

Kurzbericht

Zerstörungsfreie Prüfung von gesinterten Feuerfeststeinen mit Mikrowellen¹⁾

Von Helmut Hädrich und Stanislav Ulitzka, Institut für Werkstoffwissenschaften III (Glas und Keramik), Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen

1. Einleitung

Gesinterte Feuerfeststeine werden heute in vielen Bereichen der Glasproduktion eingesetzt. Die Durchstrahlung mit Mikrowellen ist eine Methode der zerstörungsfreien Prüfung, die mit verhältnismäßig geringem Aufwand das Erkennen von inneren Rissen und Strukturinhomogenitäten erlaubt.

Die vorgestellte Anlage gestattet es, Transmissionsmessungen an Steinblöcken bis zu einer Größe von $(100 \times 900 \times 400)$ mm³ durchzuführen. Wegen der geringen Senderleistung von unter 100 mW bei 30 GHz sind keine besonderen Personenschutzmaßnahmen erforderlich. Der Stein wird zwischen Sende- und Empfangsantenne gestellt. Diese werden dann rechnergesteuert mäanderförmig über die Steinoberfläche gefahren. Die Mikrowelle durchdringt den Stein und wird von eventuell vorhandenen Fehlern geschwächt. Das Empfangssignal wird digitalisiert und als Grauwert on-line auf dem Bildschirm eines PC dargestellt. Eine grafische Weiterbearbeitung oder das Abspeichern des sogenannten C-Bildes sowie das Anfertigen eines Meßprotokolls sind möglich.

2. Meßverfahren

Die Flachglasherstellung erfolgt heute nur noch nach dem Floatprozeß. Zur Auskleidung des Zinnbadbehälters werden Schamotteblöcke verwendet. Diese können Inhomogenitäten aufweisen, die im Laufe der Zeit zur Zerstörung und zum Aufschwimmen halber Blöcke führen.

Zum Aufbau der Oberofens von Glasschmelzwannen dienen Silikasteine. Werden hier fehlerhafte Steine eingesetzt, kann vorzeitiger Verschleiß zum Einsturz des Gewölbes führen. Auf Grund von Erfahrungen mit der Ultraschallprüfung von schmelzgegossenen Feuerfeststeinen wurde im Rahmen eines AiF-Forschungsvorhabens eine Methode entwickelt, um gesinterte feuerfeste Steine zu prüfen. Dieses Material ist sehr viel grobkörniger und poröser als das schmelzgegossene. Eine Tauchtechnik-Ultraschallprüfung scheidet wegen der schlechteren Erkennbarkeit von Fehlern und der sehr langen Prüfzeiten aus.

In Bild 1 ist das zur Prüfung gesintertter feuerfester Steine mit Hilfe von Mikrowellen entwickelte Meßverfahren schematisch dargestellt. Das zu untersuchende Feuerfestmaterial (4) befindet sich zwischen zwei Mikrowellenantennen (3 und 5).

¹⁾ Das hier vorgestellte Verfahren wurde im Rahmen eines AiF/HVG-Forschungsvorhabens entwickelt. Eine ausführliche Veröffentlichung in den Glastech. Ber. ist vorgesehen.

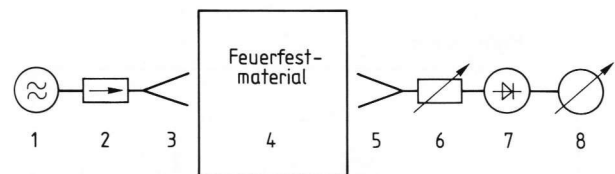


Bild 1. Schematische Darstellung des Mikrowellen-Prüfverfahrens. 1: Halbleiteroszillator, 2: Richtungsleitung, 3: Sendeantenne, 4: Feuerfeststein, 5: Empfangsantenne, 6: Dämpfungsglied, 7: Empfangsdiode, 8: Anzeigeelement.

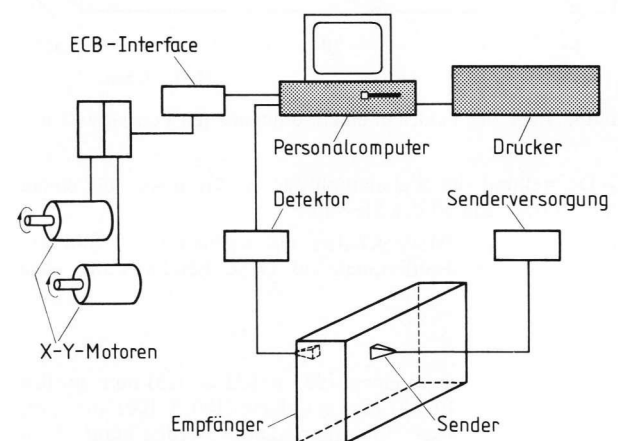


Bild 2. Schematische Darstellung der Meßapparatur.

