

Н.О. ЖУЧЕНКО, канд. техн. наук

О.В. ТАРАСЕНКО

Д.В. ПРЯДЧЕНКО

ФЕРОЗОНДОВИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ДЕФЕКТІВ ДЕТАЛЕЙ ТА ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ

Описана блок-схема та принцип дії ферозондового пристрою для контролю дефектів деталей та виробів складної форми за допомогою використання додаткового компенсаційного ферозонду та пристрою компенсації, що дає змогу визначити придатність цих виробів та деталей для подальшої експлуатації. Запропоновано схему обробки вихідного сигналу ферозондів.

Описаны блок-схема и принцип действия ферозондового устройства для контроля дефектов деталей и изделий сложной формы с помощью использования дополнительного компенсационного ферозонда и устройства компенсации, что дает возможность определить пригодность этих изделий и деталей для дальнейшей эксплуатации. Предложена схема обработки выходного сигнала ферозондов.

У зв'язку з тим, що на цей час, як в Україні, так й у країнах ближнього зарубіжжя, нерідко виникає питання про можливості подальшої працездатності, зокрема, збереження цілісності відповідальних конструкцій й окремих деталей механізмів і машин, термін служби яких або вичерпався, або близький до цього терміну, усе більше виникає потреба в приладах і пристроях, які в змозі прогнозувати термін служби, а також діагностувати надійність металевих конструкцій, деталей або виробів.

Для визначення надійності й довговічності конструкції можуть бути використані як руйнуючі [1], так і не руйнуючі [2] методи контролю. Очевидно, що для діючих конструкцій найбільше підходять останні. Одним з найбільш достовірних неруйнівним методів контролю фізико-механічних властивостей та структури феромагнітних матеріалів та виробів з цих матеріалів – є магнітний метод [3].

Особливість роботи магнітних пристроїв заснована на тому, що контролювана поверхня металеві конструкції повинна бути намагнічена. У результаті зчитування магніточутливими елементами (у якості яких можуть виступати датчики Холу, магніторезистори, ферозонди і ін.) магнітної інформації, по залишковій намагніченості робиться висновок про доцільність і безпеку подальшого використання конструкції за тих самих умов експлуатації або зміни цих умов у бік зменшення навантажень на конструкцію, для запобігання сталого руйнування.

Удосконалення ферозондових пристроїв для контролю феромагнітних великогабаритних деталей та виробів складної форми обґрунтовано тим, що існуючий магнітопорошковий метод не відповідає вимогам екологічної безпеки, потребує багато часу для проведення контролю та є суб'єктивним.

Недоліком існуючих ферозондових пристроїв є те, що при контролюванні виробів, які мають східчасті поверхні або галтельні переходи, вони видають результат з похибкою, що є неприпустимою при технічних вимірюваннях.

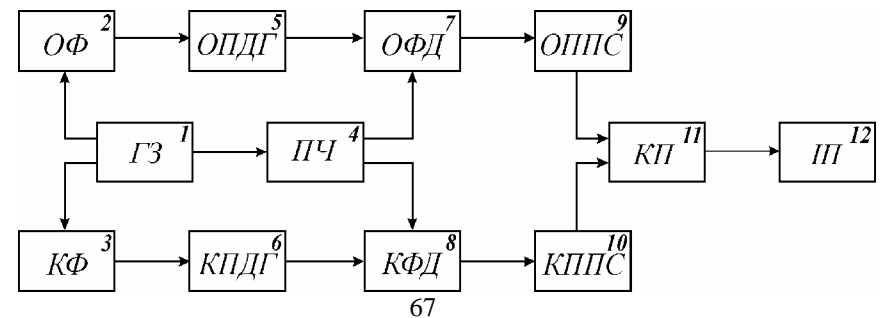
Ця похибка полягає у тому, що інформаційний сигнал, який зчитується ферозондом від сходів бездефектної поверхні, має форму та амплітуду, що схожа з інформаційним сигналом від дефекту. Як правило, дефекти виникають у місцях сполучення декількох поверхонь, і дуже важливо мати вірне уявлення про дійсну наявність дефектів.

До останнього часу ферозондові пристрої використовувалися тільки для контролю гладкої поверхні, де вони себе добре зарекомендували завдяки достатній чутливості ферозондового методу і, що не менш важливе, можливості автоматизувати процес контролю.

При використанні ферозондового методу контролю для негладкої, а саме – східчастої поверхні, раніше пропонувалися порівняння експериментальних результатів з попередньо прорахованими математично результатами, що давало змогу у разі розбіжності цих результатів говорити про наявність дефекту. Але цей метод є достатньо трудомістким і потребує відповідної кваліфікації персоналу щодо математичних розрахунків. При навіть невеликій зміні геометричних параметрів розраховані математично магнітні поля розсіювання негладкої поверхні (сходів або галтельних переходів) значно відрізняються один від одного. В результаті, іноді виникають ситуації, коли ферозондовий метод видає наявність дефекту у бездефектній поверхні через незначні розбіжності геометричних параметрів. Це не є прийнятним. Ферозондовий пристрій, що пропонується, не має цих недоліків, завдяки відсутності необхідності попередніх математичних розрахунків.

