давлений. При этом изменение давлений и времени распространения на каждом датчике будет пропорционально изменению расстояния до места утечки.

Расчёт места утечки определяется программным способом с учётом следующих факторов:

1. Учитывается направление движения потока в действующем газопроводе.
2. С учётом данных по давлению сформированных и поступивших ударных волн.
3. С учётом разностей времен поступлений фронтов сформированных и поступивших ударных волн.

Таким образом заявленный способ обнаружения утечек на контролируемом участке действующего газопровода основан на формировании направленных навстречу ударных волн (колебательных процессов) посредством создания контролируемых высокоскоростных вбросов повышенных давлений в разрешённых пределах с обеих сторон действующего газопровода и измерении времени прохождения ударных волн и давлений датчиками давления через место утечки. По результатам измерений и с учётом направления движения потока газа в действующем газопроводе рассчитывается место утечки.

16. ДИАГНОСТИКА ВОДОПРОВОДОВ НА ПРЕДМЕТ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК СПОСОБОМ ФОРМИРОВАНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН. (ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР КАК ОСНОВА ДИАГНОСТИКИ)

Опубликована: 30.11.2020 года.

Ссылка: [Диагностика водопроводов на предмет обнаружения утечек способом формирования ударных волн, направленных навстречу друг другу. \(Гидравлический удар как основа диагностики\)](#)

Заявленный способ обнаружения утечек на контролируемом участке действующего водопровода основан на формировании направленных навстречу ударных волн (колебательных процессов) посредством создания контролируемых гидроударов в разрешённых пределах с обеих сторон действующего водопровода и измерении времени прохождения ударных волн и давлений датчиками давления через место утечки. По результатам измерений и с учётом направления движения потока жидкости в действующем трубопроводе рассчитывается место утечки.

Технический результат достигается временной установкой с обеих сторон контролируемого участка водопровода датчиков для измерения давления с быстродействующими клапанами. Клапаны обеспечивают создания контролируемых гидроударов в разрешённых пределах, т.е. формируют ударные волны навстречу друг другу.

Все датчики и быстродействующие клапаны управляются/снимают показания от одной компьютерной измерительной системы согласно схемы:



Рис. № 16.1. Схема реализации способа диагностики водопроводов способом формирования ударных волн. (гидравлический удар как основа диагностики)

Прежде чем приступить к описанию принципа работы измерительной системы необходимо остановиться на самой сути явления гидравлического удара.

Гидравлический удар — явление резкого изменения давления в жидкости, вызванное мгновенным изменением скорости её течения в напорном трубопроводе. Это давление формирует ударную волну, вызванную сжатием воды и деформацией стенок труб, которая распространяется вдоль трубопровода.

Таким образом гидравлический удар, это нежелательный эффект, который, сопровождается пульсацией давления, подобно ударам молота и может воздействовать на трубы и компоненты системы.

Явление гидравлического удара открыл в 1897–1899 гг. Н. Е. Жуковский, вследствие чего скачки давления в трубопроводах часто называют «ударами Жуковского».

Гидравлический удар представляет собой колебательный процесс, который объясняется инерцией массы жидкости, движущейся в нем. Всякое резкое изменение скорости потока в трубопроводе приводит к созданию замедленного или ускоренного движения, в связи, с чем в движущейся жидкости появляются силы инерции, которые и вызывают соответствующее повышение или понижение давления.

Целенаправленное использование в технике явления гидроударов настоящее время ограничено только гидравлическим тараном, позволяющим поднимать воду на более высокую отметку без использования насосной техники, только за счёт резкого изменения давления в жидкости запорной арматурой.

Во всех остальных случаях возникновение явления гидроудара в технике считается неблагоприятным. Предотвратить скачки давления при эксплуатации трубопроводной системы невозможно в принципе, поэтому важнейшим моментом является удерживание динамических изменений давления в контролируемых пределах.

Расчёты всех технологических трубопроводов всегда ведутся, в том числе и с учётом исключения последствий возможных гидроударов.

При этом мы утверждаем, что в любом случае при мгновенном изменении скорости течения воды в трубопроводе будет сформирована ударная волна, которая распространится вдоль

трубопровода. Ударная волна будет сформирована при любых условиях не зависимо от диаметров и длин самих трубопроводов, их разветвлений или врезок в них других диаметров или длин отборных трубопроводов при резком изменении давления в системе.

Процесс происходит со скоростью распространения упругих деформаций, близкой к скорости звука (ещё раз подчеркну, что не следует путать высокие скорости фронтов давления с относительно низкими скоростями перемещения самой жидкости — в силу низкой сжимаемости жидкостей в заполненном сосуде её малейшие перемещения способны вызвать огромные перепады давления).

И вот здесь мы подходим к самому интересному в явлении гидроудара, а именно к формированию гидроударом волновой ударной волны (колебательного быстро затухающего процесса), которая распространяется вдоль трубопровода. Скорость волны определяется по известной формуле Николая Егоровича Циолковского:

$$c = \Delta p / (\rho * U) \quad (1)$$

Где:

c – Скорость распространения ударной волны, м/с.

Δp – Повышение давления, па.

ρ – Плотность жидкости, кг/м³.

U – Скорость течения воды в трубопроводе до удара, м/с.

Из формулы вытекает следствие, что если мы знаем длину участка трубопровода, то можем рассчитать время, по прошествии которого фронт ударной волны будет присутствовать в заданном месте. Такие же расчёты можно провести и для сложного составного трубопровода со многими ответвлениями, переходами и т.п.

После всего изложенного мы подошли к раскрытию сути заявленного способа **обнаружение утечек и мест повреждения.**

В формуле (1) присутствует интересный параметр — повышение давления — Δp . Так вот, если на каком-либо участке трубопровода присутствует утечка, разрыв, то **значение повышения давления — Δp** в этом месте изменится. По этой причине изменятся значения

давлений ударных волн и время их распространения через место утечки, которые зафиксируют датчики измерения давлений. При этом изменение давлений и время распространения ударных волн на каждом датчике будет пропорционально изменению расстояния до места утечки.

Расчёт места утечки определяется программным способом с учётом следующих факторов:

1. Учитывается направление движения потока в действующем газопроводе.
2. С учётом данных по давлениям сформированных и поступивших ударных волн.
3. С учётом разностей времен поступлений фронтов сформированных и поступивших ударных волн.

Таким образом заявленный способ обнаружения утечек и мест повреждения основан на формировании в водопроводе направленных навстречу колебательных процессов (ударных волн) посредством создания контролируемых гидроударов в разрешённых пределах и измерении времени прохождений и давлений ударных волн датчиками давления, которые установлены на разных концах контролируемого участка трубопровода. По результатам измерений рассчитывается место утечек.

17. СПОСОБ КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НЕПРЕРЫВНЫМ МОНИТОРИНГОМ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ПРИВОДА

Опубликован: 12.12.2020 года.

Ссылка: [Способ повышения эффективности шаровых мельниц непрерывным мониторингом крутящего момента барабана мельниц](#)

Эффективность работы любых шаровых мельниц зависит в первую очередь от веса мелющих тел (шаров). В процессе работы мельницы шары истираются, поэтому важность непрерывного мониторинга веса мелющих шаров выступает на первый план.

Единственно возможный косвенный способ определения веса шаров без их выгрузки связан с определением веса самого вращающегося барабана мельницы. Такую возможность нам дают классические формулы из школьного курса физики, связанные с моментом инерции вращающегося тела. При этом инерция зависит от крутящего момента, который в свою очередь зависит от мощности электропривода. Зная мощность электропривода – “компьютер” мельницы рассчитывает вес шаров.

Это самый простой и в тоже время самый не точный способ определения веса мелющих шаров, значение которого заявляется производителями в технических характеристиках мельниц с заведомым обманом.

Например, сейчас рассмотрим, почему точность определения веса мелющих шаров будет всегда превышать 5% при использовании заявленного выше метода определения через мощность электропривода.

Инерция вращающегося цилиндра $I = m/2 * (R^2)$. Почему приводится эта формула, будет понятно ниже, когда буду объяснять обман производителя чудо мельницы. Сейчас из анализа формулы Вы просто запомните только то, что масса всегда соотносится с двукратным моментом инерции. Если мы определим значение инерции с точностью в 5 % — это будет означать, что точность определения веса цилиндра будет соответствовать 10%.

А теперь к самому главному – определяя мощность электропривода через потребляемые токи и напряжения,

определяется не фактическая мощность на валу электродвигателя, а его электрическая мощность, которую переводят в механическую при условии, что достаточно точно известны электромеханические характеристики электродвигателя с учётом их вероятностного происхождения. Вот эти вероятностные происхождения и не позволяют точно проводить измерения мощности на валу.

Таким образом точность определения электрическим способом крутящего момента на валу электропривода с учётом выше сказанного в среднем составляет согласно табличным значениям от $\pm 2\%$ до $\pm 5\%$ процентов, что соответствует диапазону 4-10%. Уменьшить это значение не возможно из-за присутствия вероятностных значений в условиях задачи.

Касательно возможного обмана производителя по показателю точности непрерывного определения веса мелющих шаров — рискну предположить, не зная оборудования, что производитель заявил точность определения веса шаров как 5%. При этом Вы интуитивно понимаете, что что-то здесь не так. И это правильно, если знать основы расчётных методологий.

Как было заявлено выше — масса всегда соотносится с двукратным моментом инерции. Получается, что реальная, а не заявленная точность определения веса шаров в мельнице при расчётах через потребляемую мощность электропривода — колеблется в диапазоне 8- 20%.

Вариант решения здесь только один – заменить приводную муфту барабана мельницы в кинематической схеме привода на муфту с тензометрическим датчиком.

Промышленностью выпускается большая линейка таких изделий на любой диапазон крутящих моментов. И самое главное – точность определения крутящего момента в них 0,1% в бюджетных вариантах исполнения. И точность 0,01% — в вариантах “премиум” класса.

Это значит, что отключив в мельнице классический способ определения веса мелющих шаров через мощность электропривода и используя выходные значения с тензометрического датчика муфты можно определять реальный вес мелющих шаров уже с точностью 0,02%, а не с реальной точностью 20% через мощность электропривода.

При этом не нужно покупать безумно дорогие компьютерные системы, которые подключаются к датчику и определяют строго калиброванные цифровые значения крутящих моментов.

Достаточно соотнести каждое значение крутящего момента с датчика со строго калиброванными весами шаров в мельнице.

18. СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДЪЁМНОЙ СИЛЫ ГРУЗОПОДЪЁМНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТА В СЛУЧАЕ НЕ ПОЛНОГО КОНТАКТА (С ЗАЗОРОМ) С ПОВЕРХНОСТЬЮ ФЕРРО МАГНИТНОГО ТОВАРА.

Опубликован: 28.12.2020 года.

Ссылка: [Способ определения подъёмной силы грузоподъёмного электромагнита в случае не полного контакта \(с зазором\) с поверхностью ферро магнитного товара.](#)

ПРОБЛЕМА

Применение электромагнитов на постоянном токе, например, для перегрузки рулонов листовой стали при боковом намагничивании/зацеплении выявило проблему, связанную с периодическим наличием зазоров между стальным рулоном и полюсами магнита.

Связано это в первую очередь с наличием внешней упаковки. Например, упаковочная стальная лента имеет на поверхности стального рулона стяжные замки высотой 10-15 мм. Такие стяжные замки увеличивают зазор между поверхностью стального рулона и полюсами магнита в системе “магнит-рулон”.

Оператор магнитного подъёмника находится на расстоянии не менее 8-10 метров от работающего магнита и может просто не увидеть посторонние предметы на товаре, способные вызвать зазор между магнитом и привести к аварийной ситуации.

С учётом того факта, что подъёмная сила электромагнита на постоянном токе уменьшается обратно пропорционально квадрату зазора, можно утверждать, что зазор в 15 мм и более может привести к аварийной ситуации.

Производству необходима система/устройство, которое сигнализирует оператору перед погрузкой/выгрузкой о наличии в системе “магнит-рулон” зазоров, на основании значений которых оператор или продолжит операцию погрузки/выгрузки, или

изменит место прилегания магнита к поверхности стального листа.

ТЕМНОГО ТЕОРИИ

Известно, что подъёмная сила электромагнита изменяется обратно пропорционально квадрату зазора.

Это связано в первую очередь с тем, что из-за существования внутренних поперечных сил в магнитном поле - линии магнитной индукции стремятся занять возможно больший объем, "выпучиваясь" по краям зазора. Поэтому при зазорах у краев полюсов возникает дополнительный магнитный поток, называемый потоком выпучивания Φ_2 (рис.18.1).

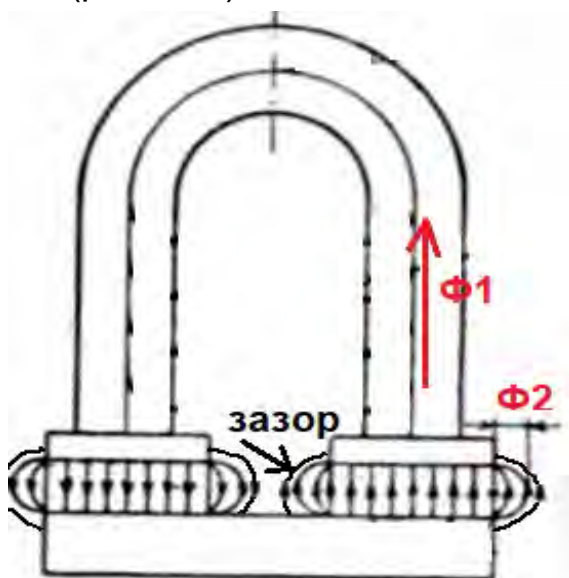


Рис. 18.1. Магнитные потоки.

Наличие магнитного потока выпучивания Φ_2 (рис.18.1) и его величина полностью зависят от величины зазора, что в свою очередь влияет на величину подъёмной силы всей подъёмной магнитной системы.

Таким образом, можно сказать, что магнитный поток выпучивания Φ_2 (рис.18.1) также пропорционален квадрату расстояния в системе "магнит-рулон".

ИЗВЕСТНОЕ РЕШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Современное подъемное электромагнитное оборудование в последнее время начинает дооборудоваться простым устройством обнаружения магнитного потока (RDF) для целей обеспечения безопасной работы.

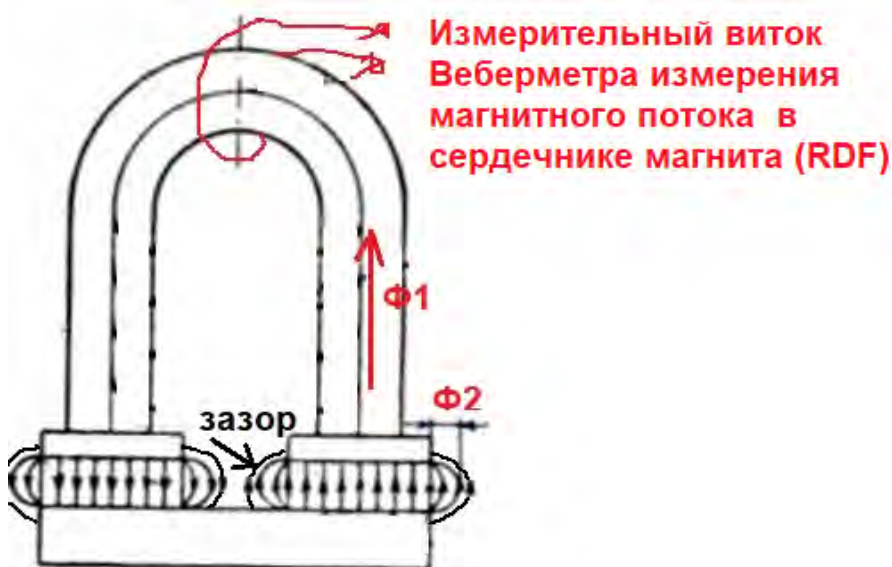


Рис. 18.2. Измерение магнитного потока внутри сердечника магнита.

