



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

POLIMER TECHNOLÓGIA

Helyszín: T épület 3. emelet Polimertechnika Tanszék könyvtár
Időpont: 2016. november 17. 8:30
Elnök: Prof. Dr. Czvikovszky Tibor, professor emeritus
Titkár: Dr. Kiss Zoltán, adjunktus
Tag: Dr. Pölöskei Kornél, adjunktus

8:30 Felnagy Dávid

Többfészkés fröccsöntő szerszámok hibaelemzése

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens
Dr. Suplicz András, adjunktus

8:50 Kocsis Dávid

Polipropilén alapú termoplasztikus elasztomerek fejlesztése dinamikus vulkanizáció segítségével

Konzulensek: Dr. Bárány Tamás, egyetemi docens
Dr. Kmetty Ákos, adjunktus

9:10 Horváth Kristóf

A csigacsúcs fröccsöntési folyamatra és termékminőségre gyakorolt hatásának vizsgálata

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens
Török Dániel, doktorandusz

9:30 Szabó Eszter

Fröccsöntő szerszámok elosztócsatornájának elemzése

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens
Török Dániel, doktorandusz

9:50 Kovács Dénes Zoltán

Additív technológiával készült fröccsöntő szerszám vizsgálata

Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus
Zink Béla, doktorandusz

10:10 Balázs Benjamin

Additív gyártástechnológiák pontossági osztályozhatóságának vizsgálata

Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus
Dr. Bakonyi Péter, adjunktus

Többfészkés fröccsöntő szerszámok hibaelemzése **(Defect analysis of multicavity injection molds)**

**Felnagy Dávid MSc I. évf.,
felnagydavid@t-online.hu**

**Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Suplicz András, adjunktus, Polimertechnika Tanszék**

A dolgozat célja többfészkés fröccsöntő szerszámok hibajelenségeinek elemzése és azok megoldási módszereinek kidolgozása. Az elsődlegesen vizsgált hibajelenség a fröccsöntő szerszám polimer alapanyag általi jellegzetes szennyeződése.

A fröccsöntés az egyik legtermelékenyebb és leginkább elterjedt műanyaggyártási technológia, amely esetében az ömledékállapotú polimer alapanyagot nagy sebességgel, szűk beömlőnyíláson át zárt fröccsöntő szerszámba juttatjuk, amelyben a nagy nyomás alatt kihűlő polimerből kialakul a termék; megtörténik az alakadás.

A fröccsöntő szerszámokat az elosztócsatornában lévő polimer alapanyag hőmérséklete és fizikai állapota alapján feloszthatjuk hidegcsatornás, szigetelt csatornás és forrócsatornás szerszámok csoportjára. A dolgozatban vizsgált hibajelenség a kétlapos, hidegcsatornás, önsorjázó szerszámok jellemző rendellenessége, amely esetben a szerszámnyitás vagy termékeltávolítás közben megvalósuló önsorjázás során a polimer alapanyagból porózus, szemcsés szennyeződés válik le, amely a szerszámfelületre tapad. A jelenség idővel számottevően befolyásolhatja a gyártott termék minőségét [1-2].

Dolgozatomban vizsgálom a hibajelenség időbeni viselkedését, fizikai leírásának lehetőségét és lehetséges megoldási módszereit. Kiemelten elemzem az elosztócsatornában az áramlást befolyásoló elemeket. Szimulációkat végzek ezeknek az elemeknek a hibajelenségekre gyakorolt hatásairól, felmérve jelentőségüket a fröccsöntő szerszámok fejlesztése szempontjából [3].

Irodalom:

- [1] Michaeli W., Menges G., Mohren P.: How to Make Injection Molds. Hanser Publishers, München (2001).
- [2] Beaumont J. P.: Runner and Gating Design Handbook. Hanser Publishers, München (2004).
- [3] Beaumont J. P., Young J. H., Jaworski M. J.: Mold Filling Imbalances in Geometrically Balanced Runner Systems. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 18: 572-590 (1999).

Polipropilén alapú termoplasztikus elasztomerek fejlesztése dinamikus vulkanizáció segítségével

(Development of polypropylene-based thermoplastic elastomers with dynamic vulcanization)

**Kocsis Dávid MSc II. évf.,
kocsis.david92@gmail.com**

Konzulensek: Dr. Bárány Tamás, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék

Dr. Kmetty Ákos, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

Napjaink egyik legfőbb kihívása az iparban keletkező polimer hulladék újrahasznosítása. Ez különösképpen igaz az elhasznált gumi alapú termékek esetén, mint például a hulladékká váló, selejt gumibroncsok, szállítószalagok stb. Ugyanis e termékek mátrixanyagát térhálós szerkezetű, vulkanizált elasztomerek alkotják, így közvetlenül a hagyományos ömledék feldolgozási technológiákkal nem újrafeldolgozhatók. A legjobb megoldást a térhálós elasztomerek teljes mértékű devulkanizációja jelentené, lehetővé téve ezáltal az újbóli felhasználhatóságukat más gumi termékekben, mint például termoplasztikus elasztomerekben (TPE). A TPE-k a polimerek egy széles anyagcsaládját alkotják, amelyek emelt hőmérsékleten megömleszthetők, míg az üzemelési hőmérsékletükön gumiszerű tulajdonságokkal rendelkeznek. A TPE-k egyik fő csoportját a termoplasztikus dinamikus vulkanizátumok (TDV) képezik, amelyeknél a kompaundálás során megvalósul a gumifázis „in situ” vulkanizációja és finom eloszlása is. A fő hipotézisünk az, hogy ezen elasztomer fázis helyettesíthető (legalább részben) devulkanizált gumiőrleménnyel (GTR), amely a kompaundálás közben revulkanizálható.

Jelen tanulmány célja polipropilén alapú TDV-k fejlesztése egyirányba forgó, ikercsigás extruder segítségével. Az alkalmazott gumikeverék receptúrája a gumibroncsok összetételét szimulálja (természetesen leegyszerűsítve), ennek megfelelően a fő alkotóelemei a természetes kaucsuk (NR), és a sztirol-butadién kaucsuk (SBR). A gumikeverék hengershéket alkalmazva készült el, majd egycsigás extruderen sor került a hengerpalást kör keresztmetszetű, vulkanizálatlan kaucsukszállá való átalakítására. A különböző összetételű TDV-k gyártása egyirányba forgó, ikercsigás extruderen valósult meg. Előállítottunk TDV-eket 60/40–30/70 tömegszázalékos PP/gumi arányban, különböző fordulatszámokat, adagolási módokat és csigakonfigurációt alkalmazva. A granulált anyagból fröccsöntéssel piskóta próbatesteket hoztunk létre, amelyeket mechanikai és morfológiai vizsgálatoknak is alávettem. A kapott eredmények alapján vizsgáltam a különféle paraméterek változtatásának hatását az anyagjellemzőkre nézve.

