



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

POLIMER KOMPOZITOK

Helyszín: MT épület Polimertechnika Tanszék laboratórium
Időpont: 2017. november 16. 9:00
Elnök: Dr. Bárány Tamás, egyetemi docens
Titkár: Dr. Tamás-Bényei Péter, adjunktus
Tag: Dr. Mezey Zoltán, adjunktus
de Rivo Balázs, fejlesztési csoportvezető, Zoltek Zrt.

9:00 Virág Ábris Dávid

Erősítőszövet szerkezetének hatása a fonalak közötti súrlódási viszonyokra

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

9:20 Bugár-Mészáros Márton

A vizsgálati hőmérséklet hatásának elemzése szívós viselkedésű hibrid kompozitok mechanikai tulajdonságaira

Konzulens: Dr Cziel Gergely, tudományos munkatárs

9:40 Csallány Enikő Krisztina

Rendezett rövid szálakkal erősített kompozitok viselkedése és tönkremeneteli módjai nyomó terhelés hatására

Konzulens: Dr Cziel Gergely, tudományos munkatárs

10:00 Magyar Balázs

Tervezhető határfelületi adhéziójú polimer kompozitok fejlesztése

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

10:20 Felnagy Dávid

Speciális töltőanyagok szerepe a fröccsöntött termékekben

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

10:40 Tornyos Szilárd

Szénszál erősítésű kompozitok szakadási nyúlásának pontos meghatározása hibrid kompozit húzó próbatestek segítségével

Konzulens: Dr Czél Gergely, tudományos munkatárs

11:00 Magyar Balázs

Hibrid szénszál-erősítésű epoxigyanta kompozitok égésgátlása

Konzulensek: Dr Szebényi Gábor, adjunktus
Dr. Molnár Kolos, adjunktus
Dr. Toldy Andrea, adjunktus
Tóth Levente Ferenc, doktorandusz

11:20 Gonda Bence

A bazaltszál és a montmorillonit jelenlétének hatása a politejsav tulajdonságaira

Konzulensek: Dr. Mészáros László, egyetemi docens
Dr. Kmetty Ákos, adjunktus

11:40 Hári Péter

Szálerősített, hőre keményedő mátrixú kompozit hulladékok anyagában történő újrahasznosíthatóságának lehetőségei

Konzulens: Dr. Pölöskei Kornél, adjunktus

Erősítőszövet szerkezetének hatása a fonalak közötti súrlódási viszonyokra (The effect of the reinforcing fabric's structure on the frictional relations among yarns)

Virág Ábris Dávid BSc
viragabris@gmail.com

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

Manapság egyre szélesebb körben használnak polimer kompozit szerkezeteket, az egyszerű kábelcsatornáktól kezdve, a sporteszközökön át egészen a nagyon magas követelményeket támaztó autó- és repülőgépiparig. Az egyik leggyakrabban használt erősítő anyag az üvegszövet.

A szövetszerkezet, amelyet alapvetően a súrlódás tart össze, igénybevétel hatására deformálódik. A gyártandó termékek alakjától függően az erősítőszövetnek akár kétszer görbült felületeket is fel kell vennie. Ez jelentősen befolyásolja a kompozit teherbírását, illetve tulajdonságait. A kompozitipar termékeinek számos esetben kitüntetett irányokban kell adott terhelést elviselni, éppen ezért a szövet befektetésekor tudnunk kell, hogy az hogyan fog deformálódni. Az erősítőszövet deformálhatóságának mértéke nagyrészt a fonalak közötti súrlódási viszonyoktól függ, ezért nagyon fontos ezek vizsgálata és elemzése.

TDK munkám során különböző szerkezetű és területi sűrűségű üvegszöveteken végzek hengeres súrlódásméréseket, fonalkihúzási-, illetve nyíróvizsgálatokat. Dolgozatom célja a mérések kiértékelését követően az egyes vizsgálatok eredményeinek összevetése, illetve a vizsgálati módszerek közötti összefüggések feltárása.

A vizsgálati hőmérséklet hatásának elemzése szívós viselkedésű hibrid kompozitok mechanikai tulajdonságaira

(The effect of test temperature on the mechanical response of pseudo-ductile thin-ply hybrid laminates)

Bugar-Mészáros Márton BSc
marton.bugar.meszaros@gmail.com

Konzulens: Dr. Czél Gergely, tudományos munkatárs, Polimertechnika Tanszék

A nagy teljesítményű kompozit anyagok talán legnagyobb hátránya a kiszámíthatatlan, katasztrofális tönkremenetel. A közelmúltban kifejlesztettek egy vékony szénrétegeket tartalmazó, szívós viselkedésű, unidirekcionális hibrid kompozitot, amelynek nagy előnye, hogy a szénrétegek tönkremenetele során a terhelés állandó értéken marad, szemben a hagyományos rétegvastagságú hibrid kompozitokkal, amelyek esetében a szénrétegek tönkremenetelekor jelentős erőesés tapasztalható. Az új anyag tulajdonságainak széles körű feltárása részeként vizsgáltam a hőmérséklet hatását az alkalmazhatóságra. A kutatás során két, különböző rétegrendű próbatest típust készítettem, a vékonyabb típus esetében középen két réteg szén, kétoldalt pedig egy-egy üvegszálalás réteg alkotja a próbatestet. A vastagabb próbatest típus négy szénszálalás réteget tartalmaz, amelyek középen teljes vastagságuk mentén át vannak vágva. A rétegek száma a másik típushoz képest ez esetben kétszeres így a két-két üvegszálalás réteg fogja közre a szénszálalást. A vékony próbatestek esetében a szénszálalás réteg töredezését, a vastagabbaknál a szén- és üvegszálalás rétegek elválását vizsgáltam. A próbatesteket alacsony- ($-50\text{ }^{\circ}\text{C}$), szobahőmérsékleten ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$), és magas hőmérsékleten ($80\text{ }^{\circ}\text{C}$) vetettem alá egytengelyű szakítóvizsgálatoknak. A károsodás (rétegelválás) alacsonyabb nyúlás és feszültség értékeknél jelentkezett a vastagabb próbatestek esetén, mint a szénszálalás réteg töredezése a vékonyabb típus esetén. A károsodási folyamat megindulásához tartozó nyúlás- és feszültség értékek mindkét próbatest típus esetén csökkenést mutattak a hőmérséklet függvényében. Ez a csökkenés a rétegelválást mutató próbatestek esetén jelentősebb volt, mint a vékonyabb (töredező) típusnál, mivel az előbbi típus mechanikai válasza érzékenyebb a hőmérsékletfüggő viselkedésű mátrix tulajdonságaira. A töredezési mintázat szemmel látható változása a rétegek közti nyírószilárdság hőmérséklet függvényében történő csökkenésével magyarázható.

Rendezett rövid szálakkal erősített kompozitok viselkedése és tönkremeneteli módjai nyomó terhelés hatására

**(Mechanical behaviour and failure modes of aligned short fibre reinforced
composites under compression)**

Csallány Enikő Krisztina MSc
eniko1992@gmail.com

Konzulens: Dr. Czél Gergely, tudományos munkatárs, Polimertechnika Tanszék

A polimer kompozitok olyan szerkezeti anyagok, amelyek manapság egyre inkább használatosak a mérnöki életben, például az autó- és a repülőgép iparban. Habár ezeknek az anyagoknak rengeteg előnye van, úgy, mint alacsony sűrűség, anizotrópia, valamint a hosszú élettartam, azonban van egy jelentős hátrányuk, amely korlátozza a felhasználhatóságukat.

A folytonos szálakkal erősített kompozitok általában előre megjósolhatatlan, katasztrofális módon mennek tönkre, bármilyen erre utaló, figyelmeztető jel nélkül. A szívós viselkedés elérése ezért intenzíven kutatott terület. Számos koncepciót dolgoztak ki a szívós viselkedés elérésére. Ilyen lehetőség például az elforgatott rétegű, szénszál erősítésű polimer kompozit laminátok kifejlesztése, nagy teljesítményű üvegszál/epoxy kompozitok vékony rétegű szénszál prepeg rétegekkel történő hibridizációja, unidirekcionális hibrid kompozitok gyártása rövid szénszál/epoxy és folytonos üvegszál/epoxy rétegekkel. Yu és társai nagymértékben rendezett rövid szénszál/üvegszál erősítésű hibrid kompozitokban vizsgálták a szívóssági tulajdonságokat.

TDK munkám célja rendezett rövid szálakkal erősített kompozitok nyomás hatására történő viselkedésének és tönkremeneteli módjainak négy-pontos hajlítás, optikai mikroszkóp és pásztázó elektronmikroszkóp segítségével történő vizsgálata volt. A munkám első lépéseként széleskörű irodalomkutatást végeztem, majd az irodalomban talált adatok alapján kompozit próbatesteket terveztem. Az előkészületek után rendezett rövidszálal előformákat gyártottam E-üvegszálakból, nagy moduluszú szénszálakból, valamint nagy szilárdságú szénszálakból a Yu és társai által kifejlesztett HiPerDiF gép segítségével. Ezután prepegekből kézi laminálás technológiájával kompozit próbatesteket készítettem. A próbatestek autoklávban történő térhálósítását követően azokat négy-pontos hajlítással a rövidszálal rétegek tönkremeneteléig terheltem. Munkám zárásaként mikroszkópi és pásztázó elektron mikroszkópi képeket készítettem, hogy azokkal alátámasztott következtetéseket vonjak le a rövidszálal rétegek tönkremeneteli módjáról.

Kutatásom során kapott eredmények az első lépések a rendezett rövid szálakkal erősített kompozitok nyomás hatására történő viselkedésének, illetve tönkremeneteli módjának alapos megértéséhez.

Irodalom:

- [1] Yu H., Potter K. D., Wisnom M. R.: A novel manufacturing method of aligned short fibre composite. In: Proceedings of ECCM15-15th European conference on composite materials. Venice, Italy (2012).

