

APPLICATION NOTE

Legierungen – STA/QMS

Freisetzung von Wasserstoff aus Zirkalloy BRC-276 unter Wasserdampf bei erhöhten Temperaturen

Dr. Ekkehard Post

Einleitung

Zirkalloy BCR-276 (Zirc-4) ist ein von der Europäischen Kommission zertifiziertes Referenzmaterial. Aufgrund seines geringen Einfangquerschnitts für thermische Neutronen und der hervorragenden thermischen und mechanischen Eigenschaften wird Zirkalloy als Hüllmaterial in Kernreaktoren eingesetzt.

Bei dem durch ein Erdbeben und einen Tsunami ausgelösten Unfall im Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi in Japan sammelte sich Wasserstoff unter dem Gebäudedach an und entzündete sich. Eine Möglichkeit, Wasserstoff unter diesen außergewöhnlichen Bedingungen zu erzeugen, könnte gemäß der relativ einfachen chemischen Reaktion (1) erfolgen:



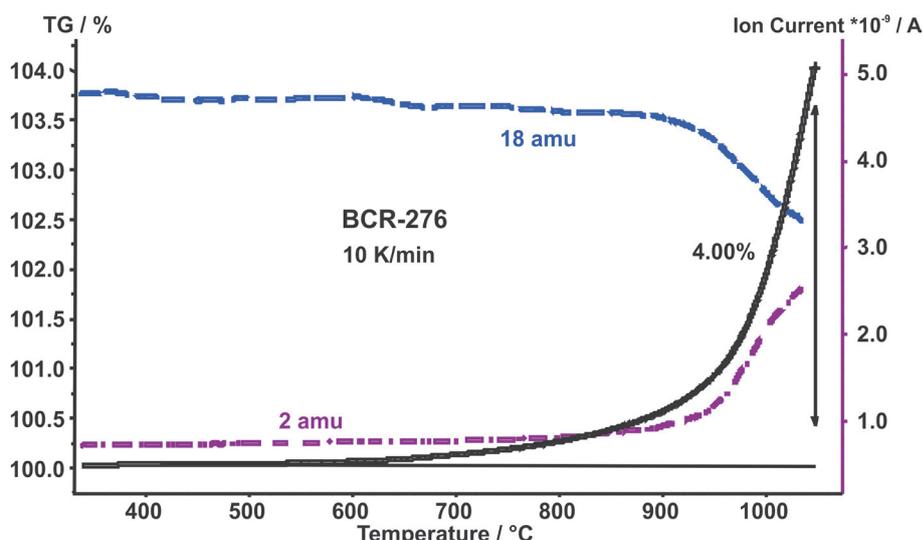
Um diese Reaktion zu bestätigen, wurden einige Vorversuche durchgeführt, die im Folgenden beschrieben sind.

Experimenteller Teil

Eine NETZSCH STA 449 **F3 Jupiter**® wurde mit einem Wasserdampföfen und dem Massenspektrometer QMS 403 **Aëolos**® ausgestattet. Es wurden drei Zylinder mit BCR-276 (Probeneinwaage ca. 600 mg) auf einer Aluminiumoxidplatte auf dem TG-Probenhalter platziert. Die Proben wurden mit 5 und 10 K/min unter N₂ und Wasserdampf bis 1050 °C aufgeheizt und die Massenzahlen von Wasser und Wasserstoff wurden mittels Massenspektrometer aufgezeichnet.

Ergebnisse und Diskussion

In Abbildung 1 sind die TG-Kurven (Massenänderung) und die Massenzahlen von Wasserstoff und Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur für die 10 K/min-Messung dargestellt. Nach Beginn der oxidationsbedingten Gewichtszunahme (schwarze Kurve) steigt auch der Wasserstoffgehalt an.



