HARD2D

Two-dimensional materials as ultrathin corrosion barriers on steels by adapting industrial surface hardening processes

Programm / Ausschreibung	Produktion der Zukunft, 33. AS PdZ Transnatinoal 2019, China Unis	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.09.2020	**Projektende**	31.08.2023
Zeitraum	2020 - 2023	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Keywords	Two-dimensional Materials, Graphene, Metallurgy, Corrosion, Surface Hardening, Surface Engineering		

Projektbeschreibung

Atomar dünne zweidimensionale (2D) Materialien wie Graphen und hexagonales Bornitrid (h-BN) werden als ultimativ dünne Korrosionsschutzbeschichtungen für moderne Stähle erwogen. Sie weisen die höchsten spezifischen Undurchlässigkeiten für korrosive Spezies auf, können eine starke Haftung an Legierungen aufweisen und sind chemisch inert und temperaturstabil. Bezogen auf ihre Schichtdicken übertreffen 2D-Materialien praktisch alle herkömmlichen Barrierematerialien. Dies kann neue funktionale Beschichtungskonzepte und Beschichtungsformfaktoren mittels 2D-Materialien realisieren, vor allem im Vergleich zu den >1000-mal dickeren herkömmlichen Beschichtungen. Bisher getestete 2D-Barrieren auf Stählen sind jedoch unter den Erwartungen geblieben. Der Hauptgrund dafür ist das derzeitige völlige Fehlen geeigneter Herstellungswege für hochwertige 2D-Materialien auf Stählen, sei es durch chemische Gasphasenabscheidung (CVD) oder nasschemische Prozesse. „HARD2D“ wird dieser Herausforderung begegnen, indem erstmals untersucht wird, ob etablierte industrielle Oberflächenhärtungsprozesse wie Carburieren oder Nitrieren so adaptiert werden können, dass sie Abscheidung von hochwertigen 2D-Materialien auf Stählen ermöglichen, während gleichzeitig die Stahloberflächen gehärtet werden. Dies wird durch die engen Parallelen zwischen industriellen Gasphasen-Oberflächenhärtungsprozessen und CVD von 2D-Materialien in Bezug auf Verarbeitungsbedingungen und atomistische Mechanismen motiviert. Ziel von „HARD2D“ ist es, erstmals synergetisch höchst undurchlässige 2D-Korrosionsbarrieren auf gleichzeitig oberflächengehärteten Stählen herzustellen, die durch Zugabe des 2D-Materials insgesamt eine bessere Korrosionsbeständigkeit aufweisen als ausschließlich oberflächengehärtete Stähle. Dies wird auch durch die Entwicklung von Verfahren zur Passivierung verbleibender Defekte in den 2D-Materialien durch selektive Nicht-2D-Oxidabscheidung unterstützt, die die 2D-Barriereleistung weiter verbessern. Um diesen ehrgeizigen Forschungsplan voranzutreiben, vereint das österreichisch-chinesische Konsortium von „HARD2D“ führende Akteure in den Bereichen 2D-Materialien (Technische Universität Wien), 2D/Nicht-2D-Hybride (Shanghai University), industrielle Oberflächenhärtung (RÜBIG GmbH & Co KG) und Korrosionsschutz (CEST Kompetenzzentrum für elektrochemische Oberflächentechnologie GmbH). „HARD2D“ wird damit neue Wege beschreiten und den Einsatz von 2D-Materialien in zukünftigen metallurgischen Produktionstechnologien zeitnah vorantreiben und damit die führende Rolle Österreichs und Chinas in sowohl 2D-Materialien als auch in hochwertiger Metallurgie bekräftigen.

Abstract

Atomically-thin two-dimensional (2D) materials like graphene and hexagonal boron nitride (h BN) have been heralded as ultimately thin corrosion barrier coatings for modern steels. This is because they have the highest reported specific impermeabilities to corrosive species, can have strong interfacing to metals and are chemically inert and temperature stable. Specific to layer thickness 2D materials surpass practically all conventional barrier materials in performance. This can enable new functional coating concepts and coating form factors via 2D materials compared to conventional >1000-times thicker coatings. Actual results of 2D barriers on steels have however so far turned out rather poor. Foremost reason for this is the complete current lack of suitable fabrication routes for high quality 2D materials on steels, be it from chemical vapour deposition (CVD) or wet-chemistry routes. “HARD2D” will tackle this challenge by, for the first time, investigating if established industrial surface hardening processes such as carburizing or nitriding can be adapted to enable high quality 2D materials growth on steels while concurrently hardening the steel surfaces. This is motivated by the key parallels between gas phase industrial surface hardening processes and 2D materials CVD in terms of processing conditions and atomistic mechanisms. The aim of “HARD2D” is to for the first time synergetically produce highly impermeable 2D corrosion barriers on concurrently surface hardened steels, that by addition of the 2D material exhibit an overall better corrosion resistance than solely surface hardened steels. This will also be aided by development of processes to passivate remaining defects in the 2D materials by selective non-2D oxide deposition to further improve 2D barrier performance. To drive this ambitious research agenda the Austro-Chinese consortium of “HARD2D” brings together leading players in 2D materials (Technische Universität Wien), 2D/non-2D hybrids (Shanghai University), industrial surface hardening (RÜBIG GmbH & Co KG) and corrosion studies (Centre for Electrochemical Surface Technology). “HARD2D” will thereby break new ground and provide a highly timely impetus to the use of 2D materials in future metallurgical production technologies, reaffirming Austria’s and China’s leading roles in 2D materials and high-value metallurgy.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien Institut für Materialchemie

Projektpartner

- CEST Kompetenzzentrum für elektrochemische Oberflächen- technologie GmbH
- Rübig Gesellschaft m.b.H. & Co. KG.