

HUTNICTWO ŻELAZA I STALI	N O R M A    B R A N Ż O W A	BN-86/0601-15/02
	Badania nieniszczące Defektoskopia magnetyczno-proszkowa Technika badania. Wytyczne	Zamiast: BN-75/0601-08
		Grupa katalogowa 0309

BN-86/0601-15/02 (eqv CT C9B 4038-83)

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są wytyczne badania metodą magnetyczno-proszkową, mającego na celu wykrycie powierzchniowych i podpowierzchniowych nieciągłości w wyrobach i półwyrobach z materiałów ferromagnetycznych.

**1.2. Zakres stosowania normy.** Postanowienia normy należy stosować przy badaniach odbiorczych i kontrolnych.

**1.3. Nazwy i określenie** - wg BN-86/0601-15/01

### 1.4. Oznaczenia

- B - indukcja magnetyczna, T  
 $B_r$  - remanencja /pozostałość magnetyczna/, T  
D - średnica badanego elementu, mm  
H - natężenie pola magnetycznego wzbudzonego, A/m  
 $H_w$  - natężenie pola magnetycznego wzbudzającego, A/m  
 $H_c$  - koercja magnetyczna, A/m  
 $I_m$  - natężenie prądu wzbudzającego, wartość szczytowa, A  
K - elektrody  
L - odległość między punktami przyłożenia elektrod do badanego elementu, mm  
n - liczba zwojów cewki  
M - magnetyzacja, A/m  
P - obwód badanego elementu, mm  
S - powierzchnia, m<sup>2</sup>  
 $\Phi$  - strumień magnetyczny, Wb = (T · m<sup>2</sup>)

**1.5. Zasada badania.** Metoda magnetyczno-proszkowa polega na:

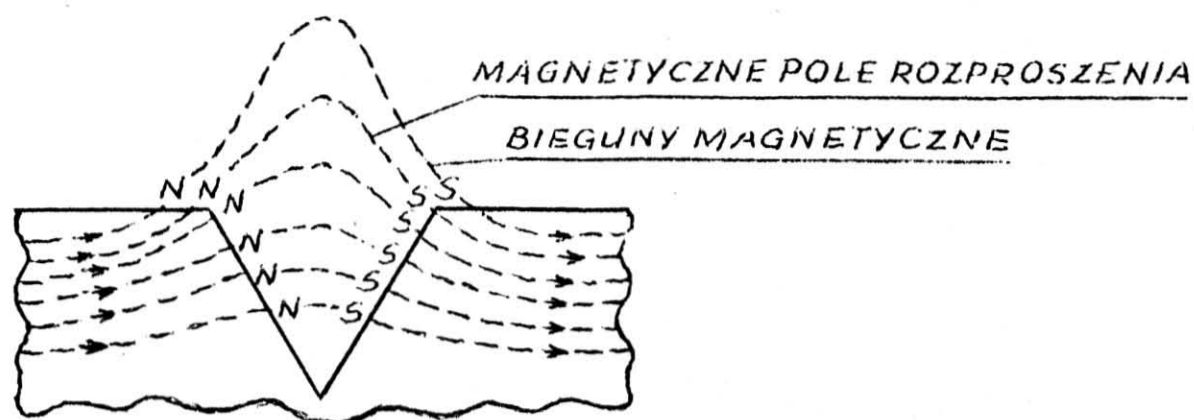
- wzbudzeniu w badanym elemencie pola magnetycznego,
- naniesieniu na powierzchnię badanego elementu proszku magnetycznego suchego lub w postaci zawiesiny magnetycznej,
- oglądzinach powierzchni, mających na celu odnalezienie powstałych defektogramów proszkowych.

Nieciągłość materiału jako obciążenie niemagnetyczne powoduje zakłócenie przebiegu wzbudzonego pola magnetycznego w postaci lokalnego magnetycznego pola rozproszenia /magnetycznego strumienia rozproszenia/ na powierzchni badanego elementu /rys./.

Institut Metallurgii Żelaza

Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Metallurgii Żelaza zarządzeniem nr 9/86

z dnia 1986.04.11 jako norma obowiązująca od dnia 1987.04.01



Konfiguracja magnetycznego pola rozproszenia

W miejscach, gdzie linie sił magnetycznego pola rozproszenia przecinają powierzchnię badanego elementu, występują lokalne bieguny magnetyczne, przyciągające cząstki magnetycznego proszku, w wyniku czego powstaje defektogram proszkowy.

