

КОМПЮТЪРНА СИМУЛАЦИЯ НА РАЗЛИЧНИ ВИДОВЕ БИОРАЗГРАДИМИ ПЛАСТМАСИ

Емил Велев

Пловдивски Университет «Паисий Хилендарски»

COMPUTER SIMULATION OF DIFFERENT TYPES OF BIODEGRADABLE PLASTICS

Emil Velev

UNIVERSITY OF PLOVDIV PAISII HILENDARSKI

Abstract

Plastic blanks and articles of different sizes, shapes and colors are they penetrate widely both in industry and in the world, which creates problems in their recycling. The European Pact adopted a directive on their replacement with biodegradable plastics. It is therefore necessary to carry out an analysis of the possibility of switching existing injection molding dies to biodegradable plastics and how this will affect the business. The use of biodegradable plastics will reduce pollution and emissions.

Keywords: PLA, biosphere, biodegradation, bioplastics

ВЪВЕДЕНИЕ

Широкото използване на пластмасови детайли и заготовки в промишлеността и в бита доведе до проблеми с рециклирането им. Европейският парламент прие директива за премахване или заменяне на изделия за еднократна употреба, като например лъжички, вилички, сламки и други, с цел да се намали замърсяването на околната среда. Едно от решенията е да се използват добавки към пластмасите за тяхното разпадане или биопластмаси. Друго решение е тези изделия да се изработват от дървесина, което не винаги е възможно и удачно.

При първия подход с използване на добавки пластмасите се разграждат за определен период от време и проценти. В зависимост от процентното съдържание на добавките се променя и времето за разграждане. Съществуват фирми за производство на добавки като например Biosphere, Siemens, Bio-Тес Environmental.

При използването на гранулат на органична основа получените пластмасови детайли за еднократна употреба се разграждат напълно в околната среда, което намалява замърсяването ѝ.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Използваните добавки към пластмасата са различни в зависимост от вида ѝ. Фирмите производителки предоставят информация както за процентното съотношение така и вида пластмаса, към която се прилагат.

За изпитанията има разработени методики, на базата на които се извършва тестове за доказване до колко и за какво време се биоразграждат пластмасите, в които има добавки за биоразградимост.

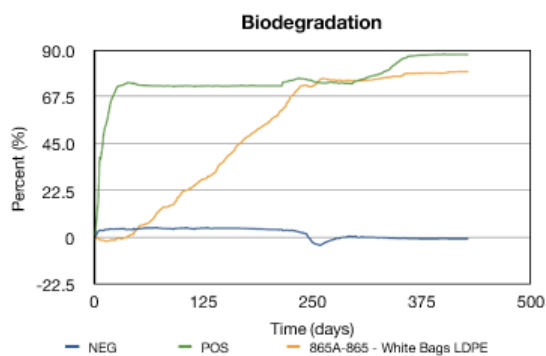
From: Thomas Poth

Number of pages including cover: 1

Regarding: ASTM D 5511-11 test update for White Bags LDPE- 429 days

	Inculum	Negative	Positive	865 - White Bags LDPE
Cumulative Gas Volume (mL)	2298.2	2233.4	11002.2	13565.7
Percent CH ₄ (%)	43.7	41.1	41.5	53.7
Volume CH ₄ (mL)	1005.4	317.8	4561.6	7290.0
Mass CH ₄ (g)	0.72	0.66	3.26	5.21
Percent CO ₂ (%)	40.5	38.9	42.0	35.6
Volume CO ₂ (mL)	931.2	868.8	423.7	4829.4
Mass CO ₂ (g)	1.83	1.71	9.08	9.49
Sample Mass (g)	1,000	10	10	8.0
Theoretical Sample Mass (g)	0.0	8.6	4.4	6.9
Biodegraded Mass (g)	1.04	0.96	4.92	6.49
Percent Biodegraded (%)		-0.9	87.9	79.6

