

A bírálóbizottság értékelése

Kukovecz Ákos munkájában a szén és titanát nanocsövekből képzett rendezetlen hálózatokkal foglalkozott. Célja az egydimenziós (1D) nanorészecskékből felépülő hálózatok majdani gyakorlati alkalmazását segítő tudományos ismeretek megszerzése a rendszerek szerkezeti leírásával, a szerkezet, az előállítás és a különböző fizikai-kémiai tulajdonságok kapcsolatának megismerésével. Még pontosabban, céljai, az 1D nanoszerkezetek előállítása és jellemzése, az azokból felépülő hálózatok tulajdonságainak hangolása, önhordó filmek gáz adszorpciós és gázáteresztő képességének vizsgálata, a nanoszálak vízgőzadszorpciójának leírása, valamint a párolgási profil alapú új analitikai módszer kidolgozása.

A nanoszerkezetek előállítása és módosítása területén nagy jelentőségű eredmény a többfalú szén nanocsövek kísérlettervezési eszköztárat is alkalmazó fejlesztése, 7 változó figyelembevételével. A katalizátor összetételét és az előállításának műveleti paramétereit egyidejűleg optimalizálta. A szükséges kísérletek számát jelentősen csökkentette. Javulást ért el mind a CNT minőségében, mind hozamában.

Bizonyította, hogy az egyfalú szén nanocsövek kötegeinek vastagsága oxidatív funkcionálizálással növelhető.

Elsőként mutatott ki átmérő szelektív dőpolási hatást egyfalú szén nanocső filmekben. Megállapította, hogy a nagy átmérőjű nanocsövek kötegeibe könnyen épülnek be interkaláló molekulák, a folyamatot ilyenkor ezek diffúziójának sebessége szabályozza. A kis átmérőjű nanocsövek kötegeibe kisméretű dőpolók rácsexpanzióval még beléphetnek, nagyobbak azonban már nem. Bizonyította, hogy a borsó-a-héjban (peapod) rendszerben n-típusú dőpolással kvázifolytonos lehet a töltésátmenet és fémesen vezető polimerizált fullerénlánc alakulhat ki.

Módszert javasolt a többfalú szén nanocsövekből készített önhordó filmek pórusátmérő-eloszlásának szabályozására. Megmutatta, hogy a szisztematikusan örlött többfalú szén nanocsövekből önhordó filmeket szűrve az átlagos pórusátmérő szabályozottan csökkenthető úgy, hogy a filmet rövidebb nanocsövekből készítik.

Elsőként javasolta az önhordó szén nanocső filmek hőmérsékletválaszának javítására a piroelektromos kristályokkal végzett felületi dőpolást. Hőmérsékletváltozás hatására a felületre felvitt piroelektromos kristályok polarizálódtak, így a nanocső filmmel érintkezve annak vezetési sajátosságait megváltoztatták.

Kísérletileg bizonyította, hogy a titanát nanoszálak visszaalakíthatók titanát nanocsövekké.

Új módszert dolgozott ki titanát nanoszerkezetek N-dőpolására. A korábban publikáltnál alacsonyabb hőmérsékleten (200 °C) tudott nitrogént építeni a szerkezetbe.

A kísérlettervezés eszköztárát alkalmazva igazolta, hogy a titanát nanoszálak alkalmasak szabályozott szerkezetű vékonyrétegek felépítésére. A titanát nanoszálakat hőkezeléssel anatóz nanoszálakká alakította, majd ezekből és többfalú szén nanocsövekből réteges "szendvics" fotokatalizátort készített. Értelmezte az anatóz nanoszálakat tartalmazó és a referenciaként P25 TiO₂-vel is elkészített szendvicsek fotokatalitikus aktivitásában tapasztalható különbségeket.

A jelölt kiemelkedő kreativitása mutatkozott meg a saját eszköz és módszerfejlesztéseiben.

Kidolgozta önhordó nanofilmek (BP-k) gázáteresztő képességének mérését. A nyomás-ellenállás karakterisztika meghatározására a Jelölt saját módszert illetve vizsgálati berendezést fejlesztett ki.

A párolgási profil fogalmának bevezetése, analitikai felhasználásának tudományos megalapozása, a statisztikai kiértékelési módszer bevezetése és gyakorlati alkalmazhatóságának bizonyítása sok különféle illékony oldószer azonosítására a Jelölt legfontosabb új eredményei közé tartoznak.

