

Válaszok Dr. Belina Károly opponensi bírálatára

Simon-Stöger Lilla Rita „Olefin-maleinsav-anhidrid alapú kompatibilizáló adalékok hatásának vizsgálata hulladék elasztomert tartalmazó polimerekben” című

PhD értekezése kapcsán

Először is szeretném hálásan megköszönni Professzor Úrnak, hogy dolgozatom bírálatára időt és energiát fordított és ezáltal nagyban hozzájárult ahhoz, hogy egy értékeesebb munka születhessen.

Irodalmi részre vonatkozólag

„A rövidítések jegyzékében megadja az angol elnevezéseket is, amire véleményem szerint nincs szükség, hiszen a dolgozatban sehol sem használja.”

Tisztelettel elfogadom a Bíráló Úr megjegyzését, azonban szeretnék rá reflektálni. Előzékenység volt részemről az angol elnevezések megadása, hogy a kevésbé jártas, ám kíváncsi olvasó számára is könnyebben érthetővé tegyem az olvasást és a mozaikszavak értelmezését felesleges utánajárás nélkül is, mivel a magyar szakirodalom sokszor az angol eredetű mozaikszót használja (pl. GTR – hulladék gumiőrlemény).

„Számomra zavaró volt, hogy az adatok, ábrák egy része a mellékletben van megadva, míg mások a szövegbe vannak integrálva. Sokkal jobb lett volna a kritikusan megszürt irodalmi adatokat a szövegbe integrálni.”

Azon információk, melyek nem kerültek be a dolgozat irodalmi részébe alapvetően olyan többlet információkkal, esetlegesen érdekességekkel szolgálnak, melyeket a megértéshez és gördülékeny olvasáshoz nem szükséges fellapozni, de sok esetben alátámasztják és/vagy kiegészítik az érdemi részben leírtakat. Céлом az volt, hogy a kutatási terület összességét bemutassam, ezért a nagyszámú melléklet. Természetesen a Bíráló Úr kritikáját elfogadom.

Eredmények és értékelésük részre vonatkozólag

„A huszonhetedik ábrán bemutatott komplex viszkozitás görbéknél a tíz és tizenöt perces adatok gyakorlatilag összeesnek és a meghatározott nullviszkozítások (11. táblázat) is anomáliát mutatnak. Mi lehet ennek a viselkedésnek a magyarázata?”

A Bíráló Úr által említett összeesés megfigyelhető a két minta húzómechanikai jellemzőiben (23. ábra/b) és a Charpy-féle ütőszilárdságban (23. ábra/a) is, amennyiben a szórásokat is figyelembe vesszük. A meghatározott nullviszkozítások nagyságrendileg megegyeztek, ahogy a komplex viszkozitás görbék lefutása is. A mintakészítésből adódó hiba kizárására reprodukciós minták is készültek és a dolgozatban ennek ismeretében mutattam be az eredményeket. A reprodukciós mintaelőállítás során továbbra is fennállt mind a mechanikai, mind a reológiai jellemzőkben tapasztalt összeesés. Az anomália és egyben az összeesés oka feltételezésem szerint a minták szerkezeti inhomogenitása, amely elsődlegesen a lánc-tördelődésből adódott.

„A 31. ábrán az adalék nélküli c_2 -HDPE minta húzószilárdságának szórása kiugróan nagy. Mi ennek a magyarázata?”

Az említett szórás tulajdonképpen megjelenik a húzómechanikai jellemzők mindegyikében, emiatt a szórás mintakészítésből adódhatott.

„Jelölt a lineáris viszkoelasztikus (LVE) tartomány megváltozásából stabilabb anyagra következett. Véleményem szerint az LVE tartomány hossza szerintem sok egyéb tényezőtől is függ és arra jó, hogy ebben a tartományban érvényesek az összefüggések.”

