

1. SZÁMÚ MELLÉKLET KUTATÁSI ÖSSZEFOGLALÓ TEHETSÉG– 01-2015-006 pályázati felhíváshoz

A kutatás céljának meghatározása

Az intenzív emberi tevékenység következtében vízkészleteink és a levegő szennyezettsége manapság óriási környezeti problémát jelent, így az energiatakarékos, fenntartható tisztítási technológiákra való igény alapvetően indokolt. Olyan anyagok, melyek megújuló energiaforrásokat – mint például a napfényt – hasznosítva eleget tehetnek ennek a célnak, nagy figyelmet érdemelnek. A TiO_2 nanorészecskék félvezető természetüknek köszönhetően UV-gazdag fénnel való bevilágítás hatására alkalmasak olyan reaktív gyökök előállítására, amelyek képesek lebontani a környezetükben lévő szerves molekulákat, eképpen víz- és levegőtisztítási célokra alkalmazhatók. A cél tehát olyan fotokatalizátorok előállítása volt, amelyek alkalmasak lehetnek látható fénnel indukált fotokatalitikus reakciók kiváltására magas kvantumhasznosítási tényező mellett. További cél volt a TiO_2 rögzítése nanokompozitok és fotokatalitikusan aktív bevonatok megalkotása, melyek nagymértékben leegyszerűsítik a katalizátor elválasztását, illetve újrahasznosítását.

A kutatási tevékenység elvégzésének háttere

A TiO_2 n-típusú félvezető, tehát a többségi töltéshordozói az elektronok. Megfelelően nagy energiaközlés, pl. nagy energiájú (≥ 390 nm) fénybevilágítás hatására a félvezetők vegyérték sávjából elektron lép a vezetési sávba, így exciton párok (elektron – lyuk) jönnek létre, melyek alkalmasak különböző redoxreakciók lejátszására, de ehhez az is kell, hogy a töltéshordozók elérjék a részecskék felületét. A részecskéken belül rekombináció következhet be így problémaként vetődik fel a töltéshordozók rövid élettartama, ami a fotokatalitikus reakciók egyik fő limitáló tényezője. A másik az, hogy a gerjesztéshez anatóz esetében minimálisan 3,2 eV, rutil esetében 3,0 eV fotonenergia szükséges, ami a tiltott sáv energiáknak felel meg. A folyamat hatékonyságának növelése céljából ígéretes megoldásnak tűnik a félvezetők kristályrácsának fémes vagy nem-fémes elemekkel történő szennyezése (dópolása), plazmonikus fém nanorészecskékkel vagy más félvezetőkkel történő kompozitképzés, melynek hatására az elektron – lyuk párok rekombinációja csökkenthető, így a fotokatalitikus aktivitás növelhető. Egyes esetekben beszámolhatunk arról is, hogy a módosítás hatására a nanokompozit fényelnyelése eltolódik a látható hullámhosszak tartományába, így a kisebb energiájú fotonok elnyelődése is részben hozzájárul a fotokatalitikus reakcióhoz.

Kutatás során alkalmazott módszertanok

Az alábbi tudományos kutatási módszerek megfelelő alkalmazása:

A TiO_2 porminták, TiO_2 /grafén-oxid, TiO_2 /grafén nanokompozitok kristályszerkezetét röntgendiffrakcióval (XRD) és Raman spektroszkópiával, kémiai szerkezetet röntgen fotoelektron spektroszkópiával (XPS) és Fourier Transzformációs Infravörös spektroszkópiával (FTIR) vizsgáltuk. A katalizátor és katalizátor kompozitok morfológiai jellemzését transzmissziós elektron mikroszkópos felvételek alapján, a nanokompozit filmek topológiai jellemzését pedig pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM) végeztük. A fotokatalizátorok, illetve kompozitok fotokatalitikus vizsgálatát etanol és fenol átalakulásán követtük gőz, illetve folyadék fázisban. A reaktánsok koncentrációjának csökkenését nagynyomású folyadékkromatográffal (HPLC), illetve gázkromatográffal (GC) követtük. A katalizátorok hatékony alkalmazhatóságának példázására egy légtisztító berendezés került összeállításra, mely látható fényben emittáló LED-ekkel működik és az etanol degradációs tesztek alapján hatékony belső terek levegőjének tisztán tartására.