

Vedenie
15.11.2021

Správa o činnosti Centra STU pre nanodiagnostiku za I. polrok 2021

Predkladá: **doc. Ing. Maximilián Strémy, PhD.**
prorektor

Vypracovali: **Ing. Viliam Vretenár, PhD.**
riaditeľ Centra STU pre nanodiagnostiku (CN STU)

Zdôvodnenie: pravidelná informácia o činnosti CN STU za I. polrok 2021
v zmysle harmonogramu

Návrh uznesenia: Vedenie univerzity berie na vedomie predloženú Správu
o činnosti Centra STU pre nanodiagnostiku za I. polrok 2021
a) s pripomienkami
b) bez pripomienok

Činnosti a aktivity CN STU v I. polroku 2021

Centrum ako celouniverzitné pracovisko STU počas uvedeného obdobia štandardne poskytovalo komplexnú analýzu a charakterizáciu povrchov a nanoštruktúr pomocou elektrónových mikroskopických a spektroskopických techník ostatným univerzitným pracoviskám a fakultám STU, ako aj pracoviskám z iných slovenských univerzít a SAV. Napriek pokračujúcim protipandemickým opatreniam, zasahujúcich predovšetkým mobilitu a medzinárodnú spoluprácu, sme aj naďalej relatívne úspešne rozvíjali jednak už existujúce spolupráce s domácimi a zahraničnými pracoviskami, ale aj nadväzovali nové strategické partnerstvá, s cieľom zapojenia sa do siete pracovísk s potenciálnym dosahom na nové výzvy programov EÚ Horizon Europe 2021-2027. V rámci našich vedecko-výskumných aktivít sme okrem vlastných výskumných tém kontinuálne pokračovali v riešení aktuálne prebiehajúcich projektov, finančne podporených APVV agentúrou a operačným programom Výskum a inovácie.

Participácia pri riešení prebiehajúcich projektov (Vega, APVV):

APVV-20-0111, „Pokročilé lítiové batérie s dlhou životnosťou“, spoluriešiteľ. Z podaných 4 projektov v minuloročnej Všeobecnej výzve APVV sa nám podarilo získať tento jeden projekt, s ktorým riešením sme začali v tomto polroku. Projekt sa zameriava na stabilizáciu kapacity a životnosti lítium-iónových batérií pomocou ultratenkých pasivačných vrstiev pripravených technológiou rastu po atomárnych vrstvách (atomic layer deposition, ALD), kde práve použitie transmisnej elektrónovej mikroskopie s atomárnym rozlíšením má prispieť k systematickej štúdiu a k efektívnej spätnej väzbe, ktoré umožnia nahliadnutie do mechanizmov nabíjania/vybíjania v nanorozmeroch.

APVV-16-0319, „Vlastnosti rozhrania grafén-diamant: štúdium na atomárnej úrovni“, hlavný riešiteľ. Napriek ukončeniu tohto projektu koncom minulého roka sme v nasledujúcom polroku dovyhodnocovali výsledky štúdia katalytickej transformácie monokryštalickej diamantovej štruktúry na grafitickú. Výsledky boli odoslané do vysoko-impaktovaného časopisu Carbon (článok bol prijatý).

Aktívne zapájanie sa do ďalších národných a medzinárodných projektov:

V rámci vedeckej grantovej agentúry VEGA sme podali nový projekt ako hlavný riešiteľ s témou defektov v 2D TMDC materiáloch, kde chceme študovať ich štruktúrne, elektronické a katalytické vlastnosti s možným aplikačným presahom do superkapacitorov a elektrolyzy vody. Uvedenú výskumnú tému chceme neskôr profilovať ako jednu z nosných výskumných tém pracoviska.

Vo výzve *HORIZON-EIC-2021-PATHFINDEROPEN-01* (HORIZON-EIC) sa nám podarilo vytvoriť nové konzorcium s pracoviskami zo Západočeskej univerzity v Plzni, Česká republika a Technickou univerzitou v Chemnitz, Nemecko, v rámci ktorého sme podali spoločný projekt s názvom „Light Weight Composites for Hydrogen Storage Applications“. Projekt je venovaný vývoju inovatívnych kompozitných materiálov pre úschovu vodíka na báze zliatin s vysokou entropiou a MX-cénou. Po rozšírení tohto konzorcia o partnera z Technickej univerzity v Ilmenau, Nemecko, plánujeme podávať ďalšie projekty v novotvorených výzvach H2021, klaster 4 a 5.

