

Ryszard Sikora*
ZUT w Szczecinie, Polska

Badania nieniszczące – moje refleksje



Profesor
Ryszard Sikora

Oddając w ręce Szanownych Czytelniczek i Czytelników pierwszy numer czasopisma *Badania Nieniszczące i Diagnostyka* pragnę przedstawić kilka spostrzeżeń związanych z badaniami nieniszczącymi z perspektywy profesora seniora. Po raz pierwszy zetknąłem się z badaniami nieniszczącymi w 1980 roku. Jako elektryk, teoretyk zostałem przyjęty do zespołu profesora Zdzisława Pawłowskiego z IPPT PAN, który w ramach programu Badań Podstawowych 02.20 prowadził badania związane z bezpieczeństwem pierwszej projektowanej w Polsce elektrowni jądrowej w Żarnowcu. Przydzielono mi wtedy tematykę obejmującą zagadnienia związane z badaniami nieniszczącymi prowadzonymi metodami elektromagnetycznymi. Obecnie, jak pokazują różne statystyki, metody elektromagnetyczne odgrywają w badaniach nieniszczących drugoplanową rolę i obejmują około 25% rynku badań nieniszczących. Pierwoplanową rolę odgrywają badania ultradźwiękowe, które są używane w około 50% wszystkich badań. W pozostałych 25% stosowane są różne inne metody, a mianowicie: termograficzne, radiograficzne, optyczne (w swojej naturze elektromagnetyczne), akustyczne, penetracyjne i wiele innych. Z powyższego zestawienia wynika, że w badaniach nieniszczących elektrotechnika bezpośrednio lub pośrednio przewija się w prawie 50% przypadków. Dzieje się tak dlatego, że praktycznie prawie we wszystkich rodzajach badań istnieje jakiś element związany z elektromagnetyzmem. Dość wspomnieć tu o przetwornikach stosowanych w badaniach ultradźwiękowych, w których to również wykorzystuje się zjawiska elektromagnetyczne.

Oprócz podziału metod badań nieniszczących mającego na uwadze rodzaj wykorzystywanego zjawiska fizycznego, można je także podzielić ze względu na sposób generowania sygnału diagnostycznego. Sygnały informujące o stanie testowanego obiektu mogą powstawać w sposób naturalny lub mogą być wymuszone. Generalnie ujmując temat szeroko pojętej diagnostyki i badań nieniszczących (nie tylko w aspekcie technicznym ale i medycznym), do naturalnych sygnałów diagnostycznych można zaliczyć: sposób zachowania, uczucie bólu, zmianę koloru, powstawanie dźwięku lub zmianę jego tonu, zapach itp. Sygnały diagnostyczne mogą też powstawać w wyniku oddziaływania wzbudników na obiekty badane. Wzbudniki mogą powodować w obiekcie drgania mechaniczne, zmianę

orientacji domen (w materiałach magnetycznych), przepływ prądu elektrycznego, przenikanie przez nie promieniowania elektromagnetycznego (w tym promieniowania widzialnego, rentgenowskiego, terahercowego), itp.

Metoda badań musi być dobrana stosownie do postawionego celu. Jakie są zasadnicze cechy opisujące przydatność metod badań nieniszczących? Moim zdaniem są to: czułość, selektywność, łatwość stosowania i pewność uzyskiwanych wyników. Czasami metody doskonale sprawdzające się w warunkach laboratoryjnych są zupełnie nieprzydatne w warunkach przemysłowych. Badania nieniszczące towarzyszą ludzkości od zarania dziejów. Sygnały pochodzące z atmosfery umożliwiały predykcję pogody. Dźwięki wydawane przez różne obiekty pozwalały przewidzieć ewentualną katastrofę. Przełomem w badaniach nieniszczących było odkrycie w 1895r. przez W. C. Röntgena promieniowania przenikliwego. Największe zmiany w badaniach nieniszczących spowodowało wprowadzenie techniki cyfrowej i systemów komputerowych. Przykładem może być tu radiografia. Cyfrowe detektory czy też płyty obrazowe z dedykowanymi skanerami zaczęły się masowo pojawiać w radiografii już w latach 80-tych. Spowodowało to wiele zmian, a wśród nich warto tu wspomnieć o zastosowaniu cyfrowego przetwarzania obrazów i sztucznej inteligencji w radiografii do automatycznego rozpoznawania defektów.

Nowoczesne, zaawansowane systemy badań nieniszczących zawierają cztery podstawowe bloki: blok akwizycji sygnałów diagnostycznych, blok gromadzenia danych (wiedzy) o uprzednio testowanych podobnych obiektach i podejmowanych decyzjach, blok analizy i porównania sygnałów oraz blok decyzyjny (np. w postaci systemu eksperckiego).

Zmarły przed dwoma laty wybitny specjalista w dziedzinie badań nieniszczących profesor Donald O. Thompson z Iowa State University, przewodniczący World Federation of Nondestructive Evaluation Centers, pisząc o historii badań nieniszczących w USA wskazał, że historia nowoczesnych badań nieniszczących w USA rozpoczęła się w okresie Drugiej Wojny Światowej. Wysokie wymagania niezawodnościowe stawiane wobec elementów uzbrojenia, a w szczególności wobec części produkowanych w przemyśle lotniczym spowodowały, że przed oddaniem do użytkowania były poddawane szerokim i dogłębnym badaniom. Badania nieniszczące mają olbrzymie znaczenie w wielu dziedzinach ludzkiej działalności. Szczególnie w diagnostyce medycznej, przemyśle zbrojeniowym, astronautyce, lotnictwie, energetyce nuklearnej i w wielu innych dziedzinach.