Saját módszert fejlesztett ki az egyfalú szén nanocsövek átmérőeloszlásának meghatározására a Raman G sáv finomszerkezete alapján. Kvantitatív szerkezet-átmérőeloszlás becslésre egy háromrétegű mesterséges ideghálózatot tanított be. A hálózat a G sáv alakja alapján az átlagos átmérőt 0,1 nanométernél kisebb eltéréssel tudta becsülni.

A Jelölt törekedett, hogy kvantitatívan írja le a titanát és CNT nanoanyagokon illetve azokból készült hálózatokon (film vékonyrétegeken) végbemenő folyamatokat, jelenségeket. Ehhez modelleket dolgozott ki, amelyek részben irodalmi ismereteken, részben saját megfontolásokon alapultak.

Értelmezte a funkcionizálatlan és a karboxilcsoportokkal funkcionizált többfalú szén nanocsövekből készített önhordó filmek és a rájuk helyezett vízcsepp között mérhető hőátadási és anyagátadási együtthatóban mutatkozó látszólagos anomáliát. Az anomália abban mutatkozott meg, a funkcionizálatlan nanocsövekből készített, tehát elvileg erősebben hidrofób film és a vízcsepp között volt kedvezményezett mind a hőátadás, mind az anyagtranszport. A jelenséget a felületi horgonyhatás feltételezésével értelmezte.

A Jelölt leírta a víz anomális párolgási profilját és értelmezte azt nem funkcionizált CNT filmekben. Megállapította, hogy a víz elpárolgása közben a film vezetőképessége megnő a száraz állapothoz képest. Az irodalmi ismereteken alapuló modellek nem képesek értelmezni a jelenséget, míg Kukovecz Ákos által kidolgozott modell – amely a nem funkcionizált CNT szálakon a néhány nanométeres vízréteg felület-indukált autodisszociatív szerkezetváltozására valamint a felületi horgonyhatás jelenségére épül – jól értelmezte azt.

Elsőként igazolta a bolygó golyósmalmos őrlés Burgio-Rojac féle őrlési energia számítási modelljének helyességét szubmikrométeres részecskékre, és eközben meghatározta a többfalú szén nanocsövek eltöréséhez szükséges beütési küszöbenergia értékét.

Modellt dolgozott ki a többfalú szén nanocsövekből készített önhordó filmek összenyomás-függő elektromos ellenállásának számítására. A modell helyességét kísérleti adatokkal történő összevetéssel igazoltuk. Megmutatta, hogy az önhordó szén nanocső filmek elektromos ellenállását befolyásoló legfontosabb jellemző a térkitöltési hányad.

Meg kell állapítani, hogy a modellek hatékonyságát jelentősen csökkenteti a bemenő adatok/tulajdonságok nem elég pontos meghatározottsága. Ilyenek lehetnek például a kiindulási nanofázisok nem definiált kémiai és szerkezeti hibái és az esetleges szennyezők nem pontos ismerete.

A bizottság véleménye szerint az alkalmazott eszköztárból hiányzik az emissziós infravörös spektroszkópia (IRES), amelynek segítségével a nem reflektáló, nem transzmittáló porózus fekete anyagok is vizsgálhatók lennének, s például a funkcionizált rendszerek esetén a funkciós csoportok azonosítása mellett azok termikus stabilitása is vizsgálható lenne. Javasolt lenne a kontrollált sebesség termo gravimetria (CRTA) is. Hasonlóképpen felmerült az XP spektroszkópia alkalmazásának mellőzése is, ami jelentős információt szolgáltatthat a döntően felületi jelenségekre irányuló kutatások során. Lényeges adalékkal járult volna hozzá a vizsgált változások részletesebb megértéséhez és jellemzéséhez, például a szennyezők észlelésével, az őrlés okozta mechanokémiai történések leírásával és az egyik legfontosabb kérdés, a nem-funkcionizált és funkcionizált CNT felületi karboxil és egyéb C-O kötéseinek kvantitatív meghatározásával. Ezeket a technikákat a Jelölt már használja legújabb munkáiban.

E hiányosságok ellenére is megállapítható, hogy a dolgozat az átlagot jóval meghaladó színvonalú, az eredmények nemzetközi összehasonlításban is kiemelkedő jelentőségűek.