Tervezhető határfelületi adhéziójú polimer kompozitok fejlesztése **(Development of polymer composites with interfacial adhesion design)**

Magyar Balázs MSc
mabalazs@outlook.hu

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

A kompozitok a modern ipar megkerülhetetlen szerkezeti anyagai. Térnyerésük a XX. században kezdődött, a poliészter/üvegszál rendszerekkel. Azóta a mechanikai, illetve sűrűséggel fajlagos tulajdonságokkal szemben támasztott követelmények egyre szigorodtak, így jelentek meg a modernebb szénszál/epoxi erősített rendszerek. A szénszálerősítésű kompozitok mára elengedhetetlenek a nagyobb elvárásokkal rendelkező iparágakban, köztük, az autóipari, repülőgépipari és hajóipari szektorokban. Számos kiváló mechanikai tulajdonságot biztosít a szénszálerősítésű polimer kompozit, köztük: alacsony sűrűség, mely kis alkatrész tömeget biztosít, e mellett pedig nagy rugalmassági modulusz, illetve merev szerkezet érhető el. A számos jó tulajdonság mellett azonban a tűnkremenetel nem kedvező ezen anyagokat tekintve, hiszen egy kritikus feszültséget elérve a szerkezet robbanásszerűen szenved tűnkremenetelt, azaz a szívós viselkedés nagy részben hiányzik.

A kutatás folyamán a szívós viselkedést az adhézió módosításával, 3D nyomtatással előállított tapadásmódosító mintázatok kialakításával értük el, melyet az előző éves TDK konferencián már bemutattunk. Az adhézió módosításával sikerült elérni a kívánt szívós viselkedést, azonban további kutatások szükségesek. Jelen kutatás folyamán különböző kialakítású adhézió módosító mintázatokat vizsgáltunk, amiket a referencia mintával összehasonlítva megkaphatjuk az ideális mintázatot. A vizsgálatok során hőkamerás- és akusztikus emissziós méréssel vizsgáltam a kompozitok tűnkremeneteli folyamatát, aminek segítségével fény derülhet, hogy melyik a legjobb kialakítású mintázat, kiderülhet hogyan növelhető tovább a fejlesztett kompozit rendszerek szívóssága.

Speciális töltőanyagok szerepe a fröccsöntött termékekben **(Role of special fillers in injection molded products)**

Felnagy Dávid MSc
felnagydavid@t-online.hu

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

A műanyagipar az egyik legjelentősebb és legdinamikusabban fejlődő ipari terület a világon. 60 ezer vállalaton keresztül másfél millió embernek ad munkát, miközben évente megközelítőleg 340 milliárd euró összértékű pénzforgalmat bonyolít [1].

A folyamatos fejlődés közepette egyre növekvő szerepe van a mesterséges polimerek alkalmazásának, gyártásának, kutatásának és fejlesztésének. Egy társadalom műanyag-felhasználása és fejlettségi szintje közt szignifikáns kapcsolat mutatható ki: a magasabb bruttó hazai össztermékkel (GDP) rendelkező országok jelentősen több polimert állítanak elő és használnak [1, 2].

A mesterséges polimerek térnyerésével hamar megjelent az ipar és a végfelhasználói oldal felől az igény, hogy az anyagok tulajdonságait minél nagyobb mértékben befolyásolni lehessen. Megjelentek az adalékanyagokkal társított mesterséges polimerek, amelyeket összefoglaló nevükön műanyagoknak hív a köz- és szaknyelv.

Az adalékanyagokkal társított rendszerek létrehozása azért szükséges, hogy tovább javítsuk az előnyös jellemzőket és kiküszöböljük a hátrányos tulajdonságokat. Adalékanyag szinte bármi lehet, amely társítás következtében befolyásolni tudja az alaprendszer tulajdonságait valamilyen módon. A rendszertársítás célja lehet például a mechanikai tulajdonságok javítása, feldolgozhatóság javítása, illetve súly- vagy költségcsökkentés is.

Az adalékanyagok széles variációja miatt hasonló hatást különböző adalékanyagokkal is el lehet érni. Dolgozatomban célom, hogy különböző adalékanyagok (szűkebb értelemben töltőanyagok) hatását vizsgáljam társított rendszerek esetén.

Mivel a nagy sorozatban gyártott műanyag termékek minőségének egyik legfontosabb eleme az előírt méretnek való megfelelés, a töltőanyagok vizsgálatánál a különböző anyagcsaládok mérettartásra gyakorolt hatásának vizsgálatát tűztem ki célul. Az erősítőanyagok szálak jellegétől való elvonatkoztatás és az izotróp tulajdonságok elemzése miatt a vizsgált töltőanyagokat gyöngy formában használok.

Dolgozatomban az irodalmi kutatások és a kísérletek során kiemelten vizsgálom a társított polimer rendszerek zsugorodását és mérettartását. Különösen a szűk geometriai tűréssel rendelkező műszaki alkatrészek esetén releváns tulajdonság a mérettartás, a különböző speciális anyagú adalékok hatásának vizsgálata pedig ezáltal az iparban azonnal hasznosítható eredményeket biztosíthat.

Irodalom:

- [1] Plastics - the facts 2016. PlasticsEurope, Brüsszel (2016).
- [2] Czvikovszky T.: Lehet-e „zöld” a műanyag?. in 'Mindentudás Egyeteme. Budapest, Magyarország' VII., 4. (2005).

Szénszál erősítésű kompozitok szakadási nyúlásának pontos meghatározása hibrid kompozit húzó próbatestek segítségével

**(Accurate measurement of the tensile failure strain of carbon fiber
reinforced composites, with hybrid composite specimens)**

Tornyos Szilárd BSc
tornyosszilard@gmail.com

Konzulens: Dr. Czél Gergely, tudományos munkatárs, Polimertechnika Tanszék

A kőolaj alapú, mesterségesen előállított szerkezeti anyagok, vagyis a műanyagok manapság már az élet minden területén megtalálhatóak. Műanyagból készülnek az eldobható bevásárlószatyrok és PET- palackok, de a rendkívül pontos tervezést és gyártást igénylő Forma 1-es alkatrészek is. Elterjedésük hátterében sokféleségük és a többi anyaghoz képest kitűnő tömegre fajlagosított merevségük és szilárdságuk állhat. Azonban ahhoz, hogy a magas követelményeknek megfelelő termékeket és biztonságosan üzemelő szerkezeteket gyárthassunk belőlük, körültekintően kell őket megtervezni és méretezni. Ehhez elengedhetetlen az alapanyagok mechanikai tulajdonságainak pontos ismerete, amely szálerősítéses kompozitok esetén a nagyszámú elérhető szál-mátrix párosítás miatt kiemelt jelentőségű.

A kutatás célja a húzóvizsgálatból meghatározott jellemzők pontosságának növelése egy új próbatest típus alkalmazásával. Erre azért van szükség, mert a jelenleg széles körben elterjedt szabványos próbatestekkel mért eredmények sok esetben nem teljesen pontosnak, hiszen a próbatestek a szakítóvizsgálat során tipikusan a befogások közelében mennek tönkre, az ott fellépő feszültségkoncentráció következtében.

Az alkalmazott megoldás az idő előtti, nem kívánatos helyen történő tönkremenetelre az, hogy hibrid kompozit húzó próbatesteket állítunk elő, amelyek a vizsgálat tárgyát képező szénszál erősítésű kompozitból és az azt mindkét oldalról körülvevő üvegszál erősítésű kompozit rétegekből állnak. Ennek előnye, hogy a gondosan megtervezett vastagságú és anyagú, kívül elhelyezkedő üvegszál rétegek viselik a befogási pontok körüli megnövekedett feszültséget, ezzel megvédve a belső szénszál erősítésű réteget, amely így a tényleges szakadási nyúlásánál megy tönkre. A szénszál réteg törésekor egy jól detektálható feszültség esés jelenik meg a feszültség-nyúlás görbén, amely lehetővé teszi a szakadási nyúlás kiértékelését.

Hibrid szénszálerősítésű epoxigyanta kompozitok égésgátlása (Development of flame-retardant epoxy resin with injection technology)

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

**Konzulensek: Dr. Szabó Gábor, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Dr. Molnár Kolos, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Dr. Toldy Andrea, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Tóth Levente Ferenc, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék**

A kompozitok a térhódításukat a XX. században kezdték a hadiiparnak köszönhetően. Ennek az iparágnak nagy szüksége volt olyan anyagokra, mellyel ki lehet küszöbölni a fémek nagy tömege és magas ára okozta hátrányokat. Erre remek megoldást nyújtottak és nyújtanak ma is a polimer kompozitok. A fejlesztéseket tekintve még mindig meghatározó szerepet játszik azóta is a hadiipar, a főbb fejlesztések gyakran onnan jönnek, melyeket a hétköznapi életben is érzékelhetünk. A kompozitok megjelenése meghatározó a mindennapjainkban, gondoljunk csak a közlekedésre. A közlekedésben először az űripar figyelt fel az anyagban rejlő lehetőségekre, majd fokozatosan került elérhetőbbé a hétköznapi ember számára, a repülőgépipar, autóipar, hajógyártás alkalmazásaiban.

Ezen iparágak mind további fejlesztésekkel éltek az addig használt anyagot tekintve, köztük az ár optimalizálását tekintve, illetve a felhasználási cél érdekében is. A hibrid kompozitok fejlődése sem tér el a felvázolt modelltől, először ezt is a hadiipar alkalmazta a számos kiváló tulajdonságuk miatt. A kutatómunka folyamán erősítést tekintve nanoszálak és szénszálak anyagokat, valamint különböző keverékű mátrix anyagok kombinációját vizsgáltam. A hibrid kompozitok alkalmazásával az egyes komponensek megfelelő párosítása esetén az egyes alkotók előnyös tulajdonsága jelenik meg, sőt ezek egymást erősítve is megjelenhetnek. Nanoszálak erősítésénél, illetve nanorészecskék alkalmazásával kiváló vezetési tulajdonságokat érhetünk el (elektromos és termikus), valamint a mechanikai tulajdonságokat tekintve is pozitív hatást érhetünk el.

A kutatómunka során hagyományos szénszállal, szénnanocsövet tartalmazó nanoszénszállal és szénnanocsővel erősített epoxigyanta kompozitokat foszfortartalmú adalékkal égésgátlóval. Vizsgáltam a nanoszálak és a nanocsövek hatását az éghetőségre, mechanikai tulajdonságokra, elektromos- és hővezetőképességre. A kutatómunka célja egy olyan anyag kifejlesztése, ami nem szenved súlyos tönkremenetelt, egy esetlegesen fellépő környezeti hatásnak a következtében, mely hirtelen hőfejlődéssel jár, repülőgép esetét tekintve például egy villám esetén.

