

MTEP produktų kūrimas plazminėmis technologijomis

Mindaugas Milieška

MTEPIPC Technologijų ir paslaugų perdavimo vadybininkas

LEI

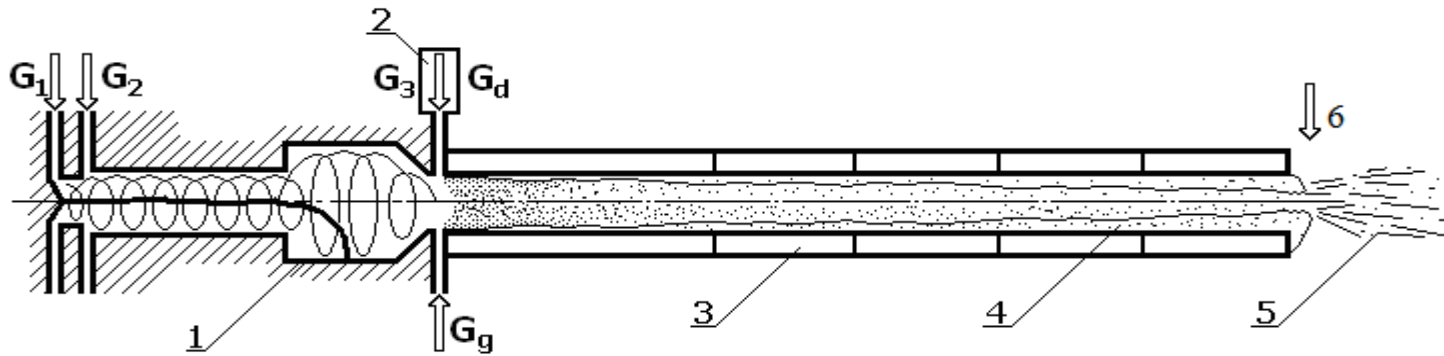
2023-11-29, Kaunas

Plazma – ketvirtoji medžiagos būseną

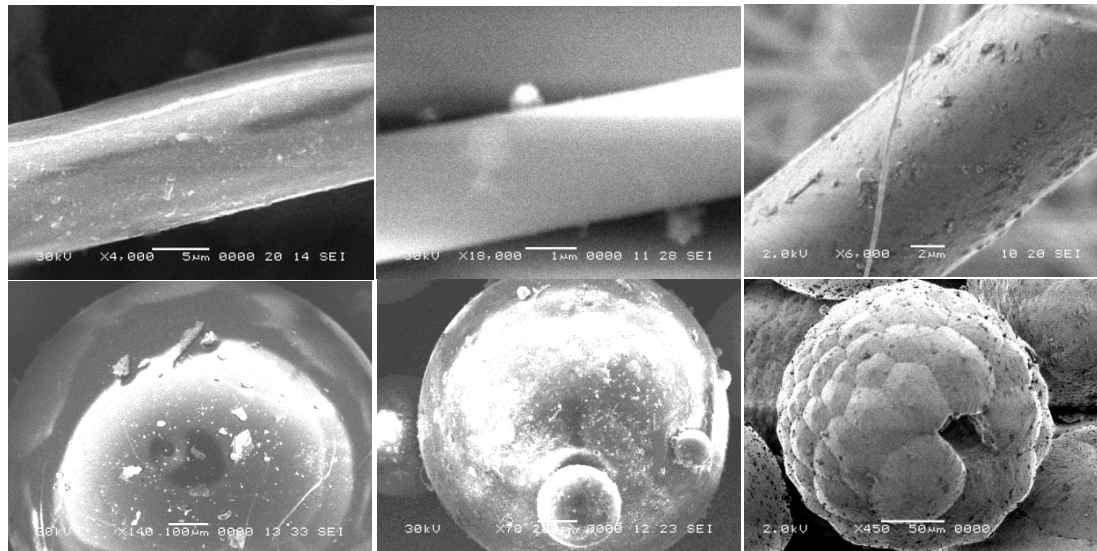


Plazma – dalinai arba visiškai jonizuotos dujos, susidedančios iš krūvį turinčių jonų ir neutralių dalelių (atomai, molekulės, radikalai), kurių bendra krūvio suma lygi nuliui (kvazineutrali dujų būseną).

“Keraminio pluošto formavimo iš medžiagų, besilydančių aukštose temperatūrose, technologija” (TPL5)



Plazmocheminis reaktorius: 1 – plazmos generatorius, 2 – dispersinės dalelės, 3 – reaktoriaus sekcija, 4 – lydalo sluoksnis, 5 – pluoštas ir granulės, 6 – katalizinės dalelės



TiO₂

MgO

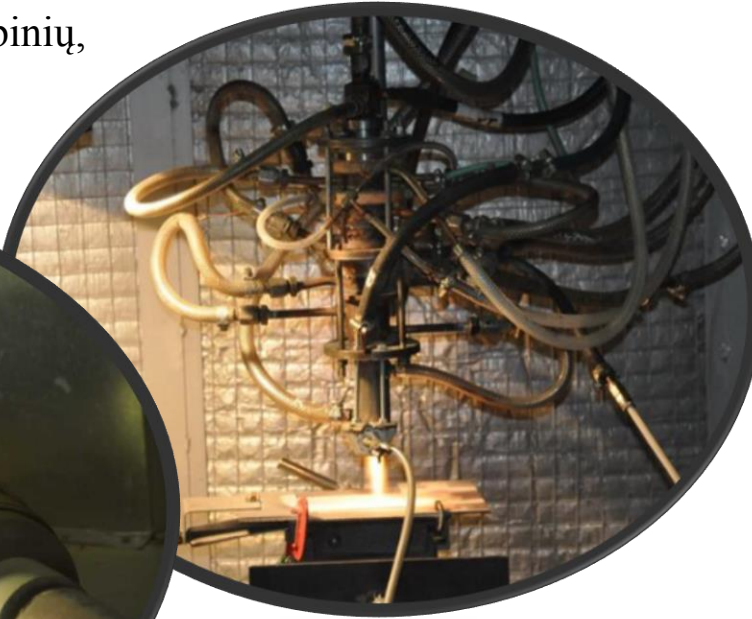
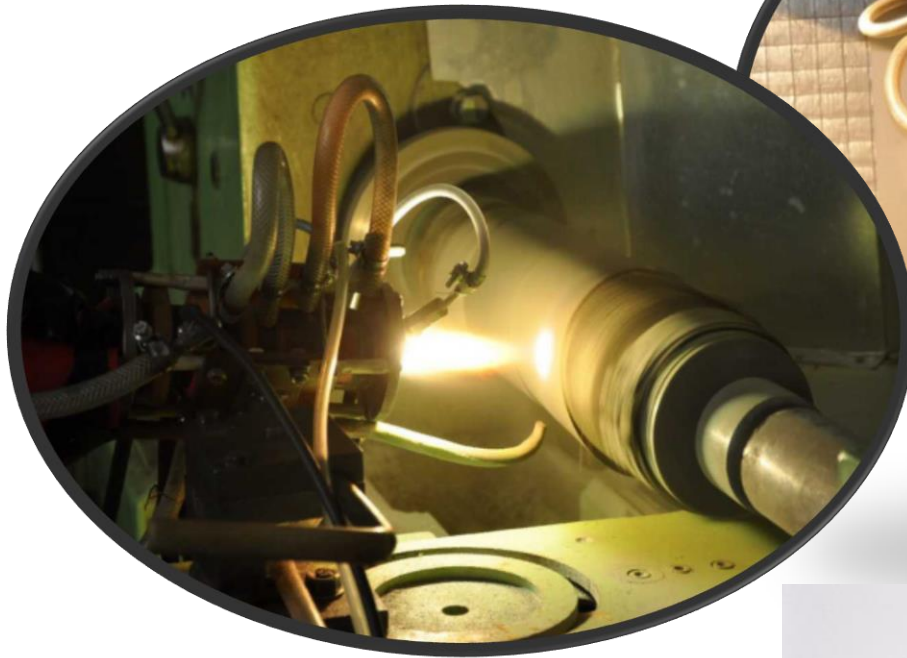
Al₂O₃

