



УКРАЇНА

(19) UA (11) 27476 (13) U  
(51) МПК (2006)  
G01R 29/08  
G01N 29/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ПРИСТРІЙ НЕПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ ФІЗИЧНОГО СТАНУ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

1

(21) u200710509

(22) 24.09.2007

(24) 25.10.2007

(72) ГЛИВА ВАЛЕНТИН АНАТОЛІЙОВИЧ, UA,  
ЗАПОРОЖЕЦЬ ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ, UA,  
ЗАРИЦКИЙ МИКОЛА СЕРГІЙОВИЧ, UA,  
КЛАПЧЕНКО ВАСИЛЬ ІВАНОВИЧ, UA,  
ПОТАПЕНКО ГЕОРГІЙ ДАНИЛОВИЧ, UA,  
ПРОКОПЕНКО ГЕОРГІЙ ІВАНОВИЧ, UA

(73) ГЛИВА ВАЛЕНТИН АНАТОЛІЙОВИЧ, UA,  
ЗАПОРОЖЕЦЬ ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ, UA,  
ЗАРИЦКИЙ МИКОЛА СЕРГІЙОВИЧ, UA,  
КЛАПЧЕНКО ВАСИЛЬ ІВАНОВИЧ, UA,  
ПОТАПЕНКО ГЕОРГІЙ ДАНИЛОВИЧ, UA,  
ПРОКОПЕНКО ГЕОРГІЙ ІВАНОВИЧ, UA

(56)

2

(57) Пристрій неперервного контролю фізичного стану металевих конструкцій, що складається з датчиків реєстрації струмів витоку і акустичної емісії, ліній зв'язку та блока оброблення інформації, який відрізняється тим, що датчики реєстрації струмів витоку та акустичної емісії через лінії зв'язку підключають безпосередньо до звукової карти персонального комп'ютера; поява, амплітудні значення та спектральний склад струмів витоку і сигналів акустичної емісії реєструються неперервно, автоматично, з одночасним накопиченням, обробленням і візуалізацією отриманих сигналів та автоматичним повідомленням про їх наближення до критичних рівнів.

Даний пристрій належить до галузі вимірювання фізичних величин, а саме: чисельних значень електричних струмів витоку у металевих конструкціях та амплітудних і частотних характеристик акустичних сигналів при утворенні дефектів у конструкційних матеріалах. Пристрій може бути використаний для неперервного неруйнівного контролю металевих конструкцій.

Основними причинами зниження міцнісних характеристик металевих конструкцій є корозія, здебільшого - електрокорозія внаслідок неконтрольованого протікання електричних струмів елементами конструкцій [Григорьев О.А., Петухов В.С., Соколов В.А. Влияние неисправностей системы электроснабжения зданий на ускоренную коррозию трубопроводов // Новости теплоснабжения. - 2002. - №7. - с.44-46] та тріщинотворення, яке супроводжується емісією акустичних імпульсів [Недосека А.Я. Трещины и волны деформаций в сварных соединениях и материалах // Диагностика и прогнозирование разрушения сварных конструкций. - 1987. - Вып. 5. - с.19-24].

Існує багато приладів та пристроїв для вимірювання електрострумів витоку та реєстрації акустичної емісії. Найпростішим і найбільш використовуваним методом виявлення струмів

витоку є пряме вимірювання цих струмів вимірювальними приладами (амперметрами) відповідних технічних характеристик. Недоліками такого методу є те, що роботи виконуються вручну, періодично і потребують гальванічного розмикання струмонесучого кола, що не завжди можливо для контролю електрострумів цілісних металевих конструкцій.

Відомий пристрій реєстрації сигналів акустичної емісії у напівавтоматичному режимі [Лебединская В.И., Лукьянов Е.Ф. Устройство регистрации акустико-эмиссионной информации // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. - 1989. № 1. - с.78-80] і аналогічні йому побудовані на аналізі осцилограм отримуваних сигналів і мають обмежені можливості для накопичення отримуваної інформації та не передбачають її автоматичного оброблення.

Частково ці недоліки було подолано при розробленні способу виявлення струмів витоку [Патент RU 2208233, 2003 Способ обнаружения токов утечки, возможности и появления и поиска мест их возникновения в системах электроснабжения]. Недоліками такого способу є те, що струми витоку виявляються за допомогою подачі у струмопровідну мережу сигналів нехарактерної частоти, що потребує підключення

UA (19) 27476 (13) U

відповідного генератора та виникає необхідність переміщення індукційних датчиків і переносного комп'ютера в межах об'єкта. До того ж, це устаткування функціонує у напівавтоматичному режимі та не забезпечує неперервного моніторингу струмів витоку, здійснюючи контроль тільки одного фактора негативного впливу.

Досить прийнятним обладнанням для контролю фізичного стану металоконструкцій промислових об'єктів є аналогічні за технічними даними акустико-емісійний комплекс СЦАД 16.02 та система збирання даних акустичної емісії ССД 64 [Белов В.М., Глушко А.Н., Подлевских М.Н., Струченко А.Н., Тарутин О.П. Методика и аппаратура для акустико-эмиссионной диагностики // Энергетик. - 2002. - №10. - с.74-82], а також восьмиканальний портативний прилад відбору, реєстрації та обробки акустичної емісії [Сокальський В.Р., Сергієнко О.М., Оліярник Б.О. та ін. Розробка методик і засобів виявлення, зародження та розвитку тріщин у великогабаритних об'єктах під впливом навантаження і робочого середовища // Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин. Зб.наук.пр. - К.: ІЕЗ НАН України. - 2006. - с.48-51].

