

|                                     |                                 |                          |
|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| HUTNICTWO<br>METALI<br>NIEŻELAZNYCH | N O R M A B R A N Ż O W A       |                          |
|                                     | Miedź                           |                          |
|                                     | Próba wydłużenia sprężyny (PWS) |                          |
|                                     | BN-80<br>0803-17                |                          |
|                                     |                                 | Zamiast<br>BN-76/0803-17 |
|                                     |                                 | Grupa katalogowa 0359    |

1. WSTĘP

1.1. **Przedmiot normy.** Przedmiotem normy jest próba wydłużenia sprężyny (PWS) wykonanej z drutu miedzanego określająca podatność miedzi po rekrytalizacji w określonych parametrach obróbki cieplnej.

1.2. **Zakres stosowania przedmiotu normy.** Postanowienia normy stosuje się do badania wlewków oraz walcówki i prasówki miedzianej.

1.3. **Zasada próby.** Próba wydłużenia sprężyny (PWS) polega na obciążeniu sprężyny ciężarem wywołującym w drucie naprężenie 7 MPa i pomiarze trwałego wydłużenia sprężyny po odciążeniu próbki.

1.4. **Cel próby.** Celem próby jest wyznaczenie trwałego wydłużenia sprężyny określającego własności plastyczne badanego drutu miedzanego oraz temperatury  $t_{\Delta L_g}$ .

Próbę stosuje się do kwalifikacji wlewków miedzianych oraz walcówki i prasówki miedzianej.

2. OZNACZENIA WIELKOŚCI

| Symbol           | Jednostka | Wielkość podstawowa                                                                                                                          |
|------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $d$              | mm        | średnica badanej próbki drutu                                                                                                                |
| $D_s$            | mm        | średnica trzpienia do nawijania sprężyny równa $20 \pm 0,01$ mm                                                                              |
| $L_0$            | mm        | długość pomiarowa drutu                                                                                                                      |
| $L_1$            | mm        | długość pomiarowa sprężyny przed obciążeniem                                                                                                 |
| $L_2$            | mm        | długość pomiarowa sprężyny po zdjęciu obciążenia                                                                                             |
| $\Delta L_t$     | mm        | trwałe wydłużenie sprężyny $\Delta L = L_2 - L_1$ , określone na próbce wyżarzanej w temperaturze $t$                                        |
| $\Delta L_g$     | mm        | graniczna wartość trwałego wydłużenia sprężyny po wyżarzeniu próbki                                                                          |
| $t_{\Delta L_g}$ | K         | temperatura wyżarzania drutu w czasie dwóch godzin, po której to obróbce próba wydłużenia sprężyny daje wydłużenie trwałe równe $\Delta L_g$ |

3. POBIERANIE I PRZYGOTOWANIE PRÓBEK

3.1. **Pobieranie próbek.** Sposób pobierania próbek wg BN-79/0803-13. Liczba próbek do próby — wg norm przedmiotowych.

3.2. **Przeróbka plastyczna.** Z badanego wlewka, jego części lub pręta o średnicy większej niż 8 mm wykonuje się przez przeróbkę plastyczną na gorąco lub zimno, pręt o średnicy  $6,3 \div 8$  mm. Do celów rozjemczych należy wykonywać pręty  $6,35 \pm 0,5$  mm.

3.3. **Wyżarzanie międzyoperacyjne.** Pręt o średnicy  $6,3 \div 8$  mm otrzymany przez przeróbkę plastyczną wygrzewa się w temperaturze  $700 \pm 5^\circ\text{C}$  w czasie 1 h, licząc czas od osiągnięcia temperatury przez piec po załadowaniu pręta, po czym próbkę oziębia się w wodzie i trawi w 10 ÷ 15-procentowym roztworze kwasu siarkowego, a następnie płucze w ciepłej wodzie.

3.4. **Przeróbka plastyczna na zimno.** Pręt o średnicy  $6,3 \div 8$  mm ciągnie się na drut o średnicy  $2,0 \pm 0,01$  mm. Ciągnięcie wykonuje się na dowolnych ciągarkach. Prędkość ciągnięcia nie może przekraczać 1 m/s. Ciągnięcie wykonuje się z gniotem jednostkowym w zakresie  $20 \div 25\%$ .