Úspešná zahraničná spolupráca bola ďalej rozvíjaná s viacerými pracoviskami:

Inštitút materiálového inžinierstva, prof. Peter Schaaf, Technická univerzita v Ilmenau. V pokračujúcej spolupráci s Dr. Anni Wang a Dr. M. Olivom sme ďalej realizovali charakterizáciu a analýzu vzoriek vysoko entropických zliatin na báze CrNi-CoFe-Cu pomocou HRTEM, STEM mikroskopie a EDS a EELS spektroskopických metód ako aj charakterizáciu core-shell Au-Ni nanočastíc pomocou EF TEM a EDS analýz. Časť výsledkov boli publikované v časopise *Surface and Coatings Technology*.

Oddelenie optoelektroniky, Dr. Tadas Paulauskas, Národné centrum pre fyzikálne vedy a technológiu, Vilnius, Litva. S Dr. Paulauskom úspešne pokračujeme v nadviazanej spolupráci formou komplexnej analýzy vzoriek analytickým transmisným elektrónovým mikroskopom Jeol ARM 200cf. Ďalej sme vyhodnocovali namerané polovodičové štruktúry na báze GaAs s prímiesou bizmutu, a pokračovali sme s mapovaním elektrostatických polí v polovodičových štruktúrach využitím elektrónovej holografie.

Oddelenie Fyziky nanoštrukturovaných materiálov, prof. Thomas Waitz, Viedeňská univerzita. Pokračovali sme už v niekoľko-ročnej úspešnej spolupráci pri štúdiu a charakterizácii grafén-diamantového rozhrania na atomárnej úrovni. Výsledky spolupráce sa premietli do spoločnej publikácie v časopise *Carbon*.

Oddelenie nanoelektroniky a modifikácie povrchov, Dr. Kateryna Smyrnova, Sumy State University, Ukrajina. S týmto oddelením sme nadviazali novú spoluprácu pri vyšetrení mikroštruktúry a fázového zloženia supertvrdých tenkých multivrstiev na báze WN/MeN a ich vplyvu na výsledné mechanické a tribologické vlastnosti. Na našom pracovisku sme uskutočnili obrazové TEM a STEM analýzy, ako aj spektroskopické analýzy, konkrétne elementárne mapy (EDS) a Augerove profily (AES). Výsledky štúdie boli zaslané do odborného časopisu.

Ostatné aktivity a výskumné témy realizované v I. polroku 2021:

- Štandardné zabezpečenie prevádzky, údržby a komplexnej diagnostiky unikátnych prístrojov v rámci vedecko-technickej infraštruktúry pracoviska, a to najmä analytického

transmisného mikroskopu Jeol ARM 200cf s atomárnym rozlíšením a Augerovej mikrosondy JAMP 5910F vrátane príslušenstva.

- Príprava podkladov pre verejné obstarávanie a podpora procesu VO pri nákupe nového zariadenia, FIB-SEM mikroskopu, určeného pre nano-obrábanie a prípravu TEM lamiel fokusovaným zväzkom iónov. Príprava miestnosti pre inštaláciu zariadenia (projektová dokumentácie stavebných úprav a inžinierskych sietí vzhľadom na existujúcu infraštruktúru).

- Analýza foto-termálne aktívnych MoOx nanočastíc transmisnou elektrónovou mikroskopiou, morfológická a kryštalografická štúdia v spolupráci s Fyzikálnym ústavom SAV.

- Komplexná analýza (TEM, HRTEM, STEM a EDS) ZnO nanočastíc dopovaných Ga a B. Štúdia realizovaná v spolupráci s Fakultou chemickej a potravinárskej technológie STU.