Фиг. 1. Резултати от тест за биоразградимост



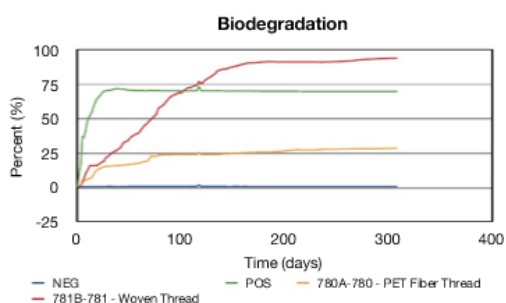
Фиг. 2. Диаграма за биодеградиация (материал LDPE)

На фигури 1 и 2 са представени времето и процентното разграждане на торбички, произведени от LDPE с добавка на фирма Biosphere. От диаграмата на фиг. 2 е видно, че след 429 дни имаме близо 90% биоразграждане. Теста е направен съгласно ASTM D 5511-11 на ASTM (American Society for Testing and Materials) [3].

To: BioSphere
Date: April 17, 2014
From: Thomas Poth
Number of pages including cover: 2
Regarding: Testing under D5511 of Biosphere Pet Fiber Samples (309 Days)

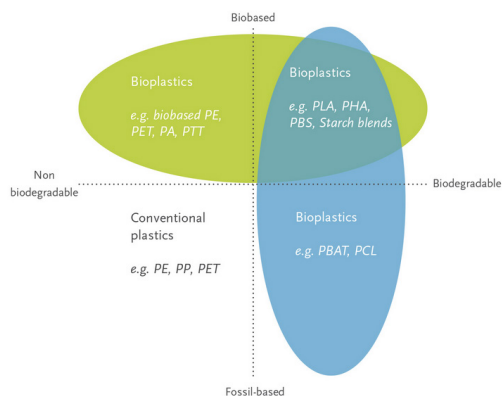
	Inculum	Negative	Positive	780 - PET Fiber Thread	781 - Woven Thread
Cumulative Gas Volume (mL)	1206.2	1508.5	8420.2	7329.7	18245.5
Percent CH ₄ (%)	30.9	31.3	36.1	41.8	50.4
Volume CH ₄ (mL)	372.9	472.6	3036.6	3064.0	9188.1
Mass CH ₄ (g)	0.27	0.34	2.17	2.19	6.56
Percent CO ₂ (%)	45.6	41.4	44.2	38.8	37.9
Volume CO ₂ (mL)	549.5	624.7	3721.7	2844.2	6910.5
Mass CO ₂ (g)	1.08	1.23	7.31	5.59	13.57
Sample Mass (g)	1,000	10	10	15.0	13.9
Theoretical Sample Mass (g)	0.0	8.6	4.4	9.3	8.6
Biodegraded Mass (g)	0.49	0.59	3.62	3.17	8.62
Percent Biodegraded (%)		1.1	70.7	28.8	94.5

Фиг. 3. Резултати от тест за биоразградимост



Фиг. 4. Диаграма за биодеградиация (материал PET Fiber Thread)

На фигури 3 и 4 са показани времето и процентното разграждане на нетъкан текстил от PET. От диаграмата на фиг. 4 е видно, че след 309 дни имаме близо 89% биоразграждане. Теста е направен съгласно D5511 на ASTM [3].

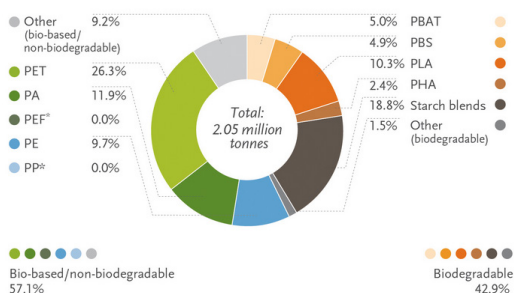


Фиг. 5. Видове пластмаси

На фиг. 5 са показани възможите форми на произход и разградимост използваните пластмаси: от фосилните до биобазирани и от бионеразградимите до биоразградимите. Може да се види, че единствено биопластмасите като PLA, PHA, PSB са на органична основа и са биоразградими [4].

С използване на органичен гранулат, като например полилактична киселина (polylactic acid - PLA) се намаляват вредните последиствия върху околната среда. Този материал е биоразградим, биоактивен, термопластичен, алифатен полиестер, извлечен от възобновяеми източници. В САЩ и Канада се добива от царевично нишесте. В Европа се добива от захарна тръстика. Произведеното количество през 2010 г. на PLA беше на второ място по обем на потребление на биопластмаси в света. Площите, отделени за тези култури, с всяка година се увеличават, като по този начин се увеличава и производството на биопластмаси.