Technologijos prototipas su optimaliais parametrais yra sukurtas, tačiau išbandytas tik laboratorinėmis sąlygomis imituojančiomis realią veikimo aplinką. Prototipu atlikti bandymai, imituojant realią veikimo aplinką, tai leido identifikuoti kertines savybes, kurios leidžia kelti prielaidas, jog technologija patenkinamai veiks atitinkamoje realioje aplinkoje.

“Plazminė technologija konstrukcinių medžiagų paviršinių sluoksnių formavimui ir modifikavimui” (TPL5)



Įvairių dangų (katalizinių, savitepių, hidrofobinių, antikoroziinių ir kt.) formavimas naudojant elektrolankinės plazmos technologiją



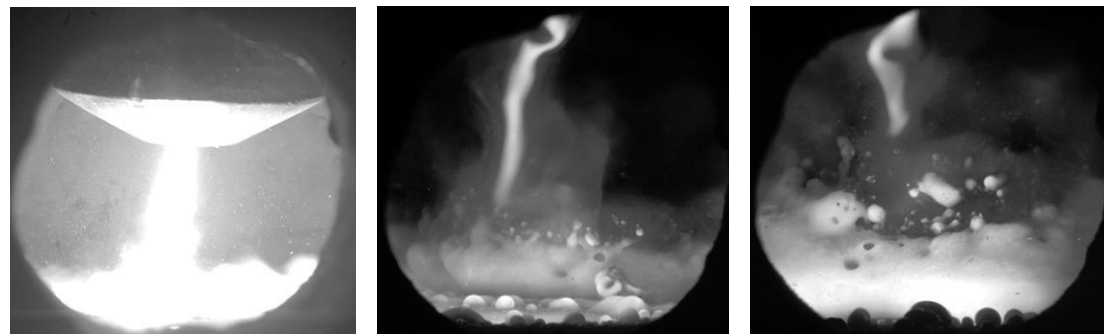
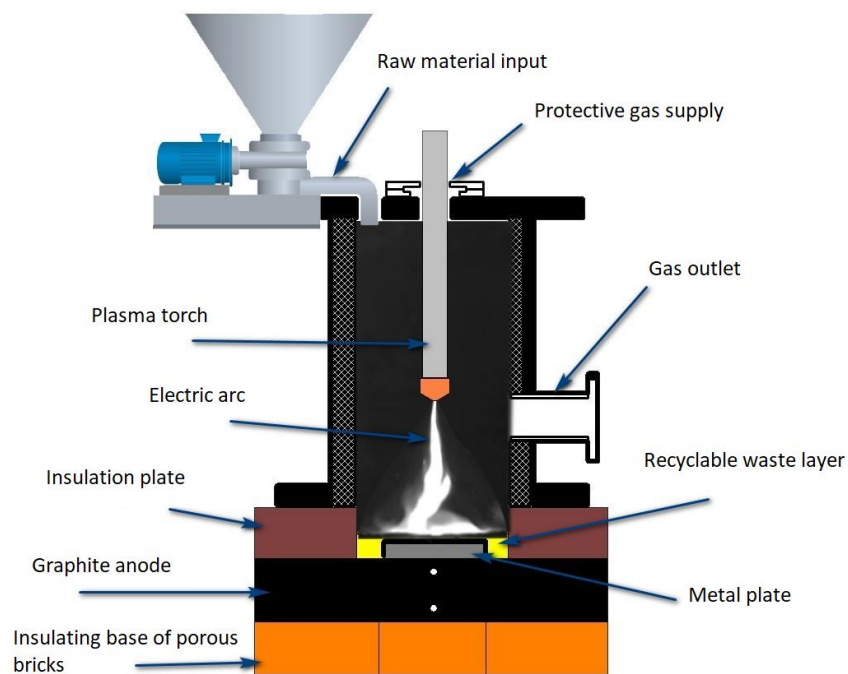
Specialiai laboratorijoje sukurtuose dangų styrimo stenduose, imituojant realias darbinės sąlygas, nustatyti plazminio purškimo, įvedant dispersines daleles ir formuojant dangas ant įvairių paviršių proceso parametrai įtakojantys formuojamų dangų fizikinėms savybėms. Gautų dangų savybės patvirtintos realiose aplinkose.



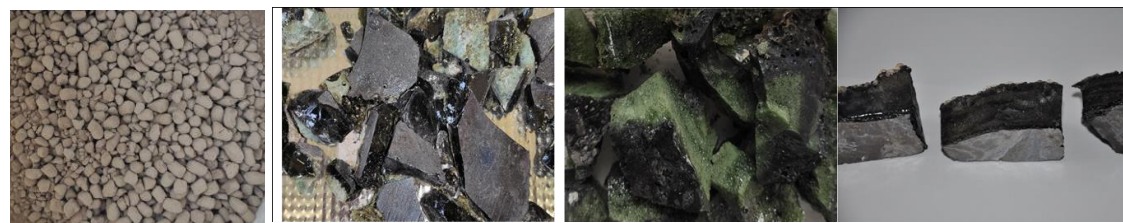
“Plazmocheminis reaktorius pavojingoms atliekoms apdoroti” (TPL5)



Tūrinis plazminis reaktorius kenksmingų atliekų apdorojimui sugeneruoja aukštesnes nukenksminimo proceso temperatūras, kadangi apdirbamos atliekos sąveikauja ne su karštų dujų srautu, o su elektrinio lankinio išlydžio lanku. Pagamintas reaktoriaus prototipas išbandytas su sunkiai besilydančiomis medžiagomis (smėliu, dolomitu ir kt.), gautos darbinės įrenginio charakteristikos dirbant su medžiagomis, parengtos rekomendacijos jo konstrukcijos tobulinimui.