Это устройство позволяет путем непосредственного измерения магнитного потока в сердечнике магнита Φ_1 (рис. 18.2) определять подъемную силу самого магнита. Сравнивая эту силу с весом поднимаемого груза, оператор определяет реальный коэффициент безопасности при каждой погрузке или задает соответствующий режим электропитания подъемному магниту.

В конструктивном плане устройство представляет собой классический простейший Веберметр (другое название – Флюксметр). Это один виток провода поперек сердечника электромагнита соединен с усилителем и преобразователем. Значение магнитного потока внутри сердечника магнита преобразуется в электрический сигнал, пропорциональный подъемной силе электромагнита. На основании этого значения оператор оценивает реальный коэффициент безопасности при каждой погрузочно-разгрузочной операции.

Таким образом, можно рассчитать реальный коэффициент безопасности при каждой погрузочно-разгрузочной операции. Это важно для предотвращения возможных рисков, связанных с нестабильной работой магнита или неправильном расчете массы перемещаемого груза.

НЕДОСТАТКИ

Такое устройство не позволяет определять фактическую подъёмную силу магнита с учётом зазоров, вызванных объективными причинами. Готовое решение обнаружения магнитного потока (RDF) определяет подъёмную силу электромагнита в идеальном случае максимально плотного прилегания поверхности стального рулона к сердечникам электромагнита. Связано это в первую очередь с местом измерения магнитного потока в магните, т.е. непосредственно в сердечнике магнита. Измерительный виток системы размещается поперёк сердечника магнита и измеряет действующий магнитный поток, который отражает максимально возможную подъёмную силу.

Устройство не учитывает возможные зазоры в системе “магнит – стальной рулон”, вызванные объективными факторами, например, такими как: установка магнита на замки стяжек, мусор, упаковочный материал и т.п. А такие зазоры как раз и являются аварийными факторами, т.к. подъёмная сила любого электромагнита уменьшается обратно пропорционально квадрату зазора.

ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Предлагаемое решение обеспечивает диагностику наличия/отсутствия зазоров, например, в системе “магнит-стальной рулон” в силу объективных факторов (установка магнита на замки стяжек, мусор, упаковочный материал и т.п.).

Предлагаемое решение определяет реальную подъёмную силу, которая прикладывается к каждому грузу с учётом величина зазора между ними.

Решение основывается на непосредственном измерении значения магнитного потока выпучивания Φ_2 (рис.18.3) в системе “магнит-стальной рулон” с последующим пересчётом в значение подъёмной силы, которую может обеспечить электромагнит с учётом определённой величины зазора. Измеренное значение величины магнитного потока выпучивания Φ_2 (рис.18.3) будет являться тем маркером, на основании которого оператор сможет принять решение или продолжит операцию погрузки/выгрузки, или изменит место прилегания магнита к поверхности стального листа.

Технология измерения поток выпучивания Φ_2 (рис.18.3) строится также на основе классического Веберметра (другое название – Флюксометр).

В конструктивном плане расположение витка провода кардинально отличается от готового решения (RDF). В готовом решении устройства (RDF) измерительный виток провода размещён поперёк сердечника магнита.

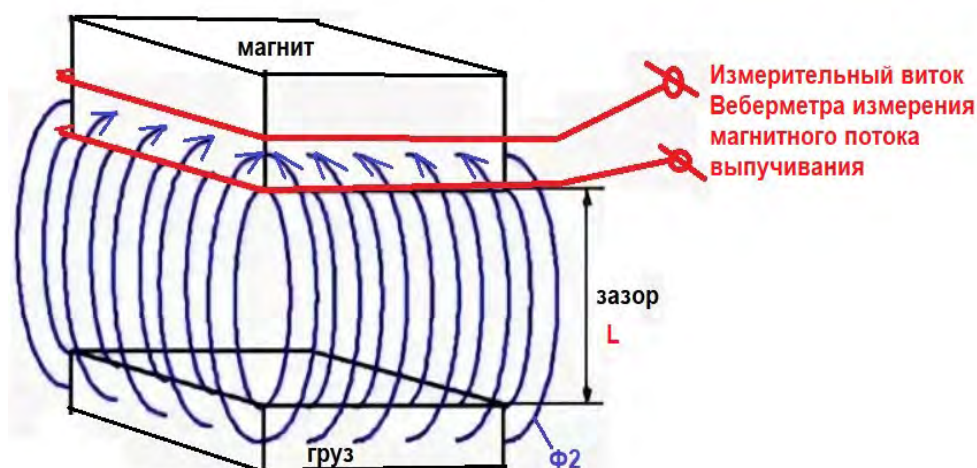


Рис. 18.3 . Измерение магнитного потока выпучивания.

В предлагаемой системе измерительный виток размещён сбоку по периметру вдоль торцевой части магнита согласно рис. 18.3. Система измерения аналогична выше указанному способу RDF. Измерительный виток подключается к усилителю и преобразователю. Значение магнитного поток выпучивания Φ_2 (рис.18.3) в зазоре системы “магнит-рулон” преобразуется в электрический сигнал и преобразуется в значение величины подъёмной силы для конкретной системы “магнит-рулон” с установившимся зазором, вызванным внешними факторами (замок стяжки рулона, посторонние предметы и т.п.).

ВЫВОД

Используя классический Веберметр (другое название – Флюксометр) и предложенное расположение измерительного витка вокруг сердечника магнита можно достаточно просто в действующей системе “магнит-рулон” определять величину подъёмной силы для

каждого случая сцепления магнит-товаром через зазор, вызванный различными внешними факторами.

Предложение позволяет достаточно просто реализовать систему/устройство, которое сигнализирует оператору перед погрузкой/выгрузкой о неполном “прилипании” поверхности рулона к сердечнику магнита.

Система предупреждает о наличии зазоров, вызванных объективными факторами (установка на замки стяжек, мусор, упаковочный материал и т.п.) для целей принятия решения или продолжить операцию погрузки/выгрузки, или изменить место прилегания магнита к поверхности стального листа.

19. САМО ДИАГНОСТИРУЕМЫЙ СТАЛЬНОЙ КАНАТ

Опубликован: 13.04.2022 года.

Ссылка: [Иновационный продукт — само диагностируемый стальной канат.](#)

В настоящее время контроль состояния стального каната в режиме его работы «он-лайн» не возможен. Стальные канаты отбраковываются на основании проведения отдельной экспертизы и анализа суммарного эффекта комбинации следующих факторов: обрывы проволок, уменьшение диаметра, деформация, коррозия.

Предлагается инновационный продукт – стальной канат с функцией само диагностики.

Функция само диагностики достигается вплетением в стальной канат на этапе производства цветных не силовых, не несущих диагностических маркеров другого цвета в виде тонких проволок из менее прочного материала, которые не составляют со сталью гальванической пары. Это требование — отсутствие гальванической коррозии каната.

Диагностический маркер, вплетённый, “цветной” не несущий, не силовой из менее прочного материала истирается и механически разрушается намного быстрее. Внешне это будет проявляться в виде торчащих ворсинок белого цвета (для алюминиевой и дюралюминиевой проволоки) на поверхности каната в потенциально опасных местах.

Такие потенциально опасные места и являются предвестниками обрыва силовых проволок, уменьшения диаметра, деформаций и коррозии. В работе каната на месте - это может быть легко определено или визуально, или компьютерным зрением. В любом случае потенциально опасные места каната в работе могут быть диагностированы без остановки работ за счёт конструктивного исполнения самого каната на самом раннем этапе.

В качестве маркеров можно использовать белые алюминиевые или дюралюминиевые тонкие проволочки. При этом алюминий менее прочный материал и позволит диагностировать потенциально опасные

места каната на более ранней стадии, чем если использовать дюралюминиевые более прочные проволоочки.

Технология производства такого каната не требует каких-либо новых технологий. Достаточно при свивке каната из прядей подавать дополнительные «маркерные/другого цвета» проволоки, скорее всего прямоугольного сечения, не создающие гальванической пары.

Например, из алюминия или дюралюминия, а затем провести испытание такого каната на перегибы. Сколько прядей — столько маркерных проволок. При скрутке прядей — большая часть алюминия, как на порядок более мягкий металл — будет выдавлена в верхние межпрядные пустоты каната по примеру, см. рис. № 19.1.



Рис. № 19.1. Конструктивное исполнение само диагностируемого стального каната.

Необходимо однозначно определить процент износа (количества перегибов), при которых начнёт разрушаться маркерная проволока и будут формироваться на поверхности каната маркерные диагностические ворсинки.

Изменяя материал (алюминий, дюралюминий) и его толщину можно добиться требуемого износа гарантированной безопасной работы каната, по достижении которого на всей поверхности каната будут формироваться белые маркерные диагностические ворсинки.

Такие ворсинки легко могут быть идентифицированы или визуально, или компьютерным зрением на действующем оборудовании/машины/крана и т.п. без остановки.

Вместо заявленных выше маркерных проволок из других металлов, можно рассмотреть ещё вариант - при свивке каната в каждую прядь добавлять маркеры из того же материала, что и сам канат. Только сечением, например, в 2 раза меньшим, чем проволоки пряди каната. Сечение и количество маркеров можно будет определить после тестовых испытаний, набора статистики и последующей обработке полученных данных. Таким образом - разрывы таких проволок будут диагностическими маркерами износа каната, которые легко определяются компьютерным зрением, или - визуальным осмотром.

ВЫВОД:

Для подтверждения заявленного нужны полноценные испытания. Это связано с тем, что заранее всё просчитать не возможно. Слишком много неопределённостей.

Материал маркеров, сечение, количество, место вплетения можно будет определить после тестовых испытаний, набора статистики и последующей обработки полученных данных.

20. КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРКИ СТАЛИ ПО ИСКРОВОМУ СЛЕДУ, ИЛИ ПРОСТЕЙШИЙ АНАЛИЗАТОР ДЛЯ СОРТИРОВКИ МЕТАЛЛОЛОМА ИЗ ПОДРУЧНЫХ СРЕДСТВ.

Опубликовано: 30.12.2020.

Ссылка: [Компьютерное зрение в технологии определения марки стали по искровому следу](#)

КЛАССИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Для экспресс диагностики при сортировке металлолома производственные площадки используют классические готовые продукты. К ним относятся различные переносных приборы бесконтактного химического анализа металла. Особенностью таких приборов является их ценовая линейка, которая начинается с 2 миллионов рублей.

Проблема в том, что цена прибора высока. Это ограничивает их массовое применение в действующем производстве. К тому же для подавляющего большинства операций по сортировке стального лома - такие приборы имеют избыточные характеристик.

По простому, суть проблемы для действующего производства по переработке металлолома можно сказать другими словами: **это как купить много смартфонов и использовать их только в качестве ночных светильников.**

ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ

Лет пятнадцать назад, когда делал свой первый вертолёт, был вынужден прибегнуть к старой технологии проверки покупной марки стали, т.к. в смутные нулевые года практически везде царил обман.

Это - технология определения марки стали по искре. Позволяет оценить содержания и приблизительные количества углерода и других легирующих элементов в металле.

Технология общеизвестна.

Кусок металла надрезается, например, болгаркой. При этом, от металла отделяются частицы, которые, сгорая, образуют светящиеся линии, заканчивающиеся вспышками в виде искр.

Эти искры как раз и являются тем маркером, анализируя который можно определить марку стали по цвету, длине, форме и т.п.

Каждая марка стали имеет присущий только ей индивидуальный искровой отпечаток.

Во времена СССР существовали многочисленные цветные таблицы, позволяющие определить принадлежность металла к той или иной марке стали, см. рис. № 20.1.

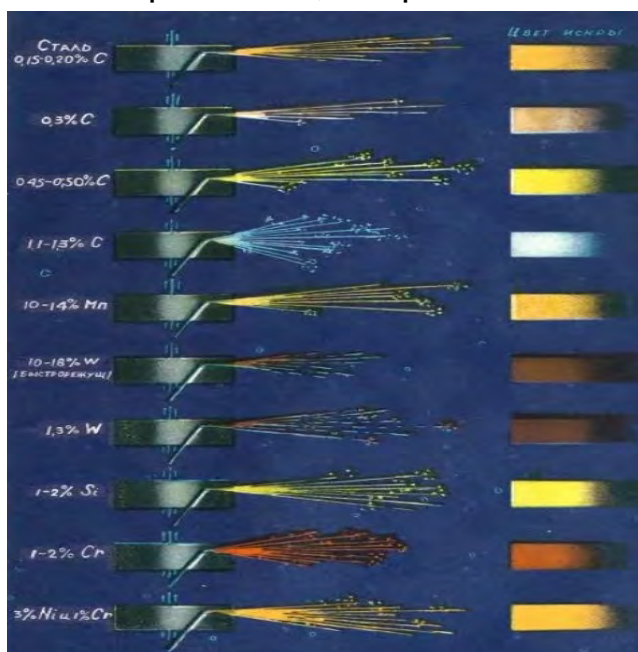


Рис. № 20.1. Таблица марки стали по искровому следу 1954 год.

На основании выше изложенного предлагается в качестве простейшего анализатора металла использовать синергию классической аккумуляторной углошлифовальной машины (болгарки) и классического смартфона с разработанной программой определения марки стали путём распознавания образов искрового следа.

Технология распознавания образов в упрощённом виде сводится к тому, что каждый видеокادر образа искрового следа от работы углошлифовальной машины сравнивается с так называемыми "эталонными" образами искровых следов от тестовых марок стали.

Программная цифровая обработка реализуется методом на основе цветных гистограмм. Т.е. для каждого изображения строится своя гистограмма, которая после обрабатывается вычитанием одного

изображения из другого. Вместо цветового пространства RGB (Red-Green-Blue) предпочтительно использовать HSV (Hue-Saturation-Value / Цвет. тон – насыщенность — яркость). Перед сравнение гистограммы нормализуются (суммы значений во всех ячейках =1.)

В конструктивном плане предлагаемое решение представлено на рис. № 20.2

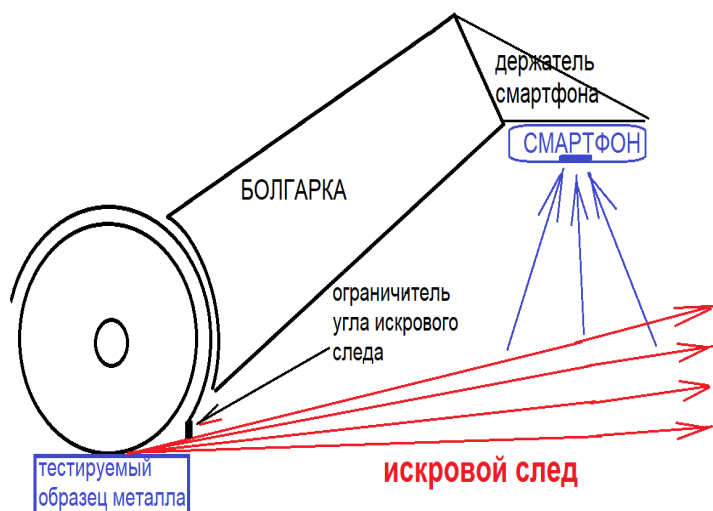


Рис. № 20.2. Схема реализации способа определения марки стали по искровому следу.