- Elektrónová tomografia a analýza štruktúry a vlastností TiO₂ nanorúrok a TiO₂:Ce nanorúrok pre fotokatalytické aplikácie v spolupráci s Prírodovedeckou fakultou UK.

- TEM/STEM analýza nástrojovej oceli Vanadis 6 realizovaná v rámci spolupráce s MTF STU.

- Štúdium katalytických nanočastíc zapuzdrených v mnohostenných uhlíkových nanorúrkach narastených na zeolitoch. Spolupráca s FEI STU a PriF UK.

- Mikroskopická analýza vývoja štruktúry a vytvrdzovania polykryštalických tenkých keramických filmov V_{1-x}MoxN (x ≈ 0.4). Merania realizované v rámci spolupráce s Oddelením experimentálnej fyziky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, UK.

- Vyšetrovanie epitaxných supervodivých NbN tenkých filmov pripravených pulznou laserovou depozíciou v spolupráci s Oddelením experimentálnej fyziky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, UK.

- Morfológická, štruktúrna a povrchová analýza adsorpčných materiálov na báze zeolitov a aktivovaného uhlíka. Merania (SEM, AES) realizované v spolupráci s FCHPT STU.

- Kvalitatívna analýza chemického stavu rôznych alotropných foriem uhlíka. Mapovanie stavu hybridizácie uhlíka na kompozitných uhlíkových materiáloch využitím viacerých spektroskopických techník (Augerova spektroskopia, spektroskopia sekundárnych elektrónov, REELS).

- Štúdium elektrochromických kompozitných vrstiev na báze WO₃ a grafén oxidových vločiek. Príprava elektrochemickou depozíciou, charakterizácia cyklickou voltametrou, chrono-amperometriou, impedančnou spektroskopiou, optickou absorpciou VIS-NIR, Ramanom a elektrónovou mikroskopiou a spektroskopiou.

- Štúdiá využitia radikálneho plazmatického čistenia pre povrchovú analýzu (AES) v spolupráci s výrobcou zariadenia IBSS, USA. Experimentálne testovanie účinnosti čistenia a degradácie na tenkých 2D štruktúrach (grafén a MoS₂).
- Realizovanie podnikateľskej činnosti, tj. administratívno-technické zabezpečenie PČ činnosti. Boli sme oslovení dvoma firmami, kde sme nakoniec pre jedno z nich realizovali SEM charakterizácie niekoľkých sád vzoriek. Celkový výnos zatiaľ 3100 Eur.
- V snahe o zapojenie sa väčšieho počtu mladých výskumných pracovníkov na našom pracovisku sme v rámci siete Erasmus+ ponúkli niekoľko výskumných tém realizovaných formou tréningového programu. Z desiatok uchádzačov sme vybrali troch kandidátov na základe online pohovorov.

Ciele do ďalšieho obdobia:

- Rozvinutie spolupráce so zahraničnými pracoviskami do formy participácie na spoločných európskych projektoch (H2021-2027), tj. podávanie Horizon Europe projektov.
- Zapojenie väčšieho počtu mladých vedeckých pracovníkov a študentov do výskumných aktivít nášho centra, resp. vytvorenie 1-2 krátkodobých post-doktorandských pobytov.
- Inštalácia nového zariadenia, FIB-SEM mikroskopu, pre nano-obrábanie fokusovaným iónovým zväzkom. Úspešné zvládnutie prípravy TEM lamiel na zariadení. Vytvorenie stáleho pracovného miesta pre dané zariadenie.
- Rozvinutie témy elektrónovej holografie na transmisnom elektrónovom mikroskope Jeol ARM 200cf s dôrazom na mapovanie distribúcie náboja v polovodičových štruktúrach a magnetických domén v magnetických materiáloch.
- Implementácia novej vedecko-výskumnej témy so silným aplikačným potenciálom: Štúdium štruktúrnych, elektronických a katalytických vlastností 2D TMDC materiálov využitím rôznych ožarovacích techník. (Začali sme s prípravou a základnou charakterizáciou MoS₂ vzoriek, čakáme na rozhodnutie Vega komisie o finančnej podpore.)
- Zvýšenie podnikateľskej činnosti centra poskytovaním analytických služieb v rámci vedecko-technickej infraštruktúry pracoviska. Hľadanie možných spôsobov efektívneho oslovenia väčšieho množstva potenciálnych firiem.