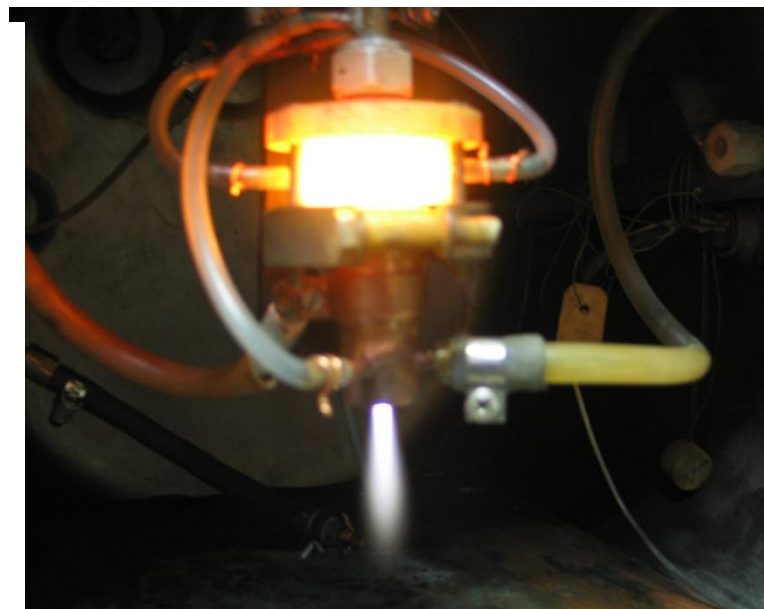
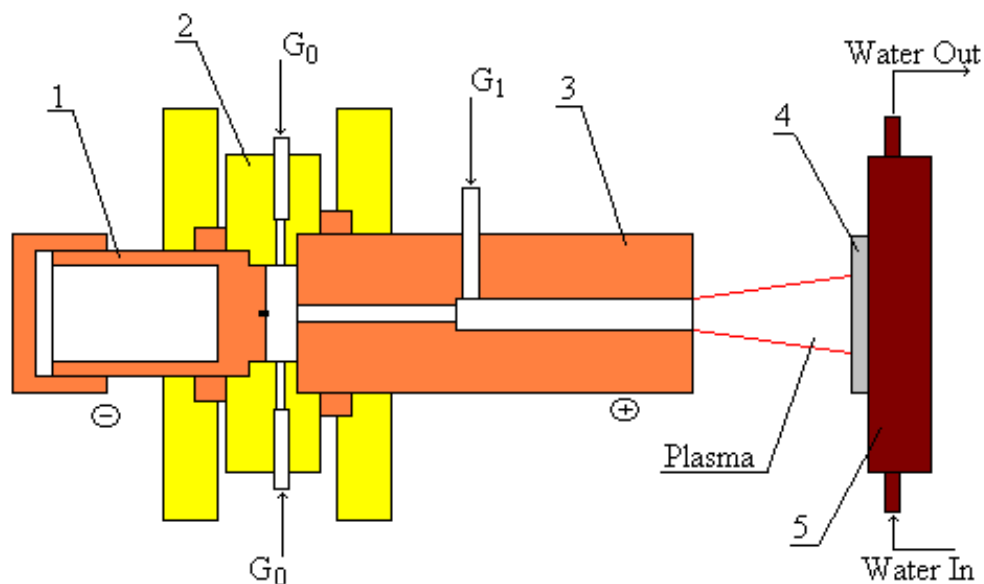


Greitaeigės vaizdo kameros vaizdai, kurių kadrų per sekundę greitis – 500, užfiksuoti skaidant atliekas plazminio cheminio reaktoriaus kameroje

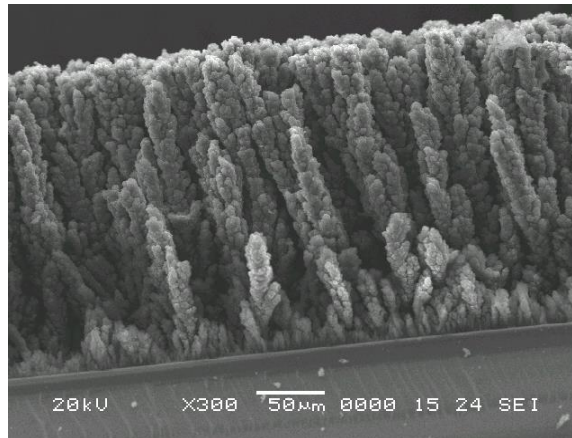
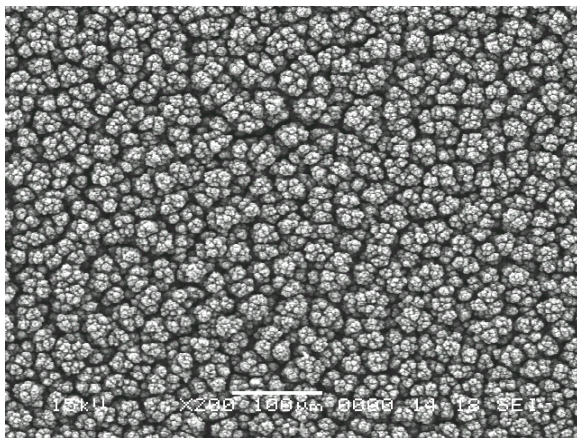


Žaliavos granulės ir stiklintas šlakas iš perdirbtų atliekų

„Plazminė technologija deimanto-tipo anglies dangų formavimui“ (TPL4)



Plazminio generatoriaus schema: 1 katodas, 2 darbinių dujų įpūtimo žiedas, 3 – anodas, 4 – mėginys, 5 – mėginių laikiklis, G_0 – darbinių dujų (Ar, H_2) įpūtimo vieta, G_1 – nusodinamų dujų (C_2H_2) įpūtimo vieta.

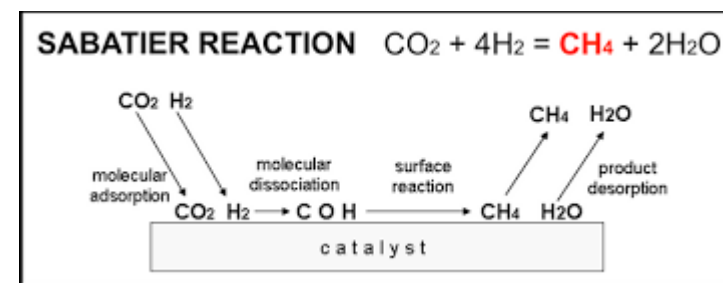


Sukurtas specialus mažos galios plazmos generatorius anglies dangų nusodinimui iš dujinės fazės – acetileno dujų. Nustatyti optimalūs plazmos generatoriaus darbo parametrai deimanto tipo anglies dangoms gauti.

