

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/258030531>

Potentiale und Grenzen der Interferenzschichten-Metallographie bei der Charakterisierung von Karbidtypen am Beispiel hitzebeständiger Schleudergußwerkstoffe

Conference Paper · September 2005

CITATIONS

0

READS

47

4 authors, including:



[Ellen Berghof-Hasselbächer](#)

DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.

24 PUBLICATIONS 20 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[M. Schütze](#)

DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.

444 PUBLICATIONS 4,537 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



50th Anniversary of Practical Metallography [View project](#)

Potentiale und Grenzen der Interferenzschichten-Metallographie bei der Charakterisierung von Karbidtypen am Beispiel hitzebeständiger Schleudergußwerkstoffe

E. Berghof-Hasselbächer, M. Schorr, P. Gawenda, M. Schütze, Dechema e.V., Frankfurt am Main
Kontakt: berghof@dechema.de

Einleitung

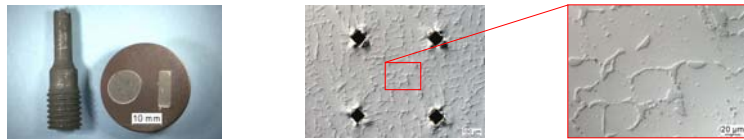
Für die Produktion von Wasserstoff, Ammoniak, Methanol, Äthylen, etc. werden in der Chemischen Prozeßindustrie häufig Rohre aus hitzebeständigen Schleudergußwerkstoffen bei Temperaturen bis zu 1150°C eingesetzt. Während langer Einsatzdauer bei hohen Temperaturen und unter mechanischer Belastung unterliegt das Gefüge dieser Werkstoffe mikrostrukturellen Veränderungen. Diese werden als natürliche Folge der Alterung angesehen. Dennoch sind die zu erwartenden Gefügeveränderungen in den neuesten Schleudergußwerkstoffen des Typs HP modifiziert, mikrolegiert und 35Cr-45Ni bisher unzureichend dokumentiert. Zur Beurteilung des Alterungszustandes, der Einsatztemperaturen und zur Einschätzung der Restlebensdauer dieser Werkstoffe wurden Langzeit-Kriechversuche im Temperaturfenster von 900-1150°C bei variierender Belastung durchgeführt und ausgewertet.

Zielsetzung

Im Rahmen eines Projektes soll ein Gefügeatlas über Schleudergußwerkstoffe entstehen, in dem die jeweils auftretenden Phasen und deren Flächenanteile in Abhängigkeit von Temperatur, Zeit und Last dokumentiert, quantifiziert und charakterisiert sind.

Untersuchungsmethode

Zuvor durch Härteeindrücke markierte Gefügeregionen der Kriechproben des Werkstoffs HP-MA wurden im metallographischen Quer- und Längsschliff hinsichtlich Art und Menge an Ausscheidungen charakterisiert und dokumentiert.



Dabei kamen folgende Methoden zum Einsatz:

Lichtmikroskopie

- Differential-Interferenz-Kontrast (LM-DIK) zur topographischen Darstellung
- Interferenzschichten-Metallographie (LM-IM) - Aufdampfen von Zinkselenid zur Anhebung der Hell-Dunkel- und Farbkontraste
- Bildanalyse mit Echtfarbenverarbeitung am ZnSe-kontrastierten Schliff zur Phasenanteilsbestimmung und Darstellung im Falschfarbenbild (LM-FF)

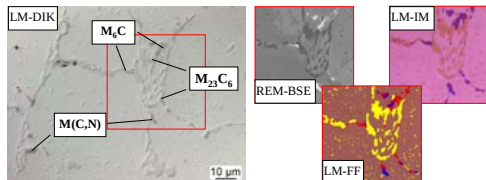
Elektronenmikroskopie

- Rasterelektronenmikroskopie im Rückstreuungselektronenmodus (REM-BSE)
- Elektronenstrahlmikrosondenanalyse (ESMA) zur Karbidtypenbestimmung

So ist es möglich, die aufgrund ihrer verschiedenen optischen Eigenschaften unterschiedlich erscheinenden Aufdampfschichtfarben den jeweiligen Phasen zuzuordnen.

Kriechprobe nach 927°C/183h/55MPa

- ESMA** - Unterscheidung von 3 Phasen: $M_{23}C_6$, M_6C und $M(C,N)$
Umwandlung von M_7C_3 in das stabilere $M_{23}C_6$ durch Aufnahme von Ni aus der Matrix und Bildung der Cr-, Ni-, Si- und Nb-reichen Phase M_6C mit geringem Fe-Gehalt
- LM-DIK** - hellgraues Erscheinungsbild von M_6C ; Einlagerung in das $M_{23}C_6$ -Karbid (Hinweis auf eine Bildung durch Umwandlung aus dem $M_{23}C_6$ durch Metallaufnahme aus der Matrix an der Phasengrenze $M_{23}C_6$ / Matrix)
- REM-BSE** - schlechter Materialkontrast des M_6C ; Unterscheidung von der Umgebungsmatrix kaum möglich; im Innern häufig helle, hoch Zr-haltige MC 's