К боковой рукоятке аккумуляторной углошлифовальной машины крепится обычный монопод. В монопод устанавливается классический смартфон, направленный на искровой след.

Основой предлагаемого решения является программа распознавания образов искровых следов (отпечатков).

ВЫВОД

- Предложенная идея позволяет в массовом порядке и практически бесплатно оснастить операторов по сортировке лома заявленными диагностическими приборами.

- Предложенная идея заявляет суть, но не особенности конструктивного, программного исполнения и технологии применения в действующем производстве.

- ОКР по идее достаточно просто организовать. Для этого не нужны финансовые затраты на приобретение оборудования и материалов в действующем производстве. Они и так есть в изобилии.

- Кто на практике сталкивался с технологией определения марки стали по искре - способен решить все технические вопросы реализации идеи, а грамотный программист - реализовать для смартфона алгоритм определения марки стали путём распознавания образов искрового следа.

21. МЕХАНИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЩЕТОК МОЩНЫХ КОЛЛЕКТОРНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ (ГЕНЕРАТОРОВ) ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.

Опубликован: 29.10.2021 года.

Ссылка: [Механический способ непрерывного определения остаточного ресурса электрических щеток мощных электродвигателей](#)

Способ основан на визуальном измерении остаточного ресурса каждой щётки электродвигателя (генератора) по рискам линейки электроизоляционной штанги. Связано это с тем, что каждая графитовая щётка соединена механическим образом с собственной электроизоляционной штангой. Уменьшение высоты щётки приводит к уменьшению высоты выступающей за корпус электродвигателя электроизоляционной штанги. Электроизоляционная штанга электродвигателя, снабжена рисками отсчёта изменения линейных размеров и поджата сверху на постоянной основе пружиной, работающей на расширение.

Риски имеют размерность в миллиметрах, равную размерности рабочей части графитовой щётки. Риски имеют цветовую градацию. При достижении красной зоны риск – эксплуатация двигателя – запрещена.

Реализация способа достаточно проста и представлена на рисунке № 21.1.

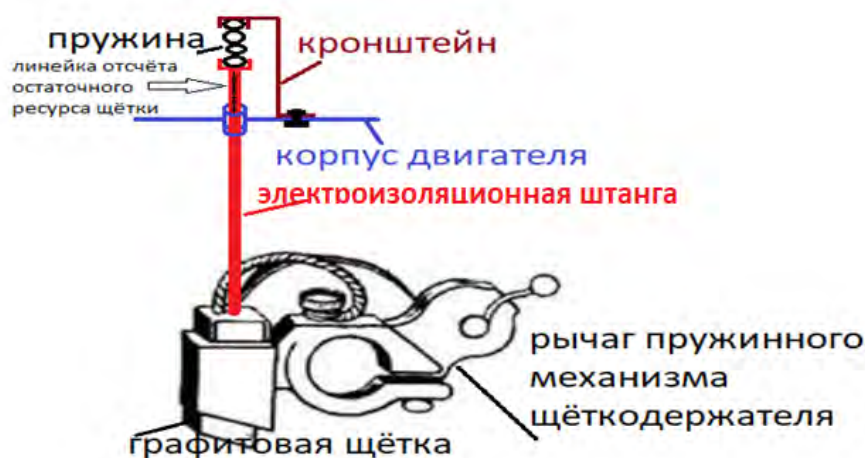


Рис. № 21.1. Способ определения остаточного ресурса щёток промышленных электродвигателей (генераторов)

Изменение высоты графитовой щётки (остаточный ресурс щётки) соответствует уменьшению количества рисок на электроизоляционной штанге.

Уменьшение линейного размера выходящей из корпуса электродвигателя электроизоляционной штанги соответствует уменьшению остаточного ресурса углеграфитовой щётки.

Обслуживающему персоналу достаточно периодически снимать показания с линеек электроизоляционных штанг коллекторного электродвигателя промышленного производства без остановки электродвигателя и проведения профилактических работ.

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ СПОСОБА.

В качестве электроизоляционной штанги, например, для коллекторного электродвигателя мощностью 50 кВт берутся углепластиковые цилиндры диаметром 3-4 мм и длиной ориентировочно 150 мм.

В каждой графитовой щётке сверлом сверху делается небольшое углубление диаметром, равным диаметру электроизоляционной штанги. Штанги вставляются в эти углубления, см. рис. № 21.2.

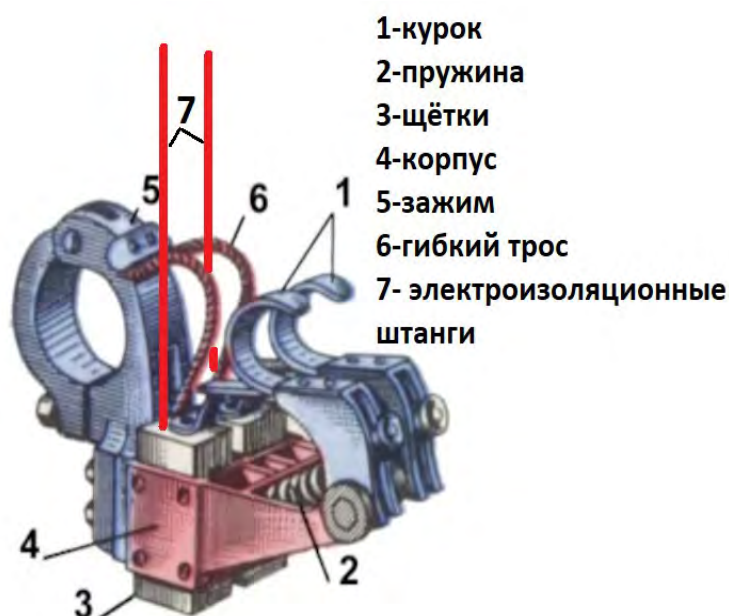


Рис. № 21.2. Электроизоляционные штанги в сборе с щётками

Радиально, напротив каждой щётки в стальном корпусе электродвигателя делаются отверстия, диаметром большим диаметра электроизоляционной штанги. Каждая электроизоляционная штанга должна свободно скользить через отверстия. Схематически, радиальное месторасположение штанг выглядит согласно рис. № 21.3.

стеклопластиковые штанги с линейками отсчёта остаточного ресурса щёток

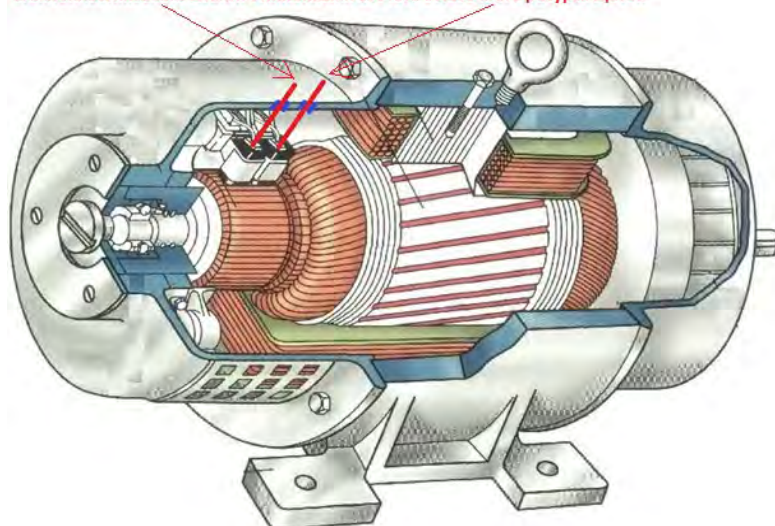


Рис. № 21.3. Радиальное месторасположение электроизоляционных штанг.

Сверху корпуса электродвигателя устанавливаются (привариваются) кронштейны крепления.

СБОРКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Собирается измерительная система согласно рис. № 21.4.



Рис. № 21.4 . Измерительная система в сборе.

В подготовленный заранее, согласно выше поименованного, и собранный коллекторный электродвигатель через отверстия в

кронштейнах вводят радиально внутрь электроизоляционные штанги с нанесёнными рисками. Штанги радиально вставляют в заранее изготовленные углубления в графитовых щётках. Между верхней частью каждой штанги и кронштейном устанавливают распорную пружину, работающую на растяжение.

Пружина обеспечивает постоянную механическую целостность конструкции в условиях постоянных вибраций прижимного щёточного механизма электродвигателя.

ВЫВОД:

Заявленный способ достаточно прост в конструктивном исполнении и безопасен. В конструкцию электродвигателя вводятся минимальные изменения, не влияющие на характеристики и безопасность электродвигателя.

Заявленный способ позволяет в режиме реального времени (без остановки оборудования на профилактическое обслуживание) визуально контролировать обслуживающим персоналом остаточный ресурс всех графитовых щёток коллекторных электродвигателей промышленного производства.

Недостаток:

1. Необходим обслуживающий персонал для проведения периодического визуального осмотра работающего оборудования на предмет остаточного ресурса щёток.
2. Не возможность использования заявленной измерительной системы на подвижном электротранспорте (трамвай, троллейбус, метро и т.п.).

22. ТРИБОЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СТАРЕНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ ПРИ ОТКЛЮЧЕННОЙ СЕТИ.

Опубликован: 16.01.2023 года.

Ссылка: [Трибоэлектростатический способ диагностики электрического старения высоковольтных изоляторов](#)

Известно, что повседневная безопасная работа всех существующих высоковольтных электрических сетей различного назначения напрямую зависит от технического состояния опорной и подвесной изоляции, например, керамической или стеклянной. В настоящее время используется достаточно успешно множество методов диагностики состояния изоляторов, как требующие отключения рабочего напряжения, так и на действующем оборудовании. Например: измерение сопротивления изоляции, ультразвуковой, акустический, ультрафиолетовый, тепловой.

Согласно статистическим данным, главной проблемой высоковольтных электrorаспределительных и т.п. сетей являются разрушения высоковольтных изоляторов – электрической пробой. На основании анализа различных работ в области дефектовки высоковольтных изоляторов, можно заявить, что в настоящее время однозначного ответа на вопрос, почему периодически выходят из строя исправные и прошедшие различную диагностику высоковольтные изоляторы - нет.

Все существующие методы диагностики высоковольтных изоляторов достаточно точно определяют наличие уже существующих, проявленных потенциально опасных дефектов внутри высоковольтного изолятора.

В настоящее время ранняя диагностика возможного развития электрического пробоя в высоковольтных изоляторах, прошедших классическую диагностику существующими методами - не возможна.

Предположительно связано это с тем, что работающий высоковольтный изолятор очень медленно накапливает внутренний электростатический заряд, который напрямую связан с таким понятием,

как электрическое старение изолятора. Такой заряд распространяется внутри изолятора неравномерно и до определённого значения - не влияет на существующие методы диагностики. При этом каждый изолятор достаточно успешно проходит регулярную классическую диагностику.

Электрическое старение развивается за счёт медленного изменения химического состава и структуры изолятора, в котором накапливается статический заряд. В этом случае процесс электрического пробоя уже развивается с напряжённостью значительно меньшую, чем электрическая прочность диэлектрика.

Можно сказать, что каждый высоковольтный изолятор, это долгосрочный аккумулятор энергии - электростатического потенциала. Чем дольше и сильнее воздействие, тем больший электрический заряд проникает в толщу диэлектрика.

Электрическое старение изолятора является основным фактором возникновения электрического пробоя в изоляторах, которые прошли все стадии классической диагностики.

Четкую границу между этими двумя состояниями такого изолятора можно определить только экспериментально. В этом случае изолятор будет уже не пригоден для эксплуатации. Не возможно заранее определить возможность электрического пробоя “исправного” изолятора, который со временем, как аккумулятор, очень медленно накапливает внутри потенциал. Чем больше времени работает высоковольтный изолятор, тем больший электрический заряд проникает в толщу диэлектрика, тем меньше становится напряжение электрического пробоя.

Таким образом, для целей контроля процесса электрического старения высоковольтного изолятора, необходимо работать с электростатикой.

С учётом выше изложенного, предлагается простейший и принципиально новый трибоэлектростатический способ диагностики электрического старения высоковольтных изоляторов при отключенной сети. Это позволяет однозначно определить возможность развития электрического пробоя в высоковольтном изоляторе в ходе

технического обслуживания, который прошёл классическую диагностику.

Способ основан на поляризации изолятора за счёт трибоэлектрического эффекта с последующим контролем скорости уменьшения наведённого заряда.

Известно, что трибоэлектрический эффект - появление электрических зарядов в материале из-за трения. Является типом контактной электризации, в которой некоторые материалы становятся электрически заряженными после того, как они входят в фрикционный контакт с другим материалом. Механизм ее заключается в перераспределении зарядов внутри нейтральных атомов и молекул под действием поля. Например, когда человек проводит рукой по ковру - он заряжает свое тело статическим напряжением более 1000 вольт. Одна тысяча вольт едва заметна в темноте, издаёт легкий тикающий звук и чувство лёгкого укола иголкой.

Рассмотрим распределение наведённого заряда в исправном изоляторе посредством трибоэлектрического эффекта. При трении изолятор приобретает энергию (заряд) только в том месте, где происходит непосредственный фрикционный контакт. Из-за плохой проводимости энергия (заряд) вглубь проводника проникает медленно. Таким образом, после прекращения наведения зарядов на изоляторе, последние равномерно распределяются по всей поверхности изолятора. Наблюдается остаточная поляризация.

Остаточная поляризация со временем уменьшается за счёт удельной объёмной проводимости изолятора. Это связано с релаксационными процессами, перемещением зарядов во внутреннее поле изолятора. Скорость таких процессов зависит от качественного электростатического состояния изолятора.

Таким образом, контролируя скорость уменьшения наведённого заряда с поверхности изолятора – можно судить о его качественных характеристиках.

Техническая реализация заявленного способа представлена следующим образом.

1. На отключенном оборудовании все металлические электроды изолятора закорачивают на землю, см. рис. № 22.1. Изолятор превращается в конденсатор с одним электродом. Таким образом обнуляется заряд внутри изолятора.

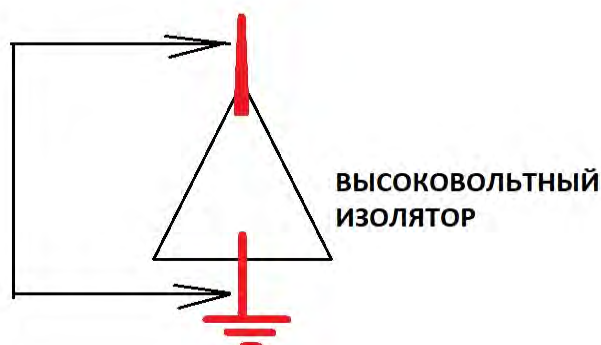


Рис. № 22.1. Заземление керамического изолятора.