Global production capacities of bioplastics 2017 (by material type)



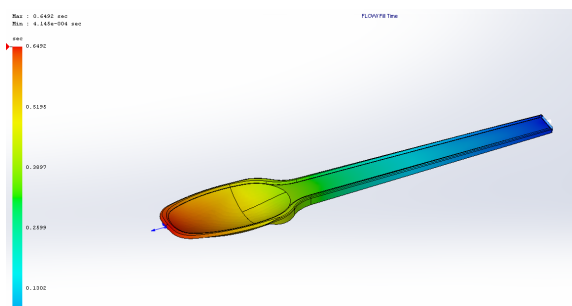
Фиг. 6. Годишно производство на биопластмаси за 2017

От фиг. 6 може да се види какво е процентното съотношение на биоразградимите и бионеразградимите пластмаси, които възлизат съответно на 42.9% и 57.1% през 2017 г. в световен мащаб. На фигурата може да се види същата така и какъв е процентния дял на различните биопластмаси по вид материал.

Производителите на изделия за хранително-вкусовата промишленост, като например опаковки, лъжички, вилички, чаши и тарелки, ще трябва плавно да преминат към използването на тези материали.

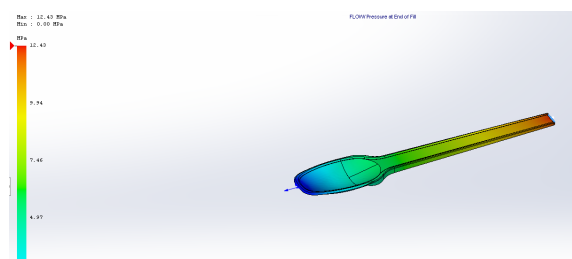
Ето защо е необходимо да се извърши симулация на процесите на шприцване с цел установяване пригодността на съществуващите инструменти.

За компютърните симулации на лъжичка за сладолед е използвано приложението Plastics на програмата SolidWorks, което позволява да бъдат изследвани много величини от процеса на шприцване, като например времето за запълване, налягането в различни зони от детайла, местата където ще има вероятни недозапълвания на формата и други.



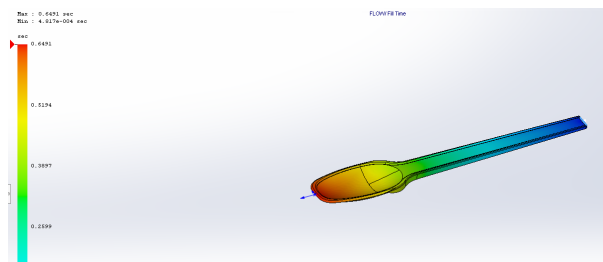
Фиг. 7. Разпределение на температурата (материал PP)

На фиг. 7 е показано температурата в зависимост от времето за запълване на кухината в шприцформата. Времето, необходимо за запълване, е 0.6492 сек.



Фиг. 8. Разпределение на налягането (материал PP)

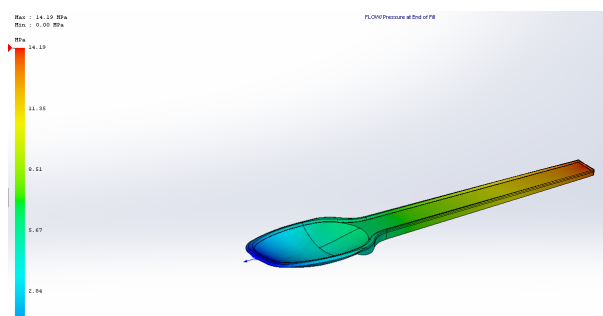
Разпределението на налягането е показано на фиг. 8. За материал полипропилен (PP), максималното налягане е 12.43 MPa.



Фиг. 9. Разпределение на температурата (материал PP+1% добавка)

На фиг. 9 е показано време-температурната зависимост за полипропилен с добавен 1% добавка за биодegradация. Необходимото време е 0.6491 сек.