Pełny proces badania składa się z operacji przedstawionych w tabl. 1.

Tablica 1

Operacje występujące w pełnym procesie badania metodą magnetyczno-proszkową

Lp	Nazwa
1	Rozmagnesowanie wstępne
2	Przygotowanie powierzchni
3	Wzbudzenie pola magnetycznego
4	Nanoszenie proszku magnetycznego
5	Oględziny
6	Dokumentowanie wyników badania
7	Rozmagnesowanie końcowe
8	Oczyszczenie końcowe

Operacje 3, 4, 5 są podstawowymi, pozostałe - pomocniczymi, wykonywanymi lub nie, zależnie od potrzeb.

## 2. STAN BADANEJ POWIERZCHNI

Badana powierzchnia powinna być pozbawiona ciąż utrudniających powstanie defektogramów proszkowych:

- brudu i kurzu,
- luźnej zgorzeli.
- smarów i tłuszczów.

Badana powierzchnia nie powinna być pokryta powłoką magnetyczną /m. in. zgorzeliną/. Grubość ewentualnej powłoki niemagnetycznej nie powinna przekraczać 30  $\mu\text{m}$ .

Badany element nie powinien być ani w całości, ani miejscowo namagnesowany.

## 3. TECHNIKA BADANIA

3.1. Rozmagnesowanie wstępne należy przeprowadzić, gdy badany element został uprzednio namagnesowany /np. przez kontakt z uchwytami magnetycznymi obrabiarek lub dźwigów/.

O potrzebie rozmagnesowania wstępnego można się zorientować:

- za pomocą miernika lub wskaźnika natężenia pola magnetycznego albo innych urządzeń,
- po wykonaniu badania, na podstawie skupisk proszku magnetycznego w miejscach namagnesowanych.

Rozmagnesowanie należy wykonać, odpowiednio do potrzeby:

- za pomocą cewki przelotowej, zasilanej prądem przemiennym o częstotliwości 50 Hz lub mniejszej.
- za pomocą elektromagnesu jarzmowego, metodą komutacyjną.
- innymi metodami.

3.2. Przygotowanie powierzchni polega na oczyszczeniu, odtłuszczeniu, usunięciu zgorzeliny i warstwy nieprzewodzącej prądu elektrycznego /np. farby/ w miejscu przewidywanego styku z elektrodami, jeśli badanie wykonuje się przy użyciu elektrod.

Dla polepszenia kontrastu proszku względem powierzchni, tj. dla ułatwienia oględzin, dopuszcza się pomalowanie badanej powierzchni cienką warstwą farby o kolorze kontrastującym z kolorem proszku.

Przy stosowaniu metody mokrej, w celu skrócenia czasu wzbudzania pola magnetycznego, przed operacją wzbudzania pola magnetycznego, można wstępnie zwilżyć badaną powierzchnię przez polewanie zawiesiną magnetyczną.

### 3.3. Wzbudzenie pola magnetycznego

3.3.1. Rodzaj pola. Badanie można prowadzić, wykorzystując pełne lub szczątkowe wzbudzone pole magnetyczne.

Pełne pole magnetyczne należy stosować, gdy koercja badanego elementu jest mniejsza niż 1000 A/m lub gdy pole wzbudzające jest zmiennokierunkowe.

Szcątkowe pole magnetyczne można stosować, gdy materiał badanego elementu posiada koercję  $H_c$  powyżej 1000 A/m oraz remanencję  $B_r$  nie mniejszą niż 0,9 T.

Badanie w polu szczątkowym odznacza się mniejszą czułością aniżeli badanie w polu pełnym.

3.3.2. Rodzaj prądu wzbudzającego. Stosuje się prądy: stały, wyprostowany jednopółkowo, wyprostowany dwupółkowo, przemienny i impulsowy. W zależności od rodzaju prądu wzbudzającego, pole wzbudzające i wzbudzone jest stałe lub zmienne w czasie.

Dla wykrycia wad podpowierzchniowych należy wzbudnik zasilać prądem stałym lub prądem o dużej składowej stałej /np. wyprostowanym dwupółkowo/.

Dla wykrycia wad powierzchniowych rodzaj prądu wzbudzającego nie ma istotnego znaczenia.