A bazaltszál és a montmorillonit jelenlétének hatása a politejsav tulajdonságaira
(The effects of basalt fiber and montmorillonite on the properties of the polymer polylactic acid)

Gonda Bence MSc,
gonda.bence94@gmail.com

Konzulensek: Dr. Mészáros László, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Dr. Kmetty Ákos, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

A kifogyóban lévő kőolaj tartalékok és a mára már nagy méreteket öltő környezetszennyezés miatt egyre jobban előtérbe kerülnek a környezetbarát, fenntartható anyagok és feldolgozási technológiák, így egyre több kutató is foglalkozik bio-kompozitok fejlesztésével megújuló erőforrásból előállított anyagok használatával – mint például a különböző biopolimerek, a természetes nano- és mikroméretű erősítőanyagok. Egyre többen törekednek manapság kiszorítani a kőolaj-alapú műanyagokat a mindennapokból, lecserélve azokat megújuló erőforrásból előállított polimerekre, polimer kompozitokra, hiszen a természetben fellelhető, illetve természetes anyagból előállított polimer/erősítőanyag is remek tulajdonságokkal rendelkezik [1, 2].

A TDK munkám témája egy olyan bio-kompozit fejlesztése és vizsgálata, amely alapanyagai 100%-ban fellelhetőek a természetben, vagy megújuló, természetes anyagból előállíthatók, valamint olyan tulajdonságokkal rendelkezik, ami vetekszik a szintetikus polimer kompozitokéval. Az anyagválasztás során ezért is esett a választásom a megújuló erőforrásból előállított politejsavra (PLA), valamint a természetben megtalálható montmorillonitra és bazaltszállra.

Részletes irodalomkutatót követően egy ikercsigás extruder segítségével 4 féle kompozit anyagot hoztam létre (csak bazaltszállal erősített, valamint bazaltszállal és 1,2, illetve 3 m/m% montmorillonittal erősített), valamint tiszta PLA-t – mint referencia anyagot – is extrudáltam, ami szemben a gyári PLA-val a feldolgozás során ugyanúgy, mint a többi kompozit anyag hősokknak lett kitéve, így az eredmények kiértékelésénél tisztább képet kaptam az anyag tulajdonságának változásairól. Az elkészült 5 anyagból ezután szabványos, téglalap keresztmetszetű próbatesteket fröccsöntöttem, amelyeket szakítóvizsgálatnak és ciklikus húzóvizsgálatnak vettem alá, valamint differenciális pásztázó kalorimetria (DSC) segítségével megállapítottam a próbatestek anyagi tulajdonságait (kristályos részarány, üvegesedési és kristályolvadási hőmérséklet).

A vizsgálati eredményekből megállapítottam, hogy a kompozitok szakítószilárdsága és rugalmassági modulusa kétszerese a tiszta politejsavénak. A SEM felvételek alapján a töretfelületeken csekély helyen fordult elő aggregátumok kialakulása, így nem a nanoszemcsék jelenléte okozta a törést, valamint jól látható, hogy a bazaltszál és a mátrix között kiváló adhéziós kapcsolat jött létre.

Irodalom:

- [1] E. Castro-Aguirre, F. Iñiguez-Franco, H. Samsudin, X. Fang, R. Auras: Poly(lactic acid) - Mass production, processing, industrial applications, and end of life. *Advanced Drug Delivery Reviews* 107 (2016) 333–366.
- [2] J. Ma, J. Xu, J.-H. Ren, Z.-Z. Yu, Y.-W. Mai: A new approach to polymer/montmorillonite nanocomposites, *Polymer* 44 (2003) 4619–4624.

Szálerősített, hőre keményedő mátrixú kompozit hulladékok anyagában történő újrahasznosíthatóságának lehetőségei

(Opportunities of material recovery for fibre reinforced thermoset composites)

Hári Péter BSc,
haripeti56@gmail.com

Konzulens: Dr. Pölöskei Kornél, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

A szerkezeti anyagok között egyre nagyobb jelentőséget kapnak a polimer mátrixú kompozitok, kedvező mechanikai tulajdonságaiknak köszönhetően. Rugalmassági moduluszuk és szilárdságuk megközelíti, sőt sokszor felülmúlja az acélokét, sűrűségük pedig általában kisebb az alumíniumnál. A nagyteljesítményű kompozitok többsége hőre keményedő mátrixú, mivel a hőre lágyuló anyagokhoz kapcsolódó technológiák erősen korlátozzák az erősítő szálak hosszát, valamint a két és háromdimenziós erősítőstruktúrák használatát.

A hőre keményedő polimer anyagok polimerizációja a termékek gyártása során történik meg. Kedvezőbb mechanikai és termikus tulajdonságokkal rendelkeznek, mint hőre lágyuló társaik, azonban jelentős hátrányuk, hogy az elkészült termékek a hagyományos technológiákkal nem dolgozhatók fel újra, mivel nem lehet újra megömleszteni a hőre keményedő anyagokat. Ez erősen korlátozza az újrahasznosítási lehetőségeiket, ebből kifolyólag leginkább csak energetikailag hasznosítják azokat.

TDK munkám célja az egyre nagyobb mennyiségű kompozit hulladékok anyagában történő újrahasznosítási lehetőségeinek vizsgálata. Kompozit hulladékok jelentős része üvegszál erősítésű poliészter. Magyarországon évente megközelítőleg 1000 tonna üvegszál hulladék keletkezik. Ehhez képest a szénszál és egyéb hulladékok mennyisége elhanyagolható. Ezért a regionális viszonyokhoz alkalmazkodva első sorban a nagy mennyiségben keletkező üvegszál poliészter kompozitok újrahasznosításával foglalkozom. A két legelterjedtebb és ipari méretekben elérhető megoldás, a mechanikai és termikus újrahasznosítás. A kutatásom során a hulladék kompozitokat mechanikusan aprítottam. A különböző méretű kompozit szemcsékből állítottam elő kompozit anyagokat, amelyek során a célom a számunkra értékes erősítőanyag erősítő képességeinek a kinyerése volt. A hulladékból gyártott kompozitokat mechanikai vizsgálatok segítségével minősítettem.

Bízom abban, hogy unkám során elősegítettem a hőre keményedő mátrixú hulladékok anyagában történő újrahasznosítására irányuló kutatásokat, amelyek csökkentik a lerakott és energetikailag hasznosított hulladékok mennyiségét, valamint elősegítik a kompozitok el- és tovább terjedését az újrahasznosításra érzékenyebb területeken is (például az autópárhánban).

Irodalom:

- [1] Paut T. Mativenga Norshah A. Shuaib, Jack Howarth, Fadri Pestalozzi, Jörg Woidasky: High voltage fragmentation and mechanical recycling of glass fibre thermoset composite, Manufacturing Technology , 65 , 45-48 (2016).



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

POLIMERTECHNIKA

Helyszín: MT épület Polimertechnika Tanszék laborelőadó
Időpont: 2017. november 16. 9:00
Elnök: Prof. Dr. Vas László Mihály, címzetes egyetemi tanár
Titkár: Dr. Molnár Kolos, adjunktus
Tag: Dr. Meiszel László, tanácsadó, Polinvent Kft.
Dr. Bakonyi Péter, adjunktus

9:00 Varga János

Nyomtató munkaállomás tervezése

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens
Dr. Szabó Ferenc, adjunktus

9:20 Naszvetter Bence

A politejsav szívósságának növelése szilícium-dioxiddal

Konzulens: Dr. Tábi Tamás, egyetemi docens

9:40 Nagy Imre Márk

Politejsav szívósságának növelése hőkezeléssel

Konzulensek: Dr. Tábi Tamás, egyetemi docens
Hajba Sándor, doktorandusz

10:00 Kiss Csanád

A poliamid 6 mátrixú nanokompozitok újrafeldolgozásának tulajdonságmódosító hatásai

Konzulens: Dr. Mészáros László, egyetemi docens

10:20 Dubi András

A poliamid 6 nedvességtartalmának meghatározása különböző víz szelektív és termograviometrikus módszerekkel

Konzulens: Dr. Mészáros László, egyetemi docens

10:40 Haramia Zsófia

Politejsav lágyítása lemez termékekhez

Konzulensek: Dr. Mészáros László, egyetemi docens
Litauszki Katalin, doktorandusz

11:00 Győry Dóra

Az ionizáló sugárzás politejsavra gyakorolt hatásának elemzése

Konzulensek: Dr. Mészáros László, egyetemi docens
Dr. Kmetty Ákos, adjunktus

11:20 Krasznai Diána

A politejsav d-laktid tartalmának termomechanikai tulajdonságokra gyakorolt hatása

Konzulensek: Dr. Mészáros László, egyetemi docens
Dr. Kmetty Ákos, adjunktus
Litauszki Katalin, doktorandusz

11:40 Szakolczai Patrik

HDPE-EPDM termoplasztikus elastomer fejlesztése EPDM regenerát felhasználásával

Konzulens: Dr. Pölöskei Kornél, adjunktus

Nyomtató munkaállomás tervezése (Printer workstation design)

Varga János MSc
jano1992@gmail.com

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Dr. Szabó Ferenc, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

Az AQ Anton Kft. 1993-tól kezdve foglalkozik fröccsöntéssel, és 2004-től önálló üzletággá vált a vállalatban belül. 4400 m²-es gyártóterületen, éves szinten 1500 t műszaki műanyagot dolgoz fel. A létesítmény kimondottan fröccsöntésre rendezkedett be, így alkalmas az automatizált gyártásra, az alapanyag ellátástól a termék csomagolásáig. Az üzemben Engel és Demag típusú fröccsöntő gépek vannak telepítve, 80-400 t-ás mérettartományban¹. Első sorban PA6, PP, és SEBS alapanyagból készülnek a termékek de megtalálható a PPS is. Egyes termékek esetében a fröccsöntés után utómunkálatokat kell eszközölni, egy példa a bárkód nyomtatása a termékek felületére. Egy jelentős megrendelő egy termékcsaládot gyártat a fröccsöntő üzemben, ezeknek a gyűjtőneve: a pipák. Az AQ Anton Kft. évekkel ezelőtt tervezett egy munkaállomást a termékekhez, hogy azok felületét a kívánt mintázattal, vagy vonalkóddal lehessen ellátni. A megnövekedett vevői igények kielégítésére már nem volt megfelelő a konstrukció, így fejlesztésként létre kellett hozni egy új, félautomata, nyomtató munkaállomást.

