

DIN EN 993-14

ICS 81.080

Einsprüche bis 2008-03-31

Entwurf**Prüfverfahren für wärmedämmende und dichte geformte feuerfeste Erzeugnisse –****Teil 14: Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit nach dem Heißdraht-(Kreuz-)Verfahren und Widerstandsthermometer-Verfahren; Deutsche Fassung prEN 993-14:2008**

Methods of testing insulating and dense shaped refractory products –
Part 14: Determination of thermal conductivity by the hot-wire (cross-array) and resistance thermometer methods;
German version prEN 993-14:2008

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-01-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nmp@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 23 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 993-14:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 187 „Feuerfeste Erzeugnisse und Werkstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-02-57 AA „Ungeformte, dichte geformte und wärmedämmende feuerfeste Erzeugnisse und Werkstoffe“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Änderungen

Gegenüber DIN 993-14:1998-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Widerstandsthermometer-Verfahren als Alternative zum Heißdrahtverfahren ergänzt;
- b) schematische Darstellungen der Prüfeinrichtung und der Lage des Heiz- und Messkreises beim Heißdrahtverfahren ersetzt durch neue Bilder;
- c) Inhalt der Norm redaktionell überarbeitet.

Prüfverfahren für wärmedämmende und dichte geformte feuerfeste Erzeugnisse — Teil 14: Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit nach dem Heißdraht-(Kreuz-) und dem Widerstandsthermometer-Verfahren

Methods of testing insulating and dense shaped refractory products — Part 14: Determination of thermal conductivity by the hot wire (cross-array) and resistance thermometer methods

ICS: 81.080

Deskriptoren

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Begriffe	4
3 Kurzbeschreibung	5
4 Geräte.....	5
5 Probekörper.....	10
5.1 Maße.....	10
5.2 Oberflächenebenheit	10
5.3 Einkerbungen in dichten Werkstoffen	11
6 Durchführung.....	11
7 Bewertung der Prüfergebnisse	13
8 Berechnung und Angabe der Ergebnisse	13
9 Präzision	14
10 Prüfbericht.....	14
Anhang A (informativ) Datenumrechnung von Widerstandsänderung in Temperaturänderung.....	15
A.1 Allgemeines	15
A.2 Anfangsdaten	15
A.3 Näherungskurve für den spezifischen Widerstand des Heißdrahtes.....	16
A.4 Steigung der Näherungskurve	17
A.5 Steigung der relativen Näherungskurve bei Gleichgewichtstemperatur	17
A.6 Wahre Temperatur, bei der die Messung durchgeführt wird	17
A.7 Steigung der relativen Näherungskurve bei wahrer Temperatur	18
A.8 Berechnung des Temperaturanstiegs als eine Funktion der Zeit	18
A.9 Erneute Berechnung der Daten von $\Delta T(t)$ nach einem Prüflauf	18
Anhang B (informativ) Beispiele für Messungen der Wärmeleitfähigkeit	20

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 993-14:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 187 „Feuerfeste Erzeugnisse und Werkstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument ist als Ersatz für EN 993-14:1998 vorgesehen.

EN 993 „Prüfverfahren für dichte geformte feuerfeste Erzeugnisse“ besteht aus 20 Teilen:

Teil 1: *Bestimmung der Rohdichte, offenen Porosität und Gesamtporosität*

Teil 2: *Bestimmung der Dichte*

Teil 3: *Prüfungen für kohlenstoffhaltige Erzeugnisse*

Teil 4: *Bestimmung der Gasdurchlässigkeit*

Teil 5: *Bestimmung der Kaltdruckfestigkeit*

Teil 6: *Bestimmung der Biegefestigkeit bei Raumtemperatur*

Teil 7: *Bestimmung der Biegefestigkeit bei erhöhten Temperaturen*

Teil 8: *Bestimmung des Erweichungsverhaltens unter Druck (Druckerweichen)*

Teil 9: *Bestimmung des Druckfließverhaltens*

Teil 10: *Bestimmung der bleibenden Längenänderung nach Temperatureinwirkung*

Teil 11: *Bestimmung der Temperaturwechselbeständigkeit (ENV)*

Teil 12: *Bestimmung des Kegelfallpunktes (Feuerfestigkeit)*

Teil 13: *Festlegungen für Referenz-Brennkegel für den Laboratoriumsgebrauch*

Teil 14: *Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit nach dem Heißdraht- (Kreuz-)Verfahren*