A Bíráló Úr megjegyzését elfogadom. Az eredmények kiértékelése során azonban azért bátorkodtam mégiscsak a stabilitás szót használni, mert sok esetben kompatibilizáló adalékok hozzáadásának hatására a polimer/blend reverzibilis tartománya nagyobb nyírási amplitúdó hatására is még fenntartható (ellenben például az adalék nélküli mintákkal) és természetesen ezen tartományon belül érvényesek a lineáris viszkoelaszticitásra vonatkozó differenciálegyenletek. Az LVE tartományt átlépve irreverzibilis szerkezeti változás következik be a mintában - amely lehet akár megfolyás vagy törés - és feltételeztem, ha az LVE tartomány átlépéséhez nagyobb nyírás kell, akkor a destrukció később következik be, azaz a minta szerkezete nehezebben megy tönkre, ami talán tükrözhet egyfajta stabilitást.

„35. a) ábrán bemutatott η^ görbék jól mutatják, hogy eltérő molekulatömegűek az adaléktal minták. Ugyanakkor lényeges, hogy a w-HDPE η^* értékei lényegesen magasabbnak tűnnek, ami a tömegszerinti átlagos molekulatömeg növekedésére utal. Szerintem elágazott szerkezet alakult ki. Mi erről a Jelölt véleménye?”*

A w-HDPE alapanyag eredendően nagyobb molekulatömeggel rendelkezett, mint a c₂-HDPE alapanyag, amelyet az MFR mérés (32. – M Melléklet) is igazolt, a későbbiekben kiszámított nullviszkozitás értékek mellett.

Az elágazott szerkezet kialakulásának lehetőségét FT-IR segítségével megvizsgáltam az összes w-HDPE minta esetében, és mindegyik vizsgálatkor ugyanazt az eredményt kaptam. Nem találtam az egyébként gyenge intenzitású metin csoport megjelenésére utaló jelet a vegyértékrezgés várható hullámszám tartományában (2900-2890 cm⁻¹), melynek oka elsősorban az lehet, hogy az erős intenzitással megjelenő metil csoport elnyomja azt. Mivel a w-HDPE hulladék alapanyag volt, ezért az elágazó szerkezet kialakulására/jelenlétére eleve nagyobb az esély, mint kereskedelmi HDPE esetén. Ennek tükrében az elágazott szerkezet kialakulását nem tudtam bizonyítani, se kizárni.

Tézisekre vonatkozólag

„Az 1. tézispont az olefin-maleinsav-anhidrid kopolimer alapú adalékanyagok tulajdonságmódosító hatásával foglalkozik. A tézisben a ... valamint 29% alatti félészter funkciós csoport arány esetén azonos.... kifejezés számomra nem egyértelmű. Az 1. tézis a) pontját nem fogadom el, mert ez nem eredmény, hanem mérési módszerről szól. A kifogásolt rész egyértelműsítése után a tézis többi részét elfogadom.”

Köszönöm a Bíráló Úr észrevételét, először is tisztáznám a kifogásolt részt.

1. tézispont

Polimerek hagyományos mechanikai vizsgálati módszereit kibővítvé korszerű oszcillációs reológiai, SEM és FT-IR vizsgálatokkal hengerszéken feldolgozott hulladék HDPE esetén megállapítottam, hogy a tulajdonságmódosító hatás befolyásolható az olefin-maleinsav-anhidrid kopolimer alapú adalékok félészter funkciós csoportjának arányával, valamint 29% alatti félészter funkciós csoport arány esetén azonos.

Az előzetes észrevételeknek való megfelelés okán törekedtem a tézisek minél rövidebb és tömörebb megfogalmazására, így elkerülve a szóismétlést a „*valamint 29% alatti félészter funkciós csoport arány esetén azonos*” mondatrész a tulajdonságmódosító hatásra vonatkozott, amely amellet, hogy egyrészt befolyásolható volt a félészter funkciós csoport arányával, a tulajdonságmódosító hatás azonos is volt 29% félészter funkciós csoport arány alatt.

1./a) altézispont

Az oszcillációs reológiával meghatározott keresztezési körfrekvenciákban, a funkciós csoportokra jellemző rezgések FT-IR területarányaiban és a szakadási nyúlásban mért azonos mértékű eltolódással mutattam ki az adalékok azonos tulajdonságmódosító hatását.