Die Sendeantenne (3) wird von einem Halbleiteroszillator (1) gespeist. Die Richtungsleitung (2) schützt den Oszillator vor Reflexionen. Die elektromagnetische Welle durchläuft den zu prüfenden Körper (4) und wird von der Struktur und eventuell vorhandenen Fehlern gestreut, reflektiert oder absorbiert. Hinter der Empfangsantenne (5) befinden sich ein einstellbares Dämpfungsglied (6), eine Empfangsdiode (7) und ein Anzeigeelement (8).

3. Meßapparatur

Bild 2 zeigt den Aufbau der zur Mikrowellenprüfung von gesinterten Feuerfeststeinen verwendeten Meßapparatur. Sie hat folgende Aufgaben:

- Abrastern des Prüfkörpers in mäanderförmigen Bewegungen. Der Punktabstand beträgt 1 cm. Die Sende- und Empfangsantenne werden parallel zur Steinoberfläche geführt;
- Verstärkung des Detektorsignals mit anschließender Umwandlung in eine digitale Größe und Einlesen in einen Rechner;

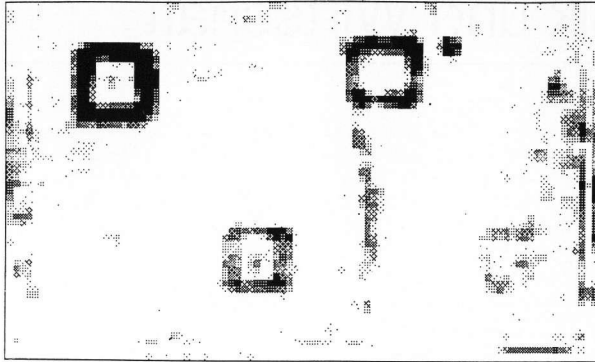


Bild 3. C-Bild eines Schamotteblocks mit künstlichen und natürlichen Fehlern.

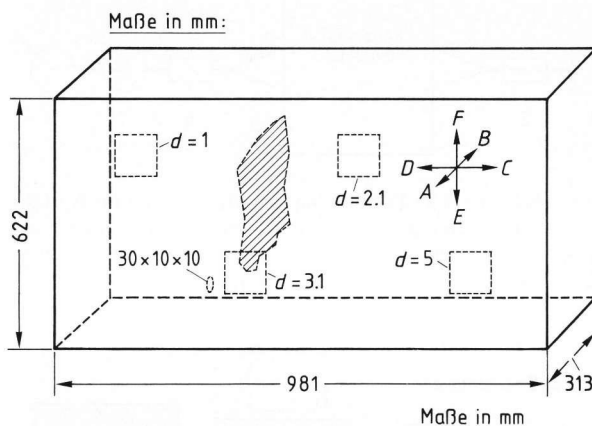


Bild 4. Lage der Fehler in einem untersuchten Feuerfeststein.

- c) Darstellung der Signalamplitude als Grauwert auf einem Bildschirm während der Messung;
- d) Ausgabe der Meßergebnisse als sogenanntes C-Bild auf einem Drucker, Prüffrequenz 30 GHz, Sendeleistung etwa 50 mW.

4. Meßergebnisse

Die Meßergebnisse an einem $(981 \times 622 \times 313) \text{ mm}^3$ großen Schamotteblock (Bild 3) zeigen, daß ein $(100 \times 100) \text{ mm}^2$ großer und 1 mm dicker Hohlraum erkannt werden kann. Auch ein $(30 \times 30 \times 10) \text{ mm}^3$ großer Einschluß wird noch angezeigt. Fehler, deren Hauptorientierung in Ausbreitungsrichtung der Mikrowelle liegt, sind bis zu einer Dicke von 0,1 mm nachweisbar. Die Lage der Fehler in einem untersuchten Feuerfeststein zeigt Bild 4.

