

---

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

---

**NOWE NORMY ISO 24497 DOTYCZĄCE METODY MAGNETYCZNEJ PAMIĘCI METALU. PROGRAM PRZYGOTOWANIA I KWALIFIKOWANIA PERSONELU.**

Dubow A.A., Kołokolnikow S.M.  
„Energoagnostyka” Sp. z o. o., Moskwa, Rosja

**Wstęp.**

Opublikowano trzy części nowej normy ISO dotyczącej metody pamięci magnetycznej metalu:

- ISO 24497-1:2006 (E) Non-Destructive testing – Metal magnetic memory – Part 1: Vocabulary;
- ISO 24497-2:2006 (E) Non-Destructive testing – Metal magnetic memory – Part 2: General Requirements;
- ISO 24497-3:2006 (E) Non-Destructive testing – Metal magnetic memory – Part 3: Inspection of welded joints.

Zgodnie z ISO 24497-1:2006 (E) **magnetyczna pamięć metalu** – skutek, który przejawia się w postaci indukcji szczątkowej wyrobów i połączeń spawanych, ukształtowany w procesie ich produkcji i schładzania w słabym polu magnetycznym lub nieodwracalnej zmiany namagnesowania wyrobów w obszarach koncentracji naprężeń i uszkodzeń od obciążeń roboczych.

**Metoda magnetycznej pamięci metalu** (metoda MPM) – metoda badań nieniszczących, oparta na analizie rozkładu własnego magnetycznego pola rozproszenia (WMPR) na powierzchni wyrobów w celu określenia stref koncentracji naprężeń (SKN), wad i niejednorodności struktury metalu i połączeń spawanych.

**WMPR** – własne magnetyczne pole rozproszenia, powstałe na powierzchni wyrobu w strefach dyslokacji pod działaniem naprężeń roboczych lub szczątkowych i w obszarach maksymalnej niejednorodności struktury metalu. Bardziej szczegółowe podstawy fizyczne i praktyczne możliwości metody MPM przedstawiono w pracach [1, 2, 3].

Wyróżniającą właściwością metody MPM w stosunku do innych metod BN jest to, że określa ona koncentrację naprężeń w uszkodzeniach, to jest, daje ocenę stopnia ich zagrożenia dla rozwoju uszkodzenia i daje ocenę stanu naprężeniowo-odkształceniowego metalu i połączeń spawanych.

Poprzez sczytywanie WMPR, odzwierciedlającego indukcję szczątkową, ukształtowaną w naturalny sposób, na przykład w procesie spawania, udostępniana jest unikalna możliwość wykonywania integralnej oceny stanu faktycznego spoiny z uwzględnieniem niejednorodności strukturalnej, rozkładu naprężeń szczątkowych i wad spawania.

Rozwój metody MPM rozpoczął się w 1977 roku, kiedy po raz pierwszy zostało odkryte zjawisko samo-namagnesowywania rur kotłowych w miejscach ich uszkodzeń. Po przeprowadzeniu wieloletnich badań podstawowych w 1990 roku rozpoczęło się szerokie przemysłowe wdrożenie metody z początku w energetyce, a potem w innych gałęziach przemysłu. W tym czasie pojawiły się pierwsze W (Wytyczne) i metodyki kontroli, uzgodnione z Gosgortekhnadzorem FR.

Poczynając od 1994 roku, profesor A.A. Dubow bierze udział w pracy Międzynarodowego Instytutu Spawalnictwa (MIS). W okresie lat 1994-2007 poddano pod dyskusję i zaakceptowano ponad 39 dokumentów MIS-a dotyczących metody magnetycznej pamięci metalu. Poczynając od 2000 roku w MIS-ie w Komisji V „Kontrola i zapewnienie jakości połączeń spawanych” prowadzone były prace dotyczące przygotowania międzynarodowych norm dotyczących metody magnetycznej pamięci metalu.

W 2003 roku zostały opublikowane narodowe normy Rosji i norma Rosyjskiego Towarzystwa Naukowo-Technicznego Spawalnictwa (RTNTS):

- GOST R 52005-2003. Kontrola nieniszcząca. Metoda magnetycznej pamięci metalu. Wymagania ogólne.
- GOST R 52081-2003. Kontrola nieniszcząca. Metoda magnetycznej pamięci metalu. Terminy i określenia.
- NT RTNTS 004-03. Kontrola nieniszcząca. Połączenia spawane urządzeń i konstrukcji. Metoda magnetycznej pamięci metalu.

Na podstawie rosyjskich norm opracowano i przygotowano do publikacji trzy części normy ISO 24497.

Metoda magnetycznej pamięci metalu MPM i odpowiednie przyrządy kontroli wykorzystywane są więcej niż w 1000 przedsiębiorstwach Rosji w różnych gałęziach przemysłu. Poza Rosją metoda została wdrożona lub wypróbowana w przedsiębiorstwach w 25 krajach świata: Australii, Angoli, Argentynie, Białorusi, Bułgarii, Niemczech, Izraelu, Indii, Iraku, Iranie, Kanadzie, Kazachstanie, Chinach, Łotwie, Litwie, Macedonii, Mołdawi, Mongolii, Polsce, Serbii, Czarnogórze, USA, Ukrainie, Finlandii, Korei Południowej.

W Moskwie, poczynając z 1998 roku, działa rosyjskie i międzynarodowe centrum przygotowania specjalistów ds. metody magnetycznej pamięci metalu z wydawaniem zaświadczeń I i II stopnia – niezależny organ ds. kwalifikowania personelu w zakresie kontroli nieniszczącej (NOKP KN) „Energodiagnostyka” Sp. z o. o. w Warszawie i Chinach pracują filie tego centrum.

