

MATERIAŁY BUDOWLANE	NORMA BRANŻOWA	BN-75
	Materiały ogniotrwałe Oznaczenie przewodności cieplnej metodą „gorącego drutu”	6760-13
		Grupa katalogowa VIII 29

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy jest metoda oznaczania przewodności cieplnej materiałów ogniotrwałych przy wysokich temperaturach metodą "gorącego drutu".

1.2. Zakres stosowania przedmiotu normy. Metodę zaleca się stosować do oznaczania przewodności cieplnej materiałów dielektrycznych w postaci wyrobów lub mlew. Materiał może być zwarty lub porowaty, nie powinien zawierać obcych wtrąceń ani wad tekstury.

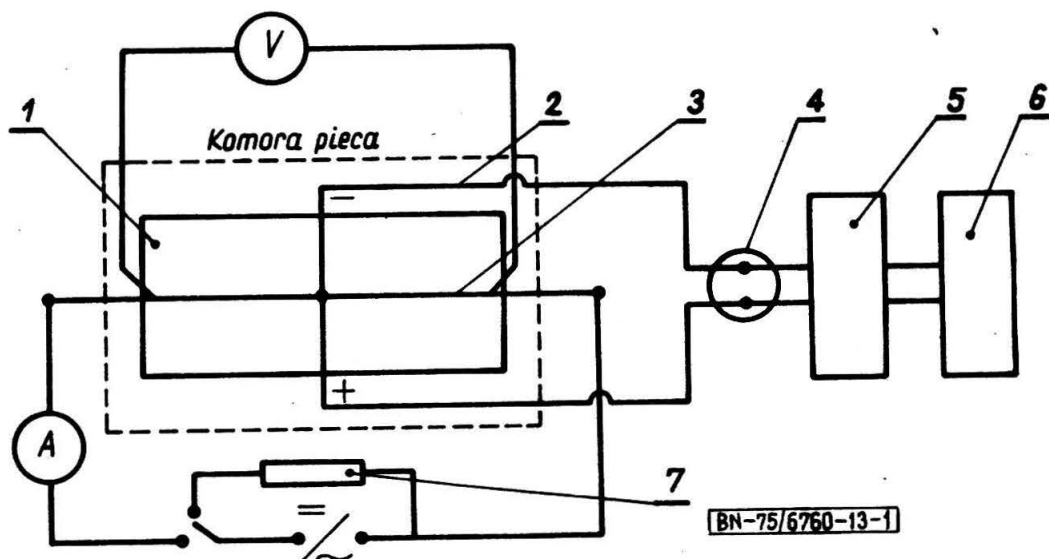
Metoda najbardziej nadaje się dla materiałów o przewodności cieplnej poniżej $2 \text{ kcal/m}\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$.

1.3. Zasada pomiaru. Metoda opiera się na pomiarze wzrostu temperatury liniowego źródła ciepła, umieszczonego w badanej próbce.

Źródłem ciepła jest tzw. "gorący drut", w którego środku przylutowany jest termoelement do pomiaru wzrostu temperatury. "Gorący drut" i termoelement tworzą tzw. "krzyż pomiarowy" (rys. 1).

Zmiana temperatury "gorącego drutu" po włączeniu prądu jest miarą przewodności cieplnej λ_T badanego materiału przy stałej temperaturze T .

Zgłoszona przez Instytut Materiałów Ogniotrwałych
Ustanowiona przez Naczelnego Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Materiałów Ogniotrwałych
dnia 20 września 1975 r. jako norma obowiązująca w zakresie czynności określonych normą
od dnia 1 kwietnia 1976 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 25/1975 poz. 92)



Rys. 1

1 - próbka, 2 - termoelement, 3 - drut grzewczy, 4 - termostat, 5 - kompensator,
6 - przyrząd rejestrujący, 7 - opór równoważny.

