

Klimatischen Umwelteinflüssen auf Oberflächen und Modellierung lokaler Korrosionsangriffen

P. Schmutz, J. Lübben, O. Guseva, T. Suter
EMPA, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
Labor für Korrosion und Werkstoffintegrität
Ueberlandstrasse 129, 8600 Dübendorf, Switzerland
patrik.schmutz@empa.ch

Wechselwirkung von Werkstoffen in aggressiven Umgebungen (Klimatisch oder industriell erzeugte Luftverunreinigungen) kann zu einer Minderung ihrer Funktionalität oder sogar im schlimmsten Fall zu Versagen führen. Degradationprodukte in der Umwelt werden auch zu einem immer wichtiger werdenden Anliegen.

Unser Beitrag wird zuerst aufzeigen, welche Methodik und Charakterisierungsmethoden angewendet werden können um mechanistische Informationen über lokale chemische- und Oxidationsreaktionen auf Oberflächen gewonnen werden können.

Mittels Mikro- und Nanometer lateral aufgelösten elektrochemischen Methoden können die immer komplexeren, neu entwickelten, und sehr heterogenen Werkstoffe und Mikrosystemen untersucht werden. Die Korrosionsinitiierungsphase in atmosphärischen Bedingungen, die schon bei der Zuverlässigkeit von sehr kleinen Strukturen/Systemen entscheidend sind, werden mittels „Umwelt AFM“ (Rasterkraft Mikroskopie) untersucht. Mit dieser Methode können klimatische Bedingungen (Feuchtigkeit, Temperatur, aggressive Ionen) gezielt eingestellt, d. h. konstant oder zyklisch variiert werden. Simultan werden die Oberflächenänderungen (Topographie, Oberflächenpotentiale) auf der Nanometerskala bestimmt. Wenn aggressivere Umgebungen und kinetische Daten über elektrochemische Reaktionen bestimmt werden müssen, wird die Mikro- und nanokapillar Elektrochemie Methode eingesetzt. Dabei werden mittels einer kleinen Glaskapillare, gefüllt mit einem aggressivem Elektrolyt, ganz gezielt nur einzelne Legierungen/Systeme, Bestandteile wie Phasen, Korngrenzen, Defekte, Grenzflächen auf ihre Beständigkeit untersucht.

Alle diese Daten werden anschliessend in mathematische Simulationen von Korrosionsprozessen integriert. Als Beispiel wird ein „Finite Element“ Model der Chlorid induzierten lokalen Korrosionsprozesse von Aluminium-Legierungen präsentiert. Die lokale, sehr aggressive Chemie in Mikrometer grossen Lochfrassangriffen oder Spalten wird unter Berücksichtigung von kritischen Geometrie (Diffusionsverhalten) und der wichtigsten homogenen und heterogenen „Elektro-“chemischen Reaktionen vorausgesagt.

Um die Wichtigkeit dieser Simulation zu verstehen, muss betont werden, dass die makroskopische Bestimmung der Mediumsaggressivität meistens irrelevant ist, weil diese viel milder als lokal erzeugte Chemie ist. Bauteilgeometrie wird schon heute in 3-D Modelle integriert. In Zukunft sollten diese Modelle auch erlauben direkt mit reellen Werkstoffmikrostrukturen als Inputparameter zu arbeiten.