Az 1./a) altézispont talán túlmutatva mérési módszeren inkább módszerfejlesztésként tekinthető, mivel eddigi ismereteim alapján az adott mérési módszerek között támasztott összefüggés, illetve az abból kimutatható tulajdonságmódosító hatás újdonságerejű.

„A 3. tézispont a különböző szemcseméretű elasztomer adalékokkal kapcsolatos eredményeit foglalta össze. Véleményem szerint a 3. b és a 3. d pont ugyanarról szól, csak más megfogalmazásban, ezért a d alpontot nem fogadom el.”

A 3. tézispont b) és d) alpontjai valóban hasonlóságot mutatnak, azonban tartalmuk nem teljesen azonos. A felmerült jogos észrevétel rávilágít számomra, hogy érdemes lett volna a két alpontot esetleg összevonnom, precízebben megfogalmaznom. A félreértés abból eredhet, hogy mindkét alpontban a „becsülhető” szót használtam, azonban annak vonatkozása más volt, melynek magyarázatát alább fejtem ki.

3./b) altézispont

A hulladék EPDM őrlményt tartalmazó polimerek keresztezési körfrekvencia adatai alapján bevezettem a „látszólagos molekulatömeg” fogalmát, és megállapítottam, hogy a különböző blendek látszólagos molekulatömege egymáshoz képest becsülhető a keresztezési körfrekvenciák szerint.

3./d) altézispont

Megállapítottam, hogy egy adott hulladék elasztomer frakció szemcseméret eloszlásának ismeretében becsülhető a blend keresztezési körfrekvenciája, az adott hulladék elasztomer frakciót alkotó kisebb szemcseméret tartományokat tartalmazó polimerek oszcillációs reológiával meghatározott keresztezési körfrekvenciái alapján.

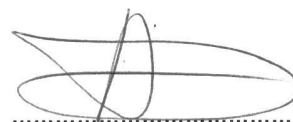
A 3./d) altézispontban megfogalmazott állítás numerikus számítással történő becslésre vonatkozik, ezért talán előnyösebb lett volna a „becsülhető” szó helyett a „kiszámítható” kifejezés használata, azonban nem bátorkodtam az altézispontot ilyen egzakt módon megfogalmazni.

Amennyiben van egy adott szemcseméret eloszlással rendelkező hulladék elasztomer őrlemény, amelyet frakcionálunk különböző szemcseméret tartományokra, majd azt a polimerbe való keverést követően frekvenciasöpréssel vizsgáljuk, akkor rad/s-ban kifejezett látszólagos molekulatömeg értékeket kapunk. Amennyiben már ismerjük/megmértük az adott frakciók látszólagos molekulatömegét, akkor átlagolással kiszámítható, hogy több frakció együttes polimerbe való keverésekor mekkora keresztvetési körfrekvencia adódik. Ezt alátámasztja, hogy a teljes frakcióra vonatkozó számított érték és a mért érték közel megegyező (20. táblázat).

„A 4. tézis az ojtott kopolimert tartalmazó keverékek eredményeit összegezi. A tézisben 5 alpont van. Ennél a tézisnél a megállapítások túlságosan specifikusak. Ennek ellenére a tézist elfogadom, mert valószínűleg nem csak ezekre az összetételekre érvényes. Az e) alpontot nem tartom tézis értékűnek és ezért ezt nem fogadom el.”

Köszönöm a 4. tézis a-d) alpontjaira vonatkozó elfogadást. A Bíráló Úr e) alpontra tett megjegyzését elfogadom, és teljes mértékben egyetértek vele. Számomra ugyan nagy eredmény volt a kísérleti kompatibilizáló adalékok szerkezeti hatásának oszcillációs reológiával való kimutathatósága, de az e) pont valóban csak megállapítás értékű.

Kelt: Veszprém, 2021. március 18.



Simon-Stöger Lilla Rita
doktorjelölt