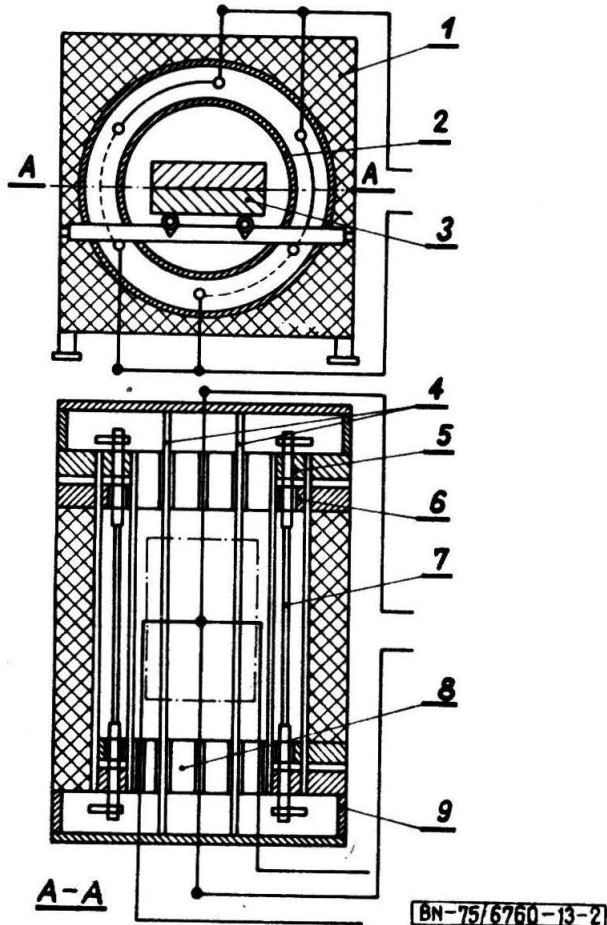
2. APARATURA

2.1. "Krzyż pomiarowy" składa się z "gorącego drutu" i termoelementu. Druty termoelementu krzyżują się z "gorącym drutem" pod kątem prostym. Maksymalna średnica "gorącego drutu" wynosi 0,5 mm. Maksymalna grubość drutu termoelementu nie powinna przekraczać grubości "gorącego drutu". Druty termoelementu przylutowuje się do "gorącego drutu".

"Gorący drut" powinien być wykonany z wysokooporowego stopu, żaroodpornego w maksymalnej temperaturze pomiaru (np. kantal DS można stosować przy pomiarach do 900°C, dla tej temperatury zaleca się stosowanie termoelementu NiCr-Ni). Chłodne końcówki termoelementu należy umieścić w termostacie (np. w termostacie z mieszaniną lodu i wody).

2.2. Piec. Badania przeprowadza się w elektrycznym piecu oporowym. Przestrzeń robocza pieca powinna odpowiadać wymiarom badanych próbek. Izolację pieca i regulację temperatury należy wykonać tak, aby zabezpieczyć dopuszczalne wahania temperatury w próbce. Elementy grzewcze należy umieścić w piecu tak, aby stykały się z wykładką pieca tylko w chłodnej strefie o temperaturze poniżej 500°C. Badaną próbkę należy ustawić w piecu na podstawkach, tak aby

zabezpieczyć równomierne nagrzewanie ze wszystkich stron. Podstawki nie powinny stykać się z gorącą częścią wymurówki, a materiał, z którego zostały wykonane, nie powinien reagować z badanym materiałem. Temperaturę pieca reguluje się za pomocą termoelementu umieszczonego przy jednym z elementów grzewczych (rys. 2).



Rys. 2

- 1 - izolacja (gęstość pozorną $0,5 \text{ g/cm}^3$), 2 - rury szamotowe, 3 - badana próbka, 4 - rura, 5 - uchwyt do syilitów, 6 - przewodnik ogniotrwały, 7 - element grzewczy, 8 - zamknięcie izolacyjne ($0,8 \text{ g/cm}^3$), 9 - uchwyt do rur.

3. PRÓBKI DO BADAŃ

Badanie wykonuje się na dwóch próbkach jednakowych wymiarów. Maksymalny wymiar próbki odpowiada wymiarom prostki normalnej, minimalny - wymiarom 30×60×120 mm. Próbki nakłada się na siebie największymi powierzchniami, dokładnie oszlifowanymi i oczyszczonymi. W celu umieszczenia "krzyża pomiarowego", w powierzchniach tych należy wyźłobić rowki o głębokości równej średnicy drutu, z którego wykonano "krzyż pomiarowy". Drut umocowuje się w rowkach masą przygotowaną z badanego materiału rozdrobionego poniżej 0,1 mm, z dodatkiem 2% dekstryny lub innego środka klejącego.

Przy badaniu materiałów o małej twardości "krzyż pomiarowy" można wcisnąć lekko w powierzchnię próbki bez żłobienia rowków.

Materiały sypkie wsypuje się do kapsła wykonanego z materiału o odpowiedniej ogniotrwałości i wysokiej przewodności cieplnej (np. ze stali lub magnezytu). Wewnętrzne wymiary kapsła powinny odpowiadać wymiarom dwóch prostek nałożonych na siebie największymi powierzchniami. "Krzyż pomiarowy" umieszcza się tak, jak przy badaniu wyrobów. Jeżeli kapsel wykonany jest z materiału przewodzącego prąd, to drut "krzyża pomiarowego" należy dokładnie odizolować od ścian kapsła. Przed umieszczeniem w piecu, kapsel należy przykryć pokrywą, wykonaną z tego samego materiału co kapsel. Dno, ścianki i pokrywa kapsła powinny mieć jednakową grubość.