Az új munkaállomásnak produktívabbnak kell lennie az előzőnél, de mégis emberi erőforrással kell működnie. Az új technológia folyamatos működésű, conveyor láncos rendszeren alapszik. A konstrukció tartalmazza a printer fejet, ami az egyes termékek esetében a megfelelő pozícióba, a megfelelő mintázatot festi, és a visszaolvasó fejet, ami a hibák kiszűrését teszi lehetővé. Szenzorok segítségével meg kellett valósítani, hogy a technológia folyamatos legyen de egyben a hibás darabokat egy külön dobozba válogassa. A válogatáson túl elláttuk a konstrukciót egy szoftveres számlálóval is, így biztosított az, hogy a kiszállításra kerülő dobozokba csak a megfelelő minőségű és mennyiségű darab kerül. A nyomtatási folyamat a teljes gyártási sorban az utolsó művelet, így az emberi figyelmetlenségből eredő hibákat sikerült kizárni. A munkaállomás alapvetően egy operátor munkájához lett tervezve, de további két férőhellyel bővíthető.

TDK munkámban célom a nyomtató munkaállomás megtervezése az adott követelményeknek megfelelően.

Politejsav szívósságának növelése szilícium-dioxiddal (Improving PLA's toughness with silicon dioxide)

Naszvetter Bence MSc
bence.naszvetter@gmail.com

Konzulens: Dr. Tábi Tamás, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék

Korunk egyik megoldásra váró problémája a túlzott kőolaj felhasználás, és a többek között belőle készített polimer termékek okozta hulladék-felhalmozódás. Az utóbbi években előtérbe kerültek a megújuló energiaforrások, valamint azon alapanyagok és polimerek, amelyek előállításához nem szükséges kőolaj.

Az egyik ilyen polimer a politejsav (PLA), amely egy úgynevezett biopolimer. Azokat a polimereket, amelyek megújuló energiaforrásból készülnek és/vagy biológiailag lebonthatóak, biopolimereknek nevezzük. További feltétel még, hogy ezeket az anyagokat a talajban komposztálva, vagy biotikus környezetbe helyezve a gombák, baktériumok vagy algák enzimatis bontó képességének hatására hónapok, esetleg néhány év alatt szemmel nem látható részekre (humusz, víz, szén-dioxid) bomlanak és a bomlástermékek nem szennyezik a környezetet vagy a komposztot [1].

A politejsav előnyös tulajdonságai mellett (kiváló mechanikai tulajdonságok, csekély zsugorodás, ellenáll UV fénynek és alkoholnak) nagy hátránya a ridegsége, amelyen munkám során igyekeztem javítani. Azt vizsgáltam, hogy adalékanyag (szilícium-dioxid) hozzáadásával és gyártás utáni hőkezeléssel miként lehet megváltoztatni az anyag szívósságát, valamint hogy az adalékanyag és a politejsav kristályos részaránya között megfigyelhető-e keresztthatás. Wu Gaihong és társai korábban hasonló témában végeztek kutatást. Munkájuk során politejsavhoz 1-3 tömegszázalék szilícium-dioxid adalékoltak, majd szálakat húztak belőle és vizsgálták a mechanikai tulajdonságait, amely során megállapították, hogy kevés (1 m%) szilícium-dioxid tartalom kedvezően befolyásolja azt [2]. Saját szakdolgozatomban is hasonló témával foglalkoztam, viszont ott természetes kaucsuk, talkum és etilén-vinil-acetát hatását vizsgáltam a PLA szívósságára [3].

Irodalom:

- [1] Tamás Tábi: Biopolimerek alkalmazása, Polimerek alkalmazástechnikája tárgy. BME Polimertechnika Tanszék (2015)
- [2] Wu Gaihong, Liu Shuqiang, JIA Husheng, DAI Jinming: Preparation and Properties of Heat Resistant Polylactic Acid (PLA)/Nano-SiO₂ Composite Filament. Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed. Vol. 31 No. 1 (2016)
- [3] Bence Naszvetter: Biopolimer kristályosságának és különböző ütészilárdság növelő adalékanyagok tulajdonságmódosító hatásának elemzése. Bsc Szakdolgozat. BME (2017)

Politejsav szívósságának növelése hőkezeléssel (Increasing the toughness of Poly(Lactic-Acid) by using annealing)

Nagy Imre Márk BSc
imre.mark.nagy@gmail.com

Konzulensek: Dr. Tábi Tamás, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Hajba Sándor, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék

Napjainkban egyre több kutatás zajlik a fenntarthatóság jegyében. A műanyagipar számára komoly gondot okoznak a kimerülő félben lévő alapanyagforrások, mely gazdasági bizonytalanságot is jelent. A polimerek megjelenése az iparban hatalmas fellendülést váltott ki, mely mára a tömeggyártás és a polimer termékek viszonylag rövid életciklusa miatt gondot jelent a környezet számára.

A hagyományos, kőolajalapú polimerek kiváltására alkalmasak lehetnek a biopolimerek, melyeket megújuló nyersanyagból, különböző agráripari termények (kukorica, rizs stb.) állítanak elő és életciklusuk végén, biológiai úton lebonthatók. A biopolimerek kutatása az 1990-es évek végén újabb lendülettel folytatódott, egy napjainkban egyre népszerűbb anyag, a politejsav (PLA) megjelenésével.

A PLA egy hőre lágyuló, részben kristályos polimer, melynek legelterjedtebb alapanyaga a magas keményítő tartalmú kukorica. A keményítőből először fermentálással monomert (tejsav) állítanak elő, majd ezt dimerizálják, és a folyamat utolsó lépéseként gyűrűfelfnyitós polimerizációval nyerik a PLA-t. A politejsav kémiai szerkezetét tekintve alifás poliészter, tulajdonságai a PET-hez hasonlóak, feldolgozható a hagyományos műanyagipari berendezéseken.

A PLA egyre nagyobb érdeklődés tárgya, számos jó mechanikai tulajdonsága miatt. Sajnos ezekhez a tulajdonságokhoz több, az előállítás és felhasználás szempontjából kevésbé előnyös tulajdonság is társul. A PLA érzékeny az előállítási hőmérsékletre, a berendezésben eltöltött időre. Kis ütőszilárdsága (~2-3 kJ/m²) és kis hőállósága miatt felhasználása korlátozott. A problémákra megoldást jelenthet a különböző hőmérsékleteken végrehajtott kristályosítás, ami a szferolitok méretét befolyásolja, ami pedig az ütőszilárdságra van hatással.

Célom munkám során háromféle PLA alapanyagból fröccsöntött próbatestek előállítása, hőkezelése. A próbatesteket ezután Charpy-féle ütvehajlításnak vetem alá. A töretfelületek elektronmikroszkópos vizsgálatával hasonlítom össze a különböző mintákon a hőkezelés hatását a kialakult morfológiára és annak kapcsolatára az ütőszilárdságot tekintve.

Irodalom:

- [1] Dr Lehoczki László: Bioműanyagok-legyünk zöldek , Műanyag és gumi, 2014/03
- [2] Haidekker Borbála: Megújuló nyersanyagból előállított műanyagok, Műanyagipari szemle, 2002/11
- [3] Plastics Europe: Plastics- the Facts 2012, An analysis of European plastics production, demand and waste data for 2011, 2012

A poliamid 6 mátrixú nanokompozitok újrafeldolgozásának tulajdonságmódosító hatásai

(The effect of recycling of polyamide 6 matrix nanocomposites on material properties)

Kiss Csanád MSc
kiss.csanad.94@gmail.com

Konzulens: Dr. Mészáros László, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék

Polimer mátrixú nanokompozitokkal már az 1950-es évek óta foglalkozik a tudomány, poliamid 6 felhasználásával készültekkel pedig 1976 óta. Azonban kevés forrás foglalkozik a hőre lágyuló kompozittermékek életciklusa alatt elvégzett gyártási lépéseknek, mint az újrafeldolgozás, az anyagra gyakorolt hatásával. Dolgozatomban ennek járok utána, kitérvén a procedura gazdaságosságára is, mely a mindennapi életben nem elhanyagolandó tényező.

TDK munkám során mikro- és nanorészecske erősítésű kompozit anyagot gyártottunk. A technológiai lépések extrúzióval kezdődtek. Az itt legyártott anyag egy részét vizsgálatokra félretettük, másik részét pedig csak egy ismételt extrúzió után vetettük alá a vizsgálatoknak. Minden technológiai lépés után a minták morfológiáját elemeztük. A kapott adatok alapján pedig kiderül, hogy a várt eredményeket mennyire támasztják alá a méréseink.

Reményeim szerint az újrafeldolgozás segíti a nanoerősítők a mátrixon belüli jobb eloszlását, valamint nem jár számottevő degradációval a polimer szempontjából sem.

Irodalom:

- [1] H.R. Dennis, D.L. Hunter, D. Chang, S. Kim, J.L. White, J.W. Cho, D.R. Paul : Effect of melt processing conditions on the extent of exfoliation in organoclay-based nanocomposites, Polymer 42, 9513-9522 (2001).

A poliamid 6 nedvességtartalmának meghatározása különböző víz szelektív és termograviometrikus módszerekkel

(Measuring the water content of poliamid 6 using water-selective and thermograviometric methods)

**Dubi András BSc,
andrasdubi@gmail.com**

Konzulens: Dr. Mészáros László, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék

A mérnöki gyakorlatban és az autóiparban is kedvelt műszaki alapanyag a poliamid. Nedvességfelvételre képes anyag, és számos kutatás, TDK témáját adta már, miként befolyásolja mechanikai tulajdonságait a nedvességtartalmának változása. Feldolgozás, szerelés, használat és tönkremeneteli okok megállapítása szempontjából is fontos ismerni vízfelvételét, nedvességtartalmát.