Aus Forschung und Entwicklung

Neugründung der Tschechischen Glastechnischen Gesellschaft

Als Folge der Spaltung der ehemaligen ČSFR in die Tschechische und die Slowakische Republik wurde die Tschechoslowakische Glastechnische Gesellschaft mit Wirkung zum 31. März 1993 aufgelöst. Unmittelbar darauf wurde als Nachfolgeorganisation die Tschechische Glastechnische Gesellschaft gegründet, die die Aufgaben und Ziele ihrer Vorgängerin übernahm. Dazu gehören die Durchführung der im Dreijahresrhythmus stattfindenden Konferenzen über die elektrische Glasschmelze, der nationalen Glastechnischen Tagungen und anderer Veranstaltungen, die Herausgabe der Fachzeitschrift „Skłáf a Kerámik“ sowie andere Aktivitäten.

Zum Vorsitzenden der neuen Vereinigung wurde Prof. Dr. J. Matoušek gewählt, sein Stellvertreter ist Ing. A. Smrček; Dr.-Ing. Kasa fungiert als wissenschaftlicher Sekretär und V. Dvořák als Geschäftsführer und Schatzmeister.

Die Anschrift der Tschechischen Glastechnischen Gesellschaft lautet: Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav skla a keramiky, Technická 5, ČS-166 28 Praha 6.

Für die Umwelt unbedenkliches Glasläuterungsmittel ATMON

Das Unternehmen W. R. Gernert, Bad Wildungen, liefert seit mehr als 60 Jahren an mehrere Glashütten das umweltunbedenkliche Glasläuterungsmittel ATMON, das z.T. oder vollständig die bisher gebräuchlichen Läuterungsmittel As_2O_3 und Sb_2O_3 ersetzt. ATMON ist in Zusammenarbeit zwischen Ludwig Springer, Zwiesel, und W. Rolf Gernert, Bad Wildungen, entwickelt worden. Neuerdings wird es in einer Qualität geliefert, die dem Reinheitsgrad nach Ph. Eur. bzw. DAB usw. entspricht.

Detaillierte Angaben sowie Erfahrungsberichte können angefordert werden bei: W. R. Gernert, Fabrik chem.-mineral. Rohstoffe, D-34537 Bad Wildungen; Tel. (05621) 6612, Telefax (05621) 2857.

Wärmebehandlungsanlagen von COBELCOMEX

Das Unternehmen COBELCOMEX, eine Tochtergesellschaft der COUDAMY INDUSTRIE-Gruppe, Limoges (Frankreich), hat sich auf die Entwicklung und Konstruktion von Wärmebehandlungsanlagen für Glas nach der Formgebung, insbesondere von Kühl- und Dekorbahnen sowie Vorspannungseinrichtungen, spezialisiert.

Die Kühl- und Dekorbahnen (Bild 1) von COBELCOMEX zeichnen sich durch folgende technische Vorzüge aus:

- a) hochentwickelte Technik auf Grund langjähriger Erfahrungen auf dem Gebiet der Glaskühlung und im Umgang mit Wärmebehandlungsproblemen;
- b) Anpassungsfähigkeit der Anlagen an die Erfordernisse der Glasindustrie in den verschiedenen Ländern und deren technisches Entwicklungsniveau;
- c) leichte Montage und Angleichung an die Produktionsentwicklung durch Herstellung von Modulen;
- d) leichter Zugang zu allen mechanischen und elektrischen Teilen und dadurch verbesserte Wartungsmöglichkeit bei minimalem Zeitbedarf;
- e) Verringerung des Energieverbrauchs und Beschleunigung des kontrollierten Kühlvorganges.

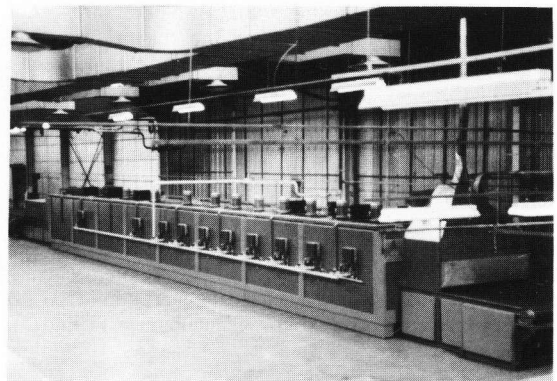


Bild 1. Dekorbahn (Einbrennofen) mit einer Förderbandbreite von 2400 mm. Hersteller: COBELCOMEX, Isle (Frankreich).