Prehľad publikačnej činnosti za rok 2021

ADC Vedecké práce v zahraničných karentovaných časopisoch

- ADC01 ANNUŠOVÁ, Adriana - BODÍK, Michal - HAGARA, Jakub - KOTLÁR, Mário - HALAHOVETS, Yurily - MIČUŠÍK, Matej - CHLPÍK, Juraj - CIRÁK, Július - HOFBAUEROVÁ, Monika - JERSEL, Matej - MAJKOVÁ, Eva - ŠIFFALOVÍČ, Peter. On the extraction of MoOx photothermally active nanoparticles by gel filtration from a byproduct of few-layer MoS2 exfoliation. In Nanotechnology. Vol. 32, iss. 4 (2021), Art. no. 045708 s. 45708-45708. ISSN 0957-4484 (2020: 3.874 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.926 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000584294600001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85095967234 ; DOI: 10.1088/1361-6528/abc035.
- ADC02 FURKA, Daniel - NAFTALY, Mira - FURKA, Samuel - ŠIMON, Erik - TOMANOVÁ, Katarína - ČAPLOVIČOVÁ, Mária - JANEK, Marián. Effect of Gallium and Boron doping on dielectric and conductivity properties of ZnO sintered from nanoparticles of different morphology in THz region. In Colloids and Surfaces A Physicochemical and Engineering Aspects. Vol. 611, (2021), s. (1-14), art. no. 125896. ISSN 0927-7757 (2020: 4.539 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.762 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1016/j.colsurfa.2020.125896 ; SCOPUS: 2-s2.0-85097202168 ; CC: 000605576500003.
- ADC03 JURČI, Peter - BARTKOWSKA, Aneta - HUDÁKOVÁ, Mária - DOMÁNKOVÁ, Mária - ČAPLOVIČOVÁ, Mária - BARTKOWSKI, Dariusz. Effect of sub-zero treatments and tempering on corrosion behaviour of Vanadis 6 tool steel. In Materials [elektronický zdroj]. Vol. 14, iss. 13 (2021), s.1-24. ISSN 1996-1944 (2020: 3.623 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.682 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/ma14133759 ; WOS: 000671114800001 ; CC: 000671114800001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85110332820.
- ADC04 KADLEČÍKOVÁ, Magdaléna - BREZA, Juraj - DEKAN, Július - JESENÁK, Karol - VANČO, Ľubomír - BÉDIOVÁ, Katarína. A study of catalyst particles encapsulated inside multiwalled carbon nanotubes on zeolite and montmorillonite. In Microelectronic Engineering. Vol. 242-243, (2021), Art. no. 111556 [6] s. ISSN 0167-9317 (2020: 2.523 - IF, Q2 - JCR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85105000281 ; WOS: 000651124900003 ; CC: 000651124900003 ; DOI: 10.1016/j.mee.2021.111556.
- ADC05 THIRUNAVUKKARASU, Guru Karthikeyan - MONFORT, Olivier - MOTOLA, Martin - MOTLOCHOVÁ, Monika - GREGOR, Maroš - ROCH, Tomáš - ČAPLOVIČOVÁ, Mária - LAVRIKOVA, Aleksandra Y. - HENSEL, Karol - BREZOVÁ, Vlasta - JERIGOVÁ, Monika - ŠUBRT, Jan - PLESCH, Gustav. Ce ion surface-modified TiO2 aerogel powders: a comprehensive study of their excellent photocatalytic efficiency in organic pollutant removal. In New Journal of Chemistry. Vol. 45, iss. 9 (2021), s. 4174-4184. ISSN 1144-0546 (2020: 3.591 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.693 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1039/d0nj05976e ; SCOPUS: 2-s2.0-85102409062 ; CC: 000626241900007.