A legelterjedtebb víztartalom meghatározó módszerek termograviometrikus¹ (minta melegítése és tömegének mérése) elven működnek, például a hőszekrényes, infravörös sugárzással, TGA-val való kiszáritás. Az iparban használt poliamid alkatrészek gyakran tartalmaznak adalékanyagokat, töltőanyagokat, segédanyagokat (pl. UV állóság növelő, lágyító stb.) Ezek az adalékanyagok termograviometrikus mérések során a vízzel együtt távozhatnak az anyagból, így nem tudni, a minta valós víztartalmát határoztuk-e meg. Szerencsére léteznek víz szelektív eljárások^{2,3} is, amelyek titrálás, infravörös vagy mikrohullámú spektroszkópia vagy a víz valamely reagenssel való kicsapataása alapján határozzák meg a minta nedvességtartalmát.

TDK dolgozatomban során poliamid 6 granulátum mintákat kondicionáltam klímaszekrényben ISO 1110 szerinti előírt 70 ± 1 °C hőmérsékleten és 62 ± 1 % páratartalommal. Ezt követően a minták egy részét hőszekrényes szárítással (termograviometrikus módszer) vizsgáltam és felvettem az anyag száradási görbáját és emellett párhuzamosan Karl Fisher titrálással és infravörös spektroszkópiával (víz szelektív módszerek) is meghatároztam azonos minták nedvességtartalmát.

TDK munkám célja, hogy az iparban elterjedt nedvességtartalom meghatározó eljárásokat összehasonlítsam, alkalmazhatóság, mérés ideje, gyorsasága, pontossága, megismételhetősége alapján.

Irodalom:

- [1] G. W. Ehrenstein - Kunststoff Schadensanalyse
- [2] Good Titration Practice™ in Karl Fischer Titration –Mettler Toledo (<https://goo.gl/L6sU6S>)
- [3] Walker Camacho, Ana Valle´s-Lluch, Amparo Ribes-Greus, Sigbritt Karlsson - Deter Determination of Moisture Content in Nylon 6,6 by Near-Infrared Spectroscopy and Chemometrics, 2002.

Politejsav lágyítása lemez termékekhez **(Plasticization of polylactide-acid for sheet products)**

Haramia Zsófia MSc,
zsofia.haramia@gmail.com

Konzulensek: Dr. Mészáros László, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Litauszki Katalin, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék

A 21. században központi irányelvé vált Európában a környezetterhelés csökkentése, így a legtöbb iparágban megindultak a fejlesztések, amelyek a fenntartható fejlődést, ezen belül is a körkörös gazdaság (circular economy) tűzték ki célul. A műanyag ipar egyik legjelentősebb válasza a biopolimerek előállítása és fejlesztése lett.

Akkor beszélhetünk biopolimerről, ha az alábbi két tulajdonság közül legalább egyik jellemző rá: megújuló forrásból előállítható (pl.: bio-polipropilén, bio-polietilén), és/vagy biológiai úton lebontható, komposztálható (pl.: polibutilén szukcinát). Olyan alternatívákról van tehát szó, amelyekkel a fosszilis energiahordozók kikerülhetőek és biomassza alapokra helyezi a polimerek gyártást. [1, 2]

A kritikusabb feltétel a lebonthatóság, amely a hulladékkezelés problémáit hivatott csökkenteni. Mivel a gyártott polimerek 39,4%-át csomagoló ipar veszi fel (2014), ahol egyszer használatos terméket állítanak elő, ezért itt termelődik a műanyag hulladék jelentős mennyisége. Leginkább palackok, fóliák és lemezalapú termékek alkotják ezt a szegmest, így ezek kiváltása lebontható polimerekkel nagy szerepet kaphat a jövőben. [3]

Azért, hogy ez a hulladék akár komposztban történő lebontással is kezelhető legyen, nagy figyelmet kapott a politejsav (PLA), mint alapanyag. Az anyag tulajdonságai alapvetően nem teszi lehetővé, hogy a széles körben használt poliolefinet egyszerűen kiváltsuk vele, viszont adalékolással megközelíthetőek a tömegműanyagok tulajdonságai is. Dolgozatomban egy melegalakításra alkalmas lemez előtgyártmány kifejlesztése a cél, mely adottságaiból fakadóan széles termékkört tud helyettesíteni. [4]

Ehhez az anyagfejlesztéshez lágyítószerket használtam. Ez az anyagmódosítási eljárás legfőképp a PVC gyártásnál elterjedt, hiszen önmagában ez az anyag is ridegnek és hagyományos technológiákkal nehezen feldolgozhatónak bizonyult. Emellett nagy hangsúlyt fektettem a különböző kristályosságú PLA-k vizsgálatára is. Ezeket az anyagszerkezeti változatokat az alapanyag D- és L-laktid arányai határozzák meg, ahol az L módosulat hajlamosabb egy részben kristályos struktúrát alkotni, míg a D-laktidból előállított politejsav egy amorf szerkezetű anyag. A megfelelő D-L arány és lágyító kiválasztásával egy széles körben alkalmazható lemeztermék előállítása vált lehetővé. [4]

Irodalom:

- [1] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimertechnika alapjai, Budapest (2007).
- [2] Máthé Cs.: A műanyagipar szerepe a fenntartható fejlődésben. Műanyagipari szemle, 5. szám (2014)
- [3] Lehoczki L.: Műanyagok piaci helyzete a világon és Európában. Műanyag és gumi, 50. évfolyam 1. szám (2013)
- [4] Auras R., Lim L., Selke M., Tsuji H.: Poly(lactic-acid) Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Applications. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey (2010)

Az ionizáló sugárzás politejsavra gyakorolt hatásának elemzése (Analysis of the effect of ionizing radiation on polylactic acid)

**Győry Dóra MSc,
doragyory@gmail.com**

**Konzulensek: Dr. Mészáros László, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Dr. Kmetty Ákos, adjunktus, Polimertechnika Tanszék**

Napjainkban számos kutatás középpontjában áll a megújuló erőforrásból előállított politejsav.

Alkalmazhatóságának az alacsony üvegesedési hőmérséklete, valamint rideg természete korlátot szab, amelyeket erősen befolyásol az anyag D-laktid tartalma. Az anyaggal kapcsolatban intenzív kutatás folyik, amely során adalékossal, vagy szerkezeti módosítással próbálják megváltoztatni a politejsav tulajdonságait. A polimerek szerkezetének megváltoztatására alkalmas lehet a nagyenergiájú ionizáló sugárzás, amely politejsavra gyakorolt hatásaival kapcsolatban még csak néhány kutató foglalkozott [1].

A munkámban arra próbálok választ kapni, hogy nagy energiájú besugárzás hatására hogyan változik a politejsav morforógiája, mechanikai tulajdonságai, növelhető-e segítségével a felhasználási területe. Céлом meghatározni, hogy a sugárzásnak kitéve az anyag gyengén térhálósá válik-e, vagy bomlásnak indul, valamint, hogy ezeket a folyamatokat hogyan befolyásolja a kapott dózis, az anyag nedvessége és a D-laktid tartalma.

Ennek érdekében elsőként összeállítottam egy kísérlettervet, amelyben figyelembe vettem a faktorok számát, illetve mérési pontjait. A sugárzási dózist 0-150 kGy tartományon vizsgálom különböző D-laktid tartalmú anyagokon. Nedvesség szempontjából elsőként csak arra vagyok kíváncsi, hogy a nedvesség befolyásolja-e a kapott eredményt, hiszen víz jelenléte besugárzáskor fontos szerepet játszhat, így azt száraz és légnedves körülmények között vizsgálom. A minták reprodukálhatóságának biztosítása érdekében fröccsöntött próbatesteket vizsgállok, amelyeket nagy energiájú besugárzásnak teszek ki a kísérlettervben meghatározottak alapján. A kész minták húzószilárdságát és ütési munkáját húzóvizsgálattal, illetve Charpy-féle ütővizsgálattal határozom meg, majd a töretfelületeket mikroszkópos vizsgálattal ellenőrzöm. Az alapanyag termomechanikai tulajdonságait pedig DMA (T_g, csillapítóképeség) vizsgálattal minősítem. A kapott eredmények alapján következtetéseket vonok le arra vonatkozóan, hogyan viselkedik a PLA alapanyag besugárzás hatására, valamint fejlesztési javaslatokat teszek a jövőre vonatkozóan.

Irodalom:

- [1] I.V. Pukhova, K.P. Savkin, O.A. Laput, D.N. Lytkina, V.V. Botvin, A.V. Medovnik, I.A. Kurzina: Effects of ion- and electron-beam treatment on surface physicochemical properties of polylactic acid. Applied Surface Science 422 (2017) 856-862.

A politejsav d-laktid tartalmának termomechanikai tulajdonságokra gyakorolt hatása

(The effect of d-lactic content on the thermomechanical properties of poly(lactic acid))

Krasznai Diána MSc
krasznaidia93@gmail.com

Konzulensek: Dr. Mészáros László, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Dr. Kmetty Ákos, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Litauszki Katalin, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék

Az emberiség egyre több szintetikus polimert használ a fogyasztói igények kielégítésére. Az elterjedés oka az alacsony gyártási, illetve feldolgozási költségek mellett a sokoldalú megmunkálhatóság, egyedi anyagtulajdonságok, kis sűrűség. Ezzel magyarázható az is, hogy a modern csomagolótechnika szinte már elképzelhetetlen polimer alapanyagok nélkül, az előállított mennyiség egyharmada ebben a szegmensben kerül felhasználásra. Sajnos az egyszer használatos csomagolóeszközök korán megjelennek a hulladékáramban, így felmerül az igény olyan polimer anyagok csomagolótechnikai alkalmazására, amelyek életciklusuk végén biológiai úton lebonthatók, ezzel megakadályozva a túlzott mértékű hulladék-felhalmozódást és környezetünk szennyezését. [1]

Az említett iparágban elterjedt kőolaj-alapú tömegműanyagoknak kiváló alternatívája lehet a lebomló polimerek csoportjába tartozó politejsav (PLA). Jellegzetessége, hogy kétféle, 'D'- és 'L'-típusú izomerrel is rendelkezik. A PLA kialakuló tulajdonságaira a d-laktid tartalma alapvetően hatással van, de fontos befolyásoló tényező a polimer termék előállításához alkalmazott gyártástechnológia is.