A csigacsúcs fröccsöntési folyamatra és termékminőségre gyakorolt hatásának vizsgálata

(Evaluation of the screw tip design on the injection molding process)

**Horváth Kristóf MSc I. évf.,
h.kristof0415@gmail.com**

**Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Török Dániel, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék**

A polimertechnika, és a műanyagfeldolgozás a XX század közepétől jelentős növekedésnek indult. Az 1980-as években már nagyobb mennyiségben állítottak elő különböző szintetikus polimereket, mint nyersacél. A fejlődés jelenleg is olyan kimagasló ütemben zajlik, hogy tíz év alatt közel százmillió tonnával nőtt a műanyagtermelés, ezzel meghaladva az évenkénti háromszázmillió tonnás értéket. A polimerek feldolgozásának legjelentősebb és legdinamikusabban fejlődő ágazata a fröccsöntés [1].

Műszaki értelemben különbséget kell tenni műanyag és polimer között. Míg a polimerek több ezer építőegységet tartalmazó hosszúláncú vegyületek, addig a műanyagok adalékanyagokkal társított polimerek. A különböző adalékokat eltérő célokkal alkalmazhatják, növelhető a polimer stabilitása, UV állósága, de vannak kifejezetten polimerek lágyítására készült adalékok is. Laikus szemlélő számára a leglátványosabb hatása mégis a színezékeknek van [2].

Annak érdekében, hogy a különböző adalékok ki tudják fejteni előnyös hatásukat, megfelelően el kell osztatni azokat. A polimer alapanyaghoz történő bekeverésük, homogenizálásuk megvalósulhat a gyártást megelőzően külön művelet keretein belül, de elvégezhető a fröccsöntőgép fröccsegységében is. A polimer ömledék homogenitásának növelésére nyírással energiát kell közölnünk a rendszerrel, ami történhet különböző keverőelemekkel, vagy speciális kialakítású visszaáramlásátlólóval [3].

A kutatásban különböző geometriájú csigacsúcsokat vizsgáltunk, amelyeknek eltérő hosszúságú áramlási keresztmetszetei lehetővé tették a különböző mértékű nyírás hatásainak elemzését. A keveredés minősítését több úton is elvégeztük, többek között az ömledék felmelegedésének valamint a színhomogenitásának a mérésével.

Irodalom:

- [1] B. Lajosné: A fröccsöntés helyzete Magyarországon 2015-ben, Polimerek (2016)
- [2] D. O. Hummel: Atlas of Plastics Additives, Springer-Verlag, Berlin (2002)
- [3] James L. White: Polymer Mixing Technology and Engineering, Hanser Publisher, München (2001)

Fröccsöntő szerszámok elosztócsatornájának elemzése **(Evaluation of runner systems in injection molds)**

**Szabó Eszter BSc IV. évf.,
szabo.eszter94@gmail.com**

**Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Török Dániel, doktorandusz Polimertechnika Tanszék**

A műanyagipar több mint 1,45 millió embernek ad munkát Európában. 2013-ban a világon 299 millió tonna feldolgozott műanyagból 57 millió tonna Európában került feldolgozásra.

Napjainkban a fröccsöntés ez egyik legdinamikusabban fejlődő és legtermelékenyebb műanyag feldolgozási technológia. A másik legfontosabb alakadási eljárással, az extrúzióval szemben, a fröccsöntés során tetszőleges formájú 3D-s termékeket gyártunk, zárt szerszámban történik az alakadás, szakaszos (ciklikus) üzemmódban.

Többfészkés szerszámok, illetve nagyméretű termékek fröccsöntése esetén elosztócsatornára van szükség a polimer ömledék szerszámműregbe való juttatásához. A legfontosabb szempont, hogy az ömledékfrontnak egyszerre kell elérnie az egyes fészkeket és a szerszámműregek kitöltésének egy időben kell megtörténnie. Ez történhet természetesen vagy mesterségesen kiegyensúlyozott elosztócsatornával.

Azonban vannak olyan esetek, amikor az elosztócsatorna keresztmetszete mentén az áramló ömledék anyagi tulajdonságai különböznek. Emiatt a csatornában található elágazások hatására egy-egy fészekbe különböző tulajdonságú polimer anyag jut, amely nagyban befolyásolja az ömledékfrontok előrehaladási sebességét a szerszámműregben. Ennek kiküszöbölésére ömledékfordítók alkalmazunk az elosztócsatornáknakban.

Munkám során az ömledékfordítók többfészkés szerszámok szerszámműregére gyakorolt hatását fogom elemezni és szimulációs program eredményeivel összevetni.

Irodalom:

- [1] Plastics Europe: Plastics- the Facts 2012, An analysis of European plastics production, demand and waste data for 2011, 2012
- [2] Buzási Lajosné: Fröccsöntés helyzete Magyarországon 2012-ben, Műanyag és gumi, 2012/09
- [3] Prototípusgyártás a műanyagiparban, előadás segédlet, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Polimertechnika Tanszék, Budapest, 2013

Additív technológiával készült fröccsöntő szerszám vizsgálata **(Examination of mold inserts made by additive technology)**

Kovács Dénes Zoltán MSc I. évf.,
kovacsdeni@gmail.com

Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Zink Béla, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék

Az elmúlt évek folyamatos műanyagipari növekedése mellett az egyik legdinamikusabban fejlődő ipari ágazat az additív gyártás technológiája volt. A polimer alapanyagú termékek termelési mennyisége 2015-re elérte az évi 300 millió tonnát, meghatározó szerepet töltenek be a polimer feldolgozási technológiák az iparban, és ez folyamatosan bővül [1].

A gyors prototípusgyártás alatt azoknak a technológiáknak az összességét értjük, amelyek a klasszikusnak számító anyageltávolító (szubtraktív), illetve képlékeny alakító eljárásokkal ellentétben anyaghozzáadás útján rétegről-rétegre, tehát additív módon hozzák létre a kívánt terméket közvetlenül a virtuális 3D-s modellből [2]. Additív technológiáknál a modell kialakítása anyag hozzáadásával történik, rétegről rétegre (layer by layer) épül fel a geometria. Amíg fröccsöntéssel másodpercenként akár több termék is készíthető, additív technológiával előállított alkatrészek esetén egy termék legyártása akár több óráig is eltarthat. A prototípus közvetlen legyártásának felgyorsítására fejlesztették ki a gyors prototípusgyártás (Rapid Prototyping - RP), illetve a gyors szerszámkészítés (Rapid Tooling - RT) technológiákat, amelyeket additív gyártástechnológiáknak nevezünk.