2. К средней самой широкой части изолятора подключается электронный электрометр, см. рис. № 22.2. Электронный электрометр - прибор, который служит для количественного измерения электростатического потенциала с очень низкими токами утечки, вплоть до 1 фемтоампера (10⁻¹⁵ Ампер).

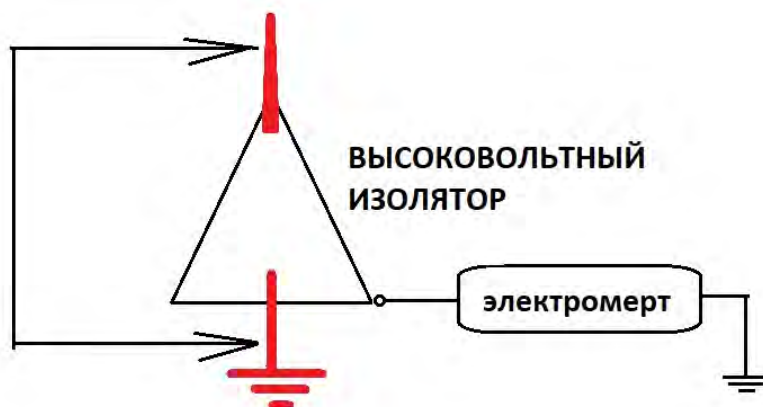


Рис. № 22.2. Соединение измерительного зонда электрометра с поверхностью керамического изолятора.

3. Техническое обслуживание высоковольтных изоляторов всегда связано с очисткой поверхности от загрязнений. В заявленном способе очистка изолятора совмещена с трибоэлектрическим фрикционным эффектом наведения зарядов на поверхности изолятора, см. рис. № 22.3. Согласно трибоэлектрического ряда на поверхности высоковольтного

изолятора из керамики или стекла наводится положительный заряд при трении полиэтиленом.

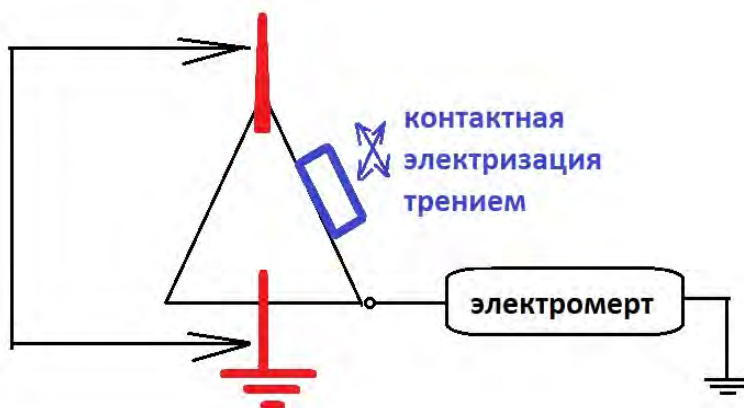


Рис. № 22.3. Трибоэлектрическое наведение заряда на поверхности керамического изолятора.

- После завершения очистки изолятора и наведения на нём электрического заряда по показаниям электрометра определяется скорость уменьшения наведённого заряда за определённый промежуток времени, например, за 2 сек. Примерные графики зависимостей наведённых зарядов от времени для исправного и потенциально опасного изолятора одного конструктивного исполнения из одного и того же материала показаны на рис. № 22.4.

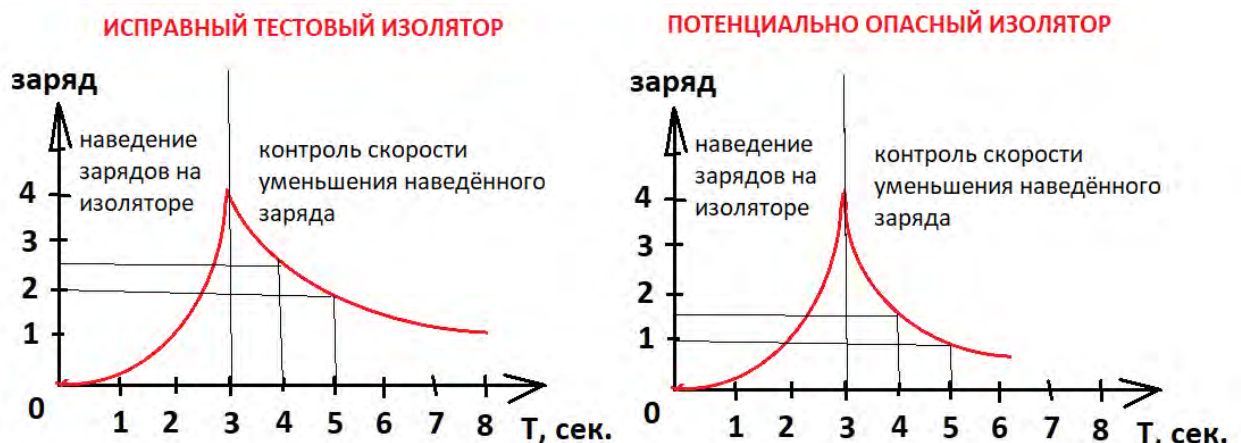


Рис. № 22.4. Графики зависимостей наведённых зарядов от времени для исправного и потенциально опасного изолятора.

ВЫВОД:

1. Предложен принципиально новый трибоэлектростатический способ диагностики электрического старения высоковольтных изоляторов при отключенной сети, который позволяет на ранней стадии однозначно определить возможность развития электрического пробоя в высоковольтном изоляторе, который прошёл классическую диагностику и не был идентифицирован, как потенциально опасный.
2. Предложено техническое решение реализации заявленного способа на основе любого электронного электрометра электростатического потенциала с токами утечки уровня 1-10 фемтоампер (1-10 в -15 степени ампер).
3. Приведена структурная схема и описание основных технологических этапов реализации заявленного способа.
4. Для целей подтверждения заявленного способа может быть проведён эксперимент в школьном кабинете физики с стрелочным электрометром и керамической кружки. После наведения электростатического заряда на кружке полиэтиленом, последняя подсоединяется к электрометру. Показание электрометра плавно уменьшается.
5. Предложен самый бюджетный вариант диагностики высоковольтных изоляторов после визуального осмотра. Основные затраты будут отнесены на электронный электрометр, стоимость которого начинается от 20 т.р. К тому же электронный электрометр на основе работы затвора полевого транзистора - достаточно просто и практически бесплатно может быть собран любым "радиолюбителем".

23. ПРАКТИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЗАКРУЧЕННЫХ ТЕЧЕНИЙ.

Опубликованы: 03.08.2020 года.

Ссылка: [Практические способы диагностики закрученных течений.](#)

Диагностировать формирование и контролировать направление и интенсивность закрученных течений различных сред можно несколькими способами:

- Механический способ.
- Способ подкрашивания.

Рассмотрим каждый из способов:

МЕХАНИЧЕСКИЙ СПОСОБ.

Наличие закрученного потока среды определяется визуально направлением и интенсивностью вращения тестовой пластинки, помещённой в осевую аксиальную часть потока.

Тестовая пластинка, помещённая в ламинарный и турбулентный поток РАВНОМЕРНО вращаться не может.

Тестовая пластинка — плоская широкая пластинка, которая может свободно вращаться по оси на середине длины вдоль широкой стороны. При помещении свободно вращающейся пластинки осью вращения по направлению центра вихревого потока — вихревой поток закручивает широкую плоскую пластинку по ходу вращения.

Основное условие — обеспечение угла атаки в 0 градусов аксиально направлению вихревого потока.

В конструктивном плане такая диагностическая пластинка представлена на рис. № 23.1.



Рис. № 23.1. Тестовая пластинка — плоская широкая пластинка, которая может свободно вращаться по оси на середине длины вдоль широкой стороны.

СПОСОБ ПОДКРАШИВАНИЯ.

Идея способа заключается в добавлении в вихревой поток цветного маркера. Для воздуха цветным маркером может быть, например - дым, см. рис. № 22.2.



Рис. № 23.2. Подкрашивание воздушного потока дымом.

Для воды, в качестве цветного маркера, подходит молоко, см. рис. № 23.3



Рис. № 23.3. Подкрашивание потока жидкости цветным красителем.

На одноимённом канале Ю-туб представлены практические работы по визуализации вихревых эффектов как в жидкой среде, так и в газовой на основе заявленных выше способов.

24. ГИДРОРЕЗИСТИВНЫЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ЛИСТОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ.

Опубликован: 21.01.2023 года.

Ссылка: [Гидрорезистивный способ контроля герметичности листовых сварных соединений конструктивных элементов большой площади.](#)

Способ предназначен для обнаружение сквозных дефектов (свищей, прожогов, сквозных трещин, сквозной ржавчины и т.п.) листовых стальных сварных металлоконструкция большой площади.

Способ основан на гидрорезистивном эффекте, который опубликован здесь: [Гидрорезистивный эффект](#)

Способ заключается в том, что электрическое сопротивление свободно распространяющейся струи жидкости в воздухе между двумя электродами зависит от физического состояния контактируемой поверхности листового электрода.

Техническая реализация способа основана на использовании обычной технической воды. В технической воде всегда присутствуют растворенные минеральные вещества, которые под действием приложенного электрического поля распадаются на ионы, способные двигаться как в электролите. По этой причине любая техническая вода проводит ток, ведя себя подобно слабому электролиту.

Струю технической воды между двумя электродами, одним из которых является кольцевое сопло, другим – исследуемый стальной листовой материал - можно рассматривать, как токопроводящий канал. Эффективность передачи по данному каналу электрической энергии (проводимость) зависит от следующих факторов:

1. Химические свойства технической воды.
2. Приложенное напряжение.
3. Геометрические параметры струи.
4. Материал электродов.
5. Состояние контактируемых поверхностей электродов.

В заявленном способе считаем, что химические свойства технической воды, приложенное напряжение, геометрические параметры струи, материал электродов - является константой.

В этом случае, площадь контактируемой поверхности электрода будет изменяться в зависимости от внутренних дефектов сварного соединения. Протечки (дефекты) сварного шва приводят к увеличению площади контакта струи технической воды с диагностируемым электродом.

С электрической точки зрения сопротивление свободной струи технической воды можно представить, как сумму двух сопротивлений, включённых последовательно, согласно рис. № 24.1.

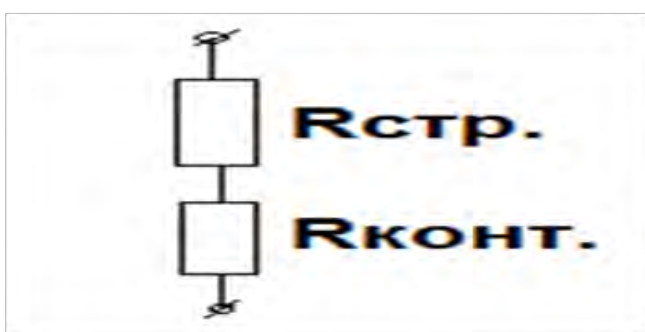


Рис. № 24.1 . Сопротивление свободной струи технической воды.

$$R_{\text{общ.}} = R_{\text{стр.}} + R_{\text{конт.}}$$

$$R_{\text{конт.}} \ll R_{\text{стр.}}$$

Где:

- $R_{\text{стр.}}$ Сопротивление участка струи до контакта с диагностируемым электродом. При условии постоянной температуры, расхода воды и расстояния между электродами - $R_{\text{стр.}}$ не зависит от внешних факторов и может быть представлена константой.

- $R_{\text{конт.}}$ Сопротивление тонкого слоя воды, равномерно растекающегося по диагностируемому электроду (стальному листу). Зависит от площади контакта растекающейся жидкости с диагностируемым электродом. Это означает, что любые поры, трещины и т.п. в диагностируемом электроде (стальном листовом материале) приводят к резкому уменьшению $R_{\text{конт.}}$

$R_{\text{конт.}}$ будет являться главным диагностическим маркером, на основании скорости изменения которого можно принять решение о наличии/отсутствии в стальном листе сквозных протечек.

Известно, что напрямую измерить сопротивление струи технической воды не возможно. Значение сопротивления будет всегда очень большим и не стабильным. Легко подтверждается простым экспериментом, см. рис. № 24.2.



Рис. № 24.2. Измерение сопротивления струи технической воды на постоянном токе.

Это связано с тем, что современные мультиметры измеряют сопротивление материалов на постоянном токе. В жидкости постоянный ток поляризует электроды, что приводит к аномальному увеличению сопротивления. Электропроводность нужно измерять на переменном токе, что бы компенсировать поляризацию электродов.

Измерение может быть обеспечено непрерывным снятием вольт-амперной характеристики струи электропроводящей жидкости на переменном токе согласно схемы.

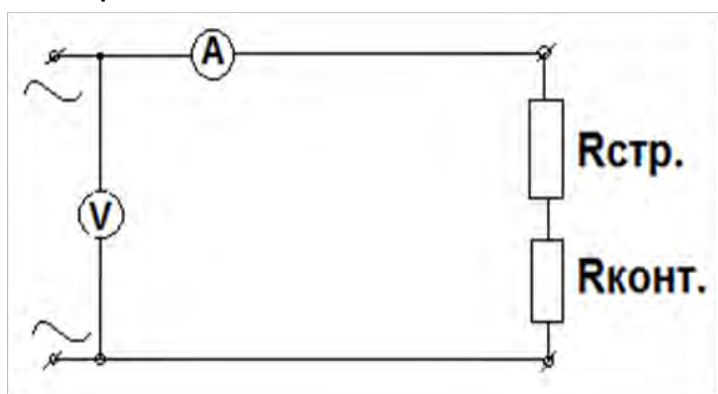


Рис. № 24.3. Схема измерения сопротивления струи технической воды на переменном токе.

По полученным данным в режиме реального времени рассчитывается сопротивление свободно распространяющейся струи технической воды. Это сопротивление зависит от площади контакта растекающейся жидкости с диагностируемым электродом. Любые поры, трещины и т.п. в диагностируемом электроде (стальном листовом материале) приводят к изменению площади контакта воды. Это означает, что в месте контакта струи технической воды с листовым электродом аномально изменится $R_{\text{конт}}$. А это и есть наш диагностический маркер контроля наличия/отсутствия в стальном листе свищей, прожогов, сквозных трещин, сквозной ржавчины и т.п.

Технология реализации заявленного способа достаточно проста и представлена на рис. № 24.4.



Рис. № 24.4. Схема реализации гидрорезистивного способа контроля герметичности листовых сварных соединений .

В заявленном способе необходимо обеспечить постоянное расстояние между соплом истечения технической воды и диагностируемым электродом (стальным листом). Это может быть обеспечено установкой сопла на диэлектрическую штангу с колёсиком. Оператор равномерно перемещает диэлектрическую штангу вдоль сварного соединения стального листа, направляет поток технической воды на сварной шов и контролирует расчётную характеристику $R_{\text{конт}}$. Аномальное изменение $R_{\text{конт}}$ будет свидетельствовать о наличии в этом месте сквозных дефектов (протечек).

25. МНОГОПОЛЬНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ, КАК ОСНОВА НОВОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Опубликован: 04.03.2023 года.

Ссылка: [Многопольные конденсаторы](#)

Многопольные конденсаторы представляют собой конденсаторы сложной формы, в которых чередуются электрические поля разной полярности.

Чередующиеся электрические поля формируют внутри конденсатора так называемые “энергетические” оси симметрии, вдоль которых осуществляется фокусировка движущихся возбужденных ионизированных атомов в газе. Например – дуговой разряд.