A polimer csomagolóanyagok jelentős része fólia, így dolgozatomban célja háromféle, síkfóliagyártással előállított minta termomechanikai tulajdonságainak vizsgálata, annak függvényében, hogy az egyes mintákban a d-laktid egységek milyen mennyiségben vannak jelen. A kutatás során a csillapítási képesség meghatározására dinamikus mechanikai analízis (DMA), az átmeneti üvegesedési hőmérséklet, az átmenetekhez kapcsolódó hőeffektusok és a kristályos részarány jellemzésére differenciál pásztázó kalorimetria (DSC), a feszültség mérésére relatív nyúlás függvényében pedig szakítóvizsgálat szolgál.

[1] <http://www.plasticseurope.org> (2017.09.25.)

HDPE-EPDM termoplasztikus elastomer fejlesztése EPDM regenerát felhasználásával

(Development of HDPE-EPDM thermoplastic elastomer using recycled EPDM)

Szakolczai Patrik BSc
patrik.szaki@gmail.com

Konzulens: Dr. Pölöskei Kornél, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

Napjainkban az etilén-propilén- dién-monomer (EPDM) gyengén térhálós elastomer egyre nagyobb arányban jelenik meg a műszaki alkalmazásokban. Monomerjei az etilén és a propilén a petrokémiai iparban nagy mennyiségben keletkeznek, és így áruk is kedvezőnek mondható [1]. Nagy arányban alkalmazzák a kisebb igénybevételnek kitett gumi alkatrészek gyártásánál. Például az autóiparban ajtó-tömítések, motortéri csövek, az építőiparban ablakok szigetelése és különböző vezetékek borítása készül ebből az anyagból [2]. Az alkalmazási területek növekedésével, az ebből keletkező hulladék mennyisége is növekszik. Anyagában történő hasznosítása nem megoldott, ezért például az autóbontókban értéktelen hulladékként tekintenek rá, így legjobb esetben is a vegyes műanyag-hulladék részeként, termikusan hasznosítják újra. Hasznosításának egy másik lehetséges módja a regenerát készítés.

TDK munkám célja egy olyan HDPE-EPDM blend fejlesztése és mechanikai tulajdonságainak vizsgálata, amelynek EPDM tartalma hulladékból származik. Az ehhez elvégzett részletes irodalomkutatás és Berta Ádám Iván szakdolgozatának korábbi eredményei alapján konzulensemmel kísérlettervet állítottunk össze. A kísérletek elvégzéséhez a használt autó- és busz ablaktörlő lapátok gumiját bontókból és szervizekből gyűjtöttem össze. A nagyobb szennyeződések eltávolítása után, hengerszéken „öröltem le” azokat. Ezután belsőkeverőben és hengerszéken hő- és mechanikai igénybevétel együttes hatásával bontottam az anyagban lévő elsődleges kötéseket. Ekkor nem csak a molekulák közti, hanem nagyobb részt a molekulaláncokon belüli kötések bomlottak fel. Az így kapott EPDM regenerát mechanikai tulajdonságai jelentős mértékben romlanak, ezért döntöttem a termoplasztikus elastomerként való hasznosítás mellett, amely során különféle arányokban HDPE-vel társítottam. Az elkészített kompaundok mechanikai tulajdonságait szakítóvizsgálattal ellenőriztem.

Reményeim szerint a kutatásom során kifejlesztett termoplasztikus elastomer a jövőben megoldást nyújthat ezeknek a hulladékoknak a környezetkímélő kezelésére és megbízható, széleskörűen alkalmazható ipari alapanyaggá válhat.

Irodalom:

[1] Dr. Bartha Zoltán: Gumiipari kézikönyv I. kötet, TAURUS-OMIKK, Budapest.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

POLIMER TECHNOLÓGIA

Helyszín: T épület Polimertechnika Tanszék T 111 terem
Időpont: 2017. november 16. 9:00
Elnök: Prof. Dr. Czvikovszky Tibor, professor emeritus
Titkár: Dr. Halász István, adjunktus
Tag: Dr. Szűcs András, adjunktus
Dr. Szabó Ferenc, adjunktus

9:00 Szabó Bence

Ráfröccsöntési folyamat elemzése prototípus szerszám segítségével

Konzulensek: Dr. Romhány Gábor, egyetemi docens
Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus

9:20 Jobbágy Zsolt

Mikrohabosított fröccsöntött termék elemzése

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

9:40 Horváth Balázs Marcell

Prototípus gyártószerszám fejlesztése autóipari felhasználásra

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens
Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus
Dr. Baka Ernő, adjunktus

10:00 Knyihár Gábor

Több szabadságfokú, FDM alapú 3D nyomtató fejlesztése

Konzulens: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus

10:20 Varga János

Külső fröccsegység tervezése

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

10:40 Tomin Márton

Fröccsöntésszimulációs szoftverek vetemedésszámítási algoritmusainak pontosítása

Konzulensek: Dr. Szabó Ferenc, adjunktus
Zink Béla, doktorandusz

11:00 Lukács Antal

Természetes kaucsuk tartalmú politejsav biopolimer fröccsöntése különböző csigacsúcs konstrukcióval

Konzulensek: Dr. Tábi Tamás, egyetemi docens
Hajba Sándor, doktorandusz

11:20 Gyüre Bálint

Üvegszál erősítésű poliamid lézersugaras hegesztése

Konzulensek: Dr. Kiss Zoltán, adjunktus
Temesi Tamás, doktorandusz

11:40 Wimmer Anna

3D nyomtatott nyeregízület implantátum követelményrendszere és elkészítésének lehetőségei

Konzulens: Dr. Kiss Zoltán, adjunktus

Ráfröccsöntési folyamat elemzése prototípus szerszám segítségével
(Investigation of overmolding process with the help of rapid prototype molds)

Szabó Bence BSc
szabo.benny@gmail.com

Konzulensek: Dr. Romhány Gábor, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

A megrendelők által kívánt követelmények folyamatosan új kihívásokat nyújtanak a kivitelezők számára és ebből születnek egyre újabb és újabb eljárások, ezért a műanyag-feldolgozásban egyre inkább kezdenek elmosódni az éles határok különböző technológiák között. A legfontosabb feltétel egy új eljárás megalkotásánál továbbra is a tömegtermelés elérése minél gazdaságosabb keretek között, mindamelllett értékteremtő termék gyártására is alkalmas legyen, amivel felvehető a versenypiac harca. Ezeket a célokat leginkább kielégítő feldolgozási technológia a fröccsöntés, éppen ezért alakultak ki olyan, különleges és hibrid technológiák, amik a fröccsöntést ötvözik valamilyen más eljárással, mint pl.: többkomponensű fröccsöntés vagy kompozit szerkezetekre fröccsöntés.

Ahhoz, hogy egy új technológiát ki tudjunk fejleszteni, szükségünk van egy szerszámmra, amin a kísérleteket elvégezhetjük. A vizsgálatok során számtalanszor kiderül, hogy valamilyen kisebb-nagyobb változtatást kell végezni a szerszámon. A tesztelés fázisában célszerű gyors prototípus szerszámokat alkalmazni, mivel a sorozatgyártást elviselő fém szerszám legyártása időigényes és drága folyamat. Az évek előrehaladtával egyre újabb gyártástechnológiák fejlődtek ki, de igazán újat a hagyományos képlékeny alakító és lebontó alakadás helyett a rétegenként felépítő (additive) rendszerek hoztak.

Az általam vizsgált kísérleti fröccsszerszám egy PolyJet eljárással készült átlátszó gyors prototípus szerszám, ami lehetővé teszi, hogy nagysebességű kamerával figyeljük meg a befroccsöntés folyamatát. Dolgozatomban többek között arra a kérdésre keresem a választ, hogyan lehet ráfröccsöntés technológiájával két komponens között jó adhéziós kötést kialakítani.

Irodalom:

[1] Dunai A., Dr. Macskási L.: Műanyagok fröccsöntés. Lexica Kft., Budapest (2003).

Mikrohabosított fröccsöntött termék elemzése (Evaluation of microcellular injection molding)

Jobbágy Zsolt MSc
zsolti920619@gmail.com

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens, Polimertechika Tanszék
Dr. Suplicz András, adjunktus, Polimertechika Tanszék
Boros Róbert, doktorandusz, Polimertechika Tanszék

Napjainkban a műanyag termékek egyre meghatározóbb szerepet töltenek be életünkben, ugyanis már az ipar szinte minden területén felhasználásra kerültek, a műszaki cikkektől egészen a hétköznapi használati eszközökig egyaránt. A műanyagok töretlen térhódítása elsősorban az alapanyag rendkívül előnyös tulajdonságainak és viszonylag könnyű feldolgozhatóságának köszönhető. Ennek hatására az alapanyaggyártás és a feldolgozás technológiák az utóbbi években dinamikus fejlődésen mentek keresztül, amelyek eredményeként egyre gazdaságosabb és jobb műszaki megoldások kerültek megvalósításra.

A műanyagfeldolgozás technológiai közül az egyik legmeghatározóbb alakadási eljárás a fröccsöntés, amely még az általános válság ellenére is képes volt fejlődést és növekedést mutatni. A technológia nagy előnyét a közel bármilyen geometriával rendelkező 3D-s termékek nagy termelékenységű történő gyárthatósága jelenti, amelynek következtében a hőre lágyuló polimerek több mint 30%-át fröccsöntéssel dolgozzák fel [1]. Az eljárással épp úgy gyártanak kevésbé igényes háztartási eszközöket és játékokat, mint az autóipar által felhasznált precíz és funkcionális alkatrészeket. A speciális termékek esetenként különleges eljárásokat igényelnek, amelyek magukba foglalhatják a többkomponensű, víz- vagy gázutánnomásos, esetleg speciális habosítási technológiákat is.