Additív technológiával „nyomtatott” műanyag fröccsöntő szerszámok viszonylag kis élettartamuk miatt kis darabszámú gyártás esetén, vagy nagy darabszámú gyártás tervezési és fejlesztési folyamata során alkalmasak. A két technológia ötvöztetésével alternatívát biztosíthatunk a tipikusan kis darabszámú gyártásokhoz, illetve a nagy darabszámú termelés tervezési folyamatait idő- és költséghatékonyabbá tudjuk tenni. Fröccsöntő szerszámbetétek nyomtatása műanyagból jelentősen meggyorsítja a tervezési és tesztelési folyamatokat, a korábban 2-3 hónapig tartó procedúrák néhány hét alatt kivitelezhetők, ráadásul sokkal olcsóbban [3]. Jellemzően kis szilárdsági és szívóssági tulajdonságokkal rendelkező nyomtatott szerszámok mechanikai és szerkezeti vizsgálatával lehetőség adódik a szerszámok élettartamának meghosszabbítására, így nagyobb mennyiségű és jobb minőségű termékek előállítására.

Dolgozatom célja az additív technológiával készült fröccsöntő szerszámbetétek vizsgálata, valós fröccsöntés közbeni viselkedése, a betét deformációs, mechanikai és termikus tulajdonságainak megfigyelése.

Irodalom:

- [1] Plastics Europe: Plastics – the Facts (2015).
- [2] Kovács J. G.: Gyors prototípus eljárások I. Az elmélet és annak felülvizsgálata, Műanyag és Gumi, 39, 46-50 (2002).
- [3] [www.cnc.hu/2014/08/additiv_korkep/\(2014.08.12\)](http://www.cnc.hu/2014/08/additiv_korkep/(2014.08.12)).

Additív gyártástechnológiák pontossági osztályozhatóságának vizsgálata **(Accuracy evaluation and classification of additive manufacturing technologies)**

Balázs Benjamin BSc IV. évf.,
balazsbenjamin93@gmail.com

Konzulensek: Dr. Bakonyi Péter, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

Napjainkban egyre nagyobb szerepet kap a kis sorozatszám mellett is legyártható, valamint személyre szabható termékek előállítása és forgalmazása. Az utóbbi évtizedekben megjelent a hagyományos anyagleválasztó és képlékeny alakító megmunkálások mellett egy dinamikusan növekvő, rétegekből felépülő gyártási folyamat, az additív gyártástechnológia (*Additive Manufacturing, AM*).

Valamennyi AM folyamat bemeneti oldalán egy számítógépes CAD (*Computer Aided Design*) modell áll, amit egy kiválasztott algoritmus segítségével rétegekre bontunk. A kapott adatok alapján a megmunkáló berendezésünk előállítja a modell egyes rétegeit úgy, hogy az elkészült rétegeket még menet közben összekapcsolja egymással. A prototípusgyártó gépek által egyetemesen elfogadott fájlformátum az STL (*Standard Tessellation Language*), amely a modell felületét háromszögekre bontja fel és azt e módon közelíti.

Ezen szakdolgozat célja különböző AM technológiák méretpontosságának az elemzése, továbbá eltérő alaksajátosságok legyárthatóságának – saját tervezésű referencia-modell segítségével történő – vizsgálata, majd a mért eredmények alapján egy olyan értékelési rendszer felállítása, amely segítséget nyújt az optimális eljárás, illetve berendezés kiválasztásában. A berendezések osztályba sorolása különböző szempontok alapján történhetne (felületi érdesség, alakpontosság, stb.). A méréseket két saját tervezésű próbatesten végeztem, a modellek a következő technológiákkal lettek legyártva: sztereolitográfia, térbeli nyomtatás, *Polymer Jetting* és ömledékrétegezés.

A próbatestek tervezésénél nagy figyelmet fordítottam arra, hogy a különböző eljárások korlátai egyértelműen kimutathatóak és összevethetőek váljanak. Az egyes próbatestek tartalmaznak számos alak- és formasajátosságokat, amik segítségével az egyes eljárások határait feszegethetjük. Egy ilyen viszonyszám megalkotásából mind a vevő, mind pedig a szolgáltató profitálna, mivel a megrendelő által elvárt igények objektívvá, számszerűsíthetővé válnának. Az elvárások gyors kielemezése után már csak a célra legalkalmasabb berendezést kellene kiválasztanunk, majd az optimális gyártási beállítások megadása után már kezdődhetne is a termelés [**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.-3**].

Irodalom:

- [1] Gibson I., Rosen D.W., Stucker B.: Additive Manufacturing technologies. Springer kiadó, New York, 2010
- [2] Gebhardt A.: Understanding Additive Manufacturing. Carl Hanser Verlag, München, 2011
- [3] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimertechnika alapjai. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2007



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

POLIMER KOMPOZITOK

Helyszín: MT épület Polimertechnika Tanszék laboratórium
Időpont: 2016. november 17. 8:30
Elnök: Dr. Bárány Tamás, egyetemi docens
Titkár: Dr. Morlin Bálint, adjunktus
Tag: de Rivo Balázs, fejlesztési csoportvezető, Zoltek Zrt.

8:30 Máté Ákos

Az égésgátlás hatásának vizsgálata önerősített PET kompozitok mechanikai tulajdonságára

Konzulens: Dr. Romhány Gábor, egyetemi docens

8:50 Hliva Viktor, Babiczki Ádám

Polimer kompozit uszony fejlesztése

Konzulens: Dr. Tamás-Bényei Péter, adjunktus

9:10 Forintos Norbert

Üvegszál erősítésű kompozitok deformációjának mérése szénszálak segítségével

Konzulens: Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár

9:30 Magyar Balázs

Szénszál erősítésű kompozitok szívósságnövelése a határfelületi adhézió módosításával

Konzulensek: Dr. Szabéni Gábor, adjunktus
Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár
Prof. Dr. h.c. Karger-Kocsis József, egyetemi tanár

9:50 Drén Hanna, Balázs Eszter, Bagi Adrienn

Elektroaktív polimerek fejlesztése

Konzulensek: Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár
Dr. Tamás-Bényei Péter, adjunktus

10:10 Domján Júlia

Reciklált PET értéknövelő újrahasznosítása égésgátolt nanokompozitok fejlesztésével

Konzulensek: Dr. Bordácsné Dr. Bocz Katalin, tudományos
segédmunkatárs
Dr. Ronkay Ferenc György, egyetemi docens
Prof. Dr. Marosi György, egyetemi tanár

Az égésgátlás hatásának vizsgálata önerősített PET kompozitok mechanikai tulajdonságára

(The effects of added flame retardants on the mechanical properties of the self-reinforced PET composites)

**Máté Ákos MSc VI. évf.,
mateakos927@gmail.com**

Konzulens: Dr. Romhány Gábor, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék

A PET ásványvizes és üdítőitalos palackok robbanásszerű elterjedése meggyorsította a PET gyártástechnológia fejlődését és jelentős kapacitásnövekedéshez vezetett. 2012-ben az összes polimer szükséglet 211 millió tonna volt. 2012-ben a PET már az 5. legelterjedtebb polimernek számított. 2015-ben a PET gyártása elérte a 24,93 millió tonnát [0-0].