Оси симметрии пересекаются в одной общей центральной точке. Примеры таких многопольных конденсаторов с пересекающимися “энергетическими” осями симметрии представлены следующим образом:

- **Квадрупольный конденсатор** с чередующимися 4-мя полями разной полярности.
- **Додекапольный конденсатор** с чередующимися 12-ю полями разной полярности.
- **Гексадекапольный конденсатор** с чередующимися 16-ю полями разной полярности.

Рассмотрим каждый из них на предмет конструктивного исполнения и формирования “энергетических” осей симметрии.

- КВАДРУПОЛЬНЫЙ (ЧЕТЫРЁХПОЛЬНЫЙ) КОНДЕНСАТОР

Квадрупольный конденсатор содержит одновременно четыре электрических поля чередующейся полярности, которые формируют одну “энергетическую” ось симметрии O1. Вдоль оси O1 осуществляется фокусировка (сжатие) движущихся возбужденных ионизированных атомов в газе.

Квадрупольный конденсатор, состоит из восьми обкладок, соединённых попарно с источником напряжения. Электрические поля

чередующейся полярности квадрупольного конденсатора с одной осью фокусировки показаны на рис. № 1.

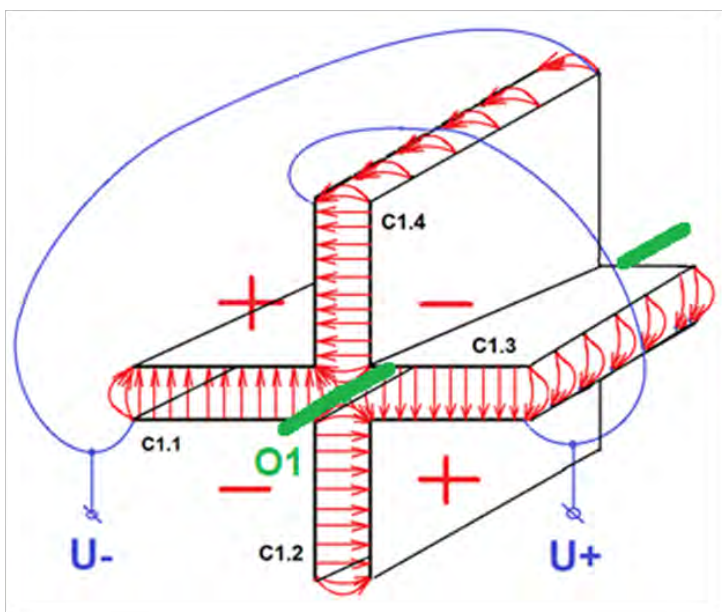


Рис. № 1. Квадрупольный конденсатор с линиями напряжённости.

В при осевой области эквипотенциальные линии имеют форму гипербол в любой плоскости, перпендикулярной оси линзы, а проекция напряженности поля на эту плоскость растет линейно с расстоянием от оси.

Примерный вид конструктивного исполнения квадрупольного конденсатора показан на рис. № 2

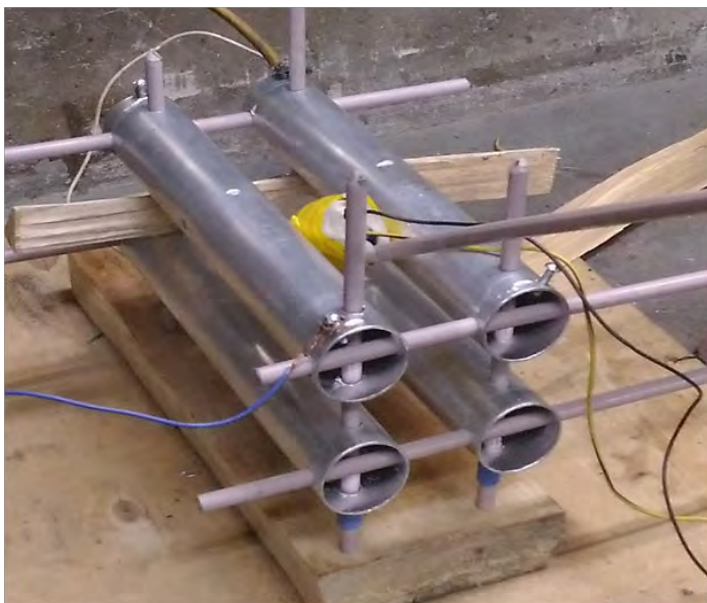


Рис. № 2. Примерный вид конструктивного исполнения квадрупольного конденсатора.

Электрические поля квадрупольного конденсатора обладают двумя взаимно перпендикулярными плоскостями симметрии и двумя плоскостями анти симметрии.

Особенность квадрупольного конденсатора в том, что возбужденные ионизированные атомы в газе фокусируются вдоль оси симметрии O_1 .

- ДОДЕКАПОЛЬНЫЙ (ДВЕНАДЦАТИПОЛЬНЫЙ) КОНДЕНСАТОР.

Рассмотрим додекапольный (двеннадцатипольный) конденсатор. Додекапольный конденсатор содержит одновременно двенадцать электростатических полей чередующейся полярности, которые формируют три пересекающиеся в общем центре “энергетические” оси симметрии O_1 , O_2 , O_3 . Вдоль осей O_1 , O_2 , O_3 осуществляется фокусировка (сжатие) движущихся возбужденных ионизированных атомов в газе.

Додекапольный конденсатор, состоит из двадцати четырёх обкладок различной формы, соединённых попарно с источником напряжения. Додекапольный конденсатор с тремя осями фокусировки (сжатия) движущихся возбужденных ионизированных атомов в газе представлен на рис. № 3.

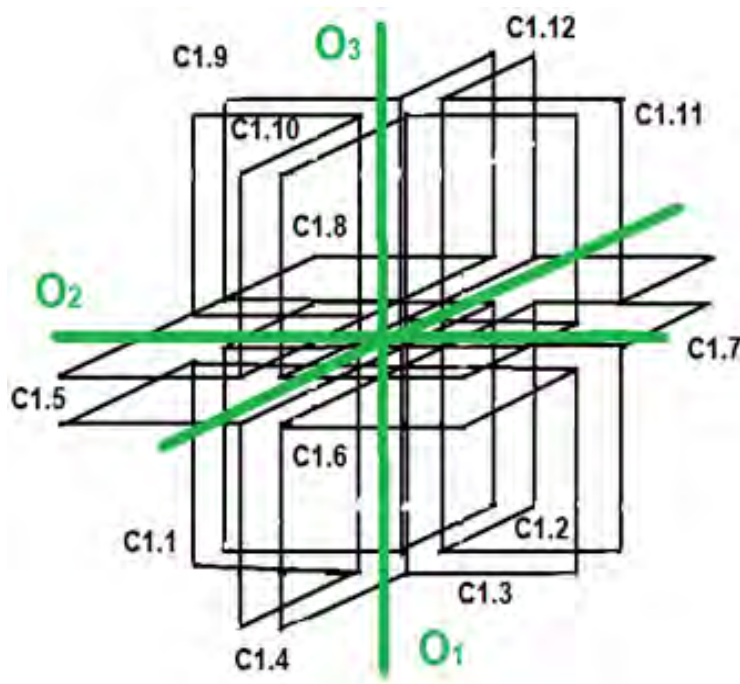


Рис. № 3. Додекапольный конденсатор.

В конструктивном плане, додекапольный конденсатор с прямоугольными обкладками показаны на рис. № 4.

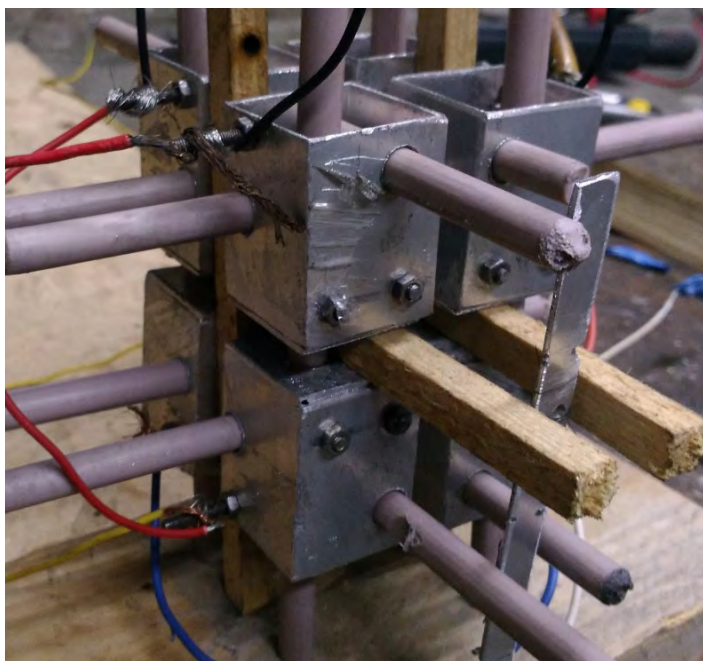


Рис. № 4. Додекапольный конденсатор с прямоугольными обкладками

В конструктивном плане, додекапольный конденсатор с гиперболическими обкладками показаны на рис. № 4.

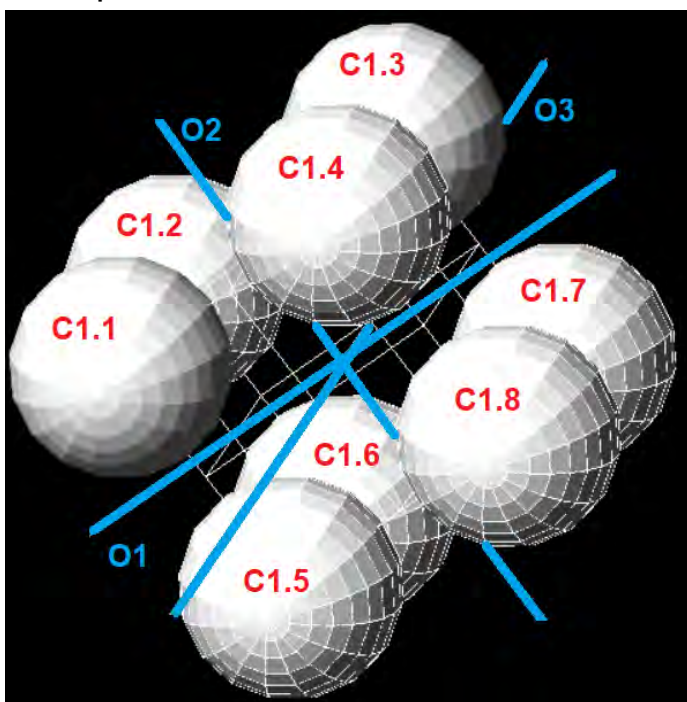


Рис. № 4. Додекапольный конденсатор с гиперболическими обкладками.

Электрические поля додекапольного конденсатора обладают шестью взаимно перпендикулярными плоскостями симметрии и шестью плоскостями анти симметрии.

Особенность додекапольного конденсатора в том, что возбужденные ионизированные атомы в газе фокусируются вдоль трёх осей симметрии O1, O2, O3 с пересечением в общем центре. Для целей увеличения плотности электронов без изменения размеров канала (получения температур термоядерного синтеза) это как раз то, что нужно.

- ГЕКСАДЕКАПОЛЬНЫЙ (ШЕСТНАДЦАТИПОЛЬНЫЙ) КОНДЕНСАТОР.

Гексадекапольный конденсатор содержит одновременно шестнадцать электростатических полей чередующейся полярности, которые формируют четыре пересекающиеся в общей точке “энергетические” оси симметрии O1, O2, O3, O4. Вдоль осей O1, O2, O3, O4 осуществляется фокусировка (сжатие) движущихся возбужденных ионизированных атомов в газе.

Гексадекапольный конденсатор, состоит из тридцати двух обкладок, соединённых попарно с источником напряжения, которые формируют четыре оси фокусировки, см. рис. № 5.

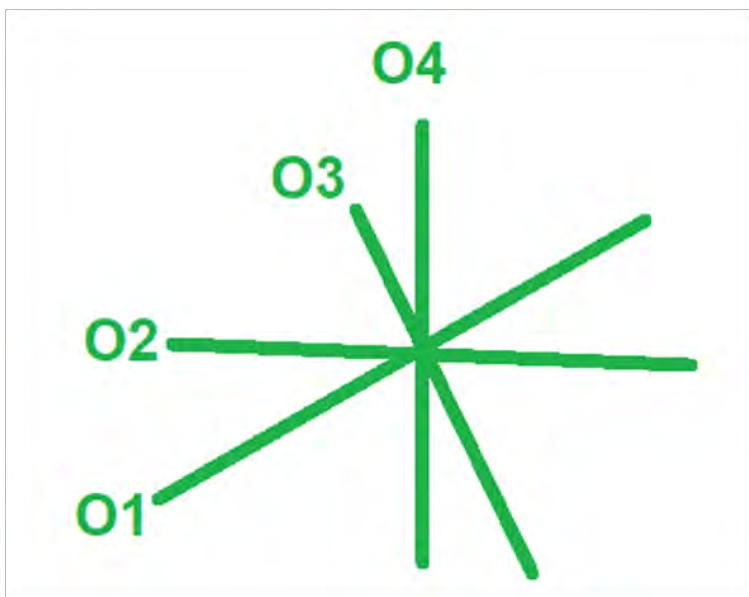


Рис. № 5. Оси фокусировки (сжатия) движущихся возбужденных ионизированных атомов в гексадекапольном конденсаторе.

Электрические поля гексадекапольного конденсатора обладают восемью взаимно перпендикулярными плоскостями симметрии и восемью плоскостями анти симметрии.

Особенность гексадекапольного конденсатора в том, что возбужденные ионизированные атомы в газе фокусируются вдоль четырёх осей симметрии O1, O2, O3, O4.

ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОПОЛЬНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ

Заявленные особенности многопольных конденсаторов позволяют более эффективно использовать их конструктивные особенности для решения следующих задач:

1. Ёмкостные датчики объёмного смещения.
2. Новый способ концентрировать и управлять концентрацией заряженными частицами.
3. Новый способ создавать необходимое распределение плотности тока по сечению пучка заряженных частиц.
4. Способ модуляции в молекулярных генераторах.
5. Эффективная сортировка частиц по их мультипольным моментам.
6. Новые динамические измерительные системы.
7. Осесимметричная фокусировка электрических дуг для достижения температур ядерного синтеза.

26. СПОСОБ РАЗВЕРТКИ ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ В ДЛИННОМ ПРОВОДНИКЕ (ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ)

Опубликован: 14.11.2023 года.

Ссылка: [Способ развертки питающего напряжения](#)

Термины:

1. Длинный проводник (электрическая цепь).
2. Развёртка питающего напряжения.

Определение:

1. Длинный проводник (электрическая цепь) - это проводник (цепь), длина которого не превышает двукратной длины волны, которая может в ней распространяться. Это принципиальное отличие от длинной линии. С точки зрения теории электрических цепей длинный проводник (электрическая цепь) относится к двухполюсникам, в свою очередь длинная линия относится к четырёхполюсникам.
2. Развёртка питающего напряжения – изменение во времени места протекания тока с заданным напряжением.

