

LABORATÓRIUMI MŰANYAGGRANULÁTUM KÉSZÍTŐ GÉP TERVEZÉSE

THE DESIGN OF A SMALL-SCALE GRANULATE PRODUCING MACHINE

Kedves Botond,¹ Gergely Attila²

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, Marosvásárhely, Románia

¹ Gépészmérnöki Szak, IV év, kedvesbotond10@gmail.com

² Gépészmérnöki Tanszék, agergely@ms.sapientia.ro

Abstract

The aim of this paper is to present a granulate manufacturing machine that will be used for recycling plastics in a laboratory at the Sapientia University. In order to produce granulates of recycled plastics the plastic part has to be grinded and then extruded. The extruded polymer filament then can be converted to granulates. We present the working principle, design steps, structure and 3D model of a small scale granulate producing machine with a cost-effective approach.

Keywords: *thermoplastics, polymer, granulate, design, 3d modeling.*

Összefoglalás

A dolgozat célja egy granulátumkészítő gép ismertetése, melyet egy műanyag-újrahasznosító gyártósoron alkalmazunk. Miután a ledarált műanyag az extruderen keresztül egy műanyagszállá alakul át, azt granulátum formába kell alakítani. Ezt a feladatot hivatott elvégezni a granulátumkészítő gép. Az dolgozatban ismertetjük a granulátumkészítő gép tervezési lépéseit, melyhez társul a 3D modellezés. A végeredmény egy olyan gép, mely kivitelezhető úgy laboratóriumi berendezésként, mint ipari felhasználásban.

Kulcsszavak: *műanyag, polimer, granulátum, tervezés, 3D modellezés.*

1. Bevezetés

A műanyagok olyan mesterségesen előállított anyagok, amelyek napjainkban szinte mindenhol jelen vannak. A teljes műanyag felhasználás megoszlása a következő: háztartásokban 22%-ban, nagyiparban 5%-ban, elektronikában 7%-ban, építőiparban 18%-ban, csomagoló anyagként 38%-ban, mezőgazdaságban 3%-ban és a maradék 7% a járműiparban fordul elő. Azt is mondhatjuk, hogy napjainkban nélkülözhetetlen anyag. [1]

A polimereket előállítás szempontjából két nagy csoportra oszthatjuk: új nyersanyag létrehozása és már meglévő polimer termékek újrahasznosítása.

Új nyersanyag létrehozásán azt értjük, hogy kémiai folyamatok során nagyrészt kőolajszármazékokból, kaucsukból állítunk elő új műanyagokat. Ennek legnagyobb hátránya, hogy olyan alapanyagokat használunk az előállításához, amelyek ahhoz, hogy a rendelkezésünkre álljanak, további energia befektetést igényelnek. A kőolajat ki kell termelnünk az altalajból. Másik nagy hátránya, hogy mire megfelelő állapotba kerül a műanyag, számos szennyező gáz kerül a légkörbe. [2]

Az újrahasznosítás jelenlegi helyzetben nem garantált, hogy költséghatékonyabb. A műanyagok újrafeldolgozásának alapja a szelektív gyűjtés. Ezen fogalom alatt azt értjük, hogy a háztartási hulladékokat típusuk szerint elkülönítjük egymástól. Ez leginkább két dologtól függ, elsősorban

az emberek mentalitásától, másodsorban a rendelkezésünkre álló tároló helyektől, hiszen nem mindenhol van kihelyezve háromféle szeméttároló ahol szelektíven tudják az emberek tárolni a hulladékot.

Ahhoz, hogy a műanyagokat újra fel lehessen használni, granulátum formába kell hozni, amelyhez egy berendezés, gépsor szükséges. Az automatizált gépsor, mely a műanyag hulladékból, műanyag granulátumot hoz létre több berendezést tartalmaz. A gépsor egyik legfontosabb eleme az extruder, mely össze van kapcsolva egy vezérlőegységgel. Feladata, hogy az összedarabolt műanyag hulladékból, műanyag szálakat, rudakat gyártson. A második szakaszban a műanyag szálakat, le kell hűteni. A hűtés többféle módon kivitelezhető, pl. nagy teljesítményű ventilátorok segítségével, viszont a legkedvezőbb, leggazdaságosabb megoldás, ha egy folyadékkal töltött közegbe vezetjük a szálakat.

