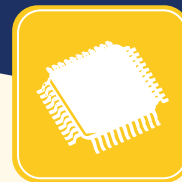


GRAVARC

HYPERGRAVITY EFFECTS ON GLIDE ARC PLASMA



**Katedra fyzikální elektroniky
Masarykova Univerzita**
Kotlářská 2
611 37 Brno
www.physics.muni.cz/kfe/

Project duration: 2012
Project manager: Jiří Šperka
sperka@physics.muni.cz
www.physics.muni.cz/~sperka/gravar/

The principal activity of the Department of Physical Electronics

is the research and application of low-temperature plasma. Main focus is on research and applications of plasmachemical reactions in non-isothermal low temperature plasma and on interaction of plasma with surfaces of various solid materials. Plasma is studied from both theoretical and experimental points of view. More than 50 years lasting tradition of applied plasma physics research at the Department of Physical Electronics resulted in several innovations successfully transferred into the industry.

In the project GRAVARC at the Large Diameter Centrifuge at ESA ESTEC team of two PhD students investigated the behaviour of gliding arc discharge in carbon containing atmosphere in conditions of hypergravity as well as the properties of the solid products prepared by plasma enhanced chemical vapour deposition in discharge plasma channel. As the appearance of the glide arc plasma channel in special conditions is governed by hot gas buoyancy, team GRAVARC studied the effects of gravity in the range 1 g – 18 g on the shape, intensity, colour and emission spectra of the discharge. Consequently, the solid carbon deposits produced by the plasma enhanced chemical vapour deposition were also studied. The high speed video of the discharge was recorded by a fast digital camera with 224 x 160 resolution at high frame rate of 480 fps. Optical emission spectra were captured with fixed grating spectrometer Avantes.

The experiment has shown that gravity strongly influences the glide arc discharge, which can be explained by rising thermal buoyancy. In gliding arc, the increasing gravity leads to higher gliding speed of the plasma channel and more complex shape of the channel. The design of the experiment was very flexible - allowing operation with i.e. different electrode materials, various electrode spacing or tilting, with various flow and composition of the working gas. During the experiments only one parameter was remotely controlled - the voltage on the HV transformer primary winding. The other parameters were changed manually from the control room of the centrifuge.



Large Diameter Centrifuge in ESA/ESTEC, Netherlands. Photo: ESA



Plasma gliding arc discharge during testing in gondola. Photo: Jack J.W.A. Van Loon, ESA/ESTEC

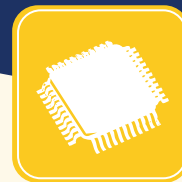
What would you name as main benefits of the project to you and your company?



"Thanks to efforts of two PhD students from Masaryk University was established strong link between them and the researchers from Life and Physical Sciences Instrumentation and Life Support Laboratory (LIS) at ESA ESTEC in Netherlands. The main benefit was the opportunity to perform the research in conditions that can be achieved in only a few laboratories in the world. Students got chance to perform precious hands-on activity during Spin Your Thesis campaign getting used to the specifics of space instrumentation and space project documentation basics."

GRAVARC

ÚČINKY ZVÝŠENÉ GRAVITACE NA OBLOUKOVÝ VÝBOJ TYPU GLIDE ARC



**Katedra fyzikální elektroniky
Masarykova Univerzita**
Kotlářská 2
611 37 Brno
www.physics.muni.cz/kfe/

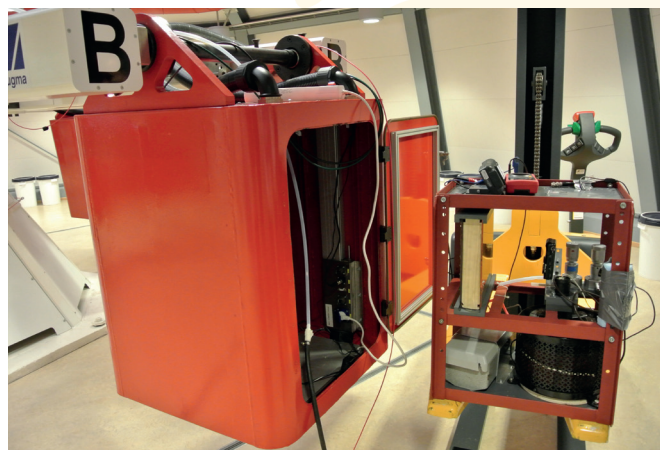
Trvání projektu: 2012
Vedoucí projektu: Jiří Šperka
sperka@physics.muni.cz
www.physics.muni.cz/~sperka/gravarc/