4. WYKONANIE OZNACZANIA

"Gorący drut" nagrzewa się prądem stałym lub zmiennym. Natężenie prądu, dobrane w zależności od przewidywanej przewodności cieplnej ustala się za pomocą odpowiedniego oporu przed rozpoczęciem badania, po czym przełącza na "gorący drut". Natężenie prądu nie powinno ulegać zmianom w czasie pomiaru. Do pomiaru natężenia prądu należy stosować amperomierz klasy 0,2. Opór elektryczny "gorącego drutu" należy określić przed rozpoczęciem pomiaru, ze spadku napięcia na jego końcach.

Próbkę ogrzewa się do żądanej temperatury z dowolną szybkością i przetrzymuje do wyrównania temperatury w całej próbce. Temperaturę uważa się za wyrównaną, jeżeli w ciągu 10 min nie zmienia się ona więcej niż o 0,05°C. Następnie przystępuje się do pomiarów temperatury "gorącego drutu" w zależności od czasu, za pomocą urządzeń pozwalających na pomiar napięcia prądu z dokładnością do 0,001 mV, np.:

- niskooporowy precyzyjny kompensator z zakresem pomiaru $0 \div 109,999$ mV, z czułym galwanometrem zerowym (przy zmianie najmniejszej podziałki kompensatora o jeden stopień powinno się obserwować wyraźne odchylenie wskazówki galwanometru),

- kompensator połączony z urządzeniem rejestrującym, o szerokości taśmy piszącej minimum 250 mm przy zakresie pomiaru powyżej 1 mV.

Natężenie prądu dobiera się tak, aby w zależności od przewidywanego współczynnika przewodności cieplnej λ_T na 1 cm długości "gorącego drutu" wydzieliał się prąd o mocy:

$$\lambda_T = 0,2+0,8 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} - 0,5 \text{ W/cm},$$

$$\lambda_T = 0,8+1,5 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} - 1,0 \text{ W/cm},$$

$$\lambda_T = 1,5+2,5 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} - 1,5 \text{ W/cm},$$

$$\lambda_T \geq 2,5 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} - 2,0 \text{ W/cm}.$$

5. WYNIKI

5.1. Obliczanie wyników. Przewodność cieplną λ_T w kcal/m · h · °C, oblicza się wg wzoru

$$\lambda_T = 0,86 \cdot \frac{I^2 \cdot R}{4\pi} \cdot \frac{\ln \frac{t_2}{t_1}}{T_2 - T_1}$$

w którym:

I - natężenie prądu, A,

R - opór właściwy "gorącego drutu" przy temperaturze pomiaru, $\Omega \cdot \text{m}$,

t_1, t_2 - momenty czasu, s,

T_1, T_2 - temperatury "gorącego drutu" w momencie czasu t_1 i t_2 , °C.

Wynik badania należy przedstawić na wykresie podając na osi poziomej temperaturę T w °C, na osi pionowej logarytm czasu, przy czym od momentu czasu, równego np. 1 min powinno się otrzymywać linię prostą. Momenty czasu t_1 i t_2 wybiera się dowolnie lecz blisko siebie. Zaleca się czas $t_1 = 2$ min i $t_2 = 10$ min, którym odpowiada podwyższenie temperatury ($T_2 - T_1$). Jeżeli na wykresie nie otrzymuje się linii prostej, pomiar należy powtórzyć.

Przy wartościach $t_1 = 2$ min i $t_2 = 10$ min przewodność cieplną λ_T oblicza się wg wzoru

$$\lambda_T = 0,11143 \cdot \frac{I^2 \cdot R}{T_2 - T_1}$$

5.2. Dokładność oznaczania. Przy powtórnyim badaniu przewodności cieplnej λ_T metodą "gorącego drutu", przy ścisłym przestrzeganiu wszystkich technicznych zasad pomiaru, różnica pomiędzy wynikami nie powinna przekraczać $\pm 5\%$.

5.3. Sposób podawania wyników. Przy podawaniu wyników należy określić rodzaj badanego materiału, temperaturę pomiaru i zmierzoną przewodność cieplną.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Instytut Materiałów Ogniotrwałych.

2. Normy zagraniczne i zalecenia międzynarodowe

WRL MSZ 14237-73 Tűzálló anyagok és gyártmányok. Hővezetőképesség meghatározása

"forró huzal" módszerrel

RWPG PC 3632-72 Материалы огнеупорные. Определение теплопроводности методом горячей проволоки