Miután a műanyag kijön az extruder szerszámból és hosszan halad a vízzel töltött hűtőtartályon, a műanyag megkeményedik, ami elengedhetetlen a következő szakaszban lejátszódó daraboláshoz. A harmadik szakasz a műanyag szálak darabolása, aprítása, melyet egy motorral hajtott késes daraboló végez, tulajdonképpen ez a granulátum-előállító berendezés. [3]

A folyamatos üzemű ömledékkeverő extruderből kijövő polimer szemcsézésére (granulálására) többféle technológia használatos. A daraboló, aprító gép szerepe, hogy a granulátumot megfelelő nagyságúra darabolja. A berendezés követelményei, hogy lehessen állítani a keletkezett granulátum méretét, gazdaságos legyen, megfelelően legyen méretezve és ami a legfontosabb, hogy biztonságos legyen. Két fő típusát különböztethetjük meg: az egyik a forgókéses, excentrikus daraboló, a második a száldaraboló berendezés, ezen belül is van 2 késes, illetve az állókéses verzió.

A forgókéses, excentrikus daraboló berendezés működése közben az extruder rostán folyamatosan áthaladó műanyagot egy tengely körül forogó kések aprítják, így létrehozva a granulátum nyersanyagot. A berendezés előnyeihez tartozik, hogy termelékeny, könnyen karbantartható. Viszont hátrányként említhető, hogy a műanyag hűtését már a rostán keresztül kell megoldani ill. jelentős anyagi befektetést igényel. [4]

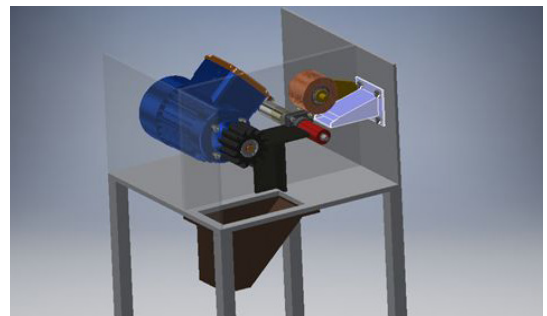
Az egykéses száldaraboló berendezésnek tulajdonképpen 2 darab kése van, melyek közül az egyik forog, a másik áll. Két darab görgő, melyek ellentétes irányba forognak, megvezeti a műanyag szálakat ezáltal biztosítva a műanyag szá-

lak folyamatos előtolását. A szál, miután eléri a forgó körkést, alá van támasztva az álló kés által és elnyíródik. Leghasználatosabb daraboló, mivel szerkezetileg egyszerű, gazdaságos és relatív kis befektetéssel előállítható.

2. A granulátumkészítő berendezés bemutatása

2.1. Működés és 3D-s modell

A tervezett gép működési elve a következő: miután az extruderből a folyékony halmazállapotú szál kijön, lehűtve megszilárdul majd belevezetődik a gépbe a garat segítségével. Ez a garat úgy van elhelyezve a gép jobb oldalán, hogy a polimer szálakat (filamentet) az előtoló berendezés fele irányítja. Az előtoló berendezés 2 darab görgőből áll, melyek közre veszik a szálakat és ellentétes irányba forognak. A felső görgő csapágyazva van, szabadon forog és egy karra van szerelve, amely lehetővé teszi, hogy vastagabb szálakat is képes legyen közre venni. Ezt a kart egy rugó szorítja le miután a szál bevezetődik a két henger közé ezáltal nyomást gyakorolva a polimer szálra. Az alsó görgő – amely szintén csapágyazva van és amelyet egy egyenáramú motor hajt meg – szerepe az előtoló mozgás biztosítása. A motor fordulatszámának változtatásával a granulátum méretét tudjuk befolyásolni. A polimer szál ezután egy közvetítő alkatrészen halad át, ami egyben az állókés szerepét is betölti. Ez az alkatrész csavarkötéssel van a gép vázához rögzítve. Az állókés maximum 2 mm-es távolságra lehet a forgókéstől, így biztosítva a polimerszál nyírási igénybevételét a megmunkálás alatt. A forgókést egy váltóáramú motor hajta meg állandó fordulatszámon. Miután a kés feldarabolja a polimerszálakat, a granulátum darabok az elvezető garaton keresztül távoznak egy tárolóba. Ezután kezdődhet a műanyaggranulátum újrahasonosítása különböző polimermegmunkálási technológiákkal.