1 TG-Kurven und Massenintensitäten von Wasserstoff (2) und Wasser (18) von BCR-276, gemessen in Wasser und Stickstoff (Heizrate of 10 K/min)

APPLICATIONNOTE Freisetzung von Wasserstoff aus BRC-276 Zirkalloy unter Wasserdampf bei erhöhten Temperaturen

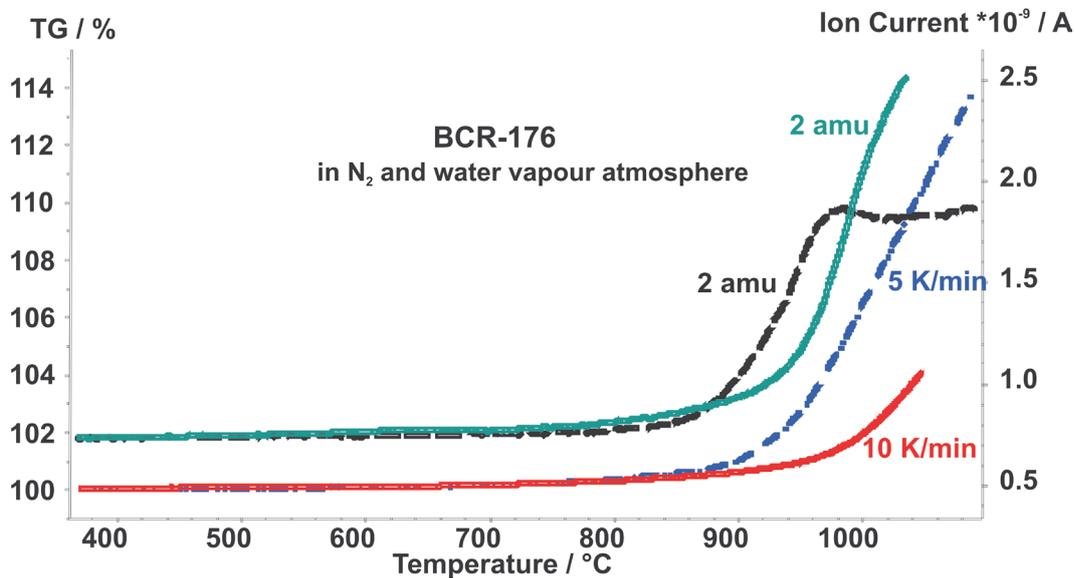
Einhergehend mit der Wasserstoffzunahme nimmt die Wasserstoffintensität ab. Die Gewichtszunahme bis 105 °C betrug 4 Gew.-%.

Abbildung 2 zeigt einen Vergleich der TG-Kurven und Wasserstoffintensitäten für die beiden Messungen mit 5 K/min und 10 K/min. Mit einer Heizrate von 5 K/min setzen Oxidation und Wasserstoffentwicklung früher als mit 10 K/min ein. Bei ca. 950 °C geht die Wasserstoffentwicklung in einen stabileren, gestättigten Zustand über (konstantes Niveau).

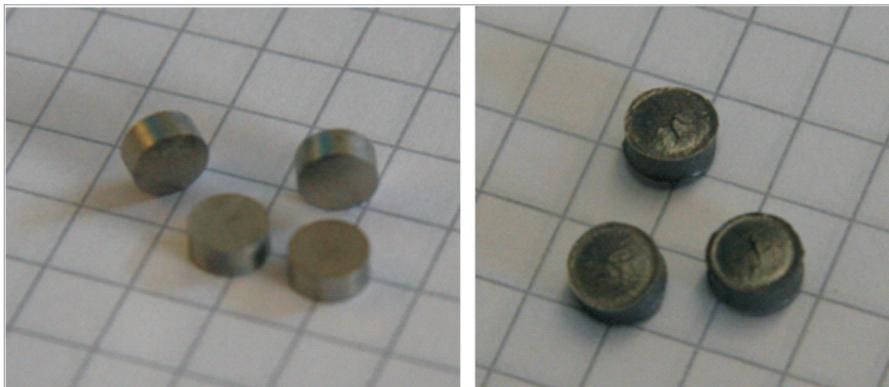
In Abbildung 3 ist die Probe vor und nach der Messung dargestellt.

Literatur

(1) M. Steinbrück, Hydrogen absorption by zirconium alloys at high temperatures. Journal of Nuclear Materials 334, p. 58-64



2 TG-Kurven und H₂-Intensitäten von Zirkalloy BCR-276 mit Heizraten von 5 K/min und 10 K/min



3 BCR-176 vor und nach der Messung