Dla uzyskania średnicy nominalnej drutu 2,0 mm zaleca się stosowanie następującej serii ciągadel 7,00-6,35-5,50-4,80-4,20-3,70-3,30-2,90-2,55-2,25-2,00.

3.5. **Wyżarzanie końcowe** przeprowadza się na próbkach drutu zwiniętych w kręgi o średnicy równej  $200 \pm 10$  mm w czasie 2 h, licząc od czasu załadowania do kąpieli o właściwej temperaturze. W przypadku wyznaczania temperatury  $t_{\Delta L_g}$  obróbkę cieplną przeprowadza się w temperaturze np. 175, 200, 225°C itd. zachowując odstęp 25°C. W przypadkach rozjemczych odstęp powinien być nie większy niż 10°C. Po wyżarzaniu drut należy oziębować w wodzie lub 10 ÷ 15-procentowym roztworze kwasu siarkowego. Następnie, o ile to będzie konieczne, należy wyżarzony drut odtłuścić.

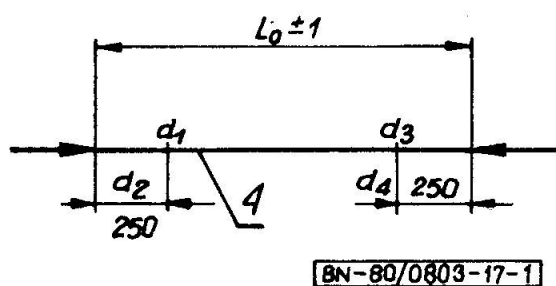
Zgłoszona przez Instytut Metali Nieżelaznych

Ustanowiona przez Generalnego Dyrektora Zjednoczenia Górniczo-Hutniczego Metali Nieżelaznych METALE dnia 29 września 1980 r. jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1981 r.

(Dz. Norm. i Miar nr 1/1981 poz. 3)

#### 4. WYMIARY PRÓBEK

##### 4.1. Sposób określania wymiarów próbek — wg rys. 1.



Rys. 1

$d_1, d_3$  — pomiar średnic w płaszczyźnie poziomej,  $d_2, d_4$  — pomiar średnic w płaszczyźnie pionowej, 4 — badana próbka drutu,  $L_0$  — długość pomiarowa

**4.2. Długość pomiarowa  $L_0$**  powinna wynosić  $1000 \pm 1$  mm.

**4.3. Nominalna średnica próbek** powinna wynosić  $2,0 \pm 0,01$  mm.

**4.4. Tolerancja średnicy próbki** powinna być określona jako największa różnica między wartościami

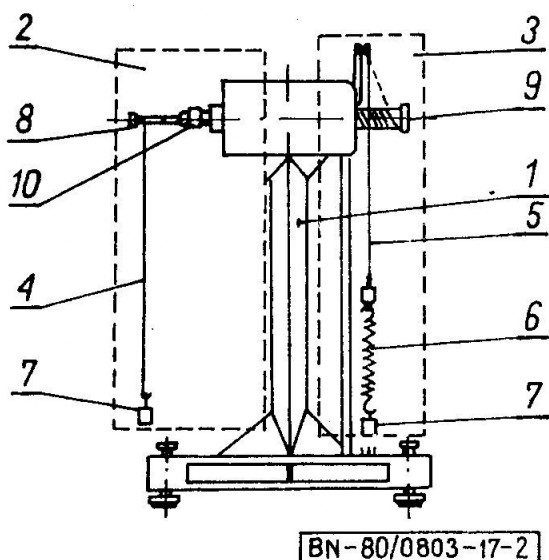
$$\frac{d_1 + d_2}{2}; \quad \frac{d_3 + d_4}{2}$$

i nie powinna przekraczać wartości 0,01 mm.

**4.5. Owalność próbki** określona jako bezwzględna wartość różnicy średnic w dwóch prostopadłych do siebie płaszczyznach w jednym przekroju pomiarowym nie może przekraczać 0,1 mm.

#### 5. URZĄDZENIA I APARATURA POMIAROWA

**5.1. Urządzenie do rozciągania sprężyny (deltametr).** Próbę wydłużenia sprężyny należy przeprowadzać na deltametrze przedstawionym na rys. 2.



