

Celem projektu jest zaprojektowanie inteligentnego systemu ekspertowego do wykrywania uszkodzeń w strukturach kompozytowych takich jak żelbet. System ekspertowy, jest to taki system, który zawiera w sobie wiedzę składającą się z reguł „jeżeli ... to ...”, system taki ‘wnioskuje’ zatem podobnie jak człowiek; ekspert w jakiejś dziedzinie. Metoda M5 pozwala zaobserwować, że wraz ze zmianami fizycznymi w obiekcie, zmieniają się jego częstotliwości rezonansowe. Jednak ciężko jest stwierdzić, jakie zmiany jak wpłyną na charakterystykę częstotliwościową. Poprzez poznanie reguł asocjacji będzie można powiązać częstotliwości, z jakimi naturalnie drga obiekt (częstotliwości rezonansowe) z konkretnymi defektami. System ekspertowy umożliwi również dobre ustawienie systemu.

Częstotliwości rezonansowe dowolnego obiektu są dla niego tak unikalne i charakterystyczne, jak odciski palców są charakterystyczne i niepowtarzalne dla człowieka. Zmiana tych częstotliwości zawsze jest powiązana z fizycznymi zmianami lub uszkodzeniami. Obserwacja ta pozwala współczesnej technice wykrywać najróżniejsze wady w bardzo różnorodnych obiektach, od transformatorów, silników, turbin i innych maszyn, po np. samoloty lub mosty. Rozpoznanie częstotliwości rezonansowych może być również wykorzystane do identyfikacji materiału i rozmiarów próbki. Przykładowo, nawet proste aplikacje telefoniczne umożliwiają obecnie rozpoznanie rodzaju i autentyczności monet bulionowych.

Istnieje wiele różnych metod wytwarzania i wykrywania drgań. W zależności od założonych celów, urządzenie indukujące wibracje może przybierać różne formy, od młotka przez głośnik po laser. Różne czujniki mogą być również wykorzystane jako przyrządy pomiarowe. Wachlarz możliwości sięga od prostego mikrofonu po wibrometry laserowe lub akcelerometry. Zazwyczaj drgania obiektu są wykrywane na jego powierzchni lub przez analizę wydawanych przez niego dźwięków. Jednak tu pojawia się problem! W wielu przypadkach obiekt nie jest bezpośrednio dostępny, a generowane dźwięki są niewykrywalne. Czy w takich sytuacjach można zidentyfikować jego częstotliwości rezonansowe? Autorzy projektu uważają, że tak. Zamierzeniem badań jest stworzenie nowej metody, mającej na celu testowanie niedostępnych elementów w złożonych strukturach. Ponadto autorzy wierzą, że można to wykonać w sposób całkowicie bezkontaktowy. Oznacza to, że urządzenie nie musi nawet dotykać próbki. Wymaga to jednak zupełnie nowego podejścia do wzbudzenia i odczytywania drgań.

Koncepcja metody powstała podczas wcześniejszych badań nad identyfikacją struktur z żelazobetonu. Degradacja konstrukcji tego typu spowodowana korozją jest ogromnym problemem na całym świecie. Przykładowo 14 sierpnia 2018 r., miał miejsce straszny wypadek. Most Morandiego w Genewie we Włoszech zawalił się, wysyłając pojazdy i tony gruzu na ziemię 150 stóp poniżej i zabijając 43 osoby. Korozja była głównym powodem tej katastrofy. Takie zdarzenia się coraz częstsze. Według Federalnej Administracji Dróg w U.S., około 30% budynków na świecie jest w pewnym stopniu dotkniętych korozją. Ogólny globalny koszt korozji sięga nawet 2,5 biliona dolarów rocznie. Autorzy projektu dowiedli już wcześniejszymi badaniami, że pojawienie się korozji prętów zbrojeniowych zmienia częstotliwości rezonansowe całego budynku, jednak ze względu na tłumienie sygnałów przez beton trudno jest wykryć te zmiany. Proponowana metoda pozwala zminimalizować efekt tłumienia, a jest to zaledwie jeden z wielu przykładów jej możliwych zastosowań. Jak jednak miałyby to działać?

W metodzie M5 drgania indukowane są przez zmienne pole magnetyczne wytwarzane przez elektromagnes lub wirujące magnesy trwałe. Jeżeli w pobliżu wzbudzenia znajduje się jakiś materiał ferromagnetyczny, albo taki, który dobrze przewodzi prąd elektryczny, to będzie on oddziaływać z polem magnetycznym i w efekcie zacznie drgać. Dużą zaletą metody jest to, że wibracje wzbudzone są bezpośrednio w testowanym elemencie. Trzy różne zjawiska są odpowiedzialne za powstawanie drgań: oddziaływania magnetyczne, magnetostrykcja i prądy wirowe (siła Lorentz'a). W zależności od testowanego materiału inne zjawiska mogą okazać się kluczowe. Dla ferromagnetyków najważniejsze są oddziaływania magnetyczne. Natomiast dla dobrych przewodników takich jak np. miedź znaczenia nabierają prądy wirowe, które powodują powstanie pola przeciwnego do tego, które je wytworzyło. Poprzez oddziaływanie magnetyczne drgania przenoszone są na magnes trwały znajdujący się nad badanym elementem i to właśnie te drgania są monitorowane. Dzieje się tak gdyż magnes jest połączony z czujnikiem drgań, takim jak np. akcelerometr. Czujnik przetwarza wibracje na odpowiadający im sygnał elektryczny. Sygnał ten, a dokładniej jego widmo częstotliwościowe jest dalej analizowane. Dzięki zastosowaniu systemu ekspertowego system stanie się nie tylko skuteczniejszy i bardziej czuły, ale będzie mógł również rozpoznawać rodzaje wad.