A mikrocellás fröccsöntés az egyik legújabb habosítási technológia, amelyet a Trexel Inc. szabadalmaztatott MuCell néven 1998-ban [2]. A mikrocellás szerkezetű termékek számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek, amelyek a mikroszkópikus cella méreteknél és a megnövekedett cellaszámnak köszönhetőek. Ezzel a technológiával az általános habosítási eljárásoknál tapasztalt hátrányokat sikerült leküzdeni, amelyeket leginkább a hosszú ciklusidő és a vastag falak jelentettek.

Dolgozatomban átfogó célom a vastag falú fröccsöntött termékek gyártástechnológiájának optimalizálása, amelyhez egy előre megválasztott általános fröccsöntési technológiával gyártott vastag falú terméket vettem alapul. Kiemelt célom, hogy a mikrocellás fröccsöntés előnyös tulajdonságainak kihasználásával, a termék feldolgozási ciklusidejét minimalizáljam, amelyet elsősorban a termék tömegének csökkentésével kívánok elérni oly módon, hogy annak mechanikai tulajdonságai még megfeleljenek az előírt követelményeknek. Kiemelt szándékom továbbá az üvegszálerősítésű alapanyag mikrocellás termékre gyakorolt hatásának vizsgálata. További célom, hogy a mikrocellás fröccsöntést és a kémiai habosítást összehasonlítsam az általam választott vastag falú termék vizsgálatán keresztül.

Irodalom:

- [1] Buzási Lajosné: A fröccsöntés helyzete Magyarországon 2014-ben, Polimerek, 2/2, 50-53 (2016).
- [2] Jere R. A., Sung W. C., Dana L. E., David E. P., James F. S.: Injection molding of microcellular material. EP19980902562, Europe (1998).

Prototípus gyártószerszám fejlesztése autóiipari felhasználásra **(Development of a manufacturing prototype mold for automotive industry)**

Horváth Balázs Marcell MSc
oscarbazi@gmail.com

Konzulensek: Dr. Kovács József Gábor, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Dr. Baka Ernő, adjunktus, Gép- és Terméktervezés Tanszék

A mai modern és felgyorsult világban már egyre több fejlesztési területen alkalmaznak műanyag alkatrészeket fémek helyett. Egy ilyen feldolgozási terület például az autóiipar is. A műanyag, általában fröccsöntött eljárással készült termékek előnyei, hogy gyártási költségük olcsóbb, illetve az alkatrészek előállítása gyorsabb, mint maga a fém megmunkálása. Az így gyártott alkatrészeknek azonban teljesíteniük kell a korábbi fémekkel szemben előírt mechanikai tulajdonságokat, amelyeket a műanyagok esetében az alapanyagok tulajdonságaival tudnak megvalósítani. Esetleges erősítő adalékanyagok hozzáadásával merevebb, deformációra és zsugorodásra kevésbé hajlamos darabok készíthetők. Ezen felül lehetőség van új, és korszerűbb eljárások alkalmazására, főleg a prémium kategóriás autók tekintetében, amelyek az utasok kényelmét, komfortérzetét javítják, valamint esztétikai szempontból is fontosak, hiszen a vevők ezeket látják először, így jobban eladható termékeket készítenek (pl. bőrözött felület kialakítása fröccsöntés során, lakkozott réteg kialakítása a felületeken).

A gépkocsik belső terének változatos kialakítása a mérnökök és a designerek számára nagyon sok egyedi lehetőséget biztosít, mind megvalósítási oldalról, mind pedig technológiai oldalról. Az anyag és a technológia megválasztása során figyelembe kell venni az adott legyártandó alkatrész funkcióját, külső megjelenésének igényét, biztonságos kivitelezését, valamint szem előtt kell tartani a gazdasági és környezetvédelmi szempontokat is. Fontos szempont az is, hogy ezeket az alkatrészeket a lehető leggyorsabban tesztelni lehessen, hogy a széria gyártásban ne fordulhassanak elő hibák. Ilyen tesztelési lehetőség a prototípusgyártás, illetve a prototípus szerszámozás, amellyel gyártáshelyes termékek is tesztelhetővé válnak.

TDK munkámban célokom egy autóiipari tervezési és fejlesztési folyamat bemutatása, amely keretén belül egy műszerfalelem prototípusának modellezését, valamint ehhez a modellhez egy szilikonszerszám készítését végzem el. A modell mesterdarabját egy 3D nyomtatott darab fogja képezni.

Munkám további célja egy olyan prototípus szerszám elkészítése, amelyet a későbbiekben alkalmazva olyan termékek állíthatók elő, amelyek megközelítik a fröccsöntött termék minőségét, hiszen a szériagyártás előtt ilyen darabokon tesztelik a környező darabok egymáshoz illeszthetőségét, esetleges bepattanó kötések szilárdságát, lokátorok pozícióját, valamint a darabok egymáshoz viszonyított távolságát, az illesztési hézagokat.

Több szabadságfokú, FDM alapú 3D nyomtató fejlesztése (Developing an FDM-based 3D printer with more degrees of freedom)

Knyihár Gábor BSc
gabor.knyihar@gmail.com

Konzulens: Dr. Kovács Norbert Krisztián, adjunktus, Polimertechika Tanszék

Az iparban egy termék gazdaságosságának döntő szerepe van. Ezt leginkább a fejlesztési idővel tudjuk növelni, amiben nagy jelentősége van az additív gyártástechnológiáknak. Ezek közül is kiemelkedik az ömledékrétegzéses eljárás (FDM) amely során a gép a megolvasztott polimer alapanyagot rétegről-rétegre viszi fel, így építve fel a végleges geometriát. Az FDM technológia segítségével jó minőségű prototípusokat tudunk létrehozni rendkívül gazdaságosan.

Az FDM technológia egyik nagy hátránya, pont a rétegről-rétegre történő anyag felhordási mechanizmusából származik, ugyan is ilyenformán nem alkalmas arra, hogy előre elkészített prototípusokat kiegészítsünk vagy körbejárjunk és arra sem, hogy már az alapoktól különböző anyagokkal nyomtassunk. Ez azért probléma, mert az ipar régóta használ különféle anyagpárosításokat annak érdekében, hogy a lehető legjobb minőségű és tulajdonságú termékeket hozza létre. Gyakorta készítünk különböző bevonatokat annak érdekében, hogy egy termék vagy alkatrész, kopás- és vagy korrózióállóságát növeljük. Kompozitokat hozunk létre szívós befoglaló anyagból (mátrix) és nagy szilárdságú szálal erősítőanyagból azért, hogy a különböző tulajdonságokat vegyítsük és ezáltal egy erősebb, jobb anyagot hozzunk létre.

Annak érdekében, hogy az FDM technológia alkalmas legyen olyan alkatrészek additív gyártására, ahol a különböző részek eltérő anyagból, eltérő munkafázisban kerülnek felhordásra, több szabadságfokra van szükségünk. TDK dolgozatom célja tehát egy olyan több szabadságfokú FDM alapú additív gyártóberendezés megalkotása, amelynél a nyomtatófejet a térben egy robotkaros mechanizmus mozgat, valamint forgat. Munkám első lépésként egy, már meglévő robotkart alakítottam át úgy, hogy az az FDM technológia alapját képező extruderfej befogadására és működtetésére alkalmas legyen. A tényleges fizikai megvalósulás előtt számítógépes szimulációkat készítettem Wolfram Mathematica segítségével. Ennek eredményeit felhasználva készült el a vezérlőkód Matlab-ban. Az eszköz oldaláról az utasításokat egy Arduino fogadja és dolgozza fel. Ezt követően az így létrejött rendszert teszteltem. A tesztek eredményei alapján a végső célom egy olyan robotkar létrehozása, amely masszív, teljesen egyedi 3D nyomtatott alkatrészekből áll.

Külső fröccsegység tervezése (External Injection Unit Design)

Varga János MSc
jano1992@gmail.com

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

Az AQ Anton Kft. 1993-tól kezdve foglalkozik fröccsöntéssel, és 2004-től önálló üzletággá vált a vállalatban belül. 4400 m²-es gyártóterületen, éves szinten 1500 t műszaki műanyagot dolgoz fel. A létesítmény kimondottan fröccsöntésre rendezkedett be, így alkalmas az automatizált gyártásra, az alapanyag ellátástól a termék csomagolásáig. Az üzemben Engel és Demag típusú fröccsöntő gépek vannak telepítve, 80-400 t-ás mérettartományban¹. Első sorban PA6, PP, és SEBS alapanyagból készülnek a termékek. A vállalat specializálódott a többkomponensű termékekre, így három és négy komponensű termékek gyártására is alkalmasak a fröccsöntő gépek, de a legtöbb gép mégis csak kettő vagy három fröccsagregáttal rendelkezik. A további komponensek fröccsöntését egy babyplast nevű, külső fröccsegység segítségével oldják meg. A babyplast a megömlesztést és a befröccsöntést is egy-egy dugattyú segítségével oldja meg. Kis adagsúly esetén kielégítő működésre képesek, de egy bizonyos határ felett az ömledék homogenitását nem tudják megfelelően biztosítani. Piackutatásom alapján kijelenthető, hogy nem található olyan csigás mechanizmussal működő külső fröccsegység, amely a fröccsöntő üzem igényeinek megfelelően, ezért célul tűztem ki egy, a cég igényeinek megfelelő fröccsegység megtervezését.

Első lépésben a szükséges csigaátmérőt kellett meghatározni. A cél az volt, hogy a feldolgozandó alapanyagok plasztifikálása kielégítő legyen. A tervezés megkezdése előtt, az üzemben alkalmazott fröccsszerszámokat is meg kellett vizsgálni, abból a szempontból, hogy a fröccsegység milyen pozícióban helyezhető el. A tervezés során igazoltam, hogy ugyanaz a konstrukció nem alkalmas a horizontális és vertikális elhelyezéshez. A következtetések levonása után, egy 22 mm átmérőjű csigával rendelkező, horizontális elrendezésű, hibrid rendszerű fröccsegység konstrukciójának kidolgozása mellett döntöttem. A plasztifikálás szervohajtással történik, a befröccsöntés pedig hidraulikus elven működik, egy szervohidraulikus tápegység vezérlésével. A vezérlő szoftver más cégekkel együttműködve lesz kifejlesztve.