У ферозондовому пристрої, що описується, пропонується використовувати ще один компенсаційний ферозонд, тобто загальна кількість ферозондів дорівнює двом, їх осердя мають різні розміри, а також структурними блоками, які дозволяють обробляти інформаційні сигнали з компенсаційного ферозонду, а саме – компенсаційний підсилювач другої гармоніки, компенсаційний фазовий детектор, компенсаційний підсилювач постійного струму та компенсаційний пристрій, що призведе до того, що ферозондовий пристрій може бути використаний для визначення наявності дефектів з компенсацією перешкод, що спричиняють східчасті поверхні або галтельні переходи.

Блок – схема ферозондового пристрою має наступний вигляд:



Ферозондовий пристрій містить генератор збудження 1 (ГЗ), основний 2 (ОФ) та компенсаційний 3 (КФ) ферозонди з осердям різних розмірів, подвоювач частоти 4 (ПЧ), основний 5 (ОПДГ) та компенсаційний 6 (КПДГ) підсилювачі другої гармоніки, основний 7 (ОФД) та компенсаційний 8 (КФД) фазові детектори, основний 9 (ОППС) та компенсаційний 10 (КППС) підсилювачі постійного струму, компенсаційний пристрій 11 (КП) та індикаторний пристрій 12 (ІП) та електричні лінії зв'язку.

Ферозондовий пристрій функціонує наступним чином.

Синусоїдальна напруга з генератора збудження 1 подається на обмотку збудження основного 2 та компенсаційного 3 ферозондів. Під впливом вимірюваного магнітного поля на виході ферозондів 2, 3 формується напруга складної форми. Напруга з основного ферозонду 2 надходить на основний підсилювач 5 другої гармоніки, який фільтрує сигнал, що надійшов, та підсилює напругу другої гармоніки. Далі, цей сигнал надходить на основний фазовий детектор 7, на який також подається збільшена вдвічі по частоті за допомогою подвоювача частоти 4 напруга генератора збудження 1. Таким чином, основний фазовий детектор 7 формує постійну напругу, яка пропорційна індукції магнітного поля дефекту та перешкоди. Це напруга за допомогою основного підсилювача струму 9 підсилюється по струму та надходить на компенсаційний пристрій 11. Формування компенсаційного сигналу здійснюється аналогічно: напруга з компенсаційного ферозонду 3 надходить на компенсаційний підсилювач другої гармоніки 6, який фільтрує сигнал, що надійшов, та підсилює напругу другої гармоніки, яка, в свою чергу, поступає на компенсаційний фазовий детектор 8, до якого також подається збільшена вдвічі по частоті за допомогою подвоювача частоти 4 напруга генератора збудження 1. Таким чином, компенсаційний фазовий детектор 8 формує постійну напругу, яка пропорційна індукції магнітного поля тільки перешкоди. Це можливо завдяки тому, що компенсаційний ферозонд 3 має збільшені габарити осердя і є нечутливим до магнітних полів розсіювання дефекту, і вимірює тільки нормальну складову напруженості магнітного поля перешкоди. Габарити осердя збільшені таким чином, що чутливість основного 2 та компенсаційного 3 ферозондів однакова, тобто зі збільшенням довжини осердя потрібно збільшити площину його перерізу. Сформований сигнал за допомогою компенсаційного підсилювача струму 10 підсилюється по струму та надходить на компенсаційний пристрій 11. Таким чином, до компенсаційного пристрою 11 надходять сигнали, що пропорційні магнітному полю перешкоди та дефекту одночасно (з основного ферозонду 2) та магнітному полю тільки перешкоди (з компенсаційного ферозонду 3), які порівнюються між собою. При однакових сигналах, тобто при відсутності різниці між ними, на індикаторний пристрій 12 подається сигнал, про те що поверхня, яка контролюється, не має дефектів. В протилежному випадку, при наявності різниці між сигналами, індикаторний пристрій 12 видає інформацію про наявність дефекту.

Тобто в результаті, ферозондовий пристрій сигналізує про те, у якому стані знаходиться феромагнітна поверхня деталі або виробу, що досліджується: бездефектна; має дефекти малого розміру (використання тільки у полегшеному режимі); має дефекти великого розміру (непридатна для подальшої експлуатації) – це дозволить не перевантажувати ненадійні великогабаритні деталі, а також визначити непридатні для подальшої роботи деталі та уникнути поломок та аварій під час їхньої експлуатації.

Список літератури: 1. Термическая обработка в машиностроении: Справочник/ под ред. *Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахитадта.* – М.: Машиностроение, 1980. – 783 с. **2.** Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. В 2-х томах. Том 2 / под ред. *В.В. Клюева* / 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986, 352 с. **3.** *Михеев М.Н., Горкунов Э.С.* Магнитные методы структурного анализа и неразрушающего контроля. – М.: Наука. – 1993. – 252 с.

Надійшла до редколегії 11.09.08