Недоліками цих систем та устаткування також є обмеження функціональних можливостей, необхідність переміщення реєструючої апаратури, періодичне виконання робіт з діагностики конструкцій, використання спеціального устаткування високої вартості.

Цих недоліків, в основному, позбавлений пристрій, який дозволяє в автоматичному режимі виявляти струми витоку, що спричиняють електрокорозію металевих конструкцій [Патент України №24056, 2007. Пристрій виявлення незбалансованих струмів та струмів витоку у системах електроживлення автоматизованих систем]. Цей пристрій дозволяє реєструвати та аналізувати змінні електричні сигнали будь-якого походження, є найближчим аналогом і був обраний за прототип.

Основними недоліками найближчого аналогу є те, що він дозволяє здійснювати контроль тільки одного з факторів негативного впливу на фізичний стан металевих конструкцій і має обмежений частотний діапазон, в той час як сигнали акустичної емісії, обумовлені тріщиноутворенням, належать до ультразвукової частини спектра.

Технічною задачею, на розв'язання якої спрямовано дану корисну модель, є неперервний, автоматичний контроль фізичного стану металевих конструкцій за рахунок реєстрації струмів витоку і акустичної емісії у елементах конструкцій, з одночасним накопиченням, обробленням і візуалізацією отриманих сигналів та автоматичним повідомленням про наближення їх до критичних рівнів.

Досягнення поставленої мети у даній корисній моделі забезпечується за рахунок того, що працюючи за відомими принципами ферорезонансний датчик магнітного поля [див. Глыва В.А., Ковтун И.Н. Повышение уровня охраны труда за счет непрерывного мониторинга

вредных физических факторов // Сварщик. 2007. - №3. - с. 77-78], який реєструє рівні електрострумів, та п'єзоелектричний датчик акустичної емісії [див. <http://www.paton.kiev.ua>, <http://www.kip-pribor.ru>] розташовуються на поверхні металевої конструкції і через лінії зв'язку підключаються безпосередньо до звукової карти персонального комп'ютера, який є блоком оброблення інформації.

Пристрій неперервного контролю фізичного стану металевих конструкцій складається з датчиків струмів витоку і акустичної емісії, з'єднаних лініями зв'язку з персональним комп'ютером (комп'ютерами), який працює під управлінням операційної системи сімейства Windows, має програмне забезпечення для аналізу частотного спектра та інтерфейс для уяочення отримуваної інформації і автоматичного попередження про наближення контрольованих параметрів до критичних рівнів.

Даний пристрій працює наступним чином.

Датчик реєстрації рівня магнітного поля закріплюється без гальванічного контакту на поверхні металевої конструкції. Лінією зв'язку цей датчик підключається до лінійного входу (Line-IN) звукової карти, де отримувані сигнали відцифровуються та обробляються програмою аналізу частотного спектра (наприклад, сімейства Spectrogram) і виводяться на екран монітора у координатах „частота” - „сила струму”. При цьому чисельні дані про амплітудні значення сили струму отримуються автоматичним перерахунком значень рівнів магнітних полів у значення струмів, які їх генерували, виходячи з фундаментальних фізичних принципів [див. Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики. Справочник. - К.: Наукова думка, - 1989г.].

Датчик акустичної емісії (наприклад, ДАЭ-002P-0, GT200) закріплюється на поверхні металевої конструкції з використанням акустично-прозорої проміжної субстанції [див. Швець Т.М., Мельниченко З.М., Грузд А.А. и др. Акустопрозрачные клеи для крепления датчиков АЭ // Диагностика и прогнозирование разрушения сварных конструкций. - 1985. - №1. - с.93-97] і лінією зв'язку підключається до мікрофонного входу звукової карти (Mic), де отримувані сигнали відцифровуються, обробляються тією ж програмою аналізу частотного спектра та виводяться на екран у координатах „частота” - „амплітуда”. Висновки і відповідні повідомлення щодо початку процесів тріщиноутворень робляться виходячи з того, що зв'язок між початком формування тріщин і частотними та амплітудними характеристиками відповідних сигналів акустичної емісії для більшості конструкційних матеріалів досліджених і відомий [див. Семашко Н.А. Акустическая эмиссия в экспериментальном материаловедении. - М.: Машиностроение. - 2002]. Отримана інформація накопичується у дисковій пам'яті комп'ютера для подальшого аналізу щодо небезпечності струмів витоку, виходячи зі значень електрохімічного еквіваленту даного конструкційного матеріалу, та кількості зареєстрованих перевищень сигналами акустичної емісії встановленого критичного рівня

за інтервал часу спостереження. При цьому автоматичне повідомлення здійснюється як про появу відповідного фізичного фактора, так і про наближення його до критичного рівня. Усе устаткування попередньо калібрується за допомогою відповідних генераторів імпульсів.

Був виготовлений зразок пристрою і використаний для діагностики металевої конструкції, виробленої з конструкційної сталі. Цей зразок дозволив виявляти струми витоку, що викликають електрокорозію заземленої частини конструкції, та діагностувати початок процесу тріщиноутворень при її циклічному механічному навантаженні.

Дослідна експлуатація показала високу надійність компонентів пристрою та економічну доцільність його використання для поточного контролю фізичного стану металевих конструкцій.