
XIV Seminarium
NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW
Zakopane, 4-7 marca 2008

**NOWA KLASYFIKACJA METOD BADAŃ NIENISZCZĄCYCH Z POZYCJI
OCENY RYZYKA I RESURSU URZĄDZEŃ**

Dubow A.A., Własow W.T.
„Energodiagnostyka” Sp. z o. o., Moskwa

Najważniejszymi etapami procesu oceny ryzyka i pozostałego resursu obiektu kontroli (OK) powinny zostać nie tylko wykrywanie wad i określenie ich parametrów (defektometria), ale co ważniejsze:

- wykrycie lokalnych obszarów rozwijających się uszkodzeń – stref koncentracji naprężeń (SKN);
- ujawnienie najbardziej niebezpiecznych SKN, stanowiących najbardziej prawdopodobne miejsca zniszczenia obiektu;
- określenie parametrów stanu naprężeniowo-odkształceniowego (energetycznego) najbardziej niebezpiecznych SKN;
- określenie faktycznych charakterystyk strukturalno-mechanicznych materiału w SKN;
- ocena prędkości i kierunku rozwijania się uszkodzenia na podstawie ujawnionego mechanizmu rozwoju uszkodzenia.

Stąd wynika, że podstawowym przeznaczeniem nieniszczących metod diagnostyki jest uzyskanie informacji w zakresie niezbędnym i wystarczającym dla wykonania obliczeń resursu i oceny ryzyka. Przy tym konieczne jest zapewnienie 100% kontroli obiektu w celu gwarantowanego ujawnienia najbardziej niebezpiecznych obszarów – SKN i rozwijających się uszkodzeń. W chwili obecnej w Komitecie Technicznym TK-371 („Rostekhnadzoru”) rozpatrywany jest GOST 18353 „Kontrola nieniszcząca. Klasyfikacja rodzajów i metod”. Istniejąca standardowa klasyfikacja metod BN, wprowadzona dla obszaru defektoskopii, nosi formalny charakter, dzieląc całą różnorodność metod i środków BN bardziej według sposobu wyróżnienia wykorzystywanego efektu, niż według typu pól fizycznych.

Sortując znane metody BN i diagnostyki według typu pól fizycznych, uzyskujemy następujące rodzaje: elektryczne, magnetyczne, elektromagnetyczne, cieplne, mechaniczne.

Przy tym, takie znane i szeroko stosowane metody jak optyczne, oparte na falach radiowych, rentgenowskie, akustyczne, holograficzne, kapilarne, metody oporu elektrycznego, tensometryczne, a także metody moire, siatek, fotosprężystości i inne nie zniknęły, zajęły one swoje miejsca w tych pięciu rodzajach.

W nowym GOST-cie zasadniczo ważnym staje się nadanie klasyfikacji metodom BN na: aktywne – z wytworzeniem w materiale badanego obiektu „wymuszonego” pola fizycznego zadanej orientacji, i pasywne – wykorzystujące własne pola fizyczne, odzwierciedlające wewnętrzną energię materiału obiektu kontroli.

Do pasywnych metod BN można zaliczyć:

- metodę auto-emisyjną;

- akustyczno-emisyjną;
- metodę magnetycznej pamięci metalu (kontaktową i bezkontaktową);
- cieplną (kontaktową i bezkontaktową).

Do aktywnych metod BN należą wszystkie inne metody, wymienione w projekcie GOST-u.

Klasyfikacja metod BN na aktywne i pasywne tworzy przesłanki dla obiektywnej klasyfikacji ujawnianych wad na niebezpieczne (wady rozwijające się) i nie niebezpieczne (wady nie rozwijające się). Proponowana klasyfikacja metod BN jest aktualna dla zapewnienia przemysłowego bezpieczeństwa obiektów kontroli w trakcie oceny resursu urządzeń, oceny niezawodności i ryzyka eksploatacji różnych obiektów przemysłu. W chwili obecnej dla oceny stopnia niebezpieczeństwa ujawnionej wady szeroko wykorzystywane są, na przykład takie pasywne metody jak emisja akustyczna i metoda magnetycznej pamięci metalu, a dla oceny poziomu koncentracji naprężeń w pobliżu rozwijającej się wady celowe jest wykorzystywanie metody BN naprężeń.