TDK munkámban célom a többkomponensű fröccsöntés megismerése és egy külső fröccsegység tervezése volt.

Fröccsöntésszimulációs szoftverek vetemedésszámítási algoritmusainak pontosítása

(Optimization of warpage calculating algorithms of injection molding simulation softwares)

Tomin Márton MSc
tominmarton@gmail.com

Konzulensek: Dr. Szabó Ferenc, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Zink Béla, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék

Az elmúlt évtizedben a műanyaggyártás korunk egyik legmeghatározóbb iparágává nőtte ki magát. 2015 évben 322 millió tonnányi polimer terméket gyártottak, amelynek köszönhetően a műanyagipar az előkelő 7. helyet foglalja el Európa vezető iparágai között. A folyamatos fejlődésnek köszönhetően a polimer termékek gyártása mára számos területre kiterjed, többek között a csomagoló-, az építő-, az autó- és az elektronikai iparra [1].

Jelenleg a fröccsöntés a leggyakrabban alkalmazott feldolgozás-technológia, részaránya meghaladja a 30 %-ot a magyar műanyag-feldolgozóiparban. Az ágazat dinamikus fejlődése, a fröccsöntött termékek bonyolult geometriája, valamint a folyamat során lejátszódó anyagszerkezettani változások indokolják a folyamat szimulációs úton történő modellezését. A termék-, illetve szerszámtervezési folyamat támogatása mellett a fröccsöntésszimulációs programok segítségével optimálható a gyártás, így rengeteg idő, valamint költség spórolható meg, jobb termékminőség érhető el [2].

A szimulációs eredmények pontosságát csökkentik a számítások során feltételezett egyszerűsítések. Jó példa az alapanyagban alkalmazott töltő és erősítőanyagok folyási úti szétválogatódása (szegregáció), amelyet a szimulációs algoritmusok pillanatnyilag nem képesek figyelembe venni, így pontosságuk csökken [3].

A termékek egyenetlen zsugorodása vetemedést, minőségbeli romlást eredményez. A vetemedést nagymértékben befolyásolja a töltőanyag szegregáció, mivel a termék különböző részein létrejövő eltérő töltőanyag-tartalom hatására megváltoznak az alapanyag-tulajdonságok, így különböző mértékű zsugorodás lép fel [3].

Célom olyan matematikai modellek kidolgozása, amelyekkel a szegregációs jelenségek modellezése pontosítható, és amelyek végeselemes fröccsöntési szimulációs programokba való integrálásával növelhető azok vetemedésszámítási algoritmusainak pontossága, kiküszöbölhetők az eddigi elhanyagolások által okozott pontatlanságok. Mivel a szimulációs programokat az ipar számos területén alkalmazzák, így a vetemedési számítások pontosítása széles körben lenne pozitív hatással a termék-, illetve szerszámtervezési folyamatokra [3].

Irodalom:

- [1] Plastics Europe: Plastics - the Facts 2016, An analysis of European plastics production, demand and waste data (2016).
- [2] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimertechnika alapjai. Műegyetemi Kiadó, Budapest (2000).
- [3] Dunai A., Macskási L.: Műanyagok fröccsöntése. Lexica kiadó, Budapest (2003).

Természetes kaucsuk tartalmú politejsav biopolimer fröccsöntése különböző csigacsúcs konstrukcióval

**(Injection molding of natural rubberfilled polylactid-acid by using different
screw design)**

**Lukács Antal MSc
lukacsantal93@gmail.com**

**Konzulensek: Dr. Tábi Tamás, egyetemi docens, Polimertechnika Tanszék
Hajba Sándor, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék**

Napjainkban világméretű problémát okoznak a kőolaj alapú polimerek millió tonna számú gyártása, felhasználása és az ezekből keletkező hulladékok gyűjtése, kezelése akár újra felhasználása. Évek óta próbálkoznak, kísérleteznek és kutatnak olyan anyagcsoport után, ami megoldhatja a fent említett problémát. Nagy reményeket fűznek a biológiai úton lebomló anyagokhoz, mivel a hétköznapi életben termesztett mezőgazdasági növényeinkből (pl. kukorica, burgonya, rizs, stb.) előállíthatók.

Jelenlegi kutatások alapján a legígéretesebb a politejsav (PLA). Több szempontot megvizsgálva is belátható, hogy megfelel a mindennapokban gyártott tömegpolimerek tulajdonságainak. Egy hőre lágyuló polimer, tömeggyártásra alkalmas, könnyen kezelhető alapanyag és a legfontosabb, hogy biológiai úton lebontható anyag, mivel kukoricakeményítékből állítják elő.

A PLA mechanikai tulajdonságai közül jó szilárdsággal rendelkeznek, jó merevségi értékeket mutat, viszont gyenge ütésállósága van, ami sok termék esetében nagy hátrányt okoz a gyártás és az eladhatóság szempontjából.

Ezen hibájának javítására a kiinduló PLA alapanyag módosíthatjuk természetes kaucsuk felhasználásával. Fontos a százalékos arányuk a bekeverés során, viszont nagyon nagy előnyre teszünk szert az ügyben, hogy a természetes kaucsuk felhasználásával teljes mértékben megmarad a biobonthatóság illetve, hogy megújuló erőforrást alkalmazunk.

Dolgozatomban, és munkám során ezért a kaucsuk PLA-ra gyakorolt hatását, továbbá a feldolgozás során a kialakult kaucsukcseppek méretének hatását vizsgálom. A mintákat fröccsöntéssel állítom elő, különböző csigacsúcs geometriák felhasználásával a kaucsukcseppek eloszlása érdekében.

Üvegszál erősítésű poliamid lézersugaras hegesztése
(Laser diode welding of glass fiber reinforced polyamide)

Gyüre Bálint MSc
gyurebalint@gmail.com

Konzulensek: Dr. Kiss Zoltán, adjunktus, Polimertechnika Tanszék
Temesi Tamás, doktorandusz, Polimertechnika Tanszék

Az utóbbi években a lézersugaras hegesztés nagy figyelmet kapott, mint ígéretes hegesztési technológia, amely nagy termelékenységű, rugalmas és kiváló minőségű, kis deformációjú varratok létrehozására képes. A varrat minőségén túl a technológiának további előnye az automatizálhatóság és gyártósorokba való könnyű integrálhatóság. A nagy teljesítményű és magasan automatizált gyártósorokon a megfelelő hegesztési technológia kiválasztása rendkívül fontos, mivel ekkor már egy előgyártott és előkészített nagy értékű munkadarabokat kapcsolunk össze. Korábbi kutatások alapján a dióda lézer átvitelű hegesztési technológia pénzügyileg és technikailag is a legjobb megoldás a kapacitás, automatizáltság, kontaktmentesség, higiénia, alacsony hőmérsékletű, rövid ciklusidejű és több anyag egyidejű kapcsolására képesség mivolta miatt.

A használhatósága több iparágon is átível többek között az autóiparon, a gyógyszeriparon, légitechnikán, elektronikán és szenzortechnikán. A technológiát folyamatosan vizsgálják nem csak polimerek hegesztésekor, különösképpen a lézer nyaláb okozta ömledékáram, a kulcslyuk effektus és a buborék okozta porozitást szempontjából.

Dolgozatomban üvegszál erősítéses hőre lágyuló, elsősorban poliamid mátrixú kompozitok hegesztésével foglalkozom. Feladataim közé tartozik a munkadarabok előkészítése, azok hegesztése és az elkészült varratok vizsgálata, majd a kapott eredmények alapján a technológiai paraméterek és a kötőszilárdság kapcsolatának vizsgálata.

**3D nyomtatott nyeregízület implantátum követelményrendszere és
elkészítésének lehetőségei**
**(Requirements and manufacturing possibilities of a 3D printed CMC
implant)**

Wimmer Anna MSc
anna.wimmer9210@gmail.com

Konzulens: Dr. Kiss Zoltán, adjunktus, Polimertechnika Tanszék

A 3D nyomtatással gyártott orvostechnikai eszközök, implantátumok és protézisek segítségével mindenkit személyre szabottan lehet kezelni, gyógyítani, ugyanis az érintett személy anatómiai sajátossága alapján történik a szükséges eszköz gyártása. A betegről MRI vagy CT felvételt készítenek, ezután egy szoftver segítségével elkészítik a 3D modellt, majd megtervezik az implantátumot és végül egy megfelelő additív gyártástechnológiával legyártják. A hagyományos módszer esetében a mérési, célzási folyamat a beavatkozást követően történik [1], amely időigényesebb, kockázatosabb, valamint pontatlanabb lehet. A PSI (Patient Specific Instruments) technológia esetében azonban a műtét alatti mérés elmarad, ezáltal csökken a beültetés ideje. Továbbá a műtét kevesebb vérzéssel, műtét utáni duzzadással, illetve fájdalommal jár.

A dolgozatban egy kézsebészeti nyeregízület implantátum tervezésével és gyártásával foglalkozunk. Az implantátum beültetése akkor válik szükségessé, amikor már a konzervatív gyógy módok nem segítenek az arthrosisban szenvedő pácienseknek [2]. Az irodalomkutatás során részletesen bemutatom a jelenleg használt implantátumokat, a kezeléseik során felmerülő problémákat. Az implantátum kialakításával, rögzítésével szembeni követelményeket ortopéd orvosok tapasztalatai, javaslatai alapján határozom meg, továbbá human cadaver mintákon mechanikai szempontból jellemzem a leendő implantátummal szembeni követelményeket. A human cadaver minták 3D szkennelése, majd a kiválasztott biokompatibilis anyagból való 3D nyomtatása után mechanikai vizsgálatokat végzek, és összehasonlítom a kapott eredményeket.

Irodalom:

- [1] Van De Kimmenade R. J., Bullens P. H. , Raven E. E.: Short Term Results Of The Ascension® Nugrip™ Cmc Implant For Thumb Carpometacarpal Osteoarthritis. The Internet Journal of Orthopedic Surgery, (2014)
- [2] Semere A., Vuillerme N., Corcella D., Forli A., Moutet F.: Results with the Roseland1 HAC trapeziometacarpal prosthesis after more than 10 years. Chirurgie de la main, (2014).