NanoSHeal

Novel self-healing icephobic surfaces due to lubricant functionalized nanostructures

Programm / Ausschreibung	TAKE OFF, TAKE OFF, TAKEOFF Ausschreibung 2019	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.01.2021	**Projektende**	31.12.2022
Zeitraum	2021 - 2022	**Projektlaufzeit**	24 Monate
Keywords	self-healing, icephobic, core-shell nanofibers, multifunctional coatings		

Projektbeschreibung

Metallische Korrosion, manchmal auch als „der Krebs der Metalle“ bezeichnet, ist ein sehr wichtiges Phänomen, welches viele Bereiche von Luftfahrt- und Automobilindustrie bis hin zu Transportinfrastruktur wie Eisenbahnen und Rohrleitungen, etc. betrifft, und einen großen Einfluss auf Umwelt und Sicherheit (u.a. Verkehrs- und Luftsicherheit) hat. Das Ausmaß der Auswirkungen der Korrosion zeigt sich in den enormen jährlichen Kosten, die durch diese Herausforderung generiert werden (die weltweiten durch Korrosion verursachten Kosten werden für das Jahr 2016 auf 2,5 Billionen US$ geschätzt). Vor allem für Luftfahrzeuge sind Arbeiten hinsichtlich Korrosion und Korrosionsschutz ein absolut essentieller Teil der Wartungsarbeiten, allerdings sind diese kostenintensiv hinsichtlich Personalstunden, verringerter zeitlicher Verfügbarkeit der Flugzeuge und Austausch von Komponenten.
Obwohl neuartige Cr(VI)-freie Lösungen für den Korrosionsschutz dringend benötigt werden, ist dieses Problem in der Luftfahrt verbunden mit begleitenden Herausforderungen hinsichtlich Erosion und Vereisung. Radikale technologische Innovationen in Luft- und Raumfahrt sind zunehmend auf die Entwicklung neuartiger Produkte fokussiert, um Kosten (für Wartung, Reparatur, Treibstoffverbrauch und Effizienz) zu senken und die Flugsicherheit zu erhöhen. Die neuesten Entwicklungen neuartiger nanostrukturierter Materialien ermöglichen eine Verschiebung von Einzweck-Beschichtungen hin zu multifunktionellen Beschichtungen, und selbst-heilende Materialien sind zum „Heiligen Gral“ für die Luftfahrtindustrie geworden, vor allem, weil diese aufgrund der Selbstreparatureigenschaften weniger Wartungsaufwand erfordern.
Das Projekt NanoSHeal widmet sich präzise den obigen Herausforderungen und Überlegungen, und hat zum Ziel, innovative, umweltfreundliche multifunktionelle Beschichtungen für Korrosionsschutz sowie Selbstheilungs- und Anti-Eis-Eigenschaften zu entwickeln, die trotz Belastung durch Erosion und Kontamination im Flugbetrieb lange Zeit anhalten. Der Lösungsansatz des Projekts NanoSHeal wird die kostengünstige Technologie des Elektrospinnens anwenden, um ummantelte Nanofasern („Core-Shell“ bzw. „Core-Sheath“) herzustellen, welche im Kern Agentien für Selbstheilung (Selbstreparatur) und Schmierung (Anti-Eis) enthalten. Diese Fasern bieten mechanische Stabilität gegen Erosion, und setzen im Fall einer Beschädigung der Oberfläche die enthaltenen aktiven Agentien frei, um den beschädigten Bereich zu heilen und gegen Vereisung zu schützen. Indem eine kontinuierliche Versiegelung gegen Eindringen von Feuchtigkeit geboten wird, schützt die Beschichtung das metallische Basismaterial gegen Korrosion. Darüber hinaus werden die im Projekt NanoSHeal entwickelten Beschichtungen umweltfreundlich designt, um die derzeit verwendeten, auf toxischem Cr(VI) basierten Beschichtungen zu ersetzen.

Neuartige, selbstheilende und eisphobische Beschichtungen haben ein enormes Potential, die strukturelle Leistungsfähigkeit durch Reduktion von Größe, Gewicht, Kosten, Energieverbrauch und Komplexität zu verbessern und gleichzeitig Effizienz und Sicherheit zu verbessern. Grundlegende Forschung an Ideen mit hohem Innovationsrisiko sichert die Basis für zukünftige Innovation.

Abstract

Metallic corrosion, sometimes referred to as “the cancer of the metals”, is a very important phenomenon, affecting many areas ranging from the aviation and automotive industries to transport infrastructure such as railways and pipes etc., with a major impact on environment and human safety. The scale and impact of corrosion is evidenced by the huge annual costs generated by this challenge (the global cost of corrosion was estimated in 2016 to be US$2.5 trillion). Especially for aircraft, corrosion maintenance and inhibition are absolutely essential in aircraft maintenance, but it is costly in terms of man hours, lowered aircraft availability and component replacement.
Although novel Cr(VI) free solutions to corrosion are urgently needed, within the aviation industry, the problem is compounded by concomitant challenges of erosion and ice accretion in aircraft. Radical technological innovation in aerospace is increasingly focused on creating novel products to reduce costs (e.g. maintenance, repair, fuel efficiency), and to increase safety. Recent developments in novel nanostructured materials have enabled a shift from single purpose coatings to multifunctional ones, and self-healing materials have become “the holy grail” for the aerospace industry, especially because they need less maintenance due to their self-repairing capabilities.
The NanoSHeal project is designed to precisely address the above considerations and aims to develop innovative multifunctional corrosion protective coatings with long-lasting self-healing and anti-icing surface properties despite erosion and contamination during in-flight exposure. The NanoSHeal approach will utilize low-cost electrospinning to create core-sheath nanofibers encapsulating active healing and lubricating agents within their core. These nanofibers will not only afford mechanical resistance against erosion, but also release these active agents to heal and lubricate the coating upon surface damage. By providing a continuous seal against moisture ingress, the coated surfaces are also protected from corrosion. Furthermore, the newly engineered coatings are designed to be environmentally friendly, replacing commonly utilized toxic chromium-based coatings.
Novel self-healing, icephobic coatings have a tremendous potential to impact future structural performance by reducing size, weight, cost, power consumption and complexity while improving efficiency, and safety. This basic research for high risk ideas secures the basis for future innovations.

Projektkoordinator

- CEST Kompetenzzentrum für elektrochemische Oberflächentechnologie GmbH

Projektpartner

- Universität Wien