W związku z tym należy do wykazu rodzajów BN włączyć „kontrolę naprężeń”. W chwili obecnej w Rosji i za granicą szeroko rozpowszechnione są różne metody i środki BN naprężeń. W ISO 9712 (2005 r.) „kontrola naprężeń” włączona jest do wykazu rodzajów kontroli dla przygotowania personelu.

W 2005 roku prezydent RTKNDT W.W. Kluczew zatwierdził „System dobrowolnej certyfikacji personelu z zakresie kontroli nieniszczącej i diagnostyki”, gdzie „kontrola naprężeń” włączona jest do wykazu metod BN.

„Kontrola naprężeń” w chwili obecnej jest aktualnym tematem zarówno dla kontroli jakości wyrobów przemysłu maszynowego, jak i w eksploatacji przy ocenie resursu urządzeń.

W ten sposób, dojrzała konieczność włączenia do wykazu rodzajów BN – „kontroli naprężeń”. Przy tym klasyfikacja konkretnych metod kontroli naprężeń według typu wykorzystywanych pól fizycznych będzie odpowiadać klasyfikacji metod defektoskopii.

W Rosji w 2005 roku został wprowadzony w życie GOST R 52330-2005 „Kontrola nieniszcząca. Kontrola stanu naprężeniowo-odkształceniowego obiektów przemysłu i transportu. Postanowienia ogólne”.

Dana norma ustala ogólne wymagania odnośnie metod i środków kontroli nieniszczącej stanu naprężeniowo-odkształceniowego (SNO) obiektów przemysłu i transportu przy ocenie resursu wyrobów przemysłu maszynowego, urządzeń i konstrukcji. Norma obejmuje wyroby ze stali i stopów, żeliwa i innych materiałów konstrukcyjnych bez ograniczenia rozmiarów i grubości, włączając połączenia spawane. Podstawowym wymogiem danej normy odnośnie metod i środków BN stanu naprężeniowo-odkształceniowego wyrobu jest określenie w nich SKN – źródeł rozwoju uszkodzeń.

SKN – obszar koncentracji naprężeń – lokalny obszar wyrobu, w którym pojawiło się duże odkształcenie w porównaniu ze średnim odkształceniem w całej objętości wyrobu. Na poziomie mikro powstawanie lokalnych SKN uzasadnione jest nierównomiernością gromadzenia się dyslokacji, przede wszystkim wzdłuż granic ziaren.

Dla nowych wyrobów przemysłu maszynowego SKN uwarunkowane są strukturalną niejednorodnością i technologią produkcji, a dla wyrobów, znajdujących się w warunkach eksploatacji – dodatkowo działaniem obciążeń roboczych.

SKN mogą zmieniać się od części mikrona (mikro-objętość wyrobu) do rozmiarów, porównywalnych z rozmiarami samego wyrobu (makro-objętość). Określenie takich SKN metodami obliczeniowymi jest praktycznie niemożliwe i staje się możliwe w chwili obecnej tylko środkami BN.

Nowa narodowa norma (GOST R 52330-2005) odnośnie wymienionego tematu została przygotowana przez specjalistów „Energoagnostyka” Sp. z o. o. po raz pierwszy i

nie posiada analogicznych (odpowiednich norm) w Rosji i za granicą. We wrześniu 2006 roku w Quebec (Kanada) na kongresie Międzynarodowego Instytutu Spawalnictwa dana norma została zaprezentowana w imieniu Rosji jako projekt międzynarodowej normy ISO.