Teil 15: *Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit nach dem Heißdraht- (Parallel-)Verfahren*

Teil 16: *Bestimmung der Beständigkeit gegen Schwefelsäure*

Teil 17: *Bestimmung der Rohdichte von körnigem Gut nach dem Quecksilber-Verdrängungsverfahren unter Vakuum*

Teil 18: *Bestimmung der Rohdichte von körnigem Gut nach dem Wasserverdrängungsverfahren unter Vakuum*

Teil 19: *Bestimmung der Wärmeausdehnung nach einem Differentialverfahren*

Teil 20: *Bestimmung der Beständigkeit gegen Abrieb bei Raumtemperatur*

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt das Heißdraht-/Kreuz- und Widerstandsthermometer-Verfahren für die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit in kohlenstofffreien, dielektrischen feuerfesten Erzeugnissen und Werkstoffen fest.

Geeignete feuerfeste Erzeugnisse umfassen dichte und zur Wärmedämmung dienende geformte Erzeugnisse, Feuerbetone, plastische feuerfeste Massen, Rammmassen, pulverförmige oder körnige Massen.

Die Werte für die Wärmeleitfähigkeit können von Raumtemperatur bis 1 250 °C, oder bis zur maximalen Beanspruchungsgrenze des feuerfesten Erzeugnisses oder bis zu der Temperatur, bei der das feuerfeste Erzeugnis nicht länger dielektrisch ist, bestimmt werden.

Diese Verfahren gelten für feuerfeste Erzeugnisse mit λ -Werten $< 1,5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (Kreuzverfahren) und $< 15 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (Widerstandsthermometer-Verfahren).

Messungen an anisotropen Werkstoffen sind im Allgemeinen schwierig durchzuführen, und die Anwendung dieses Verfahrens für derartige Werkstoffe sollte zwischen den betreffenden Parteien vereinbart werden.

ANMERKUNG Die Wärmeleitfähigkeit von Erzeugnissen mit hydraulischer oder chemischer Bindung kann durch die nennenswerte Wassermenge, die nach dem Aushärten oder Abbinden zurückbleibt und während des Brennvorganges abgegeben wird, beeinflusst werden. Diese Werkstoffe können daher eine Vorbehandlung erfordern; die Art und der Umfang einer derartigen Vorbehandlung sowie die Zeit, für die der Probekörper vor der Durchführung der Prüfung der Messtemperatur auszusetzen ist, sind Einzelheiten, die außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm liegen und sollten zwischen den betreffenden Parteien vereinbart werden.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

2.1

Wärmeleitfähigkeit, λ

Wärmeflussdichte dividiert durch den Temperaturgradienten, angegeben in Watt je Meter und Kelvin ($\text{W/m} \cdot \text{K}$)

2.2

Temperaturleitfähigkeit, a

$$a = \frac{\lambda}{(c_p \cdot \rho)}$$

Dabei ist

λ die Wärmeleitfähigkeit;

ρ die Rohdichte;

c_p die spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck.

ANMERKUNG Die Temperaturleitfähigkeit wird angegeben in Quadratmeter je Sekunde ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$).

2.3

Leistung, P

Wärmefluss, angegeben in Watt (W)

3 Kurzbeschreibung

Sowohl das Heißdraht-„Kreuz“- als auch das „Widerstandsthermometer“-Verfahren sind dynamische Messverfahren, die auf der Bestimmung des Temperaturanstiegs als Funktion der Zeit mit Hilfe des Prüfaufbaus, der aus einer linearen Wärmequelle (Heißdraht) besteht, die (der) zwischen zwei Probekörpern eingebettet ist, beruhen.