Dla uzyskania wysokiej wartości pola szczątkowego, w przypadku dopuszczalności stosowania tego pola, należy stosować stały lub wyprostowany prąd wzbudzający. W przypadku stosowania prądu przemiennego należy się liczyć z koniecznością jego wyłączania za pomocą specjalnych wyłączników.<sup>1/</sup>

3.3.3. Kierunek pola wzbudzającego powinien tworzyć z normalną do płaszczyzny wady kąt nie większy niż  $45^\circ$ .

Jeśli kierunek nieciągłości w badanym elemencie nie jest znany, to:

- albo badanie należy wykonać dwukrotnie, stosując pola wzbudzające o kierunkach wzajemnie prostopadłych,
- albo należy zastosować pole wzbudzające zmiennokierunkowe.<sup>2/</sup>

3.3.4. Wartość pola wzbudzającego należy dobrać jednym z następujących sposobów:

a/ posługując się elementem zawierającym wadę wzorcową: wada ta powinna być zobrazowana defektogramem ostrym i kontrastowym,

b/ posługując się miernikiem składowej stycznej pola magnetycznego: wartość tej składowej powinna być taka, jaka w krzywej pierwszego magnesowania materiału badanego elementu odpowiada indukcji  $B = 0,9 T$ ,

c/ posługując się formułami, pozwalającymi obliczyć orientacyjne wartości prądu wzbudzającego.<sup>3/</sup>

<sup>1/</sup> Chodzi o to, by moment przerwania cyklu magnesowania nie był przypadkowy, lecz by wystąpił w czasie od osiągnięcia przez prąd wartości szczytowej, do spadku jej do zera, przed zmianą znaku.

<sup>2/</sup> Sposoby wytwarzania pola zmiennokierunkowego podano w p. 5 Informacji dodatkowych.

<sup>3/</sup> Formuły dla obliczania natężenia prądu wzbudzającego podano w p. 6 Informacji dodatkowych.

**3.3.5. Czas wzbudzenia pola magnetycznego.** Prąd wzbudzający powinien być włączony przez cały czas nanoszenia suchego proszku lub zawiesiny magnetycznej. W przypadku zawiesiny magnetycznej należy ponadto przedłużyć przepływ prądu o czas jej obciekania z badanego elementu. Czas ten nie powinien być krótszy niż 2 s dla zawiesin wodnych i naftowych, 5 s dla zawiesin o większej lepkości.

Przy długotrwałym obciekaniu zawiesiny, dla uniknięcia przegrzania badanego elementu, prąd wzbudzający może być cyklicznie wyłączany.

**3.4. Nanoszenie magnetycznego proszku i zawiesiny.** Stosowane proszki i zawiesiny powinny spełniać wymagania normy BN-86/0601-15/03. Proszek powinien wyraźnie wyróżniać się na tle badanej powierzchni. Do badania powierzchni obrobionych zaleca się stosować proszki niebarwione, natomiast do badania powierzchni ciemnych - proszki barwione lub fluoryzujące.

Do wykrywania wad o małych rozmiarach należy stosować metodę mokrą, natomiast do wykrywania wad większych wystarcza metoda sucha.

Zawiesiny magnetyczne zaleca się nanosić za pomocą polewaczki z pompą zainstalowaną w zamkniętym obiegu zawiesiny.

Suche proszki zaleca się nanosić za pomocą urządzenia rozpylającego /dmuchawki/ opisanego w BN-86/0601-15/03, p. 5.3.

### **3.5. Oględziny**

**3.5.1. Oświetlenie.** W przypadku proszków o barwie naturalnej lub barwionych stosuje się światło białe. Natężenie tego światła na oglądanej powierzchni powinno wynosić 500 lx. Nie powinny występować odbłaski, cienie oraz efekt migotania.

W przypadku proszków fluoryzujących stosuje się światło ultrafioletowe o długości fali 320 - 400 nm, przepuszczone przez filtr odcinający promieniowanie widzialne. Natężenie promieniowania na oglądanej powierzchni powinno wynosić co najmniej 5 W/m<sup>2</sup>.

**3.5.2. Ocena defektogramów** polega na określeniu charakteru wady<sup>1/</sup> i upewnieniu się, że ma się do czynienia z defektogramem rzeczywistym, a nie pozornym.