Az egyre növekvő trendet mutató PET gyártása szükségessé tette ezek újrahasznosítását. A PET-et megfelelő előkezeléssel többször is újra lehet hasznosítani. Kémiaiilag is lebontható alkotóelemre, amelyet megfelelő tisztítás után polikondenzálható újabb PET előállításához. Az újrahasznosított PET általában rosszabb mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik. Ennek kiküszöbölésére, az egyik módszer, hogy az újrahasznosított PET-ből önerősített kompozitot gyártanak. Ezzel egyrészt az erősítés nélküli újrahasznosított PET mechanikai tulajdonságaihoz képest jobb tulajdonságokkal rendelkező anyagot kapunk, ráadásul a hagyományos szálerősített (pl. üveg, szén stb.) kompozitokkal szemben könnyen újrahasznosíthatók. Az újrahasznosított PET értéke tovább növelhető pl. égésgátló adagolásával 0.

Munkám során égésgátlás hatását vizsgáltam önerősített PET kompozit mechanikai tulajdonságaira. Feladatom során átfűrt szakító próbatestek (OHT-open hole tensile) szakítóvizsgálatát végeztem el. Szakítóvizsgálatkor akusztikus emissziós, hőkamerás és DIC nyúlásmérés vizsgálatot is végrehajtottam, hogy a tönkremeneteli folyamatról minél több információt kapjak. A szakítás után a töretfelületről fény és pásztázó elektronmikroszkópos felvételt is készítettem. Dolgozatomban a mérések eredményeit és az adaléknak a kompozit mechanikai tulajdonságaira kifejtett hatását mutatom be.

Irodalom:

- [1] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimertechnika alapjai, BME Printer Nonprofit Kft., 2013
- [2] <http://www.mdpi.com/1996-1944/7/7/5069/htm> (2016.04.10.)
- [3] <http://mcgroup.co.uk/news/20140117/global-pet-supply-exceed-2439-mln-tonnes-2015.html> (2016.04.10.)
- [4] <http://www.petresin.org/recycling.asp> (2016.04.10.)

Polimer kompozit uszony fejlesztése
(Development of polymer composite fin)

Hliva Viktor MSc II. évf., Babiczki Ádám MSc II. évf.,
hliva.viktor@gmail.com, babiczki.adam@gmail.com

Konzulens: Dr. Tamás-Bényei Péter, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

A polimer kompozitok napjainkban nélkülözhetetlen anyagokká váltak a sporteszközökben is, köszönhetően kis tömeggel párosuló rendkívül magas szilárdságuknak. A vízi sportokban is egyre nagyobb figyelem irányul ezen anyagokra, ahol a szilárdság-tömeg arány javításán akár egy világcsúcs is múlhat. Az úszósportokban is egyre nagyobb számban találkozhatunk polimerekkel (cápaőr ruha), valamint polimer kompozitokkal is (uszony). Ezek az újszerű anyagok minden esetben a természetet próbálják meg utánozni néhol anyagukban, máshol pedig formájukat tekintve. A kutatás célja egy - úszáshoz eredményesen használható - szálerősített polimer kompozit uszony fejlesztése és gyártása.

Üvegszál erősítésű kompozitok deformációjának mérése szénszálak segítségével

(Deformation analysis in glass fiber reinforced composites by carbon fibers)

**Forintos Norbert MSc II. évf.,
norbert.forintos@gmail.com**

Konzulens: Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár, Polimertechnika Tanszék

A szál erősítésű kompozit anyagokat kis sűrűségük, nagy szilárdságuk és korrózióállóságuk miatt egyre több iparágban alkalmazzák, térhódításuk új lendületet adott a repüléstechnika, a szélenergia és újabban az autóipar fejlődésének. A szélesedő felhasználási körnek köszönhetően egyre több információ áll rendelkezésre, amely tudás segítségével, illetve a különböző modellező, méretező programok alkalmazásával kifinomultabb szerkezetek alkothatók.

Ma már nemcsak merev, a statikus terhelésnek megfelelő alkatrészeket terveznek a mérnökök, hanem olyanokat is, amelyek különböző terhelés hatására változtatni tudják az alakjukat. Például a szélturbina lapátjai működés közben a terheléssel arányosan deformálódnak, viszont túl nagy szélnyomás vagy viharos széllekeések hatására a lapátok el is törhetnek. A baleset elkerülése végett a turbinák üzemeltetői különböző modellek alapján kiszámítják a várható maximális szélesebességet, majd e számítás alapján döntenek a berendezés esetleges leállításáról [1.].

A kompozit rendszereknél a fenti példán túl is, nem várt terhelés vagy behatás következményeként kritikus deformáció léphet fel, amely roncsolhatja az anyag épségét: túl nagy lehajlás vagy csavarodás delaminációt, mátrix- vagy szálrepedést okozhat, ezáltal csökken a terhelt keresztmetszet. Ismétlődő terhelések miatt a repedés tovább nő, a gyengített szerkezet pedig könnyebben eltörik.

A bemutatott példákban látható, ha ismert egy kompozit szerkezet deformációja, azzal megelőzhető a tönkremenetele, vagy hatékonyabban használható a teherviselő képessége. Intelligens, azaz a környezet vagy a szerkezet változását érzékelni képes anyagok lehetőséget kínálnak a tervező számára rendszer szintű, komplexebb gondolkodásra. Szenzorozott vagy önérzékelő anyagokat például kompozit járműbe építve egyrészt folyamatosan ellenőrizhető az önhordó karosszéria épsége, másrészt ezen túlmutató, hasznos információ gyűjthető. Dinamikus terhelésből, például egy kátyún való áthaladásból származó hirtelen változás adatait a jármű feldolgozni és tárolni tudja, több intelligens jármű összekapcsolásával pedig olyan hálózat hozható létre, amelyben a megszerzett információ megosztásával egy sofőr, vagy akár egy autonóm autó számára ismeretlen úton is biztonságosabb közlekedés érhető el.

Dolgozatomban olyan eljárást mutatok be, amely képes a kompozit alkatrészek deformációjának folyamatos, akár üzem közbeni mérésére. A technológia alapja az erősítőszálként alkalmazott szénszál elektromos vezetőképessége: üvegszál erősítésű kompozit próbatestbe építve deformáció hatására változik a szénszál ellenállása. Megfelelő kalibrálás után tehát az ellenállás változásából következtetni lehet a próbatest alakváltozására, így ez a mérési módszer hozzájárulhat az intelligens szerkezetek tovább fejlesztéséhez.

Irodalom:

- [1] Hure N., Vašak M., Jelević M., Perić N.: Wind turbine overspeed protection based on polytopic robustly invariant sets. Wind Energy, 19, 1713-1731 (2016).