- LM-IM** - gute farbliche Trennung: blaue $M(C,N)$'s und violette M_6C
- LM-FF** - quantitative Erfassung der Flächenanteile sämtlicher Phasen:
 $M_{23}C_6=7\%$, $M_6C=0,7\%$ und $M(C,N)=0,6\%$ (0,1% Ti-reiche und 0,5% Nb- bzw. Zr-reiche $M(C,N)$'s)

Zusammenfassung

Am Beispiel des Schleudergußwerkstoffs HP-MA wird aufgezeigt, daß die Interferenzschichten-Metallographie bei der Identifizierung von Karbidtypen und der bildanalytischen Phasenanteilsbestimmung durch die Möglichkeit der Echtfarbensegmentierung große Vorteile bietet. Lediglich bei der Unterscheidung spezieller Karbide ist eine parallele Betrachtung mittels mehrerer Verfahren notwendig, da bestimmte Karbide trotz stark unterschiedlicher Zusammensetzung sehr ähnliche optische Eigenschaften aufweisen, weswegen durch Beschichtung mit Zn-Selenid keine Anhebung der Hell-Dunkel- bzw. Farbkontraste erzielt werden kann.

Danksagung

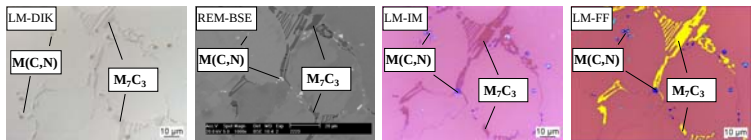
Die Arbeiten wurden im Rahmen des von MTI, St. Louis, USA finanzierten Projektes "Development of an Atlas of Microstructures" am KWI durchgeführt.

Werkstoffe

Leg.	Cr	Ni	Fe	Mn	Si	C	Nb	N	Sonstige
35/45	35	45	Rest	0,6-1,5	1,3-1,9	0,42	0,8-1,2	0,06	Ti, Zr & W
HP-MA	25-26	32-35	Rest	0,6-1,4	0,8-1,7	0,45	0,4-1,1	0,06	Ti, Zr & W
HP-Nb	25	33-35	Rest	0,7-1,4	1,2-1,8	0,43	0,7-1,2	0,06	W & Zr

Ausgangszustand (HP-MA)

- ESMA** - Unterscheidung von 2 verschiedenen Phasen M_7C_3 und $M(C,N)$, wobei verschiedene Modifikationen von $M(C,N)$'s im Gehalt an Nb, Ti und Zr variieren

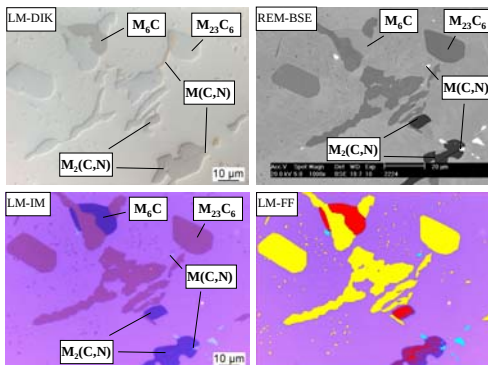


HP-MA	Phase	Flächen-%	Cr	Ni	Fe	Ti	Si	Nb	Zr	C, (N) als Differenz
Massen-%	M_7C_3	3,4	78,0	1,6	9,9	0,0	0,0	0,4	0,0	10,0
Atom-%			58,9	1,1	7,0	0,0	0,0	0,2	0,0	32,8
Masse-%	$M(C,N)$	0,9	2,6	1,3	1,5	2,9	0,0	79,4	3,6	8,6
Atom-%			2,8	1,3	1,6	4,2	0,0	48,0	1,8	40,3

- REM-BSE** (Materialkontrast) - hellere Abbildung der schwereren Elemente (Zr, Nb), während die Ti-reichen, im LM-DIK rötlich erscheinenden Kerne der $M(C,N)$'s dunkler erscheinen
- LM-IM** - bessere Trennung nach ZnSe-Bedampfung, bei der die M_7C_3 -Karbide purpur, die Ti-reichen Kerne der $M(C,N)$'s hellblau bis weiß und die grauen, hoch Nb-haltigen Spezies blau eingefärbt werden
- LM-FF** - Segmentierung und Vermessung sämtlicher Phasen mittels Echtfarbenverarbeitung und Falschfarbendarstellung im Binärbild

Kriechprobe nach 1050°C/11778h/14,3MPa

- ESMA** - Nachweis der Cr-reichen Phase $M_2(C,N)$, die arm an Ni und Fe ist (Bildung aus $M_{23}C_6$ durch Aufnahme von Cr aus der Matrix und N aus der Luft)
- LM-DIK** - gute Erkennung von $M_2(C,N)$; hellgraues erhabenes Erscheinungsbild (hohe Härte); bevorzugtes Auftreten in Oberflächennähe
- REM-BSE** - sehr guter Materialkontrast des dunklen $M_2(C,N)$ gegenüber M_6C



- LM-IM** - schlechte Trennung des $M_2(C,N)$ vom M_6C aufgrund fast identischer Schichtfarben
- LM-FF** - exakte Segmentierung und Flächenanteilsbestimmung der beiden Phasen am ZnSe bedampften Schliff aufgrund von starken Überlappungen im Rot- und Blauereich **nicht** möglich
Alternative: kombinierte Messung an REM-BSE- und LM-FF-Bildern (sehr arbeitsaufwendig !)