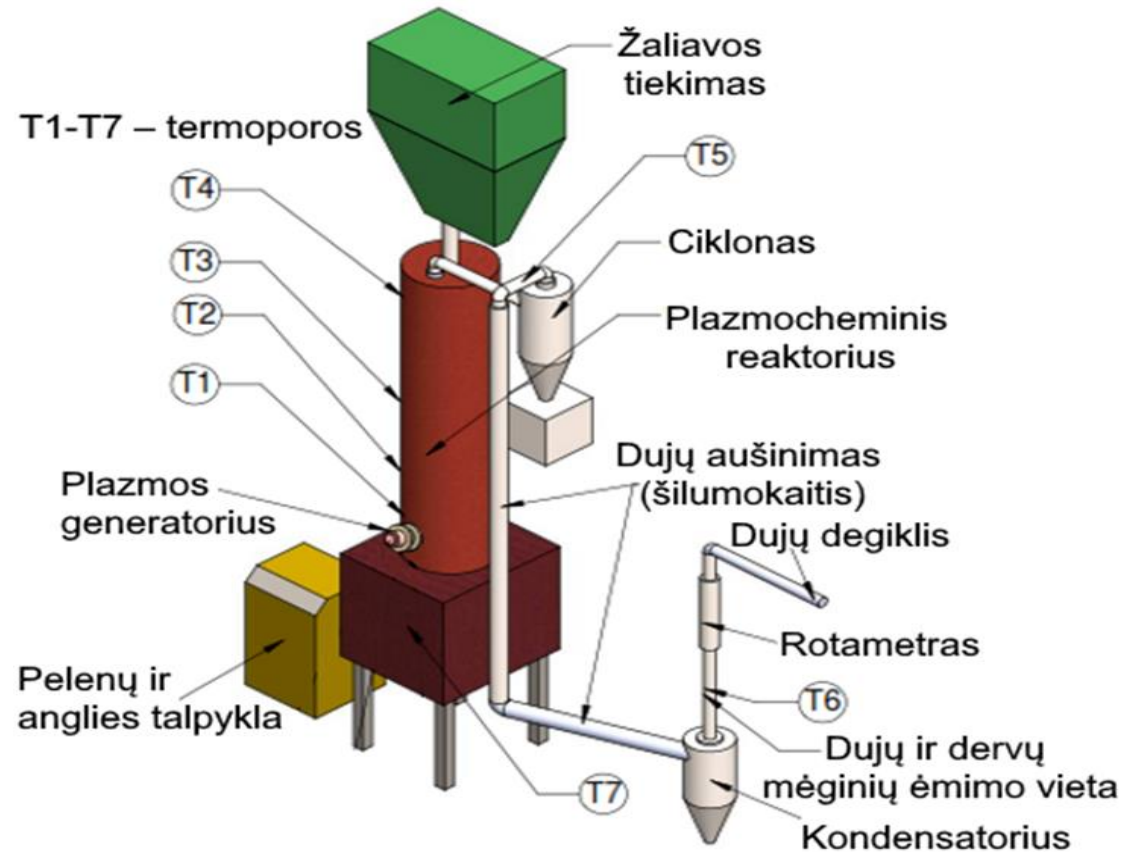
“Slystančio lanko išlydžio plazmos generatorius” (TPL5)



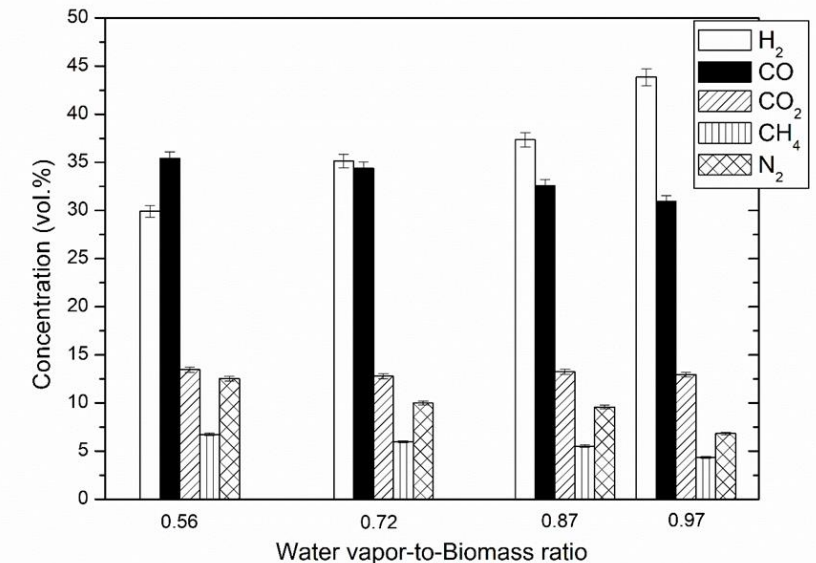
Sukurtas įrenginys testuojamas imituojant realią veikimo aplinką laboratorijos vykdomuose MTEP projektuose: slystančio lanko plazmos generatorius išbandytas apjungiant jį su inovatyviu nikelio pagrindo katalizatoriumi bio-CH₄ gamybai aukštame slėgyje bei išgaunant vertingus junginius iš jūros dumblių dirbant kartu su impulsinio elektrinio lauko metodu.



„Plazminis reaktorius kietų medžiagų (atliekų) konversijai“ (TPL5)



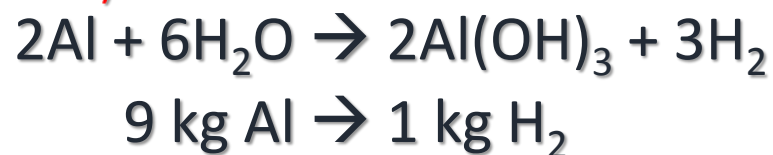
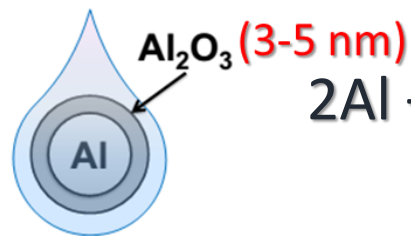
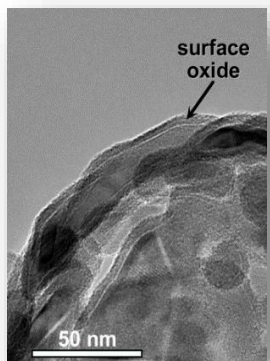
Sukurtas naujas plazminės technologijos reaktoriaus maketas efektyviam kietų atliekų išdujinimui su specialiai numatyta vieta gaunamų dujų tyrimui, o plazmos formavimui panaudojamas vandens garas, kas pagerino sintetinių dujų sudėtį. Sukurto plazminio įrenginio maketo veikimas patikrintas su įvairaus tipo kietomis atliekomis, imituojant realią veikimo aplinką, tiriamas proceso pritaikymas energetikos ir aplinkosauginėse technologijose.