Назначение:

Способ развертки питающего напряжения в длинном проводнике (электрической цепи) предназначен для формирования локального места на определённом участке проводника (электрической цепи), по которому протекает ток с повышенным напряжением. Местом приложения участка проводника (электрической цепи) с протеканием тока повышенного напряжения можно изменять.

Применение:

1. Определение поля градиентов температур на поверхности или в объёме технологического оборудования, различных продуктов, материалов, веществ, соединений и т.п. Определение поля

градиентов температур осуществляется за счёт применения нового инновационного продукта - биметаллического проводника с знакопеременной контактной разностью потенциалов.

2. Определении места локального изменения проводимости, которое вызвано воздействием любых внешних или внутренних факторов. Внешние или внутренние факторы (влага, соли, кислоты, щелочи, химические вещества, окружающая среда и т.п.) приводят к уменьшению прочности, коррозии, окислению, в любых относительно длинных электропроводящих объектах (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.)
3. Управление точечным нагревом/охлаждением в длинной последовательной электрической цепи с контактной разностью потенциалов для проведения различных термофизических и термохимических превращений внутри и на поверхности различных продуктов, материалов, веществ, соединений и т.п.
4. Управление питанием отдельными нагрузками (например отдельными светодиодами в светодиодной ленте и т.п.) в длинной последовательной электрической цепи.

Принцип работы:

Принцип работы основан на управлении фазовыми соотношениями двух возбуждающих напряжений противоположной полярности, которые приложены с обеих сторон длинного проводника согласно схемы развёртки питающего напряжения № 1.

На рис. № 1 управление фазовыми соотношениями двух возбуждающих напряжений противоположной полярности происходит в высокочастотном трансформаторе Т1 с двумя обмотками со средними точками.

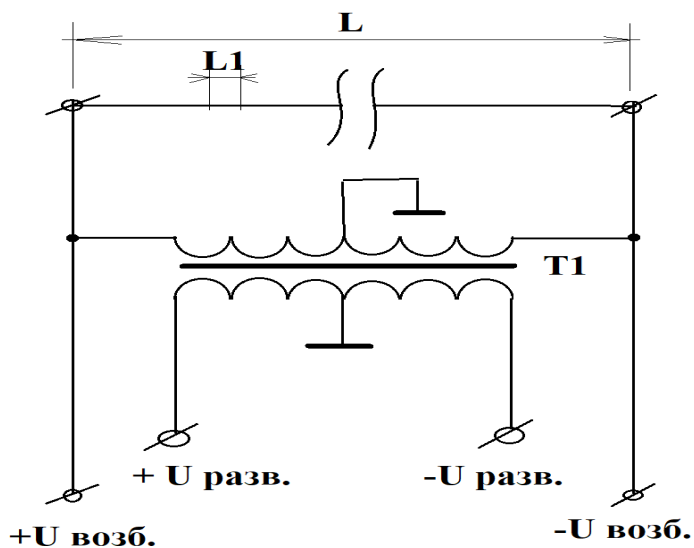


Рис. № 1. Схема развертки питающего напряжения.

Частота возбуждающих напряжений $U_{\text{возб.}}$ противоположной полярности равной:

$$F_{\text{возб.}} = C / (2 * L)$$

Где:

- C – скорость света, м/сек.
- L – длина диагностируемого проводника, м.

Одновременно в длинный проводник подается с двух сторон напряжение развертки $U_{\text{разв.}}$, противоположной полярности с частотой:

$$F_{\text{разв.}} = (C * L1) / L$$

Где:

- $L1$ – точность определения места дефекта, м.
- C – скорость света, м/сек.
- L - длина диагностируемого проводника, м.

Трансформатор $T1$ изменяет фазы двух возбуждающих напряжений разной полярности так, что они встречаются и пересекаются на элементе длины проводника $L1$.

В каждый такт напряжения возбуждения в длинном проводнике формируется элемент длиной $L1$, в котором течет ток с напряжением:

$$U = 2 * U \text{ возб.}$$

График изменения напряжений в длинном проводнике показан на рис. № 2.

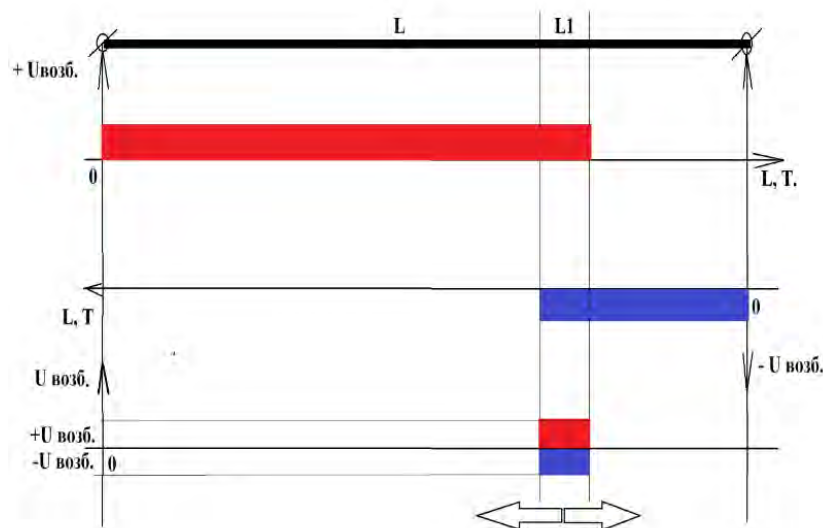


Рис. № 2. График изменения напряжений в длинном проводнике

Благодаря управлению фазовыми сдвигами - в каждом такте подачи напряжений возбуждений присутствует строго заданное место $L1$ в длинном проводнике L , по которому протекает ток с напряжением

$$U = 2 * U \text{ возб.}$$

Пример:

Общая длина проводника (электрической цепи) - 10 метр. Необходимо в элементе длины 1 метр организовать протекание тока с напряжением возбуждения $U = 2 * U \text{ возб.}$ Необходимо управлять этим местом с точностью 1 метр (количество мест управления $N = 10$).

Для таких условий длина волны возбуждающего напряжения должна соответствовать следующему выражению:

$$\lambda_{\text{возб.}} \geq 2 * L$$

$$\lambda_{\text{возб.}} \geq 2 \text{ метр. (} F \geq 15 \text{ МГц)}$$

Где:

- $\lambda_{\text{возб.}}$ - длина волны возбуждающего напряжения.
- L - общая длина проводника

Длина волны развёртывающего напряжения для управления местом протекания тока с напряжением возбуждения $U = 2 * U_{\text{возб.}}$, за один такт питающего напряжения должна соответствовать условию:

$$\lambda_{\text{разв.}} \geq L / N \text{ мест управления}$$

$$\lambda_{\text{разв.}} \geq 10 \text{ метр} / 10 \text{ (} F \geq 300 \text{ МГц.)}$$

ВЫВОД

Предложенный способ развертка питающего напряжения в длинном проводнике (электрической цепи) позволяет управлять в каждом такте возбуждающего напряжения местоположением (местом на длине проводника) протекания тока с повышенным напряжением.

Предложенный способ развертка питающего напряжения может быть применён в различных областях науки и техники, в том числе и как простейшая альтернатива сложным системам управления и диагностики:

1. Диагностика поля градиентов температур на поверхности или в объёме технологического оборудования, различных продуктов, материалов, веществ, соединений и т.п. Определение поля градиентов температур осуществляется за счёт применения нового инновационного продукта - биметаллического проводника с знакопеременной контактной разностью потенциалов.
2. Диагностика места локального изменения проводимости, которое вызвано воздействием любых внешних или внутренних факторов. Внешние или внутренние факторы (влаги, соли, кислоты, щелочи, химические вещества, окружающая среда и т.п.) приводят к

уменьшению прочности, коррозии, окислению, в любых относительно длинных электропроводящих объектах (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.)

3. Управление точечным нагревом/охлаждением в длинной последовательной электрической цепи с контактной разностью потенциалов для проведения различных термофизических и термохимических превращений внутри и на поверхности различных продуктов, материалов, веществ, соединений и т.п.
4. Управление питанием отдельными нагрузками (например отдельными светодиодами в светодиодной ленте и т.п.) в длинной последовательной электрической цепи.

27. СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯ ГРАДИЕНТОВ ТЕМПЕРАТУР НА ПОВЕРХНОСТИ ИЛИ В ОБЪЁМЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, МАТЕРИАЛА, ВЕЩЕСТВА, СОЕДИНЕНИЯ И Т.П.

Опубликован: 14.11.2023 года.

Ссылка: [Способ определение поля градиентов температур](#)

Назначение:

Определение поля градиентов температур на поверхности или в объёме технологического оборудования, различных продуктов, материалов, веществ, соединений и т.п.

Технический результат:

Простая система точного определении мест градиентов температур на поверхности /объёме технологического оборудования, материалов, веществ, соединений и т.п.

Уникальность:

Новация способа основана на синергии двух оригинальных идей:

1. Инновационный продукт - биметаллический проводник с знакопеременной контактной разностью потенциалов. В конструктивном плане биметаллический проводник с знакопеременной контактной разностью потенциалов изготовлен соединением (сваркой) множества коротких проводников из разнородных металлов. Разнородные металлы должны обязательно отличаться коэффициентом термо-ЭДС.
2. Инновационный способ развертки питающего напряжения в длинном проводнике (электрической цепи). Способ развертки питающего напряжения в длинном проводнике (электрической цепи) предназначен для формирования локального места на определённом участке проводника (электрической цепи), по которому протекает ток с повышенным напряжением. Местом

приложение участка проводника (электрической цепи) с протеканием тока повышенного напряжения можно изменять.

Принцип работы:

Исследование поля градиентов температур на поверхности или в объёме технологического оборудования, различных продуктов, материалов, веществ, соединений и т.п., осуществляется с помощью системы развёртки питающего напряжения.

Система развёртки питающего напряжения построена на основе нового инновационного способа развертки питающего напряжения в длинном проводнике (электрической цепи).

Схематически, способ определения поля градиентов температур на поверхности или в объёме технологического оборудования, материала, вещества, соединения и т.п. представлен на рис. № 1.

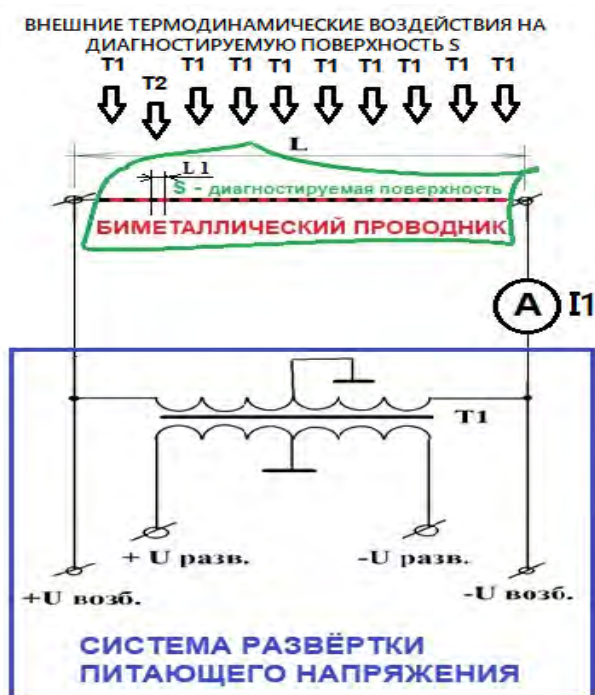


Рис. № 1. Схема реализации способа определения поля градиентов температур.

Биметаллический проводник с знакопеременной контактной разностью потенциалов размещается, например змейкой,

непосредственно по всей поверхности или объёме технологического оборудования, материалов, веществ, соединений и т.п. (см. рис. № 1).

Большое количество точек с контактной разностью потенциалов на единице длины биметаллического проводника (L, рис. № 1) с знакопеременной контактной разностью потенциалов позволяет определять место изменения термодинамического равновесия с точностью, равной нескольким диаметрам проводника (L1, рис. № 1).

В условиях термодинамического равновесия все точки с контактной разностью потенциалов в проводнике не оказывают влияние на передачу электрического сигнала.

Место выхода точки (например, L1, рис. № 1) поверхности/объёма технологического оборудования, материала, вещества, соединения и т.п. из термодинамического равновесия определяется с помощью инновационный способ развертки питающего напряжения в длинном проводнике (электрической цепи).

Для определение поля градиентов температур, в биметаллический проводник с знакопеременной контактной разностью потенциалов, с обеих сторон подают возбуждающие напряжения противоположной полярности.

Управлении фазовыми соотношениями двух возбуждающих напряжениях противоположной полярности происходит в высокочастотном трансформаторе Т1 с двумя обмотками со средними точками.

Частота возбуждающих напряжений $U_{\text{возб.}}$ противоположной полярности равной:

$$F_{\text{возб.}} = C / (2 * L)$$

Где:

- C – скорость света, м/сек.
- L – длина диагностируемого проводника, м.

Одновременно в биметаллический проводник с знакопеременной контактной разностью потенциалов подается с двух сторон

напряжение развертки U разв., противоположной полярности с частотой:

$$\Gamma_{\text{разв.}} = (C \cdot L1) / L$$

Где:

- $L1$ – точность определения места дефекта, м.
- C – скорость света, м/сек.
- L - длина диагностируемого проводника, м.

Трансформатор $T1$ изменяет фазы двух возбуждающих напряжений разной полярности так, что они встречаются и пересекаются на элементе длины проводника $L1$ (рис. № 1).

В каждый такт напряжения возбуждения в биметаллическом проводнике с знакопеременной контактной разностью потенциалов формируется элемент длиной $L1$ (рис. № 1), в котором течет ток с напряжением:

$$U = 2 * U_{\text{возб.}}$$

График изменения напряжений в биметаллическом проводнике с знакопеременной контактной разностью потенциалов показан на рис. № 2.

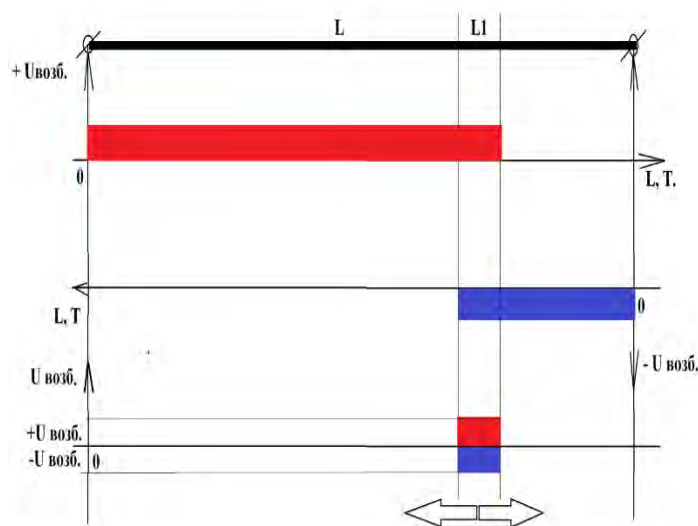


Рис. № 2. График изменения напряжений в биметаллическом проводнике с знакопеременной контактной разностью потенциалов.