Szénszál erősítésű kompozitok szívósságnövelése a határfelületi adhézió módosításával

(Ductility improvement of carbon fiber reinforced composites by interfacial adhesion modification)

**Magyar Balázs MSc IV. évf.,
mabalazs@outlook.hu**

**Konzulensek: Dr. Szabó Gábor, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár, Polimertechnika Tanszék
Prof. Dr. h.c. Karger-Kocsis József, egyetemi tanár, Polimertechnika Tanszék**

A polimer kompozitok térnyerése egyre növekszik szerkezeti anyagok terén történő felhasználásuk területén [1]. A legmagasabb elvárásokkal rendelkező iparágakban, mint a repülőgépipar és az autóipar a szénszál erősítésű polimer kompozitok alkalmazásával kis sűrűség, alkatrész tömeg mellett sikerült nagy terhelhetőséget, szilárdságot, merev szerkezetet, nagy rugalmassági moduluszt elérni, így nagyon sok területen ezek az anyagok ki tudták váltani a szerkezeti acél alkatrészeket is. Ugyan a kompozitok összetett, redundáns szerkezete elméletben biztosítja a fokozatos tönkremenetelt, a szénszál erősítésű kompozitok szívóssága, szakadási nyúlása még nem éri el az iparágak által támasztott magasabb szívóssághoz tartozó értékeket.

A polimer kompozitok szívósságának növelésével számos kutatás foglalkozik, melyek különböző megközelítés szerint próbálják megoldani a problémát. Általában a kompozit szerkezet valamely komponensének tulajdonságmódosításával törekszenek a szívósság növelésére. Ilyen módszer például a szálorientáció kismértékű módosítása, ami során a terhelés irányától kismértékben eltérő irányú erősítő struktúra, és folytonossági hiányok kialakítása ad lehetőséget a szívósság növelésére [2]. Egy másik lehetőség a szívósabb, gumiszerű mátrixanyagok alkalmazása [3]. Míg az első módszer a kompozit szerkezet szilárdsága, addig a második módszer a kompozit szerkezet merevsége terén hozhat áldozatot, így egyik módszer sem jelent jelenleg végleges megoldást a cél eléréséhez.

A kutatás során a határfelületi adhézió tervezhető módosításával állítok elő szénszál erősítésű kompozit szerkezeteket azok szívósságának növelése érdekében. A készített kompozitokat szakító, hajlító és ütvehajlító vizsgálatokkal hasonlítom össze a módosítatlan referenciával. A vizsgálatok során hőkamerás méréssel és akusztikus emissziós méréssel vizsgálom a kompozitok tönkremeneteli folyamatát. A vizsgálati eredmények alapján fény derülhet a kidolgozott módszer hatékonyságára, a szívóssági, szilárdsági és merevségi értékek változására.

Irodalom:

- [1] Holmes M.: Global carbon fibre market remains on upward trend. Reinforces Plastics, 11/12, 38-45, 2014.
- [2] Czél G. et al.: Demonstration of pseudo-ductility in unidirectional discontinuous carbon fibre/epoxy prepreg composites, Composites Science and Technology, 106, 110-119, 2015.
- [3] Richard P. et al.: Reinforcement of rubbery epoxy by carbon nanofibres, Materials Science and Engineering: A, 352, 344-348, 2003.

Elektroaktív polimerek fejlesztése (Development of electroactive polymers)

**Drén Hanna MSc I. évf., Balázs Eszter MSc I. évf., Bagi Adrienn MSc I. évf.,
drenhanna@gmail.com, balazs.eeszter@gmail.com , bagi.adrienn93@gmail.com**

**Konzulensek: Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár, Polimertechnika Tanszék
Dr. Tamás-Bényei Péter, adjunktus, Polimertechnika Tanszék**

Intelligens anyagoknak azokat a funkcionális anyagokat nevezzük, amelyek érzékelik a közvetlen környezetük fizikai, kémiai állapotának egy vagy több jellemzőjét, e jeleket feldolgozzák, majd ezekre állapotuk jelentős megváltozásával, gyors és egyértelmű választ adnak [1]. Az elektroaktív polimerek (EAP) az intelligens polimerek csoportjába sorolhatók, amelyek közel állnak az élő anyagokhoz mégis mesterségesek. Az elektroaktív polimerek, olyan polimerek, amelyek elektromos jel hatására az alakjukat és méretüket megváltoztatják. Ez az elektromos jel általában egységugrás jellegű, azaz folytonos és változatlan értékű.

Az irodalomkutatás során áttekintjük az elektroaktív polimerek két fő csoportját, a dielektromos és ionos elektroaktív polimereket és azok jelentősebb altípusait (folyadékkristályos elasztomerek, elektrostriktív elasztomerek, ionos fém-polimer kompozitok, konduktív polimerek, szén nanocsövek, elektroreológiai folyadékok). Ezután ismertetünk néhány jelenlegi alkalmazási területet és kutatási eredményt. Egy jövőbeli alkalmazási terület lehet a műizom készítés, mert ezekből az anyagokból könnyebben kialakíthatók természetes izomhoz hasonló struktúrák [2].

A TDK dolgozat célja elektroaktív szál előállításának elektroszál-képzéssel és annak vizsgálata. Kedvező tulajdonságai miatt a polivinilidén fluoridot választottuk alapanyagként, amely permanens polarizáció után piezoelektromossá válik. A PVDF egy könnyen feldolgozható, hőre lágyuló polimer, amelynek nagy az ellenállósága a vegyi anyagokkal szemben magas hőmérsékleten is és kivételes az UV- és sugárzás stabilitása. Kísérleteinkkel bemutatjuk, hogy a létrehozott anyag miként viselkedik elektromosság hatására, hogyan és milyen mértékben változtatja alakját és tulajdonságait.

Irodalom:

- [1] Zrínyi M.: Intelligens anyagok. Magyar Tudomány 6, 697-704 (1999).
- [2] Bar-Cohen J.: Electro-active polymers: current capabilities and challenges. Paper number 4695-02. Proceedings of the SPIE Smart Structures and Materials Symposium, EAPAD Conference, San Diego, CA, March 18-21 (2002).

Reciklált PET értéknövelő újrahasznosítása égésgátolt nanokompozitok fejlesztésével

(Upgrading recycling of PET waste by the development of flame retarded nanocomposites)

**Domján Júlia BSc III. évf.,
domjanjulia@gmail.com**

**Konzulensek: Dr. Bordácsné Dr. Bocz Katalin, tudományos segédmunkatárs,
Szerves Kémia és Technológia Tanszék
Dr. Ronkay Ferenc György, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Prof. Dr. Marosi György, egyetemi tanár, Szerves Kémia és Technológia Tanszék**

A fenntartható fejlődésre törekvés érdekében kiemelt feladattá válik, hogy a hulladékká vált poli(etilén-tereftálat) (PET) használati cikkek gazdaságos újrahasznosításáról gondoskodjunk. TDK munkám célja ezért a válogatott és tisztított PET darálék különböző kísérleti módszerekkel történő éghetőségi, mechanikai, termikus és morfológiai vizsgálata és ezek alapján egy optimális összetételű égésgátolt, esztétikus és értéknövelt reciklált PET nanokompozit kifejlesztése és jellemzése volt.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

POLIMERTECHNIKA

Helyszín: MT épület Polimertechnika Tanszék laboratórium
Időpont: 2016. november 17. 8:30
Elnök: Prof. Dr. Vas László Mihály, címzetes egyetemi tanár
Titkár: Dr. Molnár Kolos, adjunktus
Tag: Dr. Meiszel László, tanácsadó, Polinvent Kft.