Metodą, która w sposób niezaprzeczalny wzbogaciła możliwości badań nieniszczących jest metoda ultradźwiękowa. Powstała ona po Pierwszej Wojnie Światowej, a szeroko weszła do diagnostyki medycznej i technicznej w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku. Prawdziwa ekspansja tej metody wiąże się ściśle z rozwojem techniki cyfrowej i komputerowej, bez których to niemożliwa była by technologia wykorzystująca głowice mozaikowe (ang. phased array). Jak już wcześniej wspomniałem,

*Autor korespondencyjny. E-mail: rs@zut.edu.pl

ważną grupę badań nieniszczących stanowiły i ciągle stanowią metody elektromagnetyczne. Spośród nich należy wymienić następujące metody: magnetycznego strumienia rozproszenia, prądów wirowych, potencjałową (tomografię impedancyjną), mikrofalową, terahercową i radiograficzną. Kolejną grupą są metody wizualne, w swej istocie również elektromagnetyczne. Promieniowanie terahercowe leżące na granicy pomiędzy mikrofalami a promieniowaniem podczerwonym zaczyna być coraz szerzej stosowane w badaniach nieniszczących. Metoda terahercowa jest szczególnie przydatna w testowaniu materiałów kompozytowych, które we współczesnej technice nabierają dominującego znaczenia.

Pomimo rozwoju wielu nowoczesnych technologii, ciągle podstawową metodą badań nieniszczących jest bezpośrednie wykorzystanie ludzkich zmysłów. Dokładne oglądanie, dotykanie, czy też w pewnych przypadkach osłuchiwanie badanego obiektu jest zawsze wstępem do bardziej wyrafinowanych badań nieniszczących, a czasami może pozostać jedyną zastosowaną metodą badawczą.

Ludzkie zmysły i ludzka inteligencja ciągle odgrywają dużą rolę w badaniach nieniszczących. W analizie informacji o stanie badanego materiału lub urządzenia i podejmowaniu decyzji w sprawie jego stanu, czynnik ludzki ma dominujące znaczenie. Jednak ze względu na dużą dozę niepewności i ograniczoną powtarzalność, powoli posuwamy się w kierunku redukcji personelu i wykorzystania sztucznej inteligencji. Silnie są rozwijane sztuczne układy wykorzystywane w analizie i rozpoznawaniu sygnałów, czy też podejmowaniu decyzji. W tym ostatnim procesie zasadniczą rolę odgrywają układy sztucznej inteligencji. Najczęściej wykorzystywane są sztuczne sieci neuronowe i zbiory rozmyte. Dr inż. Lech Misztal wprowadził do metod identyfikacji używanych w badaniach nieniszczących teorię zbiorów przybliżonych. Trudno jest określić jaka jest proporcja między systemami naturalnymi posługującymi się tylko ludzkimi możliwościami, a metodami całkowicie sztucznymi. Nie obserwuje się sprzeciwu przed wykorzystaniem dodatkowych

coraz doskonalszych narzędzi zamiast ludzkich zmysłów. Jednak występuje często opór wobec wykorzystania sztucznej inteligencji w procesie podejmowania decyzji. Jest to szczególnie widoczne w diagnostyce medycznej. W tym obszarze preferowane jest wykorzystanie ludzkiego umysłu specjalisty diagnosty, a nie układu sztucznej inteligencji. Jednak należy wspomnieć, że w układzie sztucznej inteligencji mogą być zgromadzone umiejętności i wiedza najlepszych diagnostów medycznych czy też operatorów o olbrzymim doświadczeniu.

Kolejną bardzo ważną sprawą są przygotowania do budowy pierwszej polskiej elektrowni jądrowej. Elektrownia jądrowa wymaga zastosowania wyspecjalizowanych systemów do badań nieniszczących i diagnostyki, zarówno w trakcie budowy jak i w trakcie eksploatacji. Oprócz sprzętu potrzebne są również wysoko wykwalifikowane kadry. W Polsce są ośrodki, które w tej dziedzinie współpracowały np. z japońskimi nuklearnymi ośrodkami badawczymi. Należy się zastanowić nad uruchomieniem projektów badawczych w tej dziedzinie. W ten sposób można wykształcić własną kadrę, a nie oddawać intratne zlecenia badań firmom zewnętrznym. Następnym obszarem zainteresowań powinien być polski przemysł obronny i polska armia. Jest tam prawdziwa kopalnia tematów badawczych związanych z badaniami nieniszczącymi i diagnostyką. Podobna sytuacja występuje w kolejnictwie. Osobnym bardzo ważnym obszarem badań i innowacji powinna być diagnostyka medyczna. Konieczne są w tym przypadku wspólne projekty realizowane przez zespoły interdyscyplinarne.

Badania nieniszczące stanowią wysokospecjalistyczny i innowacyjny sektor gospodarki. Należy dążyć do rozwoju istniejących i organizacji nowych krajowych ośrodków naukowo-badawczych zajmujących się badaniami nieniszczącymi. Ważne jest też rozwijanie współpracy z czołowymi światowymi ośrodkami badawczymi takimi jak np. te zgrupowane na platformie World Federation of Nondestructive Evaluation Centers, ICNDT czy EFNDT.

**Badania Nieniszczące
i Diagnostyka**
Nondestructive Testing and Diagnostics