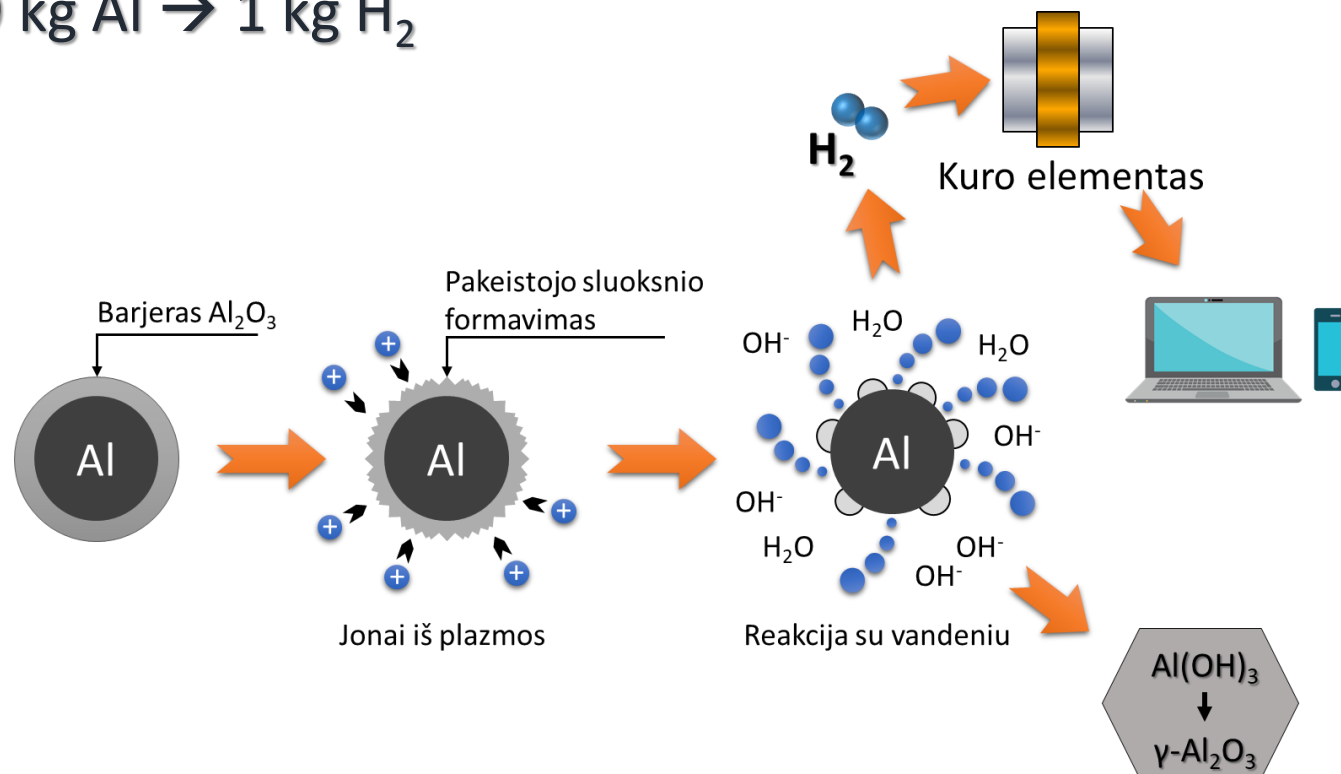
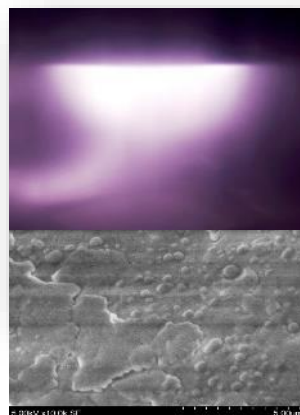
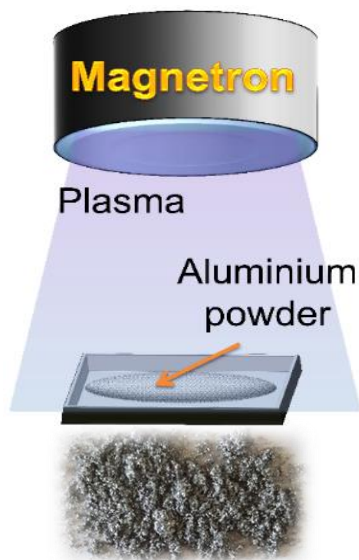
“Gama-aluminio oksido sintezės metodas” (ES patentas) (TPL9)



Aluminio ir vandens reakcijos produkto pirminis apdorojimas taikomas gama aluminio oksido gamybai. Įvertinta, kad galima gaminti itin gryną 99,99 proc. ir pramoninį (virš 90 proc. grynumo) aluminio oksidus.

