

**Kriechfestigkeit
metallischer Werkstoffe**

Kriechfestigkeit metallischer Werkstoffe

Von

Folke K. G. Odqvist

Dr. phil. Professor
Kungl. Tekniska Högskolan
Stockholm

Jan Hult

Dr. techn.
Chalmers Tekniska Högskola
Göteborg

Mit 173 Abbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1962

ISBN 978-3-642-52433-2 ISBN 978-3-642-52432-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-52432-5

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht gestattet,
dieses Buch oder Teile daraus auf photomechanischem Wege
(Photokopie, Mikrokopie) oder auf andere Art zu vervielfältigen

© by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1962

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag OHG., Berlin/Göttingen/Heidelberg 1962

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1962

Library of Congress Catalog Carol Number 62-14641

Vorwort

In diesem Buch wird der Versuch unternommen, den neuesten Stand des Wissens über Kriechfestigkeit zusammenfassend darzustellen. Wir folgten damit einer Bitte des Verlages, die bisher vorliegenden Erkenntnisse dieses in stürmischer Entwicklung befindlichen Gebietes buchmäßig zu behandeln.

Das Buch wendet sich besonders an den Konstrukteur und Berechnungsingenieur von Hochtemperaturgeräten und -maschinen, ein Gebiet, das durch die heutige Entwicklung immer mehr an Bedeutung gewonnen hat.

Wir möchten an dieser Stelle unseren bewährten Mitarbeitern, Frau **MARIANNE BURÉN** und Herrn Civilingenjör **GERT HEDNER**, besonders herzlich danken. Sie haben die Reinschrift des Manuskriptes sowie das Lesen der Korrekturen übernommen und beides mit vorbildlicher Sorgfalt ausgeführt.

Schließlich danken wir dem Springer-Verlag herzlich für sein Entgegenkommen.

Stockholm und Göteborg, im Januar 1962

Folke K. G. Odqvist Jan Hult

Inhaltsverzeichnis

I. Allgemeine Grundlagen der Kriechmechanik	1
1. Einführung	1
2. Geschichtliche Entwicklung	2
3. Physikalische Grundlagen	7
3.1 Lineare Viskoelastizität. Rheologische Modelle	8
3.2 Versetzungstheorien	15
3.3 Kriechbruch	21
4. Phänomenologische Darstellung stationärer Kriecherscheinungen ..	22
4.1 Einachsiger Zustand	23
4.2 Mehrachsige Zustände. Invariantentheorie	28
4.3 Vergleich mit der klassischen Plastizitätstheorie	35
4.4 Experimentelle Tatsachen	38
5. Mathematische Hilfsmittel	43
5.1 Grundgleichungen	43
5.2 HOFFS Analogie	47
5.3 Variationsmethoden	48
6. Prüfungsverfahren	51
6.1 Prüfmaschinen und Meßeinrichtungen	52
6.2 Fehlerquellen und Meßgenauigkeiten	56
II. Spannung und Deformation bei stationärem Kriechen...	71
7. Fachwerke	72
8. Biegung gerader Stäbe	80
8.1 Spannungszustand	85
8.2 Formänderungszustand	90
9. Biegung gekrümmter Stäbe	98
9.1 Spannungszustand	101
9.2 Formänderungszustand	103
10. Biegung ebener Stabwerke	104
11. Verdrehung gerader Stäbe	109
11.1 Kreiszyllindrisches dünnwandiges Rohr	112
11.2 Allgemeines dünnwandiges Rohr	113
11.3 Kreiszyllindrisches dickwandiges Rohr	115
11.4 Allgemeiner Querschnitt	117
11.5 Schubmittelpunkt	120
12. Aufgaben bei Rotationssymmetrie	120
12.1 Dünnwandige Dampfkessel	120
12.2 Dickwandige Dampfkessel	122
12.3 Umlaufende Kreisscheiben (Turbinenrotoren)	128
13. Platten	134
13.1 Plattenstreifen	135
13.2 Kreisplatten	138
14. Schalen	149
14.1 Allgemeine Grundlagen, Membranzustand	150
14.2 Biegetheorie des druckbelasteten Kreiszyllindrischen Rohres ..	152

III. Spannung und Deformation bei instationärem Kriechen	161
15. Physikalisches Primärkriechen	162
15.1 Phänomenologische Darstellungen	162
15.2 Seilen und Membranen	173
16. Statisches Primärkriechen (Anlaufvorgänge)	181
16.1 Einfaches, statisch unbestimmtes System	182
16.2 Biegestab	183
16.3 Umlaufende Kreisscheibe	190
16.4 Rohr mit Innendruck	191
17. Zeitlich veränderliche Last	192
17.1 Zustandsgleichungen	192
17.2 Kommutatives Gesetz	193
17.3 Nachwirkungen. RABOTNOVSche Theorie	194
17.4 Sprungweise Spannungsänderung	202
18. Spannungsrelaxation (Entspannung)	203
18.1 Einachsige Spannungsrelaxation	204
18.2 Mehrachsige Spannungsrelaxation	208
19. Wärmespannungen	210
19.1 Zeitlich konstante Temperatur	211
19.2 Periodisch veränderliche Temperatur	217
19.3 Kriechbruch bei zeitlich veränderlicher Temperatur	224
IV. Stabilitätsprobleme bei Kriechen	227
20. Statisches Tertiärkriechen, Kriechbruch (Instabilität bei Zug)	228
20.1 Einachsiger Zustand	228
20.2 Mehrachsiger Zustand	236
21. Kriechknickung (Instabilität bei Druck)	244
21.1 Einleitende prinzipielle Bemerkungen	244
21.2 Kriechknickung bei Stäben	251
21.3 Kriechknickung bei Stabwerken	266
21.4 Kriechknickung bei Platten und Schalen	273
21.5 Durchschlag bei Kriechen	274
V. Cartesische Tensoren	275
A. Einleitung	275
B. Einheitstensor, Kugeltensor, Deviator	277
C. Der Spannungstensor	278
D. Der Verzerrungstensor	280
E. HOOKESches Gesetz	282
F. Invarianten	283
VI. Kriechfestigkeitszahlen	286
VII. Schrifttum	290
VIII. Sachverzeichnis	301