DIN EN 15305:2009-01 (D)

Zerstörungsfreie Prüfung - Röntgendiffraktometrisches Prüfverfahren zur Ermittlung der Eigenspannungen; Deutsche Fassung EN 15305:2008

Inhalt

Seite

Vorwort 5

Einleitung 6

1 Anwendungsbereich 7

2 Normative Verweisungen 7

3 Begriffe, Definitionen und Symbole 8
3.1 Begriffe und Definitionen 8
3.2 Symbole und Abkürzungen 8

4 Grundlagen 10
4.1 Allgemeine Messgrundlagen 10
4.2 Biaxiale Spannungsanalyse 12
4.3 Triaxiale Spannungsanalyse 14

5 Proben 15
5.1 Materialkenngrößen 15
5.1.1 Allgemeines 15
5.1.2 Form, Maße und Masse 15
5.1.3 Zusammensetzung/Homogenität der Probe 15
5.1.4 Korngröße und beugende Domänen 16
5.1.5 Transparenz der Probe für Röntgenstrahlung 16
5.1.6 Beschichtungen und dünne Schichten 16
5.2 Vorbereitung der Proben 16
5.2.1 Vorbereitung der Oberfläche 16
5.2.2 Erfassung des Tiefenprofils der Spannung 17
5.2.3 Große oder kompliziert gestaltete Proben 17

6 Prüfeinrichtung 17
6.1 Allgemeines 17
6.2 Auswahl der Prüfeinrichtung 18
6.2.1 Allgemeines 18
6.2.2 Das ω-Verfahren 19
6.2.3 Das χ-Verfahren 21
6.2.4 Das modifizierte χ-Verfahren 21
6.2.5 Sonstige Geometrien 22
6.3 Auswahl der Strahlung 22
6.4 Auswahl des Detektors 24
6.5 Leistung der Prüfeinrichtung 24
6.5.1 Justage 24
6.5.2 Leistung des Goniometers 25
6.6 Qualifizierung (Prüfung der Eignung) und Verifizierung der Prüfeinrichtung 25
6.6.1 Allgemeines 25
6.6.2 Qualifizierung 25
6.6.3 Verifizierung der Leistung der qualifizierten Prüfeinrichtung 27

7 Experimentelles Verfahren 28
7.1 Allgemeines 28
7.2 Positionierung der Probe 28
7.3 Beugungsbedingungen 28
7.4 Datenerfassung 29

8 Datenverarbeitung 31

8.1 Allgemeines ... 31
8.2 Verarbeitung der Beugungsdaten ... 31
8.2.1 Allgemeines ... 31
8.2.2 Korrekturen der Intensitäten ... 31
8.2.3 Bestimmung der Beugungslinienposition ... 31
8.2.4 Korrektur der Beugungslinienposition ... 32
8.3 Spannungsberechnung ... 32
8.3.1 Berechnung von Dehnungen und Spannungen ... 32
8.3.2 Fehler und Unsicherheiten [16], [17] ... 33
8.4 Kritische Bewertung der Ergebnisse ... 34
8.4.1 Allgemeines ... 34
8.4.2 Visuelle Prüfung ... 34
8.4.3 Quantitative Prüfung ... 35

9 Prüfbericht ... 36

10 Experimentelle Bestimmung der XECs ... 37
10.1 Einleitung ... 37
10.2 Belastungseinrichtung ... 37
10.3 Probe ... 38
10.4 Kalibrierung der Belastungseinrichtung und der Aufnahme für die Probe ... 38
10.5 Diffraktometermessungen ... 39
10.6 Berechnung der XECs ... 39

11 Referenzproben ... 40
11.1 Einleitung ... 40
11.2 Spannungsfreie Referenzprobe ... 40
11.2.1 Allgemeines ... 40
11.2.2 Vorbereitung der spannungsfreien Probe ... 40
11.2.3 Messverfahren ... 41
11.3 Spannungsbeaufschlagte Referenzprobe ... 41
11.3.1 Spannungsbeaufschlagte, durch ein Laboratorium qualifizierte (LQ)-Referenzprobe ... 41
11.3.2 Spannungsbehaftete, durch mehrere Laboratorien qualifizierte (ILQ)-Referenzprobe ... 42

