

3D ბეჭდვის მეთოდების მიმოხილვა

სოფიო მიქაბერიძე¹, ნათია ჯალალონია², მამუკა მაისურაძე²

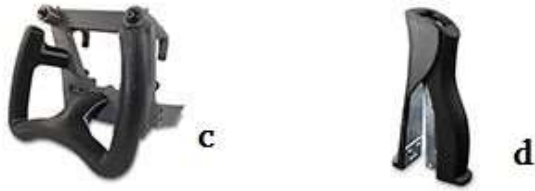
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი¹

სსიპ სოხუმის ილია ვეკუას ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტი²

აბსტრაქტი - 3D ბეჭდვა მყარად შემოვიდა და დამკვიდრდა ჩვენს ირგვლივ. სამგანზომილებიანი ბეჭდვის ტექნოლოგიები ყოველდღიურად ვითარდება და გვამღვებს ახალ შესაძლებლობებს მეცნიერებაში, ტექნოლოგიასა და ყოველდღიურ ცხოვრებაში. 3D პრინტერი ანუ სამგანზომილებიანი საბეჭდი მოწყობილობა უნიკალური ხელსაწყოა, რომელიც საშუალებას გვამღვებს დავბეჭდოთ როგორც მცირე ზომის მასალები, ასევე უზარმაზარი მოცულობის საგნებიც. მას გამოყენება აქვს სხვადასხვა სფეროებში. მაგ: მედიცინა, ავეჯის წარმოება, სათამაშოების წარმოება. 3D ბეჭდვას გააჩნია სხვადასხვა მეტოდი, თუმცა განვიხილოთ მათგან ყველაზე მეტად გავრცელებული და გამოყენებადი.

შესავალი - მსოფლიოში ყველაზე გავრცელებული მეთოდია - დნობით მოდელირება. მისი საშუალებით შესაძლებელია ნაკეთობების გამოზრდა როგორც სახლის უბრალო პრინტერების, ისე დიდი სიზუსტით საწარმოო სისტემებით. ამ მეთოდის პრინციპი მდგომარეობს წინასწარ გამდნარი პლასტიკური ძაფით ნაკეთობების ფენებად გამოზრდაში. ამ მეთოდით შესაძლებელია ისეთი ნიმუშების ჩამოსხმა, რომლებსაც გააჩნიათ შემდეგი უპირატესობები: ცვეთამედეგობა, დაბალი თვითღირებულება, შემდგომი დამუშავების ფართო შესაძლებლობა.



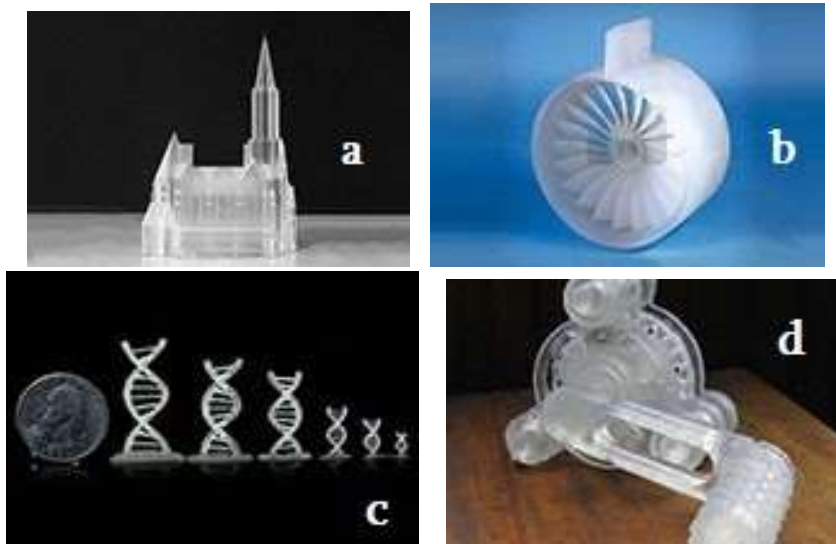


სურათი 1. FDM ტექნოლოგიით დამზადებული ნიმუშები

წარმოდგენილია მაღალი სიმტკიცის თერმოპლასტიკური პოლიეთერიმიდის ნიმუშები (a,b,c,d).

ამჟამად დნობით მოდელირების სისტემის მიერ წარმოებული პროდუქციის 51% არის პოლიმერ-პლასტმასის ტიპის ძაფები. ეს იმიტომ ხდება, რომ ასეთ მასალებს გააჩნიათ უნარი ხელი შეუწყონ პროდუქტების წარმოებას FDM მეთოდით და გახადონ ეს მეთოდი უფრო მართვადი და ოპტიმალური.