- ADC06 TULIČ, Semir - WAITZ, Thomas - ČAPLOVIČOVÁ, Mária - HABLER, Gerlinde - VRETENÁR, Viliam - SUSI, Toma - SKÁKALOVÁ, Viera. Catalytic graphitization of single-crystal diamond. In *Carbon*. Vol. 185, (2021), s. 300-313. ISSN 0008-6223 (2020: 9.594 - IF, Q1 - JCR Best Q, 2.250 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1016/j.carbon.2021.08.082 ; SCOPUS: 2-s2.0-85115817024 ; WOS: 000701978600001 ; CC: 000701978600001.
- ADC07 WANG, Anni - RAMIREZ, Manuel Oliva - ČAPLOVIČOVÁ, Mária - VRETENÁR, Viliam - BOETTCHER, Julius - HOPFELD, Marcus - KUPS, Thomas - FLOCK, Dominik - SCHAAF, Peter. Formation of CuCrCoFeNiO high entropy alloy thin films by rapid thermal processing of Cu/CrNiO/FeCo multilayers. In *Surface & Coatings Technology*. Vol. 405, (2021), s. 1-16. ISSN 0257-8972 (2020: 4.158 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.904 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1016/j.surfcoat.2020.126563 ; SCOPUS: 2-s2.0-85096369831 ; WOS: 000604583200045 ; CC: 000604583200045.
- ADC08 MAJZLAN, Juraj - BOLANZ, Ralph - GÖTTLICHER, Jörg - MIKUŠ, Tomáš - MILOVSKÁ, Stanislava - ČAPLOVIČOVÁ, Mária - ŠTEVKO, Martin - RÖSSLER, Christiane - MATTHES, Christian. Incorporation mechanism of tungsten in W-Fe-Cr-V-bearing rutile. In *American Mineralogist*. Vol. 106, (2021), s. 609-619. ISSN 0003-004X (2020: 3.003 - IF, Q2 - JCR Best Q, 1.423 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.2138/am-2021-7653 ; WOS: 000646025000011 ; CC: 000646025000011.
- ADC09 MIKULA, Marián - UZON, Stela - HUDEC, Tomáš - GRANČIČ, Branislav - TRUCHLÝ, Martin - ROCH, Tomáš - ŠVEC, Peter - SATRAPINSKY, Leonid - ČAPLOVIČOVÁ, Mária - GRECZYNSKI, Grzegorz - PETROV, Ivan - ODÉN, Magnus - KÚŠ, Peter - SANGIOVANNI, Davide G. Thermally induced structural evolution and age-hardening of polycrystalline V_{1-x}MoxN (x ≈ 0.4) thin films. In *Surface & Coatings Technology*. Vol. 405, (2021), s. 1-11. ISSN 0257-8972 (2020: 4.158 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.904 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1016/j.surfcoat.2020.126723 ; SCOPUS: 2-s2.0-85097222513 ; WOS: 000604583200111 ; CC: 000604583200111.
- ADC10 ROCH, Tomáš - GREGOR, Maroš - VOLKOV, S.O. - ČAPLOVIČOVÁ, Mária - SATRAPINSKY, Leonid - PLECENIK, Andrej. Substrate dependent epitaxy of superconducting niobium nitride thin films grown by pulsed laser deposition. In *Applied Surface Science*. Vol. 551, (2021), s. 1-8. ISSN 0169-4332 (2020: 6.707 - IF, Q1 - JCR Best Q, 1.295 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1016/j.apsusc.2021.149333 ; SCOPUS: 2-s2.0-85101824022 ; WOS: 000674654300016 ; CC: 000674654300016.

ADE Vedecké práce v ostatných zahraničných časopisoch

ADE01 ZAKHAR, Ronald - ČACHO, František - VRETENÁR, Viliam - PAVLÍK, Marián - HUDEC, Pavol. Porovnanie rôznych adsorpčných materiálov pri odstraňovaní päťmocného arzénu z vôd. In Vodní hospodárství. Roč. 71, č. 9 (2021), s. 7-11. ISSN 1211-0760.

Štatistika: kategória publikačnej činnosti

ADC	Vedecké práce v zahraničných karentovaných časopisoch	10
ADE	Vedecké práce v ostatných zahraničných časopisoch	1
Súčet		11