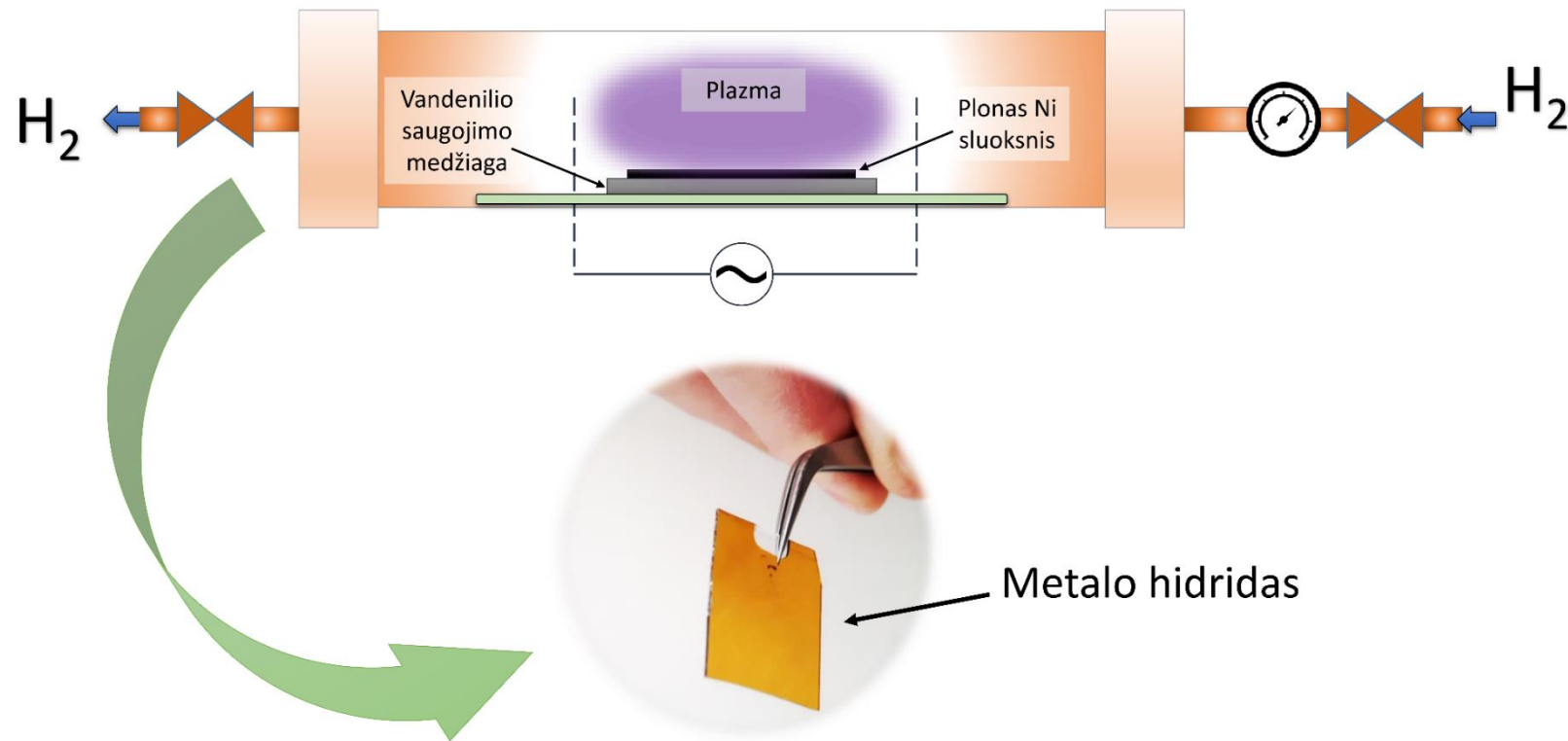


Dujų plazmos poveikis



Vandenilio saugojimas metalų hidriduose

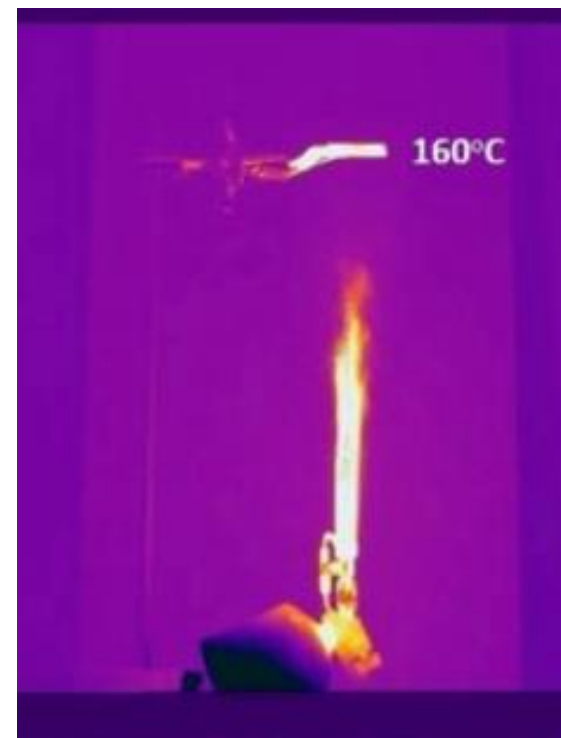
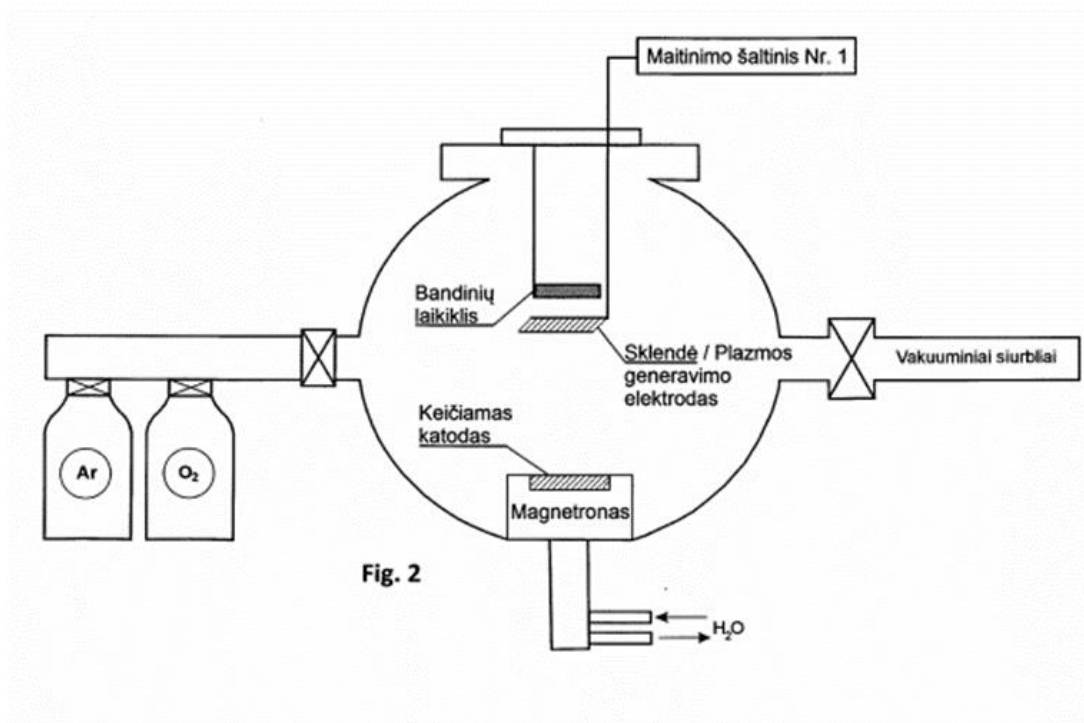
Sukurta metalų ir jų lydinių hidrinimo žematemperatūroje plazmoje technologija, eliminuojanti brangių katalizatorių panaudojimą (Pt ar Pd). Gautus metalo hidridus galima sėkmingai panaudoti vandenilio saugojimui stacionariuose ir nešiojamuose vandenilio energetikos technologijomis paremtuose įrenginiuose, išmanieji langai (Mg_2NiH_4 , Mg-Ti dangos/hidridai, Al-H; Mg-Al-H), Li jonų baterijų elektrodai.



„Polistireninio putplasčio eksploatacinių savybių gerinimas panaudojant nanokristalines SiO_2 ir TiO_2 dangas“ (TPL4)



- Suformuotos SiO_2 dangos polistireninio putplasčio paviršiuje didina atsparumą aukštai temperatūrai. Srityse su tolygia SiO_2 danga, kurios storis ~ 500 nm, polistireninis putplastis išlaiko nepakitusią struktūrą apie 60 s, esant $160 \pm 2,5$ °C poveikiui. Polistireninio putplasčio be SiO_2 dangos lydymasis stebimas jau po 5 s.
- Suformuotos TiO_2 dangos polistireninio putplasčio paviršiuje pasižymi fotokatalitinėmis-antibakterinėmis savybėmis. Antibakterinių savybių tyrimai parodė, kad polistireninis putplastis su TiO_2 dangomis po 45 min poveikio, apšvietus UV-B spinduliuote, sunaikina beveik 4 kartus daugiau bakterijų, palyginti su vienos UV-B spinduliuotės poveikiu.