Rys. 2

1 — stojak z mechanizmem napędowym, 2 — układ do nawijania sprężyny, 3 — układ do rozciągania sprężyny, 4 — badana próbka drutu zwijana w sprężynę, 5 — linka, 6 — rozciągana sprężyna, 7 — odważnik, 8 — trzpień, 9 — bęben nawijający, 10 — uchwyt

Urządzenie to składa się ze stojaka 1 z mechanizmem napędzającym, układu do nawijania sprężyny 2, oraz układu do rozciągania sprężyny 3.

Badana próbka drutu 4 zwijana jest w sprężynę na trzpieniu 8, który zamocowany jest w uchwycie 10 układu nawijającego 2, mającego stałe obroty  $n = 50$  obr/min. Uchwyt 10 z trzpieniem 8 nachylony jest pod kątem zapewniającym nawinięcie sprężyny 6 ze zwojami przylegającymi do siebie. Do końca drutu 4 i rozciąganej sprężyny 6 zamocowuje się obciążenie 7. Spirala 6 rozciągana jest ze stałą prędkością wynoszącą  $5,0 + 0,25$  cm/s i połączona jest z obciążeniem 7 oraz linką 5, która nawijana jest na bęben z rowkiem 9.

**5.2. Piec do wyżarzania międzyoperacyjnego** powinien zapewniać utrzymanie stałej temperatury na całej długości próbki w czasie trwania wygrzewania. Dopuszczalna odchyłka temperatury  $\pm 5^\circ\text{C}$ .

**5.3. Urządzenie do obróbki cieplnej próbek drutu** powinno zapewniać szybkie nagrzewanie wsadu i utrzymanie stałej temperatury w całej masie wsadu (np. piec olejowy, solny, fluidyzacyjny itp.). Temperatura podczas wyżarzania nie może zmieniać się więcej niż  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  przy obróbce cieplnej do  $200^\circ\text{C}$  i  $\pm 1^\circ\text{C}$  przy obróbce cieplnej powyżej  $200^\circ\text{C}$ .

**5.4. Przyrząd do pomiaru temperatury.** Pomiar temperatury w piecu do wyżarzania międzyoperacyjnego przeprowadza się za pomocą termoelementu dowolnego typu, przy czym wskaźnik temperatury powinien mieć podziałkę nie większą niż  $5^\circ\text{C}$ .

Pomiar temperatury w urządzeniach do obróbki cieplnej próbek drutu przeprowadza się za pomocą termometrów dowolnego typu z podziałką nie większą niż  $0,5^\circ\text{C}$ .

#### 6. WYKONANIE PRÓBY

**6.1. Nawijanie sprężyny.** Sprężynę nawija się z drutu o zaznaczonej w odcinku prostym długości pomiarowej  $1000 \pm 1$  mm. Nawijanie przeprowadza się na trzpieniu o średnicy  $20 \pm 0,01$  mm. Podczas nawijania swobodny koniec drutu powinien być obciążony ciężarem wywołującym w zwijanym drucie naprężenie 7 MPa.

Prędkość nawijania powinna wynosić  $50$  obr/min  $\pm 5\%$ . Po skończeniu nawijania zdejmuje się obciążenie i ostrożnie zsuwa sprężynę z trzpienia.

Sprężyna powinna być wykonana w ten sposób, aby co najmniej jeden zwoj wykonany był poza długością pomiarową. Sprężyna powinna być ściśnięta i zwarta, a odległość  $L_1$  między znakami określającymi długość pomiarową powinna wynosić  $28 \pm 1,5$  mm.

**6.2. Rozciąganie sprężyny.** Po nawinięciu sprężyny na jej końcach za długością pomiarową formuje się zaczepy. Sprężynę zaczepla się jednym końcem do linki deltametru, a drugim końcem do odważnika 7 (o masie 2240 g). Po zaczepieniu sprężyny uruchamia się układ rozciągający sprężynę, przy czym prędkość rozciągania powinna wynosić  $5,0 + 0,25$  cm/s. Układ rozciągający zatrzymuje się po podniesieniu odważnika z podstawy. Odważnik zdejmuje się ze sprężyny ostrożnie, aby uniknąć jej odkształcenia po upływie 1 min od momentu oderwania się odważnika od podstawy.