Według stanu na kwiecień 2007 roku przygotowano ponad 1200 specjalistów w Rosji, ponad 180 specjalistów w Chinach, 46 specjalistów w Polsce i ponad 60 specjalistów w innych krajach (Argentyna, Białoruś, Bułgaria, Iran, Izrael, Łotwa, Litwa, Kazachstan, Serbia, Ukraina i in.).

Program i podręczniki egzaminacyjne dla przygotowania i kwalifikowania specjalistów BN I i II stopnia kwalifikacji z metody magnetycznej pamięci metalu zostały uzgodnione z odpowiadającymi obszarowi akredytacji Urzędami Rostechnadzoru. W celu przygotowania specjalistów ds. kontroli metodą MPM opracowano i opublikowano specjalistyczny podręcznik [1].

Procesowi szkolenia i opracowania metodyki kontroli towarzyszą podstawowe badania naukowe. W 2004 roku została opublikowana książka Własow W.T., Dubow A.A. ‘Fizyczne podstawy metody magnetycznej pamięci metalu’ [2], w 2007 roku opublikowana została książka Własow W.T., Dubow A.A. ‘Fizyczna teoria procesu odkształcenia-zniszczenia’ [3]. Rozwój i wdrożenie metody MPM nabiera szczególnej aktualności w związku z następującymi okolicznościami.

W ostatnim wydaniu (2005) międzynarodowej normy ISO 9712 „Kontrola nieniszcząca. Kwalifikacja i certyfikacja personelu”, na równi z tradycyjnymi metodami, wprowadzono nowy rodzaj kontroli – „Kontrola naprężeń” (Strain Testing).

W 2005 roku w Rosji przez prezydenta RTKNDT W.W. Klujewa został zatwierdzony „System dobrowolnej certyfikacji personelu w zakresie kontroli nieniszczącej i diagnostyki”, gdzie „Kontrola naprężeń” została włączona do wykazu metod BN.

Uwzględniając wyżej powiedziane, i to, że główne zadanie metody MPM – ocena SNO, program przygotowania personelu BN zgodnie z metodą MPM (Tabela 1) opracowany został w taki sposób, aby objąć, zarówno zagadnienia ujawnienia wad, jak i zakres kontroli naprężeń.

#### **LITERATURA**

1. Dubow A.A., Dubow A.A., Kołokolnikow S.M. „Metoda magnetycznej pamięci metalu i przyrządy kontroli”. Podręcznik. M.: ZSA ‘TISSO’, 2003. 320 str.
2. Własow W.T., Dubow A.A. „Fizyczne podstawy metody magnetycznej pamięci metalu”. M.: ZSA ‘TISSO’, 2004. 424 str.
3. Własow W.T., Dubow A.A. „Fizyczna teoria procesu ‘Odkształcenie-zniszczenie’”. cz. I. Fizyczne kryteria granicznych stanów metalu. M.: ZSA ‘TISSO’, 2007. 517 str.

*Tabela 1. Program szkolenia specjalistów I, II stopnia ds. metody pamięci magnetycznej metalu.*

| L. p. | Nazwa tematu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ilość godz. |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1.    | Ogólne zagadnienia kontroli nieniszczącej.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4           |
| 2.    | Fizyczne podstawy pamięci magnetycznych metod kontroli.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4           |
| 3.    | Fizyczne podstawy metody pamięci magnetycznej metalu (PMM).<br>GOST R 52005-2003. Kontrola nieniszcząca. Metoda pamięci magnetycznej metalu. Wymagania ogólne.<br>GOST R 52081-2003. Kontrola nieniszcząca. Metoda pamięci magnetycznej metalu. Terminy i określenia.<br>NT RNTTS 004-03. Kontrola nieniszcząca. Połączenia spawane urządzeń i konstrukcji. Metoda pamięci magnetycznej metalu.<br>GOST R 52330-2005. Kontrola nieniszcząca. Kontrola stanu naprężeniowo-odkształceniowego obiektów przemysłu i transportu. Wymagania ogólne. | 8           |
| 4.    | Zapoznanie się z normami dotyczącymi diagnostyki technicznej GOST 27.004-85 i niezawodności GOST 27.002-89.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4           |
| 5.    | Podstawowe tezy mechaniki zniszczenia. Kryteria energetyczne.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4           |
| 6.    | Zapoznanie się z 'Regulaminem o trybie wydłużenia okresu bezpiecznej eksploatacji urządzeń technicznych, urządzeń i budowli na niebezpiecznych obiektach produkcyjnych' (W 03-484-02).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4           |
| 7.    | Problemy oceny pozostałego rezerwu starzejących się urządzeń.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2           |
| 8.    | Zapoznanie się ze 'Wskazówkami metodycznymi dotyczącymi określenia pozostałego rezerwu potencjalnie niebezpiecznych obiektów, podlegających kontroli Rostekhnadzoru' (W 09-102-95). Zapoznanie się z branżowymi W dotyczącymi oceny rezerwu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6           |
| 9.    | Parametry metody PMM i ich rejestracji. Aparatura.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4           |
| 10.   | Podstawy technologii metody PMM. Metodyczne i metrologiczne podstawy metody PMM.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2           |
| 11.   | Stosowanie metody PMM. Metodyki i obiekty kontroli.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 8           |
| 12.   | Sposób stosowania metod kontroli SNO, własności mechanicznych metalu i metod defektoskopii przy ocenie rezerwu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 8           |
| 13.   | Przyrządy i urządzenia, wykorzystywane w metodzie PMM.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4           |
| 14.   | Zajęcia laboratoryjne. Metoda PMM. Przeprowadzenie kontroli na próbkach.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 10          |
| 15.   | Egzaminy.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8           |
|       | RAZEM:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 80          |

---