Симулация е извършена при генериран материал с 1% влошаване на неговите качества, колкото е процентното съотношение на добавката към основния материал (PP).



Фиг. 10. Разпределение на налягането (материал PP+1% добавка)

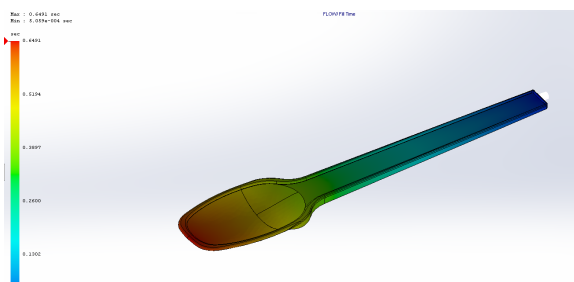
На фиг. 10 се вижда разпределението на налягането. Необходимото налягане е 14.19MPa.

За извършване на компютърната симулация беше генериран PLA материал в базата данни на SolidWorks на базата на данните от фиг. 11[5].

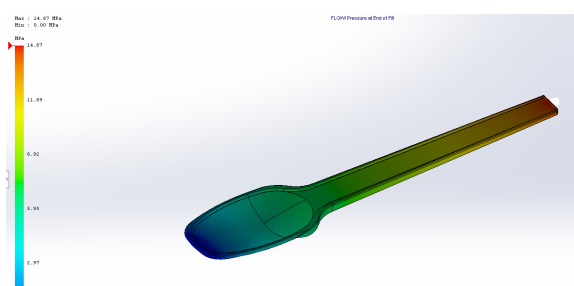
Poly lactide Injection molding grades are compatible with the use of hot runner systems. Typical conditions for injection molding are:

- Adapter Temperature: 185 - 200°C
- Dew Point: (-)40 - (-)35°C
- Die Temperature: 185 - 200°C
- Drying Temperature: 45 - 100°C
- Feed Temperature: 165 - 185°C
- Melt Temperature: 154.4 - 243.3°C
- Mold Temperature: 10 - 105°C
- Nozzle Temperature: 171.1 - 220°C
- Back Pressure: 0.345 - 1.724 MPa
- Injection Pressure: 55.16 - 137.9 MPa
- Moisture Content: 0.01 - 0.025%
- Screw Speed: 20 - 200 rpm
- Drying Air Flow Rate: 14.16 l/pm

Фиг. 11. Данни за материала PLA



Фиг. 12. Разпределение на температурата (материал PLA)



Фиг. 13. Разпределение на налягането (материал PLA)

След извършената симулация са получени резултатите за промяната на температурата и налягането в детайла показани на фиг. 12 и фиг. 13. Необходимото време за запълване на детайла е 0.6491 сек, а налягането е 14.35MPa.

Видно е, че промените в параметрите на процеса на шприцване, са минимални. Цената на изделието ще бъде факторът за тяхното налагане на пазара. Теглото на лъжичката е 1.8 g.

Таблица 1

	PP	PP+1% добавка	PLA
Време, sec	0.6492	0.6491	0.6491
Налягане, МПа	12.43	14.19	14.35
Цена, лв	0.0043	0.0193	0.0879

В табл. 1 са показани себестойността на лъжичката като материал и необходимото време и налягане за нейното производство. Може да се види, че единствено разликата в цената на изделието е съществена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Като заключение може да се каже, че биопластмасите мога да бъдат шприцвани в съществуващите шприцформи без да е необходимо тяхната преработка.

Acknowledgement

The author would like to acknowledge the support of the "Research & Development" division of

UNIVERSITY OF PLOVDIV PAISII HILENDARSKI in the project: СП17-TK-021/ 25.04.2017.

REFERENCE

- [1] Lombard M. Solidworks 2013 Bible. New York: John Wiley and Sons Inc., 2013.
- [2] Plastics, SolidWorks.
- [3] <http://www.biosphereplastic.com/>(02.10.2018)
- [4] <https://www.european-bioplastics.org/>.(01.10.2018)
- [5] <https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/poly lactide-pla-bioplastic>.(02.10.2018)