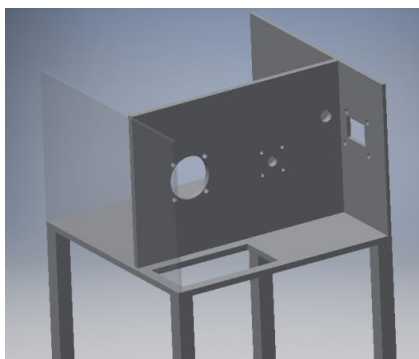


1. ábra. A tervezett száldaraboló 3D modellje

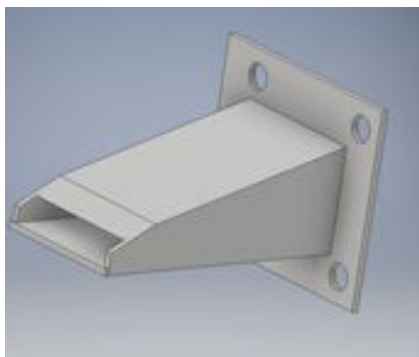
2.2. A berendezés felépítése

2.2.1. Váz

A berendezés egyik legfontosabb eleme, mely egyben formát is ad a gépnek és a legtöbb elemből áll. A vázat (2. ábra) nagyrészt lemezek és négyzet profilú zártszelvények alkotják. A váz tartalmazza az alaplapot, amely 8 mm vastagságú lemezből készü, OL50l. Az alaplap mérete 300x300 mm²-es és tartalmazza a kiömlő garatnak a nyílását. A főoldallap szintén 8 mm vastag anyagból készül, mivel arra helyezzük el a motorokat és az állókést. Ennek mérete 300x2002 mm. Az alaplap és a főoldallap hegesztéssel kötjük egymáshoz T alakban. A borítólemezek 2 mm vastagságúak, melyek a berendezés biztonságos működtetését segítik elő. A vázhoz tartozik négy darab láb, melyek 30x30x3 mm zártszelvényből készülnek és az alaplap négy sarkára vannak elhelyezve. Egy másik fontos eleme a váznak a kontrakés mely a főoldallapra helyeződik el a forgókés tengelyének magasságába.



2. ábra. A berendezés szerkezeti váza



3. ábra. Beömlő garat geometriája

2.2.2. Garatok

A garatok geometriailag egy csonkagúlára hasonlítanak. A beömlőgarat (3. ábra) szerepe, hogy megvezesse a rajta bemenő műanyagszálat. 2 mm vastag lemezből készül, a végén levő nyílás magassága határozza meg, hogy maximálisan mekkora átmérőjű szál mehet keresztül rajta, ez jelen esetben 8 mm. A kiömlő garat csak méretekben, nagyobb, változik a beömlőtől, mindkettő 4-4 csavarkötéssel rögzítjük az alaplapra, illetve oldallapra.

2.2.3. Körkés

A körkés (4. ábra) tulajdonképpen egy 8 fogú palástmaró. A palástmaró külső névleges átmérője 65 mm, szélessége 40 mm, belső furatátmérője 28 mm. Fogmagassága 7 mm, dőlésszöge 25 °. Mivel a motor tengelye és a palástmaró belső furatának átmérője nem egyforma méretű, szükség van egy csatlakozó alkatrésze (5. ábra), mely reteszkötésekkel van ellátva úgy a palást felületen, a furatban. A reteszkötések a motor nominális teljesítményére vannak méretezve.



4. ábra. Körkés: palástmaró



5. ábra. A villamosmotor tengelyét a körkéshez csatlakoztató alkatész



6. ábra. Előtolást biztosító görgő

2.2.4. Görgők, előtolás

A görgők (6. ábra) szerepe az előtolást biztosítani, ezért célszerű olyan anyagot választani, amelynek tapadása nagy vagy a görgők felületének érdes kialakítása. Az előtoló henger egy nyomtatóból származik, melynek tengelye fém, külső felülete viszont gumírozott és teljes mértékben megfelel erre a célra. A felső henger polimer (PA6), melynek külső felülete randalírozott (recézt), valamint egy kar segítségével a függőleges pozícióját változtatni lehet, így elősegítve a megmunkálás kezdeti fázisában a polimer szál bevezetését a berendezésbe.

