

Beurteilung der Zähigkeitseigenschaften von Polymerwerkstoffen durch bruchmechanische Kennwerte

Wolfgang Grellmann

| | |
|---|----|
| <i>Inhaltsverzeichnis</i> | 2 |
| <i>Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Symbole</i> | 5 |
| <i>Vorwort</i> | 12 |
| 1 Einleitung und Zielstellung | 14 |
| 2 Stand und Entwicklungstendenzen bei der bruchmechanischen Bewertung des Zähigkeitsverhaltens von Polymerwerkstoffen | 17 |
| 3 Ermittlung bruchmechanisch auswertbarer Schlagkraft-Durchbiegungs-Diagramme mit Hilfe des instrumentierten Kerbschlagbiegeversuches | 27 |
| 3.1 Messaufbau und Versuchstechnik | 27 |
| 3.2 Einhaltung experimenteller Bedingungen | 29 |
| 3.3 Typen von Schlagkraft-Durchbiegungs-Diagrammen | 32 |
| 3.4 Festlegung von F_{GY} und f_{GY} bei elastisch-plastischem Werkstoffverhalten | 33 |
| 3.5 Verhältnis der Amplitude der Trägheitskraft zur Bruchkraft | 37 |
| 3.6 Grenze der bruchmechanischen Bewertungsmöglichkeit | 40 |
| 3.7 Berücksichtigung energiedissipativer Prozesse | 42 |
| 4 Konzepte der Bruchmechanik zur Beschreibung des Zähigkeitsverhaltens von Polymerwerkstoffen | 47 |
| 4.1 Anwendung des J-Integralkonzeptes zur Ermittlung bruchmechanischer Kennwerte | 47 |
| 4.1.1 Allgemeine Betrachtungen | 47 |
| 4.1.2 Spezielle Näherungsverfahren zur Bestimmung von J-Integralwerten | 48 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 4.1.3 | Simulation der Probenbelastung für 3PB-Prüfkörper mittels FEM | 51 |
| 4.1.3.1 | Modellierung des Prüfkörpers | 52 |
| 4.1.3.2 | Berechnung des elastischen J-Integrals | 54 |
| | Modell zur Bestimmung der kritischen Rissöffnung für 3PB- | |
| 4.2 | Prüfkörper | 55 |
| 4.3 | Grenzen für die Anwendung des Äquivalentenergiekonzeptes | 60 |
| | | |
| 5 | Die Notwendigkeit der Verwendung von Konzepten der Fließbruchmechanik zur Bestimmung bruchmechanischer Kennwerte | 64 |
| 5.1. | Einfluss der Kerbschärfe auf das Zähigkeitsverhalten | 64 |
| 5.2 | Beschreibung der Geometrieabhängigkeit | 67 |
| 5.2.1 | Geometriekriterien | 67 |
| 5.2.2 | Anforderungen an die Prüfkörperdicke | 70 |
| 5.2.3 | Anforderungen an die Kerbtiefe und Ligamentlänge | 74 |
| 5.2.4 | Die Compliance-Methode | 80 |
| 5.3 | Beschreibung der Temperaturabhängigkeit | 81 |
| 5.3.1 | Statische Beanspruchung | 81 |
| 5.3.2 | Dynamische Beanspruchung | 85 |
| 5.3.3 | Korrelation zwischen bruchmechanischen Kennwerten und Relaxationsprozessen | 88 |
| 5.4 | Einfluss der Beanspruchungsgeschwindigkeit | 92 |
| | | |
| 6 | Anwendung der bruchmechanischen Zähigkeitsprüfverfahren in der Werkstoffentwicklung und bei der Erzeugnisbewertung | 95 |
| 6.1 | Bruchmechanische Zähigkeitsbewertung von modifizierten Polymerwerkstoffen | 95 |
| 6.1.1 | Faserverstärkte Polymerwerkstoffe | 97 |
| 6.1.2 | Teilchengefüllte Polymerwerkstoffe | 103 |
| 6.1.2.1 | Einfluss des Füllstoffvolumenanteils | 103 |
| 6.1.2.2 | Zähigkeitsänderungen durch Oberflächenmodifizierung der Füllstoffe | 107 |
| 6.1.2.3 | Einfluss der Temperatur auf das Zähigkeitsverhalten | 110 |
| 6.2 | Bruchmechanische Zähigkeitsbewertung von Erzeugnissen aus Polymerwerkstoffen | 114 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 6.2.1 | Anwendung des instrumentierten Schlagzugversuches zur Beurteilung der Zähigkeitseigenschaften von extrudierten Profilen aus schlagzähem PVC | 114 |
| 6.2.2 | Vergleichende Untersuchungen zur Beurteilung des Bruchverhaltens von 3PB-Prüfkörpern und Formteilen | 117 |
| 6.2.3 | Berücksichtigung des Bruchverhaltens bei der Werkstoffauswahl und Dimensionierung | 119 |
| 7 | Zusammenfassung | 123 |
| | Literaturverzeichnis | 131 |
| | Anlagen | 146 |
| | Erklärung | |
| | Lebenslauf | |
| | Danksagung | |