8:30 Gere Dániel

Adalékanyagok és keverékek hatása a polimerek reológiai tulajdonságaira a fizikai újrahasznosítás során

Konzulensek: Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár
Dr. Ronkay Ferenc György, egyetemi docens
Molnár Béla, doktorandusz
Kasza Dóra, laborvezető, Jász-Plasztik Kft.

8:50 Virág Ábris Dávid

Rugalmas deformáció hatása fonalak és rovingok kötél súrlódására

Konzulensek: Dr. Halász Marianna, egyetemi docens
Dr. Vas László Mihály, címzetes egyetemi tanár
Dr. Bakonyi Péter, adjunktus

9:10 Nagy Imre Márk

Fröccsöntött biopolimer színezhetőségének vizsgálata

Konzulensek: Dr. Tábi Tamás, adjunktus
Hajba Sándor, doktorandusz
Török Dániel, doktorandusz

9:30 Tari Gábor

Adalékanyagok hatása az FDM gyártástechnológiával nyomtatott biopolimer termékek tulajdonságaira

Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus
Dr. Tábi Tamás, adjunktus
Hajba Sándor, doktorandusz

9:50 Szakál Máté

Korommal töltött sztirol-butadién és növényi kaucsuk alapú gumik
tönkremenetelének vizsgálata törésmechanikai alapon

Konzulensek: Berki Péter, doktorandusz
Prof. Dr. h.c. Karger-Kocsis József, egyetemi tanár

10:10 Kocsis Dávid

Finomszemcsés gumiőrlemény töltés hatása a polietilén mechanikai
jellemzőire

Konzulensek: Dr. Bárány Tamás, egyetemi docens
Dr. Mészáros László, egyetemi docens

Adalékanyagok és keverékek hatása a polimerek reológiai tulajdonságaira a fizikai újrahasznosítás során

**(Effect of additives and blends on the rheological properties of recycled
polymers)**

**Gere Dániel MSc II. évf.,
geredani92@gmail.com**

**Konzulensek: Prof. Dr. Czigány Tibor, egyetemi tanár, Polimertechnika Tanszék
Dr. Ronkay Ferenc György, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Molnár Béla, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék
Kasza Dóra, laborvezető, Jász-Plasztik Kft.**

Napjainkban, a nemzetközi trendeknek megfelelően, Magyarországon a legtöbb műanyagot a csomagolóipar dolgozza fel. A feldolgozott mennyiség évről évre egyre jelentősebb, ezt a műanyagok sokszínűsége biztosítja. Népszerűségüket gázzáró képességüknek, valamint kis sűrűségüknek és falvastagságuknak, emellett bizonyos esetekben ütésállóságuknak köszönhetik. A csomagolóanyag jellemzően poliolefin (polietilén (PE), polipropilén (PP)) vagy polietilén-tereftalát (PET).

A csomagolóanyagok, funkciójukból adódóan, nagyon rövid élettartammal rendelkeznek, emiatt rövid időn belül hulladékként jelentkeznek. Azonban ez a hulladék sokkal értékesebb annál, hogy hulladéklerakóba, szeméttégetőbe kerüljön, ezért törekedni kell az újrahasznosítására [1].

A különböző célú fóliák, zsákok gyakran kissűrűségű- (LDPE), illetve nagysűrűségű (HDPE) polietilénből készülnek. A visszagyűjtés során ezeket nehézkes szétválogatni és külön-külön feldolgozni. Emiatt nagyon fontos a különböző keverékek reológiai tulajdonságainak megismerése, mivel ezek jelentős mértékben befolyásolják a későbbi feldolgozási lehetőségeket (pl. extrudálás, fröccsöntés), illetve ezek paramétereit.

A környezettudatos gyártók mellett, hogy részben vagy teljesen újrahasznosított alapanyagból gyártják termékeiket, előszeretettel alkalmaznak a szintetikus műanyagok helyett biopolimereket. Azonban a szelektív hulladékgyűjtés még nincs felkészülve ezek szeparált gyűjtésére, ezért az újrahasznosítás során összekeveredhetnek. A szintetikus polimerek újrahasznosítása már jól működik, azonban felmerül a kérdés, hogy mi történik szintetikus, illetve biopolimer keverékek esetén. Hogyan változnak a reológiai tulajdonságaik, mi történik a feldolgozás során?

Mindezek alapján a dolgozat célja, hogy feltérképezze a fizikai újrahasznosítás során leggyakrabban használt adalékanyagok zsugorodásra, illetve folyóképességre gyakorolt hatását. További cél a vegyes polietilén keverékek zsugorodásának és folyóképességének elemzése, illetve a blend alkotóinak becslése ismert összetevők esetén. Végezetül a dolgozat vizsgálja a szintetikus és biopolimer keverékek reológiai tulajdonságait, illetve a feldolgozás során jelentkező problémákat.

Irodalom:

- [1] V. Andreoni, H. G.M. Saveyn, P. Eder: Polyethylene recycling: Waste policy scenario analysis for the EU-27, Journal of Environmental Management, 158, 103-110, 2015.

Rugalmas deformáció hatása fonalak és rovingok kötelsúrlódására **(The effect of elastic deformation on belt friction of yarns and rovings)**

Virág Ábris Dávid BSc III. évf.,
viragabris@gmail.com

Konzulensek: Dr. Halász Marianna, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Prof. Dr. Vas László Mihály, címzetes egyetemi tanár, Polimertechnika Tanszék
Dr. Bakonyi Péter, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

A fonalak és rovingok, más néven szálkötegek súrlódásának vizsgálatánál alapvetően két fajta módszerrel határozhatjuk meg a súrlódási tényező értékét. Az egyik módszer esetében egy szövetből húzunk ki egyetlen szálköteget, és azt vizsgáljuk, hogy az az egy szálköteg hogyan súrlódik a többi, szövetet képező szálkötegen. A másik módszer során a szálköteget álló hengereken átvezetve húzzuk, elemezve a hengerek és a szálköteg között létrejövő súrlódást.