2.2.5. Motorok, hajtás

A palástmaró forgását egy 0,3 kW teljesítményű 3 fázisú motor látja el, mely működik monofázisról azáltal, hogy egy 5 μ F kapacitású indító-kondenzátor van bekötve csillag kapcsolásban. Névleges fordulatszáma 1350 ford./min. Figyelembe véve, hogy egy 3 mm vastag polimerszálat szeretnénk megmunkálni, melynek nyírószilárdsága PET esetén 1,38 MPa szobahőmérsékleten, kiszámítva a filament keresztmetszetének területét, 7,06 mm², a szükséges erő 10,5 N. Ezt besorozva a palástmaró sugarával 0,32 Nm nyomaték szükséges, amely 0,27 kW teljesítmény jelent. [5] A motor 4 darab csavarkötéssel csatlakozik a főoldallapra. A motor tengelyéről reteszkötéssel biztosítjuk a forgatónyomaték a palástmaróra. Az előtolást biztosító motor egy POLOLU 25Dx54L típusú egyenáramú motor, melyet POLOLU 24v23 motor vezérlő szabályoz. A motorvezérlő USB MINI típusú csatlakozóval van ellátva. Gyári prog-

ram van a vezérléséhez. A motor névleges adatai: súlya 104 g, 4 mm tengelyvastagság, 6 V-ról üzemeltethető, maximális fordulatszáma 78 rpm és 0,67 Nm nyomatékkal rendelkezik. [6]

4. Következtetések

A dolgozatban bemutatott granulátum-előállító berendezés egy államvizsgadolgozat, melynek oktató jellege van. Egy laboratóriumi berendezésként fog szolgálni a Sapiencia EMTE Marosvásárhelyi Karán. Célja, hogy a tanulók jobban tudják elsajátítani a műanyagmegmunkálási folyamatokat, jobban megértsék, hogyan lesz a hulladékból, újra felhasznált műanyag és remélhetőleg ez befolyásolja véleményüket a szelektív hulladékgyűjtésről. A berendezés tervezése során, mint dák betekintést nyertem, hogy miből áll egy működő berendezés tervezése és létrehozása: matematikai számítások, 3D modellezés, ill. a tulajdonképpeni kivitelezés nehézségei úgy logisztikai, mint technológiai értelemben.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] *Műanyagtermelés és felhasználás napjainkban.* <https://sites.google.com/site/adhjfhao/home/muanyagtermeles-es-felhasznalas-napjainkban> (letöltve: 2019. február 10.).
- [2] Rauwendaal C.: *Polymer Extrusion.* 4th ed.. Hanser, München, 2004.
- [3] Giles H. F., Wagner J. R.: *Extrusion: The Definitive Processing Guide and Handbook.* Crescent Associates Inc., Rochester, New York, 2004.
- [4] *Air Cooling Hot Face Plastic Granulator PVC PP PE PS Pelletizing Line* <https://cnbmjacky.en.made-in-china.com/product/HSumLsgOLDhZ/China-Air-Cooling-Hot-Face-Plastic-Granulator-PVC-PP-PE-PS-Pelletizing-Line.html> (letöltve: 2019. január 8.).
- [5] Sulinet. *Áthajtoművek kialakítása, felépítése, szerkezeti részei, áthajtoművek teljesítmény, nyomaték, fordulatszám viszonyai* <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/gepeszet/gepelemek/athajtomuvek-kialakitasa-felepitesi-szerkezeti-reszei-athajtomuvek-teljesitmeny-nyomatek-fordulatszam-viszonyai/athajtomuvek-kulonbozo-viszonyai> (letöltve: 2019. január 9.).
- [6] Pololu Robotics and Electronics. *75:1 Metal Gear motor 25Dx54L mm LP 6V with 48 CPR Encoder* <https://www.pololu.com/product/2286/specs> (letöltve: 2019. január 15.).