Благодаря управлению фазовыми сдвигами - в каждом такте подачи напряжений возбуждений присутствует строго заданное место L1 в биметаллическом проводнике с знакопеременной контактной разностью потенциалов общей длиной L, по которому протекает ток с напряжением:

$$U = 2 * U \text{ возб.}$$

При термодинамическом равновесии протекающий ток в биметаллическом проводнике с знакопеременной контактной разностью потенциалов равен току, протекающему в обыкновенном металлическом проводнике. Связано это с тем, что при термодинамическом равновесии контактная разность потенциалов на одном "соединении" будет всегда компенсироваться точно такой же контактной разностью потенциалов на следующем "соединении". Две одинаковые контактные разности потенциалов всегда направлены в разные стороны - если обходить электрическую цепь по кругу.

В случае выхода места L1 в биметаллическом проводнике с знакопеременной контактной разностью потенциалов за пределы термодинамического равновесия (место подвержено нагреву или охлаждению, вызванному сторонним локальным воздействием, см. T2, на рис. № 1,) ситуация изменяется.

Термопара (термопары) на участке длины L1 превратится в дополнительный источник термо ЭДС. А в момент, когда по участку длины L1 протекает одновременно ток с удвоенным напряжением возбуждения ($U = 2 * U \text{ возб.}$) максимально влияет на значение общего тока, протекающего в биметаллическом проводнике с знакопеременной контактной разностью потенциалов.

Диагностическим маркером локального изменения температуры на участке поверхности или объёма длиной L1 будет являться степень изменения тока в биметаллическом проводнике с знакопеременной контактной разностью потенциалов, по сравнению с другими локальными участками L2, L3 и т.д.

ВЫВОД

Предложенный способ развертка питающего напряжения может быть применён в различных областях науки и техники для целей определения поля градиентов температур на поверхности или в объёме технологического оборудования, различных продуктов, материалов, веществ, соединений и т.п.

Способ может быть реализован только на основе нового инновационного металлического термодарного проводника, который должен быть размещён на поверхности или в объёме диагностируемого технологического оборудования, материала, вещества, соединения и т.п. Количество термодарных соединений на единице длины такого проводника определяется чувствительностью и точностью определения места локации с повышенной или пониженной температурой.

28. ЛИНЕЙНЫЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК С УПРАВЛЯЕМЫМ ПОЛЕМ ТОЧЕЧНЫХ ГРАДИЕНТОВ ТЕМПЕРАТУР

Опубликован: 15.11.2023 года.

Ссылка: [Линейный полупроводниковый теплообменник](#)

Назначение:

Предназначен для формирования и управления полем множества “точечных” источников теплообмена. “Точечные” источники теплообмена управляются в пределах положительных и отрицательных градиентов температур.

Технический результат:

Простое конструктивное исполнение теплообменника. Простая система управления “точками” теплообмена.

Уникальность:

Линейный полупроводниковый теплообменник с управляемым полем точечных градиентов температур имеет уникальную систему управления “точками” теплообмена.

Система управления “точками” теплообмена построена на инновационном способе развертки питающего напряжения в длинном проводнике (электрической цепи). Способ развертки питающего напряжения в длинном проводнике (электрической цепи) предназначен для формирования локального места на определённом участке проводника (электрической цепи), по которому протекает ток с повышенным напряжением. Местом приложения участка проводника (электрической цепи) с протеканием тока повышенного напряжения можно изменять.

Основание:

За основу взят эффект Пельтье. Эффект Пельтье – электротермическое явление нагрева и охлаждения мест контакта

(спая) двух разнородных проводников (металлов, полупроводников), по которым течёт ток. Когда электрический ток пропускают по цепи мест контакта (спая) двух разнородных проводников (металлов, полупроводников), в одном контакте (спае) выделяется тепло, а в другом - поглощается. Это и известно, как эффект Пельтье.

При контакте металлов эффект Пельтье (нагрев/охлаждение) составляет нескольких градусов. При контакте полупроводников эффект Пельтье (нагрев/охлаждение) составляет десятки градуса.

Конструктивное исполнение теплообменника:

В конструктивном плане теплообменник может быть построен:

1. На биметаллическом проводнике с знакопеременной контактной разностью потенциалов.
2. На объёмных полупроводниках.

Рассмотрим теплообменник на объёмных полупроводниках.

Линейный полупроводниковый теплообменник с управляемым полем точечных градиентов температур по конструктивному исполнению похож на элемент Пельтье.

Линейный полупроводниковый теплообменник с управляемым полем точечных градиентов температур состоит из множества последовательно чередующихся объёмных полупроводников n-типа и p-типа, которые соединены медным проводником через медные теплообменные пластины, рис. № 1.

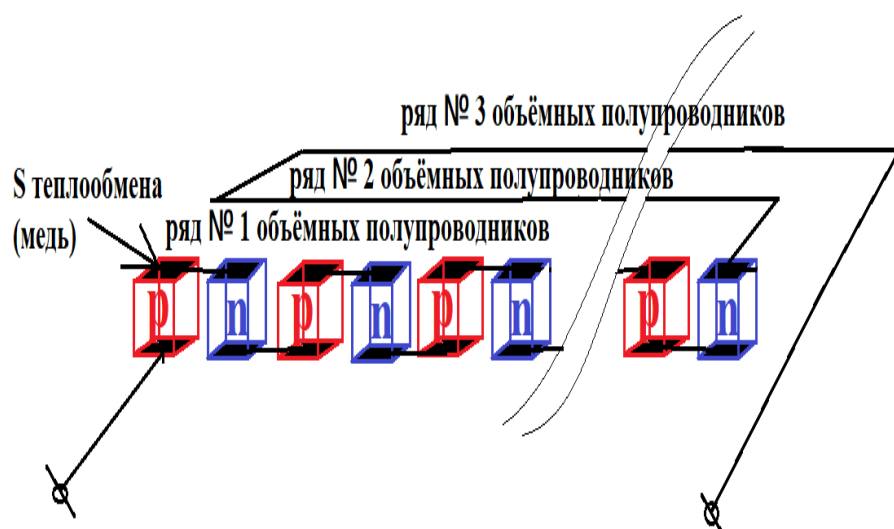


Рис. № 1 Линейный полупроводниковый теплообменник.

Линейка из множества последовательно чередующихся объёмных полупроводников n-типа и р-типа собирается, например змейкой, непосредственно по всей поверхности или в объёме технологического оборудования, материалов, веществ, соединения и т.п.

Объёмные полупроводники можно изготовить по простым технологиям, которые заявлены в настоящем исследовании контактной разности потенциалов и опубликованы в соответствующем разделе настоящего сайта.

Объёмные полупроводники можно взять из готовых элементов Пельтье, см. рис. № 2. В настоящее время промышленность выпускает большую линейку элементов пельтье с полупроводниковыми элементами кубической и прямоугольной формы размерами от 1 до 10 мм.



Рис. № 2. Элемент Пельтье в разобранном виде.

Принцип работы системы управления:

Управление градиентами температур отдельных сборок объёмных полупроводников осуществляется с помощью системы развёртки питающего напряжения.

Система развёртки питающего напряжения построена на основе нового инновационного способа развертки питающего напряжения в длинном проводнике (электрической цепи).

Схематически, способ управления градиентами температур представлен на рис. № 3.

Для управления питанием отдельных источников теплообмена в линейный полупроводниковый теплообменник подают с обеих сторон возбуждающие напряжения противоположной полярности.

Управлению фазовыми соотношениями двух возбуждающих напряжений противоположной полярности происходит в высокочастотном трансформаторе Т1 с двумя обмотками со средними точками.

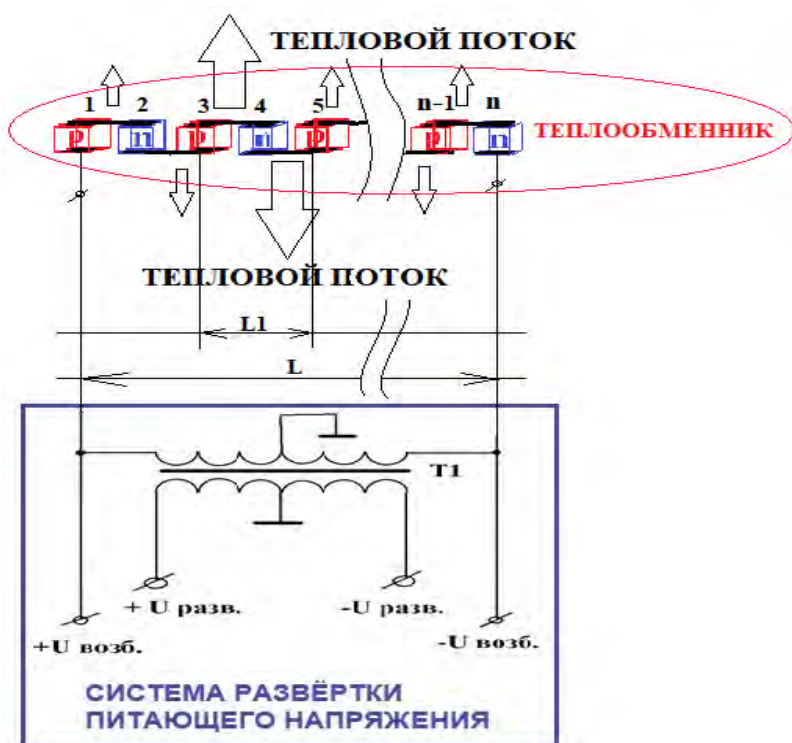


Рис. № 3. Схема реализации способа управления градиентами температур.

Частота возбуждающих напряжений $U_{\text{возб.}}$ противоположной полярности равной:

$$F_{\text{возб.}} = C / (2 * L)$$

Где:

- C – скорость света, м/сек.
- L – длина теплообменника (длина последовательной сборки объёмных полупроводников различной структуры), м.

Одновременно в полупроводниковый линейный теплообменник подается с двух сторон напряжение развертки $U_{разв.}$, противоположной полярности с частотой:

$$f_{разв.} = (C \cdot L1) / L$$

Где:

- $L1$ – размер “точек” теплообмена (сборок объёмных полупроводников), м.
- C – скорость света, м/сек.
- L - длина теплообменника (длина последовательной сборки объёмных полупроводников различной структуры), м.

Трансформатор $T1$ изменяет фазы двух возбуждающих напряжений разной полярности так, что они встречаются и пересекаются на элементе длины проводника $L1$ (рис. № 4).

За каждый такт напряжения возбуждения в полупроводниковом теплообменнике формируется элемент длиной $L1$ (рис. № 4), в котором течет ток с напряжением:

$$U = 2 \cdot U_{возб.}$$

График изменения напряжений в полупроводниковом теплообменнике показан на рис. № 4.

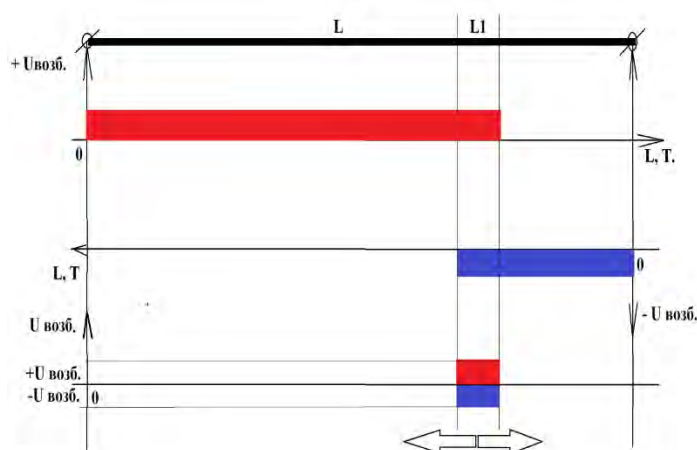


Рис. № 4. График изменения напряжений в полупроводниковом теплообменнике.

Благодаря управлению фазовыми сдвигами - в каждом такте подачи напряжений возбуждений присутствует строго заданное место L1 в полупроводниковом теплообменнике общей длиной L, по которому протекает ток с напряжением:

$$U = 2 * U \text{ возб.}$$

Все последовательно соединённые объёмные полупроводниковые элементы теплообменника, при подаче напряжения возбуждения ($U \text{ возб.}$) становятся источниками небольшого (фонового) равномерного теплообмена по аналогии с процессами, которые протекают в элементе Пельтье.

Ситуация с теплообменом меняется, когда в каждый такт подачи напряжения возбуждения ($U \text{ возб.}$) по выбранному участку длины L1 протекает ток с удвоенным напряжением возбуждения ($U = 2 * U \text{ возб.}$). На участке длины L1, объёмные полупроводниковые термоэлементы становятся источником дополнительного теплообмена, местом приложения которого можно управлять по аналогии, как управляется развёртка изображения в телевизоре.

В линейном полупроводниковом теплообменнике с управляемым полем точечных градиентов температур, температурное поле состоит из множества "точек" (сборок объёмных полупроводников) теплообмена с независимым управлением положительными и отрицательными температурными градиентами. Отдельными "точками" теплообмена можно управлять (нагревом / охлаждение) в пределах десятков градусов. Размер "точек" теплообмена зависит от выбора размеров объёмных полупроводников.

ВЫВОД:

1. Линейный полупроводниковый теплообменник способен формировать поле множества градиентов температур в десятки градусов как охлаждения, так и нагрева.

2. Линейный полупроводниковый теплообменник имеет простое конструктивное исполнение, которое может быть повторено в любой лаборатории.
3. Линейный полупроводниковый теплообменник предназначен в первую очередь для НИОКР, для проведения различных термофизических и термохимических превращений внутри и на поверхности продуктов, материалов, веществ, соединений и т.п.
4. Линейный полупроводниковый теплообменник лишён всех недостатков, которые есть у матричного теплообменника.
5. Инновационная система управления развёрткой питающих напряжений теплообменника позволяет проводить независимое управление каждой теплообменной сборкой в любых направлениях изменения градиента температуры, как нагрев, так и охлаждение. Более подробно о развёртке питающих напряжений заявлено в соответствующем разделе сайта vihrihaosa.ru.

29 МАТРИЧНЫЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК С УПРАВЛЯЕМЫМ ПОЛЕМ ТОЧЕЧНЫХ ГРАДИЕНТОВ ТЕМПЕРАТУР

Опубликован: 14.11.2023 года.

Ссылка: [Полупроводниковый матричный теплообменник.](#)

Назначение:

Предназначен для формирования и управления полем множества “точечных” источников теплообмена. “Точечные” источники теплообмена управляются в пределах положительных и отрицательных градиентов температур.

Технический результат:

Простое конструктивное исполнение теплообменника. Простая система управления “точками” теплообмена.

Основание:

За основу взят эффект Пельтье. Эффект Пельтье – электротермическое явление нагрева и охлаждения мест контакта (спая) двух разнородных проводников (металлов, полупроводников), по которым течёт ток. Когда электрический ток пропускают по цепи мест контакта (спая) двух разнородных проводников (металлов, полупроводников), в одном контакте (спае) выделяется тепло, а в другом - поглощается. Это и известно, как эффект Пельтье.

При контакте металлов эффект Пельтье (нагрев/охлаждение) составляет нескольких градусов. При контакте полупроводников эффект Пельтье (нагрев/охлаждение) составляет десятки градуса.

Конструктивное исполнение теплообменника:

В конструктивном плане теплообменник может быть построен:

3. На биметаллическом проводнике с знакопеременной контактной разностью потенциалов.

4. На объёмных полупроводниках.

Рассмотрим теплообменник на объёмных полупроводниках.

В конструктивном плане представляет собой плоскую сеточную структуру в виде множества вертикальных и горизонтальных тонких электрических проводников. Схематически матричный полупроводниковый теплообменник представлен на рис. № 1.