Defektogramy pozorne występują w miejscach zmian przekroju i kontaktu z ciałami ferromagnetycznymi podczas wzbudzenia pola magnetycznego.

W przypadkach wątpliwych badanie należy powtórzyć. Jeśli przy powtórnym badaniu defektogram nie pojawi się względnie zmieni kształt i lokalizację, to taki defektogram należy uznać za pozorny i wyłączyć z obserwacji.

### **3.6. Dokumentowanie wyników badania**

#### **3.6.1. Znakowanie miejsc z wadami** zaleca się wykonać:

a/ w przypadku oględzin w świetle białym - za pomocą kredki o barwie kontrastującej z barwą badanej powierzchni,

b/ w przypadku oględzin w świetle ultrafioletowym - za pomocą kredki zawierającej luminofor; barwa tej kredki powinna ponadto kontrastować z barwą badanej powierzchni przy oświetleniu białym.

#### **3.6.2. Dokumentowanie defektogramów proszkowych** można wykonać następującymi sposobami:

a/ za pomocą rysunku,

b/ fotograficznie,

c/ za pomocą replik na bibule filtracyjnej lub taśmie klejącej.

Na rysunkach i zdjęciach należy podać skalę, w jakiej przedstawiono defektogramy.

#### **3.6.3. Protokół badania** powinien zawierać:

1/ dane defektoskopu /rodzaj, typ, producent/,

2/ dane badanego elementu /nazwa, gatunek materiału, wymiary, ewentualnie szkic/,

3/ opis stosowanej techniki badania i wartości parametrów badania<sup>2/</sup>,

<sup>1/</sup> Charakterystyka defektogramów proszkowych różnych wad jest podana w p. 7 Informacji dodatkowych.

<sup>2/</sup> Sposób opisu techniki i wartości parametrów badania podano w p. 8 Informacji dodatkowych.

- 4/ informacje o wykrytych wadach, tj.:
- a/ lokalizację i orientację,
  - b/ długość,
  - c/ liczbę,
  - d/ charakterystykę<sup>1/</sup>,
- 5/ ocenę jakości badanego elementu wydaną na podstawie obowiązujących dokumentów.

**3.7. Rozmagnesowanie końcowe.** Zbadane elementy należy w razie potrzeby rozmagnesować. Sposób rozmagnesowania należy dobrać odpowiednio do:

- a/ kształtu i wymiarów badanego elementu,
- b/ własności magnetycznych materiału,
- c/ techniki wzbudzenia pola magnetycznego stosowanej podczas badania,
- d/ dopuszczalnej wielkości natężenia magnetycznego pola szczątkowego w zbadanym elemencie.

**3.8. Oczyszczenie końcowe** polega na usunięciu z badanej powierzchni magnetycznego proszku i cieczy nośnej zawiesiny.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE do BN-86/0601-15/02

1. Institucja opracowująca normę: Instytut Metalurgii Żelaza, Gliwice
2. Istotne zmiany w stosunku do BN-75/0601-08. Zmieniono układ treści, przyporządkowując go poszczególnym operacjom składającym się na pełny cykl badania. Uzgodniono postanowienia z normą RWPG CT C9B 4038-83. Do Informacji dodatkowych wprowadzono niektóre postanowienia BN-74/1054-01 w zakresie klasyfikacji i oznaczenia technik wzbudzenia pola magnetycznego. Przewidziano opracowanie dalszych arkuszy normy jak w tabl. I-1.

Tablica I-1

Tytuł	Arkusze nr
Wzbudniki pola magnetycznego. Wymagania i badania	04
Atlas defektogramów proszkowych wad	05

3. Normy związane

- BN-85/0601-15/01 Badania nieniszczące. Defektoskopia magnetyczno-proszkowa. Pojęcia ogólne.
- BN-85/0601-15/03 Badania nieniszczące. Defektoskopia magnetyczno-proszkowa. Proszki i zawiesiny magnetyczne. Wymagania i badania.

4. Normy międzynarodowe i zagraniczne

- RWPG CT C9B 4038-83 Материалы ферромагнитные. Неразрушающий контроль магнитно-порошковым методом.
- Czechosłowacja ČSN 01 5015/JK Nedestruktivní zkoušky magnetickou metodou praškovou
- USA ASTM E 709-80 Standard Practice for Magnetic Particle Examination
- Japonia JIS G 0565-82 Methods for Magnetic Particle Testing of Ferromagnetic Materials and Classification of Magnetic Particle Indication.