Hlavním cílem práce na Ústavu fyzikální elektroniky

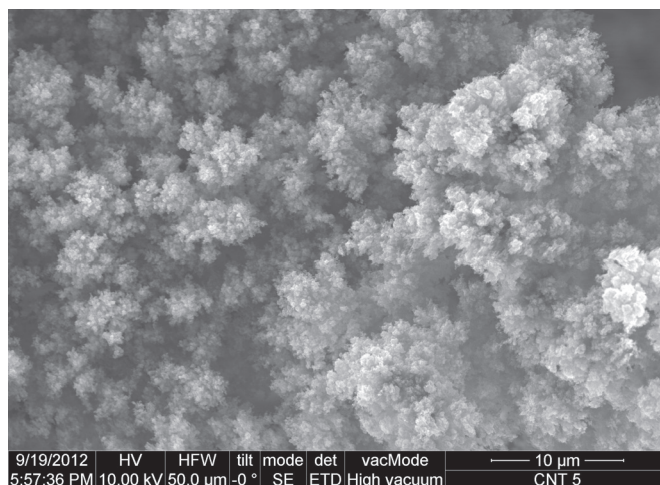
je výzkum a aplikace nízkoteplotního plazmatu, které je studováno jak z teoretického, tak i z praktického úhlu pohledu. Důraz je kladen především na studie a aplikace plazmochemických reakcí v neizotermickém nízkoteplotním plazmatu a na interakci plazmatu s povrchy různých materiálů. Více než 50 let trvající tradice aplikovaného výzkumu fyziky plazmatu na Ústavu fyzikální elektroniky již vyústila v několik úspěšně provedených inovací v průmyslu.

Cílem projektu GRAVARC byl výzkum klouzavého obloukového výboje typu glide arc na velké centrifuze v ESA-ESTEC v atmosféře obsahující uhlík v podmínkách uměle zvýšené gravitace. Následně byly studovány vlastnosti uhlíkových depozitů připravených pomocí plazmochemické depozice z plynné fáze pomocí tohoto výboje. Pohyb plazmatického kanálu je za určitých podmínek řízen Archimédovskou vztakovou silou, která v uměle zvýšené gravitaci roste. Vliv gravitace v tomto projektu bylo možné prověřit v rozmezí od 1 g do 18 g. Změny výboje byly zaznamenávány rychlou kamerou s rozlišením 224 x 160 obrazových bodů při kmitočtu 480 fps. Byla měřena optická emisní spektra a další výbojové charakteristiky jako tvar, intenzita, barva a emisní spektra výboje pomocí mřížkového spektrometru Avantes. Uhlíkové depozity vytvořené plazmochemickou depozicí byly následně také studovány pomocí rastrovací elektronové mikroskopie a dalších analytických metod.

Experiment ukázal, že gravitace prostřednictvím tepelné konvekce silně ovlivňuje výboj typu glide arc. Hypergravitace vede k vyšší rychlosti klouzání plazmatického výboje a složitějšímu tvaru kanálu. Design experimentu byl velmi flexibilní - umožňoval provoz s různými elektrodami, různými mezerami mezi nimi a různými koncentracemi plynů při různých průtocích. Během experimentů bylo na dálku ovládáno primární napětí na transformátoru a experiment byl dále vzdáleně řízen z ovládací místnosti centrifugy.



Příprava experimentu GRAVARC pro zabudování do gondoly centrifugy.
Foto: Tim Setterfield, Esa Education Office



Snímek připravených uhlíkových depozitů. Foto: ESA

Co vám účast v projektu přinesla?



„Díky studentskému projektu GRAVARC navázali brněnští vědci spolupráci se svými kolegy z laboratoře Life and Physical Sciences Instrumentation and Life Support Laboratory (LIS) z výzkumného střediska ESA/ESTEC. Největším přínosem byla samotná možnost provést výzkum v centru evropských kosmických aktivit v podmínkách, které se dají dosáhnout jen v několika málo laboratořích na světě. Projekt GRAVARC je zatím nejkomplexnější, a pokud jde o hmotnost a rozměry, pak také největší experiment, který se kdy na velké centrifuze v ESA prováděl. Díky ojedinělému projektu Spin Your Thesis mají studenti možnost práce na unikátním zařízení, čímž získají cenné praktické zkušenosti s podobnými experimenty dle svého návrhu a seznámení se základy fungování kosmického projektu dle standardů ESA.“