

White Etching Areas und White Etching Cracks - Schädigungsmechanismen beim Stahl 100Cr6 im geschmierten Wälzkontakt

C. Broeckmann¹ (V), J. Mayer², A. Mikitisin², A. Peela¹, J. Spille², F. Steinweg¹

- 1) Institut für Werkstoffanwendungen im Maschinenbau (IWM), RWTH Aachen University,
Augustinerbach 4, 52076 Aachen
- 2) Gemeinschaftslabor für Elektronenmikroskopie (GFE), RWTH Aachen University, Ahorn-
straße 55, 52074 Aachen

Hochbeanspruchte Wälzlager werden häufig aus dem martensitisch oder bainitisch gehärteten Stahl 100Cr6 hergestellt. Das Phänomen der „White etching areas“ (WEA) und „White etching cracks“ (WEC) beschreibt Vorstufen zu einem Schaden, unter Wälzermüdungsbeanspruchung der in der Wöhlerkurve zu Ausfällen weit unterhalb der klassischen Langzeitfestigkeit führt. WEA sind Bereiche unterhalb der Oberfläche, die während der Beanspruchung durch eine Gefügeumwandlung in einen nanokristallinen Ferrit entstehen. Die Auflösung von Zementit-Karbid in der WEA bewirkt eine Übersättigung des Ferrits mit Kohlenstoff bis zu deutlich mehr als 1,3 %. Einseitig beobachtet man an der Grenze der WEA zum unbeeinflussten Gefüge häufig die Bildung von Rissen (WEC). Zur Entstehung von WEA/WEC wurden zwei, teilweise widersprüchliche Hypothesen entwickelt, die sich vor allem in der Reihenfolge des Auftretens von WEA und WEC unterscheiden. Beide Hypothesen gehen von der Notwendigkeit zusätzlicher Beanspruchungsfaktoren aus, um das Phänomen zu erklären.

An der RWTH Aachen konnten von den Autoren mit einem Vierscheibenprüfstand WEA/WEC reproduzierbar erzeugt und die Einflussfaktoren für ihre Bildung studiert werden. Insbesondere die Wirkung eines überlagerten Schlupfes, des Wasserstoffeintrags, eines elektrischen Stroms und des spezifischen Schmierstoffs wurden durch die systematische Parametervariation quantitativ erfasst. Gefügeveränderung und Schädigungsevolution wurde durch hochauflösende Raster- und Transmissionselektronenmikroskopie an geschädigten Proben und an vorzeitig dem Versuchsstand entnommene Proben dokumentiert. So konnten erste Wirkungen im Gefüge in der Frühphase der Schädigungsevolution identifiziert werden. Ein mehrskaliges FEM-Modell wurde genutzt, um Effekte der lokalen adiabaten Verformung, der Gefügeumwandlung und des Scherens von Karbiden numerisch zu simulieren.

Die in der Studie gefundenen Erkenntnisse stützen die Hypothese, dass lokale Deformationsprozesse mit hoher plastischer Verformung und einer massiven Steigerung der Versetzungsdichte durch Polygonisation und Rekristallisation die nanokristallinen Körner der WEA bilden. Die neu gebildeten Körner werden durch Korngrenzensegregation des durch Auflösung der Karbide freigesetzten Kohlenstoffs stabilisiert. Die lokal hohe Versetzungsdichte und –mobilität erklärt sich durch diffusiblen Wasserstoff dessen Freisetzung im geschmierten Wälzkontakt durch den elektrischen Strom unterstützt wird. In Folge der Steifigkeits- und Härteunterschiede entstehen in der Folge Risse an der „Phasengrenze“ zwischen WEA und unbeeinflusstem Stahlgefüge.