A ma széles körben használt, például a szíjhajtások méretezésénél is hasznosnak bizonyuló Euler-féle súrlódási egyenlet azonban – amelynek kezdeti feltétele, hogy az anyag nyújthatatlan – rugalmas anyagok vizsgálata esetén nem ad elég pontos eredményt. TDK dolgozatomban – a fent említett módszerek közül a másodikat alkalmazva – arra kerestem a választ, hogy egy olyan egyenlet, amely a súrlódó anyagot tökéletesen rugalmasnak tekinti, mennyivel ad pontosabb eredményt, mint az Euler-féle.

Vizsgálataimhoz egy szakítógépre szerelhető, kéthengeres, speciális mérőkészüléket terveztem, acél, poliamid és teflon cserélhető mérőhengerekkel. Több, mint 20 anyagmintát választottam ki, amelyeket első lépésben szakítóvizsgálatnak vettem alá. Az eredmények tükrében kiválasztottam 5 eltérő nyúlású és szakítószilárdságú anyagot. A továbbiakban ezek súrlódását mértem az általam tervezett berendezéssel, különböző előfeszítő erők mellett. Végül a vizsgált anyagok rugalmassági tulajdonságait figyelembe véve meghatároztam a súrlódási tényezőket, és az előfeszítő erő nagyságának függvényében elemeztem a kapott eredményeket.

Irodalom:

- [1] Vas László Mihály: Textilipari technológiai folyamatok, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1999

Fröccsöntött biopolimer színezhetőségének vizsgálata **(Color-ability of injection molded biopolymer)**

Nagy Imre Márk BSc IV. évf.,
imre.mark.nagy@gmail.com

Konzulensek: Dr. Tábi Tamás, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Hajba Sándor, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék
Török Dániel, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék

Napjainkban egyre több vád éri a hagyományos, kőolajból előállított polimereket, az alapanyag felhasználás (kimerülő források) és későbbi hulladékfeldolgozás, - újrahasznosítás szempontjából. Ezekre a negatív felhangokra kínál megoldást a biopolimerek alkalmazása, amelyeket megújuló energiaforrásokból állítanak elő, és egyben természetes, biológiai úton lebonthatóak.

A biopolimerek, amelyek alapanyagai különböző, a mezőgazdaságból származó termények (rizs, kukorica, stb.), között is jelenleg a legígéretesebb a polilaktid (PLA). A PLA egy hőre lágyuló, alifás poliszterek közé tartozó polimer, amelyet legelterjedtebben kukoricakeményítékből állítanak elő különböző polimerizációs folyamatok során. Számos jó mechanikai tulajdonsága miatt alkalmassá válhat a tömeggyártásra. Elterjedéséhez azonban feltétlenül szükséges a fizikai tulajdonságokon túl a termékekkel szemben támasztott esztétikai követelményeknek való megfelelés.

A PLA rossz tulajdonságai között szerepel, hogy kicsi a hőállósága, így a gyártás (fröccsöntés, vagy extrúzió) során sok esetben ennek ellensúlyozására gócképzőt adnak hozzá. A gócképzők hatására nő a PLA kristályos részaránya, amelynek módosító szerepe, befolyásoló hatása fontos a színezhetőség és feldolgozhatóság szempontjából.

Dolgozatomban, és munkám során ezért a PLA színezhetőségét vizsgálom különböző mintákon. A mintákat fröccsöntéssel állítottam elő, amelyek több előre kevert- illetve közvetlenül a fröccsöntőgépben kevert alapanyagból készültek. Ezeket szín-inhomogenitás szerint vizsgálom és értékelem.

Adalékanyagok hatása az FDM gyártástechnológiával nyomtatott biopolimer termékek tulajdonságaira

(Effect of additives on the properties of biopolymer products made by FDM additive manufacturing)

**Tari Gábor MSc I. évf.,
gbrtari11@gmail.com**

**Konzulensek: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Dr. Tábi Tamás, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Hajba Sándor, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék**

Egy termék fejlesztése során a mai felgyorsult világunkban döntő szerepe van a fejlesztési időnek egy termék sikeressége szempontjából. Ezt az időt leginkább a prototípus technológiák alkalmazásával lehet lerövidíteni, mivel az alkalmazásuk a szükséges iterálásokat felgyorsítja. Mára az additív gyártástechnológiák (AM) iparága 5 milliárd dolláros piaccá nőtte ki magát. Ezeket a technológiákat egyre több területen alkalmazzák, mint például a gyógyászat, gépészet, közvetlen termékgyártás, stb. [1].

Az additív gyártástechnológiák közül manapság kiemelkedik az ömledékrétegezéssel technológiák (FDM) alkalmazása. Ennek legfőbb oka, az elérhetősége, a költséghatékony fenntarthatósága illetve, hogy hőre lágyuló alapanyaggal dolgoznak. Az ipari berendezések kiemelkedő minőségű modellek előállítására alkalmasak, hiszen jó mechanikai tulajdonságokkal bíró alapanyagokat használnak. Például ABS, PA12, PC. Az open source típusú berendezések a feltalálói szabadalmak lejárta után jelentek meg. Ebben az esetben hátrány a tapasztalat hiánya, amit a felhasználónak kell kompenzálni, de ezért kedvezőbbek a bekerülési költségei. Ezek a nyitott rendszerű nyomtatók egyre nagyobb mértékben terjednek, azonban jelenleg az FDM technológia egyes részeit még szabadalmak védik. A nyitott rendszerű nyomtatók esetében sokkal intenzívebb a megömledt anyag lehűlése, ami a zsugorodás és a vetemedés miatt problémákat okoz. Ezért a legtöbbször használt alapanyag a polilaktid (PLA), mert kevésbé érzékeny a vetemedésre. A felhasználásának további okai azok, hogy egyszerűen kezelhető, és elérhető áron beszerezhető. A PLA (Polylactic-Acid) egy biológiai úton lebomló, természetes forrásból előállított polimer, amely a környezet számára csekély terhelést jelent [0].

A PLA ezek alapján tökéletesen alkalmazható ilyen célokra, de a mechanikai és termikus tulajdonságai a további használatát korlátozzák. A PLA ezen tulajdonságait legegyszerűbben a kristályos részarányának növelésével lehet elérni. A kristályosságát azért lehet javítani, mert nagyon lassan tud kikristályosodni emelt hőmérsékleten, ami az FDM technológiával történő felhasználás során nem áll fenn elég ideig. A kristályos részarányt tehát utólagos kristályosítással, vagy göcképző anyag adalékolásával lehet növelni, amellyel elérhetőek a kedvezőbb tulajdonságok.

A TDK dolgozatomban FDM technológiával előállított különböző PLA anyagokat vizsgálom meg. A célom az, hogy a különböző adalékanyagokkal kevert, illetve referencia PLA anyagok mechanikai és termikus tulajdonságai alapján az FDM technológiára optimálisabb anyagot megtaláljak, ami kiválthatja a jobb mechanikai és termikus tulajdonságokkal bíró polimereket, mint például az ABS-t.