Места пересечений электрических проводников (узлы сетки) соединены между собой (спаяны) кубиками полупроводникового материала через медные теплообменные прокладки.

Матричный полупроводниковый теплообменник содержит основное управляемое поле градиентов температур, которое используется для технологических целей и техническое (служебное) поле градиентов температур (см. рис. № 1). Техническое поле градиентов температур в работе не используется и выполняет служебную функцию.

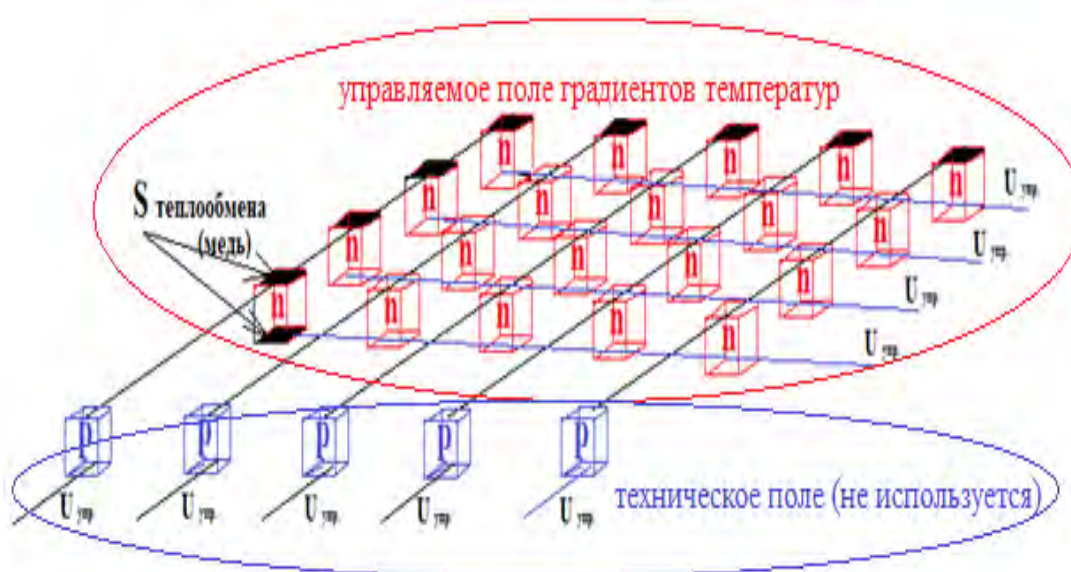


Рис. № 1. Матричный полупроводниковый теплообменник

Объёмные полупроводники можно изготовить по простым технологиям, которые заявлены в настоящем исследовании контактной разности потенциалов и опубликованы в соответствующем разделе настоящего сайта.

Объёмные полупроводники можно взять из готовых элементов Пельтье, см. рис. № 2. В настоящее время промышленность выпускает большую линейку элементов пельтье с полупроводниковыми элементами кубической и прямоугольной формы размерами от 1 до 10 мм.



Рис. № 2. Элемент Пельтье в разобранном виде.

Принцип управления градиентами температур:

Управление градиентами температур отдельных сборок объёмных полупроводников осуществляется с помощью сеточной подачи питающего напряжения к каждому объёмному полупроводнику.

Схематически, сеточный способ подачи питающего напряжения к каждому объёмному полупроводнику показан на рис. № 3.

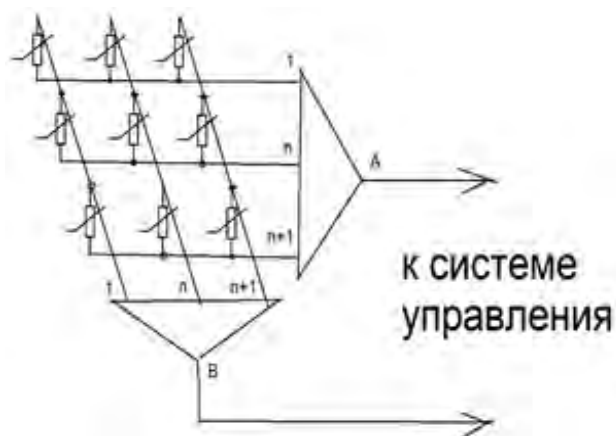


Рис. № 3. Сеточный способ подачи напряжения к каждому объёмному полупроводнику.

В матричном полупроводниковом теплообменнике температурное поле состоит из множества точек теплообмена с независимым управлением положительными и отрицательными температурными градиентами. Предусмотрена возможность управлять нагревом / охлаждением каждой точки теплообмена в пределах десятков градусов. Размер точек теплообмена зависит от выбора полупроводниковых “кубиков” из элемента Пельтье. Расстояние между соседними точками нагрева/охлаждения может быть изменена конструктивно.

ВЫВОД:

1. Матричный полупроводниковый теплообменник способен формировать поле множества градиентов температур в десятки градусов как охлаждения, так и нагрева.
2. Матричный полупроводниковый теплообменник имеет простое конструктивное исполнение, которое может быть повторено в любой лаборатории.
3. Матричный полупроводниковый теплообменник предназначен в первую очередь для НИОКР для проведения различных термофизических и термохимических превращений внутри и на поверхности продуктов, материалов, веществ, соединений и т.п.
4. Матричный полупроводниковый теплообменник имеет ряд существенных недостатков, которые ограничивают сферу применения. Невозможно изменять одновременно температуру нагрева и охлаждения в линейке полупроводниковых элементов, которые размещены на одной вертикальной или горизонтальной ветви электрической цепи. Этому недостатка лишён линейный полупроводниковый теплообменник с управляемым полем градиентов температур, который представлен в соответствующем разделе сайта vihrihaosa.ru.

30. РАЗВЕРТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ КАК НОВЫЙ МЕТОД В ДИАГНОСТИКЕ ДЛИННЫХ ОБЪЕКТОВ

Опубликован: 14.11.2023 года.

Ссылка: [Развертка электрической проводимости](#)

Предлагается новый метод в диагностике - определение технического состояния любых относительно длинных электропроводящих объектов (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.).

Метод позволяет определить в любом длинном электропроводящем объекте (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.) место локального изменения проводимости, вызванное изменением физических или химических свойств за счёт воздействия любых внешних или внутренних факторов.

Метод основан на исследовании общей проводимости в относительно длинного электропроводящего объекта (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.) в тот момент, когда по его локальному участку протекает повышенное напряжение возбуждения. При этом локальным участком протекания повышенного напряжения возбуждения можно управлять разверткой по всей длине проводника.

Если принять во внимание, что электрическая проводимость в каждом элементе длины объекта зависит от физических и химических свойств, внешних и внутренних воздействующих факторов, то зная место локального изменения электропроводности – можно определять техническое состояние любых относительно длинных электропроводящих объектов.

Принцип работы:

Исследование общей проводимости относительно длинного электропроводящего объекта (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.) осуществляется с помощью системы развёртки питающего напряжения.

Система развёртки питающего напряжения построена на основе нового инновационного способа развертки питающего напряжения в длинном проводнике (электрической цепи).

Схематически, развертка электрической проводимости представлена на рис. № 1.

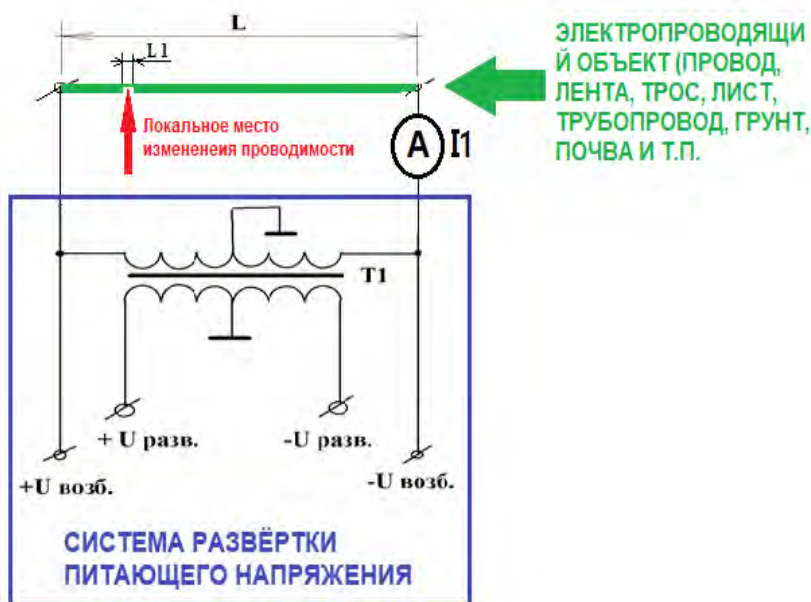


Рис. № 1. Схема реализации способа развертки электрической проводимости.

Для развертки электрической проводимости в исследуемый длинный электропроводящий объект (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.) подают возбуждающие напряжения противоположной полярности.

Управлении фазовыми соотношениями двух возбуждающих напряжений противоположной полярности происходит в высокочастотном трансформаторе Т1 с двумя обмотками со средними точками.

Частота возбуждающих напряжений $U_{\text{возб.}}$ противоположной полярности равной:

$$F_{\text{возб.}} = C / (2 * L)$$

Где:

- C – скорость света, м/сек.
- L – длина диагностируемого проводника, м.

Одновременно в длинный электропроводящий объект (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.) подается с двух сторон напряжение развертки U разв., противоположной полярности с частотой:

$$F_{разв.} = (C * L1) / L$$

Где:

- $L1$ – точность определения места дефекта, м.
- C – скорость света, м/сек.
- L - длина диагностируемого проводника, м.

График изменения напряжений в длинном электропроводящем объекте (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.) показан на рис. № 2.

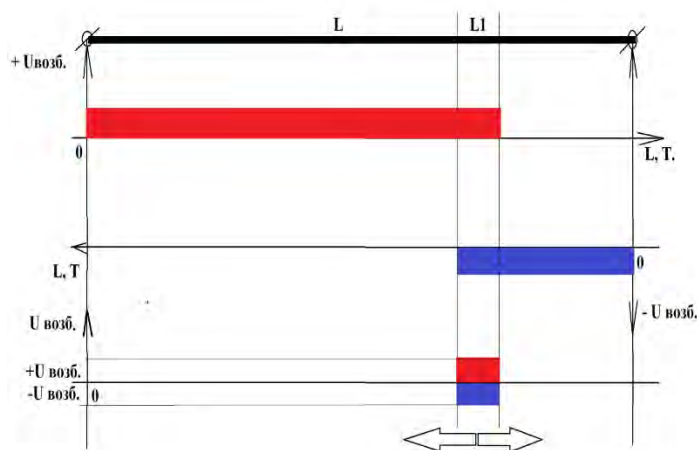


Рис. № 2. График изменения напряжений в длинном электропроводящем объекте.

Трансформатор $T1$ изменяет фазы двух возбуждающих напряжений разной полярности так, что они встречаются и пересекаются на элементе длины проводника $L1$ (рис. № 1).

В каждый такт напряжения возбуждения в длинном электропроводящем объекте (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.) формируется элемент длиной $L1$ (рис. № 1), в котором течет ток с напряжением:

$$U = 2 * U_{возб.}$$

Благодаря управлению фазовыми сдвигами - в каждом такте подачи напряжений возбуждений присутствует строго заданное место L1 в длинном электропроводящем объекте общей длиной L, по которому протекает ток с напряжением:

$$U = 2 * U \text{ возб.}$$

Применительно к длинному электропроводящему объекту (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.) – такой объект всегда подвержен воздействию внешних и/или внутренних факторов (влаги, соли, кислоты, щелочи, химические вещества, окружающая среда и т.п.), которые приводят к уменьшению прочности, коррозии, окислению, в любых относительно длинных электропроводящих объектах (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.). Внешние воздействия всегда локализованы определёнными участками (для примера, в нашем случае L1, рис. № 1). Такие участки, как правило, имеют проводимость отличную от проводимости на соседних участках.

Если в участке L1 длинного электропроводящего объекта изменилась локальная проводимость и одновременно по участку L1 протекает ток с удвоенным напряжением возбуждения ($U = 2 * U \text{ возб.}$) - изменится общий ток в системе.

Диагностическим маркером локального изменения проводимости на участке длиной L1 будет являться степень изменения тока в электропроводящем объекте (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.), по сравнению с другими локальными участками L2, L3 и т.д.

ВЫВОД

Внешние и/или внутренние факторы (влаги, соли, кислоты, щелочи, химические вещества, окружающая среда и т.п.) приводят к уменьшению прочности, коррозии, окислению, в любых относительно длинных электропроводящих объектах (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.). Определении места локального изменения проводимости, которое вызвано воздействием любых

внешних или внутренних факторов является первостепенной задачей в диагностике.

К сожалению, все существующие методы диагностики длинных электропроводящих объектах имеют главный недостаток – это невозможность определять дефекты не находясь в полном контакте или непосредственной близости с электропроводящим объектом (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.). Невозможно без “прохода” по длинному электропроводящему объекту провести дефектовку по участкам.

Развертка электрической проводимости как новый метод в диагностике длинных объектов лишена этого главного недостатка и может предложить диагностику участков электропроводящих объектов (провод, лента, лист, трос, трубопровод, грунт, почва и т.п.) без “прохода” по длинному электропроводящему объекту.

Более подробная информация заявлена в соответствующем разделе сайта vihrihaosa.ru / vihrihaosa.wordpress.com

31. ПРИЛОЖЕНИЕ

Добро пожаловать в авторский проект инновационных идей и экспериментов, а также творчество в различных областях науки и техники - ВИХРИ ХАОСА.

vihrihaosa.ru

vihrihaosa.wordpress.com

Проект предлагает:

- инновационные не патентованные идеи, научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы и творчество в различных областях науки и техники.
- инновационные идеи и решения технических задач по заявкам сторонних лиц.
- научно-техническая оценка инновационных идей, решений, проектов сторонних лиц.
- раскрытие ноу-хау, конструкций, моделей и услуг технологического содержания.
- авторские книги в различных областях науки и техники ([ссылка](#)).
- видео отчёты результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ ([ссылка](#)).
- новый формат взаимодействия изобретателей – краудсорсинговая площадка изобретателей ([ссылка](#)).

32. ЛИТЕРАТУРА

1. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Электрическая генерация.**
Книга 1 из 11. Издание 2020 год.
2. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Экология.**
Книга 2 из 11. Издание 2020 год.
3. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Диагностика, контроль и управление.**
Книга 3 из 11. Издание 2020 год.
4. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Металлургия.**
Книга 4 из 11. Издание 2020 год.
5. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Двигатели силовые установки и привода.**
Книга 5 из 11. Издание 2020 год.
6. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Транспорт.**
Книга 6 из 11. Издание 2020 год.
7. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Аэродинамика.**
Книга 7 из 11. Издание 2020 год.
8. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Сверхлёгкие самодельные вертолёты.**
Книга 8 из 11. Издание 2020 год.
9. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Самодельное оборудование для НИОКР.**
Книга 9 из 11. Издание 2020 год.
10. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Смешивание, перемешивание, измельчение.**
Книга 10 из 11. Издание 2020 год.
11. Инновационные идеи и решения для различных областей науки и техники. **Идеи, эксперименты и технологии прочие.**
Книга 11 из 11. Издание 2020 год.