5. Sposoby wytwarzania pola zmiennokierunkowego podano przykładowo w tabl. I-2.

<sup>1/</sup> Charakterystykę wad podano w p. 7 Informacji dodatkowych.

Tablica I-2

Spis sposobu wzbudzenia	Schemat
W1: elektrody zasilane prądem przemiennym W2: elektromagnes jarzmowy zasilany prądem stałym	
W1: elektrody zasilane prądem przemiennym W2: elektrody zasilane prądem stałym lub przemiennym o fazie przesuniętej o 90°	
W1: elektrody zasilane prądem stałym W2: wzbudnik transformatorowy	
W1: elektrody zasilane prądem przemiennym W2: cewka przelotowa zasilana prądem przemiennym o fazie przesuniętej o 90°	

W - wzbudnik, X - badany element; strzałkami zaznaczono kierunek wzbudzonego pola przez poszczególne wzbudniki

**6. Wzory do obliczenia natężenia prądu wzbudzającego w przypadku wzbudzenia pola magnetycznego za pomocą elektrod podano w tabl. I-3.**

Tablica I-3

Położenie elektrod	Rodzaj wzbudzonego pola	
	pełne	szczętkowe
	$I_m = 10 D$	$I_m = 30 D$
	$I_m = 3 P$	$I_m = 10 P$
	$I_m = 5 L$	

Oznaczenia:

A, B, D - wymiary przekroju, mm

P = 2 (A + B) - obwód, mm

L - rozstęp elektrod, mm

$I_m$  - natężenie prądu wzbudzającego, wartość szczytowa, A

**7. Charakterystyka defektogramów proszkowych niektórych wad.**

Defektogramy wad powierzchniowych są ostro zarysowane i kontrastowe. Należą do nich m. in.:

a/ pęknięcia hartownicze: defektogram bardzo wyrazisty, w postaci linii krzywej /łamanej/, zaczynający się z reguły z miejsc o dużej koncentracji naprężeń, a więc od otworów, naroży, korbów itp.;

b/ pęknięcia szlifierskie: defektogram bardzo cienki /wymagana duża czułość badania/, w postaci grupy kresiek lub siatki;

c/ zawalcowania - defektogram wyraźny, w postaci linii skierowanych wzdłuż kierunku walcowania;

d/ pęknięcia złączeniowe: defektogram wyraźny, zlokalizowany w obszarze koncentracji naprężeń.

Defektogramy wad podpowierzchniowych jak np. wtrąceń niemetalicznych są nieostre /"rozmyte"/ i mało kontrastowe.

**8. Sposób skróconego oznaczania technik i parametrów wzbudzenia pola magnetycznego.****8.1. Symbole wzbudników podano w tabl. I-4.**

Tablica I-4

Lp	Rodzaj wzbudnika	Symbol
1	Elektrody	K
2	Cewka obejmująca	CO
3	Cewka przelotowa	CP
4	Cewka przelotowa wewnętrzna	CPW
5	Cewka stykowa	CS
6	Elektromagnes przelotowy	EP
7	Elektromagnes przelotowy wewnętrzny	EPW
8	Elektromagnes o rdzeniu otwartym	ES
9	Elektromagnes jarzmowy	EJ
10	Wzbudnik transformatorowy	TR

**8.2. Przykłady skróconego opisu techniki i parametrów wzbudzenia pola magnetycznego**

1/ Pole pełne. Wzbudnik: K,  $I_m = 2000$  A.

2/ Pole szczątkowe. Wzbudnik: CP,  $I_m = 1000$  A,  $n = 20$ , prąd przemienny 50 Hz.

3/ Pole pełne, zmiennokierunkowe. Wzbudnik 1: K,  $I_m = 2000$  A, prąd przemienny 50 Hz.

Wzbudnik 2: CP,  $n = 50$ ,  $I_m = 100$  A, prąd przemienny 50 Hz przesunięty w fazie o  $90^\circ$  względem prądu wzbudnika 1.

**9. Wykaz pozostałych arkuszy normy podano w BN-86/0601-15/01.**

**10. Autor projektu normy:** doc. mgr inż. Adam Stryk - Instytut Metalurgii Żelaza, Gliwice