Irodalom:

- [1] Gebhardt A.: Understanding Additive Manufacturing, Hanser, München (2011)
- [2] Jamshidian M., Tehrany E. A., Imran M., Jacquot M., Desorby A.: Poly-Lactic Acid: Production, Applications, Nanocomposites, and Release Studies. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 9, 552-571 (2010).

**Korommal töltött sztírol-butadién és növényi kaucsuk alapú gumik
tönkremenetelének vizsgálata törésmechanikai alapon**
**(Failure in carbon black filled styrene-butadiene and natural rubbers as
assessed by fracture mechanics)**

**Szakál Máté MSc I. évf.,
jos Cody@gmail.com**

**Konzulensek: Prof. Dr. h.c. Karger-Kocsis József, egyetemi tanár,
Polimertechnika Tanszék
Berki Péter, doktorandusz Polimertechnika Tanszék**

A ritkán térhálós polimerek, azaz a gumik speciális tulajdonságokkal rendelkező szerkezeti anyagnak tekinthetők, amelyek a mindennapi és a műszaki életben is kitüntetett szerepet vállalnak. Ezt igazolja többek között, hogy gumiipar évente mintegy 27 millió tonna elasztomert állít elő, ebből pedig körülbelül 3,5 millió tonnát az Európai Unió produkál. A legjelentősebb mennyiségben feldolgozott alapanyagok a természetes kaucsuk (NR), illetve a sztírol-butadién kaucsuk (SBR), amelyeket a gumiiparban legnagyobb arányban alkalmazott töltőanyaggal, azaz a korommal (CB) társítva kompozitoknak tekinthetjük [0-0].

A műszaki gyakorlatban a gumikat főként a rendkívüli csillapítóképességük miatt alkalmazzák, ezért tipikusan dinamikus és ciklikusan ismétlődő mechanikai igénybevételnek vannak kitéve. Ilyen termék például a gumiabroncs, amely a gumiipari termékek legnagyobb hányadát teszi ki. A felhasználásukból adódóan a gumik fáradási tulajdonságai tehát nagy jelentőséggel bírnak. A fárasztóvizsgálatok elvégzése azonban rendkívül időigényes és bonyolult, de kvázi-statisztikus törésmechanikai vizsgálatokkal ezekről a jellemzőkről jó közelítést kaphatunk [0].

Munkám során a felhasználhatóság mértékének meghatározása végett összehasonlítom, hogy a különböző aktivitású ipari kemencekormok, illetve a pirolízis útján előállított kormok milyen hatást gyakorolnak az NR és SBR típusú gumik tönkremenetelére. Emellett azt is megvizsgálom, hogy a standard kormokat különböző arányban újrahasznosítottal társítva miként változnak a tönkremeneteli folyamatok. A törésmechanikai vizsgálatokat gumikeverékek széles palettáján végzem el és ezekről egy átfogó képet mutatok be. Várakozásaim szerint a nagyobb fajlagos felülettel rendelkező kormok alkalmazásával a töréssel szembeni ellenállás növelhető, illetve a töltőanyag mennyiségének növelésével is ez a tendencia lesz megfigyelhető. A pirolízis kormok nagy valószínűséggel gyengébb tulajdonságokat eredményeznek, mint az ipari kemencekormok.

Irodalom:

- [1] Statistics EDITION 2014 N°7, European Tyre & Rubber Manufacturers' Association (2015).
- [2] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimertechnika alapjai. Műegyetemi Kiadó, (2007).
- [3] Dr. Bartha Z.: Gumiipari kézikönyv I. kötet. TAURUS-OMIKK, (1988).
- [4] B. Dong; C. Liu; Y.-P. Wu: Fracture and fatigue of silica/carbon black/natural rubber composites. Polymer Testing, 38, 40-45, (2014).

Finomszemcsés gumiőrlemény töltés hatása a polietilén mechanikai jellemzőire

(Effect of fine ground tyre rubber filling on the mechanical properties of polyethylene)

**Kocsis Dávid MSc II. évf.,
kocsis.david92@gmail.com**

**Konzulensek: Dr. Bárány Tamás, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Dr. Mészáros László, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék**

A 21. században az emberiség számára az egyik legnagyobb kihívás saját hulladékainak kezelése, eltüntetése. Ez az újrahasznosítás három szinten lehetséges. Legjobb megoldás a hulladékok ismételt felhasználása, de ez csak akkor történhet meg gazdaságosan, ha minőségük és állapotuk megengedi. Második lehetőség a már eredeti feladatuk ellátására alkalmatlan tárgyak alapanyagának visszaforgatása új termékek létrehozása céljából. A harmadik, és legkisebb hatékonyságú módszer a befektetett energia visszanyerése, amit legtöbbször égetéssel érnek el.

A hulladékok között jelentős hányadot képviselnek az elhasznált gumiabroncsok. Ezeknek az abroncsoknak és egyéb gumiból készült termékekből keletkező hulladékoknak az újrahasznosítása igen nehézkes, hiszen térhálós szerkezetük miatt reverzibilisen nem megömleszthetők, így még az anyagában történő újrahasznosításukhoz is megelőző technológiai lépésekre van szükség. Napjainkban az egyik leginkább fejlődő irányzat a gumihulladékok aprítása, őrlemény létrehozása, amelyet töltőanyagként lehet felhasználni polimer mátrixú termékek előállításánál.

Az eddigi kutatások eredményei azt mutatják, hogy a gumiőrlemény jelenléte mérsékelten tudja fokozni a polimerek gumyszerű tulajdonságait. Azonban elmondható, hogy a szemcseméret csökkentésével a hatás kedvezőbb.

Mindezek alapján célul tűztem ki olyan gumiőrlemény töltésű polietilén mátrixú rendszer létrehozását, amelyhez a szakirodalomban általánosan elterjedt pár száz mikronos részecskeméretnél nagyságrenddel kisebb méretű gumiőrleményt alkalmazok. Vizsgálom továbbá a kompatibilizálószer hatását is (korábbi tanulmányokban jól bevált etilén vinil acetát kopolimert alkalmazok). Az előállított anyagokat kvázi-statisztikus mechanikai vizsgálatokkal kívánom jellemezni, a kialakult morfológiát pedig a töretfelületek pásztázó elektronmikroszkópiájával vizsgálom.

Irodalom:

- [1] Donauer E.: Újrahasznosított gumiőrlemény társítása polietilénnel, Diplomamunka, BME, Budapest 2006.
- [2] Ronkay F., Dobrovsky K., Toldy A.: Műanyagok újrahasznosítása. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kar, Budapest, 2015
- [3] Karger-Kocsis J., Mészáros L., Bárány T.: Ground tyre rubber (GTR) in thermoplastics, thermosets, and rubbers, Journal of Materials Science, vol 48, no. 1, 1-38 (2013)