12 Grenzfälle ... 42
12.1 Einleitung ... 42
12.2 Vorhandensein eines Spannungsgradienten unterhalb der Oberfläche ... 43
12.3 Spannungsgradient in der Oberfläche ... 43
12.4 Oberflächenrauheit ... 43
12.5 Nicht ebene Oberflächen ... 43
12.6 Einflüsse der Mikrostruktur der Probe ... 44
12.6.1 Texturierte Materialien ... 44
12.6.2 Mehrphasige Materialien ... 44
12.7 Breite Beugungslinien ... 45

Anhang A (informativ) Schematische Darstellung des Europäischen XRPD-Normungsprojektes ... 47

Anhang B (informativ) Ursachen für Eigenspannungen ... 48
B.1 Allgemeines ... 48
B.2 Mechanische Prozesse ... 48
B.3 Thermische Prozesse ... 48
B.4 Chemische Prozesse ... 48

Anhang C (normativ) Bestimmung des Spannungszustands — Allgemeines Verfahren ... 49
C.1 Allgemeines ... 49
C.2 Anwendung der exakten Verformungsdefinition ... 50
C.2.1 Allgemeines ... 50
C.2.2 Bestimmung der Komponenten des Spannungstensors ... 50
C.2.3 Bestimmung von θ und d_0 ... 51
C.3 Anwendung einer Näherung für die Verformungsdefinition ... 51
C.3.1 Allgemeines ... 51
C.3.2 Bestimmung der Komponenten des Spannungstensors ... 52
C.3.3 Bestimmung von θ_0 und von d_0 ... 52

Anhang D (informativ) **Neueste Entwicklungen** **53**
D.1 Spannungsmessung unter Anwendung zweidimensionaler Beugungsdaten **53**
D.2 Bewertung der Eigenspannung im Oberflächenbereich mit Tiefenauflösung — Das Vektor-Streuverfahren **56**
D.3 Genauigkeitsverbesserung durch Anwendung von Gleichgewichtsbedingungen zur Bestimmung des Spannungsprofils **56**

Anhang E (informativ) **Einzelheiten zur Behandlung der Messdaten** **57**
E.1 Korrektur der gemessenen Intensität **57**
E.1.1 Allgemeines **57**
E.1.2 Divergenzblenden-Konversion **57**
E.1.3 Absorptionskorrektur **58**
E.1.4 Untergrundkorrektur **59**
E.1.5 Lorentz-Polarisationskorrektur **59**
E.1.6 $K_{\alpha 2}$**-Abzug** **60**
E.2 Bestimmung der Beugungslinienposition **61**
E.2.1 Schwerpunkt-Verfahren **61**
E.2.2 Anpassung der Parabelfunktion **62**
E.2.3 Anpassung der Profilfunktion **62**
E.2.4 Verfahren unter Anwendung der mittleren Breite in einer Höhe von x % **62**
E.2.5 Kreuzkorrelationsverfahren **62**
E.3 Korrektur für die Beugungslinienposition **63**
E.3.1 Allgemeines **63**
E.3.2 Verbleibende Dejustagen **63**
E.3.3 Transparenz-Korrektur **64**

Anhang F (informativ) **Allgemeine Beschreibung der Messverfahren** **66**
F.1 Einleitung **66**
F.2 Festlegungen **66**
F.3 Beschreibung der verschiedenen Messverfahren **69**
F.3.1 Allgemeines Verfahren **69**
F.3.2 Omega (ω**)-Verfahren** **70**
F.3.3 Chi (χ**)-Verfahren** **71**
F.3.4 Verfahren mit kombinierter Kippung (auch als Streuvektor-Verfahren bezeichnet) **73**
F.3.5 Modifiziertes Chi-Verfahren **74**
F.3.6 Verfahren mit kleinem Einstrahlwinkel **77**
F.3.7 Modifiziertes Omega-Verfahren **79**
F.3.8 Anwendung eines 2D-Detektors (Flächendetektors) **79**
F.4 Auswahl der Winkel Φ **und** Ψ **80**
F.5 Stereographische Projektion **81**

Anhang G (informativ) **„Normales Spannungsmessverfahren“ und „dediziertes Spannungsmessverfahren“** **83**
G.1 Einleitung **83**
G.2 Allgemeines **83**
G.2.1 Einleitung **83**
G.2.2 Normales Verfahren zur Messung der Spannung für eine einzelne Probe **83**
G.2.3 Dediziertes Spannungsmessverfahren für einander sehr ähnliche Proben **83**

Literaturhinweise **85**