

Wie wächst eine Oxidhaut auf einem Metall?

Die Werkstoffforschung entwickelt Materialien, die immer höheren Temperaturen standhalten, da damit oft der Wirkungsgrad von Maschinen und chemischen Prozessen gesteigert werden kann, was durch einen niedrigeren Energieverbrauch letztendlich Portemonnaie und Umwelt schont. Keramiken sind stoß- und bruchempfindlich und kommen daher für viele Einsatzgebiete nicht in Frage. Metalle aber korrodieren stark bei hohen Temperaturen. Gibt man dem Metall Aluminium, Silizium oder Chrom hinzu, so wandern diese bei höheren Temperaturen aus dem Metall an die Oberfläche, reagieren mit dem Sauerstoff und umgeben so das Basismetall mit einer Schutzschicht aus Oxid. Sauerstoff kann nur noch stark verlangsamt durch diese Schutzschicht dringen und das Metall korrodieren. An der Verbesserung dieser Schutzschichtbildung forscht seit vielen Jahren die Arbeitsgruppe um Professor Dr.-Ing. Günter Borchardt im Institut für Metallurgie der TU Clausthal.

Christelle Nivot von der Université de Bourgogne aus dem französischen Dijon (Burgund) war vom 23. bis 27. April für ihre Diplomarbeit bei Dipl. Phys. Gernot Strehl zu Besuch. Sie nutzt eine selbst gebaute Versuchsanlage der Clausthaler Wissenschaftler, die Hochtemperaturoxidationsapparatur, um eine grundlegende Frage zu untersuchen: Wandern beim Wachstum der Schutzschichten die Metallatome von innen nach außen und die Haut wächst an ihrer Außenseite weiter, oder dringen die Sauerstoffatome durch die Schutzschicht in den Grenzbereich der Schutzschicht zum Basismaterial vor und treiben dort die Oxidation voran?

Sauerstoff kommt in der Natur in zwei Varianten vor. Einmal als Isotop mit der Massenzahl achtzehn und einmal mit der Massenzahl sechzehn. Chemisch sind beide ununterscheidbar. Mit einem Massenspektrometer können die beiden Varianten nach ihrem Gewicht getrennt werden. Christelle Nivot überströmt ihre Proben bei 1100 Grad Celsius zuerst mit Sauerstoff(16)-Gas und dann mit Sauerstoff(18)-Gas. Nach der zweistufigen Oxidation wird die Schicht untersucht. Mit einem Ionenstrahl werden die Proben beschossen und schichtweise abgetragen. Jede Schicht wird im Massenspektrometer analysiert. Enthält sie Sauerstoff(16)- oder Sauerstoff(18)-Atome?

Mit der Beantwortung dieser Frage kann der Transportmechanismus aufgeklärt werden. Wenn die Schutzschicht von innen nach außen wächst, indem die Metallatome durch die Schutzschicht an die Oberfläche diffundieren,

dann müßten die Schichten so aufgebaut sein: Oben eine Sauerstoff(18)-Oxidschicht, darunter eine Sauerstoff(16)-Oxidschicht. Beide Schichten wären glatt voneinander getrennt. Bleiben die Metallatome aber an Ort und Stelle, und die Sauerstoffatome dringen durch die Schutzschicht nach innen, dann wächst die frische Oxidhaut an der Grenzschicht Basismaterial zur Schutzschicht. Wenn dieser Transportmechanismus die Vorgänge steuert, dann liegt "oben" eine Sauerstoff(16)-Schicht und darunter ist eine Sauerstoff(18)-Oxidschicht.

Ist der Transportprozeß erst einmal aufgeklärt, können Strategien entwickelt werden, die fortschreitende Oxidation zu verlangsamen. "Wir wollen einige Elemente aus der Gruppe der Seltenen Erden dem Basismetall hinzugeben und dann prüfen, ob sie vielleicht die Metallatome vom Wandern an die Oberfläche abhalten können", erläutert Gernot Strehl. Mit dieser Technik könnte man dann die Oxidation verlangsamen



Dipl. Phys. Gernot Strehl und Christelle Nivot an der Clausthaler Hochtemperaturoxidationsapparatur

und so die Lebensdauer von Heizdrähten in Toastern und Haartrocknern, um zwei Beispiele aus dem täglichen Leben zu nennen, verlängern. ■

Erdöl und Erdgas im 21. Jahrhundert - Herausforderungen an die Hochschule

Antrittsvorlesung von Prof. Dr. Peter Reichetseder, Professor für "Erdgasversorgung, Erdöl- und Erdgasgewinnung" an der TU Clausthal am 15. Juni:

Hier einige seiner Thesen:

- Erdöl und Erdgas werden weiterhin langfristig verfügbar sein.
- Sie sind auch langfristig unverzichtbar, wenn es um substantielle Beiträge zur Energieversorgung der Menschen auf der Erde insgesamt geht.
- Insbesondere Erdgas hat mit seiner hohen Verfügbarkeit und seinen günstigen Umwelteigenschaften einen zunehmend wichtigen Platz im international wachsenden Energiebedarf.
- Der technische Fortschritt bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung und der Erdgasversorgung hat in den vergangenen Jahrzehnten zu der Erschließung zusätzlicher Reserven und drastisch gesenkten Kosten geführt und gleichzeitig die Umweltauswirkungen minimiert und die Versorgungssicherheit ständig erhöht.
- Deutschland hat in einigen Bereichen bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung und bei der Erdgasversorgung einen internationalen Spitzenplatz (Extrem abgelenkte Horizontalbohrungen (ERD), Erschließen von sehr dichten Gaslagerstätten (Tight Gas), Automatisierte Überwachung von Förderanlagen (HISS), Erdgasspeicherung, etc.) und ist daher eine sehr gute Plattform für den Einsatz und die Ausbildung von dt. Experten international und den Transfer von Technologie.
- Junge Menschen haben auf diesem Gebiet enorm große Karrierechancen, insbesondere wenn sie international interessiert sind.
- Die TUC will ihr Studienangebot auf diesem Sektor durch einen modernisierten internationalen Studiengang "Petroleum Engineering" verbessern.
- Die TUC bereitet ein modernisiertes integriertes Studium für "Petroleum Engineering" ("Erdöl- und Erdgastechnik") vor, welches auch genügend Raum für die Spezialisierung lässt.
- In Zukunft wird die internationale Komponente besonders wichtig sein, da die Industrie sowohl „upstream“ als auch Gas-Downstream besonders im Ausland ihre Wachstumsmöglichkeiten vorfindet.

Weitere Informationen:

Prof. Dr. mont. Peter Reichetseder

Institut für Erdöl- und Erdgastechnik

Leiter der Abteilung Erdöl-/Erdgasgewinnung und Erdgasversorgung

Tel.: +49-5323-72-2240

Email: Reichetseder@ite.tu-clausthal.de