„Kontroliuojamos kristalinės struktūros dangų nusodinimo metodas, panaudojant vienalaikį tos pačios medžiagos nusodinimą iš kelių magnetronų su skirtingų tipų maitinimo šaltiniais“ (TPL4)



Siūlomu metodu siekiama magnetroniniu nusodinimu formuoti pagerintas plonasluoksnes dangas (titano oksido, cinko oksido, aliuminio oksido ir kt.), kurių formavimui taikomas naujas technologinis sprendimas - tos pačios medžiagos nusodinimas iš dviejų magnetronų, naudojant du, bet skirtingo tipo maitinimo šaltinius. Laboratorinėmis sąlygomis išbandytas metodas ir atliktas dangų testavimas.

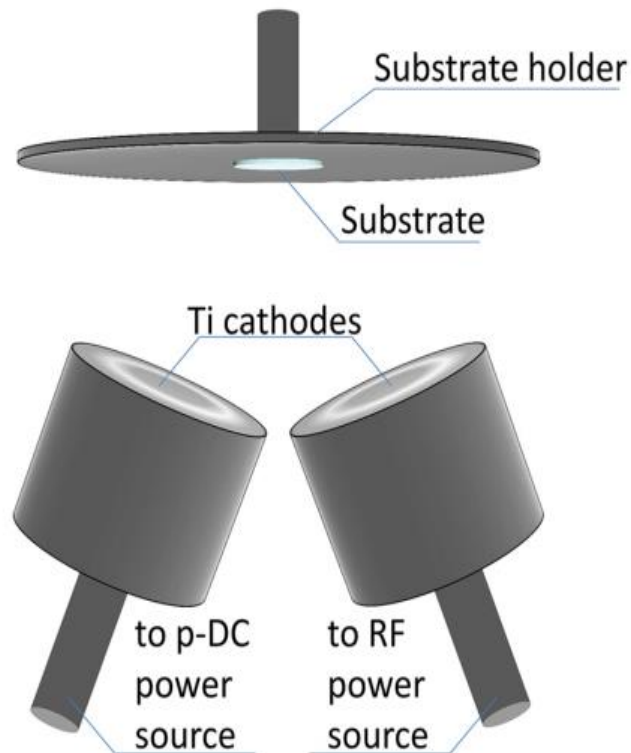


Fig. 1. Experimental scheme of TiO_2 co-sputtering from two magnetrons.

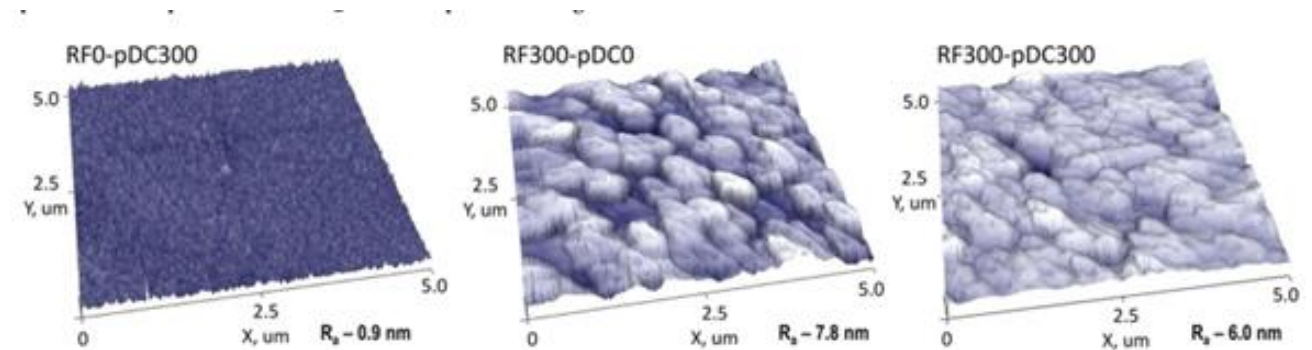


Fig. 3. AFM images of TiO_2 films deposited by using single magnetron sputtering and two magnetron co-sputtering.

„Fotokatalitiškai aktyvių cinko oksido dangų, turinčių metalinės cinko fazės priemaišų, nusodinimo metodas“ (TPL4)



Pasiūlytas naujas technologinis sprendimas, leidžia magnetroniniu dangų nusodinimu formuoti pagerinto fotokatalitinio aktyvumo plonasluoksnės cinko oksido dangas su metalinės cinko fazės priemaišomis, kurių fotokatalitinis aktyvumas yra 2-3 kartus didesnis nei įprastinio cinko oksido dangų. Laboratorinėmis sąlygomis buvo išbandytas metodas ir atliktas dangų testavimas.

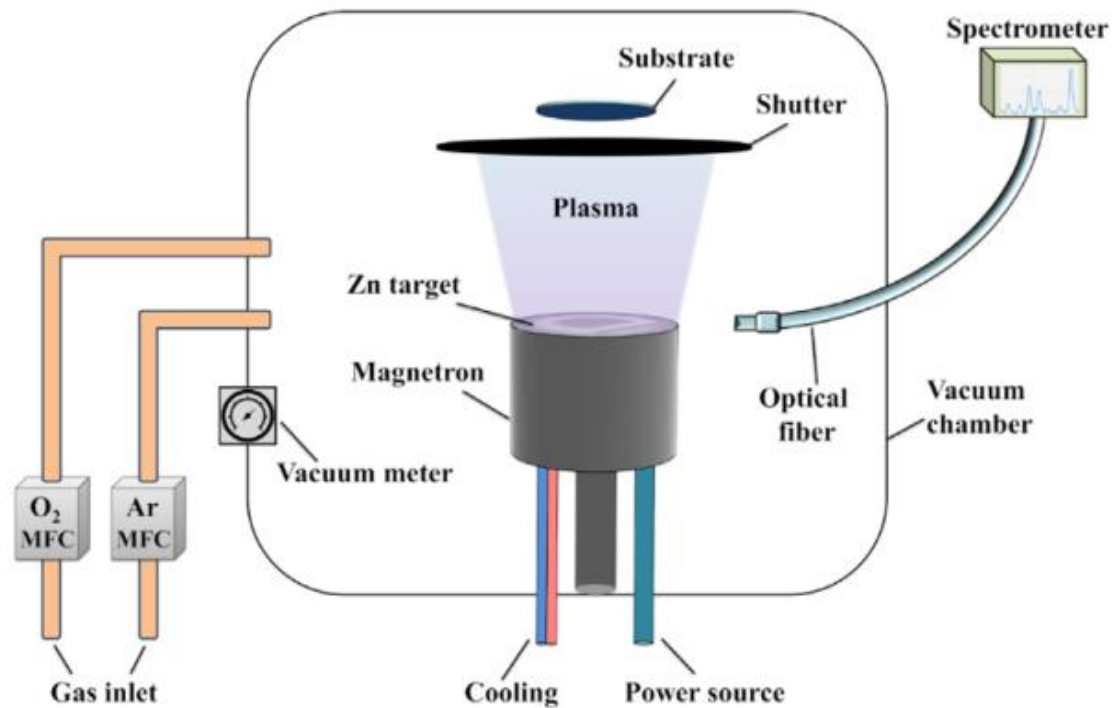
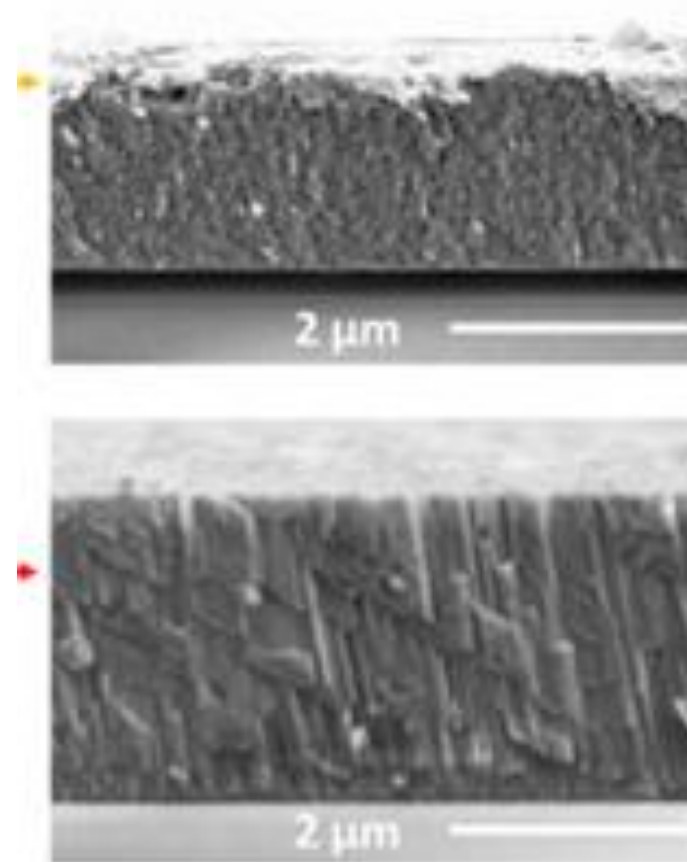