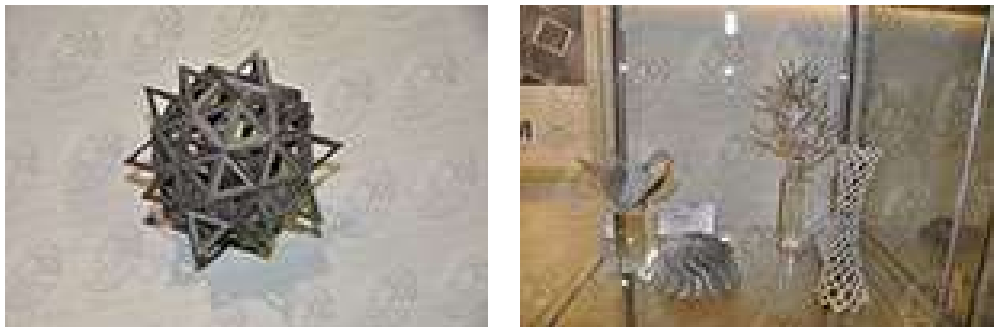
დნობით მოდელირების შემდეგ ერთ-ერთი ცნობილი მეთოდია ლაზერული სტერეოლითოგრაფია. ეს მეთოდი ემყარება ლაზერის სხივებით მოქმედებით თხევადი მასალის (ფოტოპოლიმერის) ფენებად გამყარებას. ფოტოპოლიმერის გამყარების ხარისხი, თავის მხრივ, დამოკიდებულია ულტრაიისფერი ტალღების დიაპაზონსა და დასხივების ხანგრძლივობაზე. ამ მეთოდს გააჩნია მთელი რიგი უპირატესობები: ნებისმიერი სირთულის, თხელკედლიანი დეტალის დამზადება, ზედაპირის მაღალი ხარისხი, დიდი ზომის სამუშაო კამერა სხვა ტიპის პრინტერებთან შედარებით, მასალის ხარჯვის დაბალი პროცენტი და საწარმოო ხმაურის დაბალი დონე. SLA მეთოდი ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში, ხელოვნებაში, კვების ინდუსტრიაში და ა.შ.



სურათი 2. SLA ტექნოლოგიით დამზადებული თხევადი ეპოქსიდის ნიმუშები (a,b,c,d).

მესამე მეთოდი რომელიც აუცილებელია, რომ განვიხილოთ არის შერჩევითი ლაზერული ლლობა. ის ინოვაციური ტექნოლოგიაა მეტალური ფხვნილის ლაზერით შელლობის გზით რთული ნაკეთობების დასამზადებლად. მისი დახმარებით ქმნიან არა მარტო

მათემატიკურად გათვლილ უზუსტეს დატალებს, არამედ განურჩეველ კონსტრუქციებს, რომლებიც ექსპლუატაციისას იცვლიან გეომეტრიას. ამ მეთოდს გააჩნია მთელი რიგი უპირატესობები, როგორებიცაა რთული გეომეტრიის, შიდა არხებისა და სივრცის მქონე, მცირე მასის ნაკეთობების დაბეჭდვა და საწარმოო მასალების ეკონომია.



სურათი 3. SLM ტექნოლოგიით დამზადებული თერმოპლასტური პოლიურეთანის ნიმუშების მაგალითები (a,b).

Direct Metal Laser Sintering (DMLS)-ლითონის პირდაპირი ლაზერული აგლომერაცია

ლითონის პირდაპირი ლაზერული აგლომერაცია (DMLS) მიეკუთვნება 3D ბეჭდვის მეთოდს, როდესაც ფხვნილები გამოიყენება პლასტმასის მასალების ნაცვლად, სხვადასხვა ნაკეთობის ან მისი ნაწილების შესაქმნელად, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც ფუნქციური პროტოტიპებისთვის, ასევე წარმოებისთვის. ლითონის პირდაპირი ლაზერული აგლომერაციის ტექნოლოგია ჰგავს შერჩევითი ლაზერული ლღობის მეთოდს, მაგრამ განსხვავება ორივე პროცესს შორის არის ტემპერატურა, რომელიც გამოიყენება ლითონის ფხვნილის შერწყმისთვის. DMLS პროცესში 3 განზომილებიანი საბეჭდი მოწყობილობა ადულებს ნაწილაკებს საკმარისად ისე, რომ მათი ზედაპირები იყოს გლუვი. ყოველ შემთხვევაში, ორივე ტერმინი (SLM და DMLS) ხშირად ურთიერთშემცვლელად გამოიყენება 3D ბეჭდვის ინდუსტრიაში. პირდაპირი ლითონის ლაზერული აგლომერაციის პროცესი მოიცავს ექვს ძირითად საფეხურს:

1. DMLS პროცესი იწყება 3D დიზაინის CAD ფაილის მონაცემების ცალკეულ თხელ ფენებად დაჭრით, თითოეული ფენისთვის 2D მოდელის გენერირებით.
2. აპარატი იყენებს მაღალი სიმძლავრის ოპტიკურ ლაზერს, რომელიც მოთავსებულია კამერის შიგნით და შეიცავს ინერტულ აირს.
3. აირის მასალების გამანაწილებელი პლატფორმა და ე.წ. “როლერი”, რომელიც გამოიყენება ახალი ფხვნილის გადასატანად სამუშაო პროცესში ფენა-ფენად.
4. ლაზერი იწყებს მუშაობას ფხვნილის ფენისთვის, შერჩევითად აქუცმაცებს მას. ფხვნილის ფენის დამატების და აგლომერაციის თანმიმდევრობა გრძელდება მთელი პროცესის დასრულებამდე

5. ბექდვის დასრულების შემდეგ, საბექდი მოწყობილობა გაგრილებას იწყებს, გაგრილების შემდეგ, გამოყენებული გაფხვიერებული მასალა ამოღებულია პრინტირიდან. საბოლოო ნაბიჯები მოიცავს დამხმარე სტრუქტურის მოხსნას და სხვა შემდგომ პროცესებს
6. DMLS ნაწილები მაქსიმალურად იქნას გასუფთავებული და მომზადებული შემდგომი ბექდვისთვის.



სურათი 4. DMLS მეთოდით დამზადებული ნაკეთობები.

დასკვნა. 3D ბექდვა არის იაფი ტექნოლოგია, რომელიც იძლევა საშუალებას სწრაფი პროტოტიპირების, პერსონალიზებული ნივთების და სათადარიგო კომპონენტების წარმოებას მინიმალური ნარჩენებით. ტექნოლოგია მომგებიანია და ფართო ხელმისაწვდომობის წყალობით, დამატებითი განვითარების გარდა, შემდგომში ბევრად უფრო სასარგებლო იქნება. წარმოდგენილ სტატიაში მიმოხილულია 3D ბექდვის მეთოდები, სადაც ნაჩვენებია თითოეული მეთოდის უპირატესობა და პრაქტიკული ღირებულება.

ლიტერატურა

1. Al-Hariri, Lara A.; Leonhardt, Branden; Nowotarski, Mesopotamia; Magi, James; Chambliss, Kaelynn; Venzel, Thaís; Delekar, Sagar; and Acquah, Steve, “Carbon Nanotubes and Graphene as Additives in 3D Printing” (2016). Carbon Nanotubes – Current Progress of their Polymer Composites. 1448;
2. Gross BC, Erkal JL, Lockwood SY, Chen CP, Spence DM. Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. Anal Chem. 2014;86(7): 3240–53;
3. K.V. Wong and A. Hernandez, A review of additive manufacturing, ISRN Mechanical Engineering, 2012. 2012(1): p. 1-10;

4. O. Ivanova, C. Williams, and T. Campbell, Additive manufacturing (AM) and nanotechnology: promises and challenges, *Rapid Prototyping Journal*, 2013. 19(5): p. 353-364;
5. H. Nevin and H. Mehrdad, Deposition direction-dependent failure criteria for fused deposition modeling polycarbonate, *Rapid Prototyping Journal*, 2014. 20(3): p. 221-227;
6. Joseph, T.M., Kallingal, A., Suresh, A.M. *et al.* 3D printing of polylactic acid: recent advances and opportunities. *Int J Adv Manuf Technol* **125**, 1015–1035 (2023).
7. Regina F, Lavecchia F, Galantucci LM (2018) Preliminary study for a full colour low cost open source 3D printer, based on the combination of fused deposition modelling (FDM) or fused filament fabrication (FFF) and inkjet printing. *Int J Interact Des Manuf IJIDeM* 12:979–993.

Abstract - 3D printing has firmly entered and settled around us. Three-dimensional printing technologies are developing every day and provide us with new opportunities in science, technology and everyday life. A 3D printer or three-dimensional printing device is a unique tool that allows us to print both small materials and objects of huge volume. It has applications in various fields. For example: medicine, furniture production, toy production. 3D printing has different methods, but let's consider the most common and applicable of them.