**6.3. Pomiar długości  $L_2$ .** Po zdjęciu obciążenia sprężynę umieszcza się w pozycji poziomej. Po upływie co najmniej 1 min przeprowadza się pomiar długości sprężyny  $L_2$  między znakami określającymi długość pomiarową z dokładnością  $\pm 1$  mm.

**6.4. Wyznaczenie wydłużenia sprężyny.** Wydłużenie sprężyny określa się wg wzoru

$$\Delta L_t = L_2 - L_1$$

Wartość  $\Delta L_t$  należy określić z dokładnością do  $\pm 1$  mm.

Wartość  $\Delta L_t$  należy określić jako średnią arytmetyczną z pomiaru trzech próbek wyżarzonych w tej samej temperaturze. Rozrzut wyników w stosunku do średniej arytmetycznej nie może przekraczać  $\pm 10\%$ .

W przypadku większego rozrzutu próbę należy wykonać ponownie.

**6.5. Wyznaczenie temperatury  $t_{\Delta L_g}$**

**6.5.1. Wyznaczenie temperatury  $t_{\Delta L_g}$  wykresnie** — wg rys. 3.

Punkty pomiarowe na wykresie łączy się odcinkami prostymi.

**6.5.2. Obliczanie temperatury  $t_{\Delta L_g}$  matematycznie.** Temperaturę  $t_{\Delta L_g}$  wyraża się w  $^{\circ}\text{C}$  wg wzoru

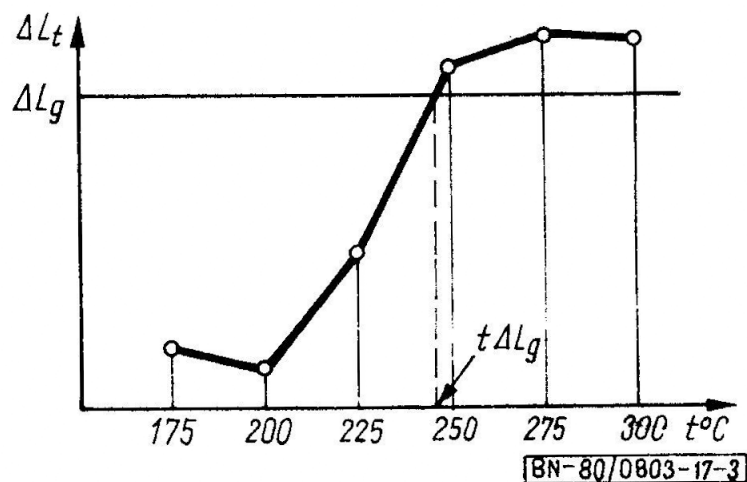
$$t_{\Delta L_g} = \left[ \frac{25 (\Delta L_g - \Delta L_{t_1})}{\Delta L_{t_2} - \Delta L_{t_1}} \right] + t_1$$

w którym:

$t_1$  — temperatura wyżarzania, po której wydłużenie sprężyny  $\Delta L_{t_1}$  jest mniejsze od  $\Delta L_g$ ,

$t_2$  — temperatura wyższa o  $25^{\circ}\text{C}$  od temperatury  $t_1$ , po której wydłużenie sprężyny  $\Delta L_{t_2}$  jest większe od  $\Delta L_g$ .

**6.6. Wynik pomiaru wydłużenia sprężyny.** Jako wynik należy podać wielkość wyznaczonego wydłużenia trwałego  $\Delta L_t$  bądź temperaturę  $t_{\Delta L_g}$ .



Rys. 3

K O N I E C

#### INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Metali Nieżelaznych, Gliwice.

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-76/0803-17

a) zmieniono nazewnictwo, parametry wyżarzania prętów i drutu zgodnie z zasadą prowadzenia próby przez czołowych producentów miedzi w świecie,

b) ustalono wymiar drutu, na którym można prowadzić próbę,

c) wprowadzono jednostki miar zgodnie z układem SI.

3. Normy związane

BN-73/0803-13 Miedź. Pobieranie i przygotowanie próbek oraz pomiar oporności elektrycznej właściwej

4. Zalecenia międzynarodowe

ISO Technical Report 4746 1978-09-01 High conductivity copper — spiral elongation test

5. Autor projektu normy — mgr inż. Marek Cielieński — Instytut Metali Nieżelaznych, Gliwice.