Fig. 1. Scheme of the magnetron sputtering experimental set-up.



Plazmos srauto sąveika su medžiaga



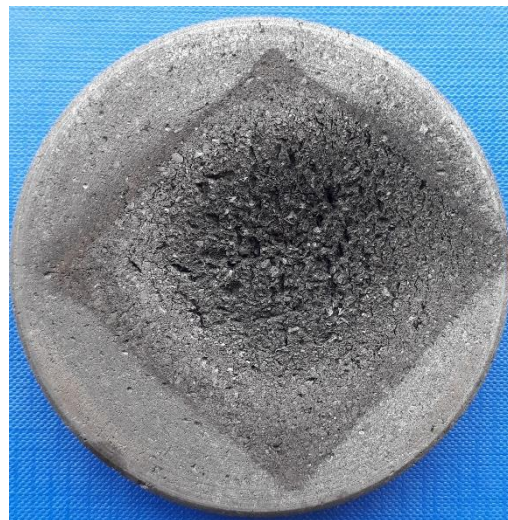
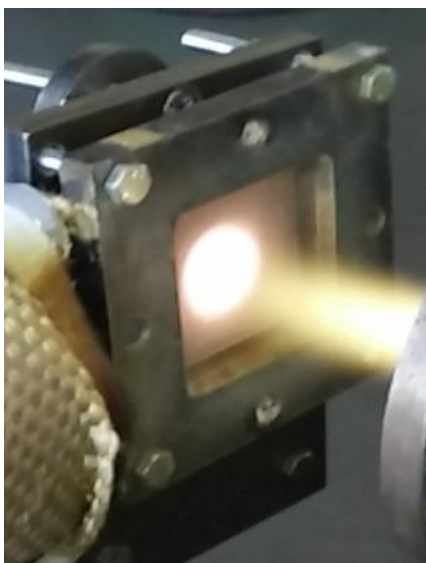
Medžiagų tyrimas aukštoje temperatūroje



35 wt% tobermorite
65 wt% xonotlite



Epoxy resin
14 wt% hardener
4 wt% nanosilicate filler



Grafitas

Plazmos generatoriaus galia, kW	70 – 120
Oro srautas, 10^{-3} kg/s	10 – 30
Elektrinio lanko stipris, A	120-300
Įtampa, V	250-400
Plazmos srauto temperatūra, K	1450 – 4000
Plazmos srauto greitis, m/s	40 – 1200

NATO tematinis prioritetas	Plazminių technologijų laboratorija (15)	Vandenilio energetikos technologijų centras (18)
1. Facilitate mutually beneficial cooperation on issues of common interest, including international efforts to meet emerging security challenges		
b. Energy Security		
Innovative energy solutions for the military; battlefield energy solutions; renewable energy solutions with military applications;		1. Vandenilio ir šilumos gamyba esant poreikiui, panaudojant vandens ir aktyvuoto aliuminio hidrolizės reakcijas. 2. Vandenilio saugojimas metalų hidriduose; 3. Vandenilio ir šilumos gamyba, panaudojant tiesiogines metalų hidridų ir vandens hidrolizės reakcijas.
d. Defence against Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear (CBRN) Agents		
Methods and technology to protect against, diagnose effects of, detect, decontaminate, destruct, dispose and contain CBRN agents;	1. Plazmocheminis reaktorius pavojingoms atliekoms apdoroti	1. Tekstilinių audinių, biologinės kilmės antipatogeninių (bakterijos, virusai, grybeliai) savybių gerinimas, panaudojant Cu, Ag, ZnO, Fe₂O₃ nanoklasterius.
e. Environmental Security		
Security issues arising from key environmental and resource constraints, including health risks, climate change, water scarcity and increasing energy needs, which have the potential to significantly affect NATO's planning and operations;		1. Polistireninio putplasčio eksploatacinių savybių gerinimas panaudojant nanokristalines SiO₂ ir TiO₂ dangas.
3. Enhance awareness of security developments including through early warning, with a view to preventing crises		
a. Security-related Advanced Technology		
Emerging technologies including nanotechnology, optical technology, micro satellites, metallurgy and the development of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) platforms.	1. Plazminė technologija konstrukcinių medžiagų paviršinių sluoksnių formavimui ir modifikavimui 2. Plazminė technologija deimanto-tipo anglies dangu formavimui	1. Kontroliuojamos kristalinės struktūros dangu ir nanoklasterių nusodinimo metodas, panaudojant aplinkai draugiškas žematemperatūrinės plazmos technologijas (katodinis garinimas plazmoje, magnetroninis garinimas plazmos/joninių pluoštelių aplinkoje).



ADDRESS

Breslaujos str. 3
LT-44403 Kaunas
Lithuania



WEB

<https://www.lei.lt/>



E-MAIL

Mindaugas.Milieska@lei.lt