minIONs

Minimalschmierbeschichtung auf Basis polymerisierter ionischer Flüssigkeiten

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP 13. Ausschreibung (2016)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.06.2017	**Projektende**	30.06.2020
Zeitraum	2017 - 2020	**Projektlaufzeit**	37 Monate
Keywords	Beschichtung, Ionische Flüssigkeiten, Gleitlack, Polyelektrolyt, Tribologie, Schmierstoff		

Projektbeschreibung

Bewegte Bauteile in Satelliten und in Komponenten von Erkundungs- und Planetenmissionen sind systemkritisch hinsichtlich der geforderten Funktionalität und Verlässlichkeit. Diese Bauteile reichen z. B. von ausfaltbaren Antennen oder Sonnensegeln über bewegliche Instrumente bis hin zu Antrieben, Roboterarmen und Probennehmern bei Planetenmissionen. Der Ausfall des bewegten Kontakts geht in der Regel mit dem Ausfall des Gesamtsystems einher, und ist somit dem Ende der Mission gleichzusetzen. Schmierstoffe sind daher essentielle Konstruktionselemente von Weltraumsystemen. Flüssige Schmierstoffe müssen bei Vakuumanwendungen zusätzliche Anforderungen erfüllen, betreffend vor allem das Ausgasungs- und Zersetzungsverhalten unter kritischen Bedingungen. Derzeit verwendete Flüssig- oder Festschmierstofflösungen weisen inhärente Nachteile in Leistung oder Anwendbarkeit auf. Eine optimale technische Lösung wird derzeit durch keinen der verwendeten Schmierstoffe geboten.
Ein neues Schmierkonzept muss die Vorteile von Flüssig- und Festschmierung vereinen und die Nachteile ausgleichen. Bisherige hybride Ansätze, die dies zu erreichen versuchen, nutzen modifizierte Flüssigschmierung oder auch neuartige Ansätze wie Self-Assembled Monolayers.
Das innovative Konzept von minIONs nutzt die inhärenten Eigenschaften von ionischen Flüssigkeiten, d.h. die grundsätzliche Eignung für thermisches Vakuum, und die in vielen IFs vorliegende Schmierfähigkeit. Diese beruht primär auf der leichten Beweglichkeit von Kationen und Anionen gegeneinander, bei gleichzeitigem Vorliegen einer belastbaren Mikrostruktur. Durch Polymerisation von speziell dafür funktionalisierten Kationen wird eine tragfähige polymere ionische Beschichtung geschaffen. Die anvisierte Schicht soll homogen und kovalent mit der Oberfläche verknüpft sein. Die weiterhin beweglichen Anionen bilden eine Gleitschicht, wodurch es sich erübrigt, die Schicht mit zusätzlichen schmierenden Partikeln wie Graphit oder PTFE zu beladen.
Dieses Konzept einer Hybridbeschichtung erlaubt die Produktion wesentlich dünnerer aber dennoch tragfähiger Gleitschichten und ermöglicht dadurch mehr konstruktionstechnische Freiheiten. Nach der Synthese funktionalisierter ionischer Monomere im Labormaßstab, Aktivierung der Zieloberflächen und Polymerisation auf der aktivierten Oberfläche erfolgt im Projekt eine systematische Erforschung der Reibungs- und Verschleißeigenschaften von diesen polymerisierten ionischen Gleitschichten. Die aus minIONs gewonnenen Struktur-Eigenschafts-Beziehungen stellen in weiterer Folge die Basis für neuartige, zuverlässige und applikationsfreundliche Schmierungskonzepte für Anwendungen unter weltraumrelevanten Bedingungen dar.

Abstract

Moving parts in satellites and in components of exploratory or planetary space missions are critical with regard to their functionality and reliability. These parts range from folding antennae or solar panels, to movable instruments, to propulsion systems, robotic arms and sampling probes on planetary missions. Failure of a moving contact generally leads to failure of the system, and is therefore to be equated with a premature end of the mission. Lubricants are therefore essential construction elements of systems for space. Liquid lubricants in space must fulfil additional requirements, especially related to their thermal outgassing and degradation behaviour under critical conditions. The liquid and solid lubrication solutions currently in use exhibit inherent disadvantages in either performance or applicability. None of the currently used lubricants present an optimal technical solution.
A novel lubrication concept must combine the advantages of liquid and solid lubrication, and balance out the disadvantages. Existing hybrid approaches, which attempt to achieve this, employ modified liquid lubrication or recent developments such as self-assembled monolayers.
The innovative concept of minIONs makes use of the inherent properties of ionic liquids, specifically their basic suitability for thermal vacuum environment, and the lubricity present in many ionic liquids. The latter is based primarily on the easy relative movement of cations and anions, with simultaneous existence of a load bearing microstructure. By polymerisation of specially functionalised cations, a resilient polymeric ionic coating layer is achieved. The envisioned layer should be homogenous and covalently bonded to the surface. The nevertheless mobile anions form a sliding layer, which removes the need to charge the layer with additional lubricious particles such as graphite or PTFE.
This concept of a hybrid coating permits production of thinner but nevertheless strong lubricating layers, and thereby allows greater freedom of engineering design. Subsequent to the synthesis of functionalised ionic monomers on a laboratory scale, activation of the target surface and polymerisation on the activated surface, the tribological properties of polymeric ionic lubricating coatings shall be fundamentally examined. The structure-property relationships determined from minIONs are to be the basis for the development of novel, reliable, and easily deployable lubrication concepts for application in space relevant conditions.

Projektkoordinator

- AC2T research GmbH

Projektpartner

- Technische Universität Wien Institut für Angewandte Synthesechemie