Der Prüfaufbau wird in einem Ofen auf eine festgelegte Temperatur erwärmt und bei dieser Temperatur belassen. Ein weiteres örtliches Aufheizen erfolgt durch einen linearen elektrischen Leiter (den Heißdraht), der symmetrisch in den Prüfaufbau eingebettet ist und durch den ein elektrischer Strom mit bekannter, zeitlich und über die Länge der Probekörper konstanter Stromstärke fließt.

Der Temperaturanstieg als Funktion der Zeit, vom Einschalten des lokalen Heizstromes an gemessen, folgt einem logarithmischen Gesetz und sollte deshalb in einem halblogarithmischen Diagramm eine Gerade bilden. Aus der Steigung dieser Geraden und der bekannten Leistungseingabe auf den Heißdraht kann die Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes, aus dem die Probekörper hergestellt sind, berechnet werden.

Beim Kreuzverfahren wird der Temperaturanstieg mit einem Thermopaar gemessen, das auf die Mitte des Heißdrahtes aufgeschweißt ist. Die Zuleitungen des Thermopaars verlaufen senkrecht zum Heißdraht.

Beim Widerstandsthermometer-Verfahren wird der Temperaturanstieg gemessen, indem der Heißdraht selbst sowohl als Wärmequelle als auch als Temperaturfühler verwendet wird. Hier erfolgt eine integrierte Temperaturmessung über die Länge des Heißdrahtes zwischen den Spannungsabgriffen. Die Änderung des Widerstandes des Heißdrahtes wird bestimmt. Aus diesen Daten wird dessen Temperaturanstieg berechnet.

4 Geräte

ANMERKUNG In Bild 1 und Bild 2 sind jeweils Blockdiagramme von Prüfeinrichtungen dargestellt, die zur Durchführung des Kreuzverfahrens und des Widerstandsthermometer-Verfahrens vorgeschlagen werden.

4.1 Ofen, elektrisch beheizt, fähig, eine oder mehrere Prüfanordnungen (siehe 5.1) bis auf die geforderte Höchsttemperatur zu bringen. Die Temperatur darf an zwei beliebigen Punkten des Bereiches, der von den Probekörpern eingenommen wird, um nicht mehr als 10 K abweichen. Die während der Prüfung (etwa 15 min) an der Außenseite der Prüfanordnung gemessene Temperatur darf nicht mehr als $\pm 0,5$ K schwanken und muss auf ± 10 K bekannt sein.

4.2 Heißdraht, vorzugsweise aus Platin oder einer Platin/Rhodium-Legierung, mit einer Mindestlänge, die gleich der Probenlänge ist, und einem Durchmesser nicht größer 0,5 mm. Die Spannungsabgriffe, bestehend aus dem gleichen Werkstoff wie der Heißdraht, sollten im Probekörper so angebracht werden, dass die Länge zwischen den Abgriffen etwa 200 mm beträgt und auf $\pm 0,5$ mm bekannt ist. Die Drähte dürfen keinen größeren Durchmesser als der Heißdraht haben.

Beide Enden des Heißdrahtes sind mit der Spannungsquelle und die Spannungsabgriffe mit der Heißdraht-Leistungsregelung (4.5) verbunden. Die Drähte zur Spannungsquelle dürfen auch die Verlängerung des Heißdrahtes selbst sein und müssen denselben Durchmesser wie der Draht innerhalb der Anordnung aufweisen. Zuleitungen außerhalb der Anordnung müssen aus zwei oder mehr fest verdrehten Drähten mit einem Durchmesser von 0,5 mm bestehen. Für die stromführenden Verbindungen außerhalb des Ofens müssen starkdrähtige Kabel verwendet werden.

4.3 Spannungsquelle für den Heißdraht (4.2):

- a) Beim Kreuzverfahren muss die Spannungsquelle in der Lage sein, stabilisierte Wechsel- oder Gleichspannung zu liefern, vorzugsweise jedoch Wechselspannung, wobei die Spannung während der Messzeit um nicht mehr als 2 % schwanken darf. Es ist eine Leistungsversorgung des Heißdrahtes zwischen 1 W/m und 20 W/m erforderlich. Dies entspricht 0,2 W bis 4 W zwischen den Spannungsabgriffen bei einem Abstand von 200 mm (siehe Anmerkung in 6.5);