W chwili obecnej w Rosji i za granicą zgromadzono duży arsenał metod i środków diagnostyki SNO materiałów. Jednak, w celu obiektywnego porównania efektywności stosowania tych metod i środków, do tego brak jest wzorcowych próbek, nie ma programów i centrów szkolenia specjalistów kontroli nieniszczącej SNO urządzeń i konstrukcji. Niestety, w chwili obecnej niedostatecznie rozwinięta jest i baza teoretyczna dla obiektywnego porównania efektywności metod kontroli SNO i określenia warunków granicznych i obszarów ich stosowania. Jedyna baza teoretyczna, opracowana na podstawie współczesnych osiągnięć nauki w zakresie mechaniki niszczenia, materiałoznawstwa, fizyki ciała stałego może być podstawą dla rozstrzygnięcia sprzeczności, które obecnie pojawiają się w trakcie wdrażania w praktyce różnych metod i środków kontroli SNO materiałów. Na podstawie wieloletnich badań eksperymentalnych i teoretycznych została przez nas podjęta próba opracowania takiej jednolitej bazy teoretycznej dla porównania [1].

W 2006 roku z inicjatywy Centrum Naukowo-Szkoleniowego „Jakość” z pozyskaniem specjalistów ZSA „DIGAZ”, CNT „DIATEKS” został opracowany Program przygotowania specjalistów w temacie „Kontrola stanu naprężeniowo-odkształceniowego w trakcie oceny rezerwu urządzeń”. Specjaliści „Energodiagnostyka” Sp. z o. o. aktywnie włączyli się w dyskusję i uzgodnienie tego Programu. W tabeli 1 został przytoczony wykaz tematów, które należy, naszym zdaniem, włączyć do Programu szkolenia specjalistów w temacie „Kontrola SNO i rezerwu”. W chwili obecnej dany Program został uzgodniony z ZNP „RISKOM” (Związek Naukowo-Przemysłowy ‘Zarządzanie ryzykiem, bezpieczeństwo przemysłowe, kontrola i monitoring) i został przekazany do rozpatrzenia do „Rostekhnadzoru”.

Tabela 1.

L. p.	Nazwa tematu	Ilość godz.
1.	Zapoznanie się z „Regulaminem o trybie przedłużenia okresu bezpiecznej eksploatacji urządzeń technicznych, urządzeń i budowli na niebezpiecznych obiektach produkcyjnych”(W 03-484-02).	4
2.	Problemy oceny pozostałego rezerwu starzejących się urządzeń.	2
3.	Analiza stanu OK zgodnie z dokumentacją techniczną (eksploatacyjną, remontową, projektową). Analiza uszkodzeń urządzeń według podzespołów i przyczyn. Kryteria niezawodności.	4
4.	Zapoznanie się ze „Wskazówkami metodycznymi dotyczącymi określenia pozostałego rezerwu potencjalnie niebezpiecznych obiektów, podlegających kontroli Rostekhnadzora”(W 09-102-95). Zapoznanie się z branżowymi W dotyczącymi oceny rezerwu.	6
5.	Zapoznanie się z normami dotyczącymi diagnostyki technicznej GOST 27.004-85 i niezawodności GOST 27.002-89.	4
6.	Podstawowe tezy mechaniki zniszczenia. Kryteria energetyczne.	10
7.	GOST R 52330-2005. Kontrola nieniszcząca. Kontrola stanu naprężeniowo-odkształceniowego obiektów przemysłu i transportu. Wymagania ogólne.	4
8.	Metody i przyrządy kontroli stanu naprężeniowo-odkształceniowego (SNO).	10

	Teoria i praktyka.	
9.	Sposób stosowania metod kontroli SNO, własności mechanicznych metalu i metod defektoskopii przy ocenie ресурсu.	8
10.	Sporządzenie wniosków eksperckich przy ocenie ресурсu urządzeń.	4
11.	Zajęcia laboratoryjne. Zdawanie egzaminu praktycznego z metod kontroli SNO, badań własności mechanicznych własności i metod defektoskopii.	16
12.	Egzaminy.	8
	RAZEM:	80

LITERATURA

1. Własow W.T., Dubow A.A. Fizyczna teoria procesu 'Odkształcenie-zniszczenie'. cz. I. Fizyczne kryteria granicznych stanów metalu. M.: ZSA 'TISSO', 2007. 517 str.