

Návrh modelu zariadenia na výrobu 3D tlačového materiálu

¹Peter HRABOVSKÝ, ²Michal VOLOCH, ³Ján MOLNÁR

^{1,2,3} Katedra teoretickej a priemyselnej elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Technická univerzita v Košiciach, Slovenská republika

¹peter.hrabovsky@tuke.sk, ²michal.voloch@student.tuke.sk, ³jan.molnar@tuke.sk,

Abstrakt — Tento článok popisuje návrh modelu zariadenia na výrobu plastových vlákien pre 3D FDM tlačiareň. Úvod článku je venovaný súčasnému stavu 3D tlače a materiálom. Ďalej je opísané zariadenie na výrobu plastového vlákna. Článok sa zaoberá aj návrhom jednotlivých častí zariadenia pomocou CAD softvéru s detailnými obrázkami 3D modelov jednotlivých častí zariadenia.

Kľúčové slová — 3D FDM tlačiareň, 3D model, CAD softvér, plastová struna

Design of a model of a device for the production of 3D printing material

Abstract — This article describes the design of a device for the production of plastic fibers for a 3D FDM printer. The introduction of the article is devoted to the current state of 3D printing and materials. Next, an apparatus for producing a plastic fiber is described. The article also deals with the design of individual parts of the device using CAD software with images of 3D models of individual parts of the device.

Keywords — 3D FDM printer, 3D model, CAD software, plastic string

I. ÚVOD

V posledných rokoch sa 3D tlač stala veľmi populárna. Vďaka výhodám ako je flexibilita dizajnu, nízke výrobné náklady a rýchla výroba sa technológia 3D tlače uplatňuje v mnohých oblastiach ako: strojárstvo, medicína, funkčné zariadenia, umenie, dizajnové výrobky, funkčné kovové diely, pomôcky do škôl. S príchodom nových typov tlačových materiálov si nachádza 3D tlač zastúpenie aj v elektrotechnike napríklad pri výrobe vodivých ciest pre DPS alebo súčiastok za pomoci špeciálnych kompozitných materiálov s vodivými časticami [1].

V súčasnosti existujú rôzne technológie 3D tlače ako SLS, SLA, LOM, FDM a iné. Najrozšírenejšou technológiou je Fused Deposition Modeling (FDM). 3D tlačiareň používajúca metódu FDM využíva na výrobu dielov plastové vlákna. Najbežnejšie používanými plastovými vláknami sú nasledujúce materiály: Akrylonitrilbutadiénstyrén (ABS), kyselina polymliečna (PLA), polyetyltereftalát (PETG), polykarbonát (PC), polyamid (PA), polystyrén (PS). Za účelom zníženia nákladov na výrobu plastových vlákien sme začali vyvíjať zariadenie, ktoré by dokázalo vyrábať plastové struny pre 3D tlačiareň. S vlastným zariadením dokážeme vyrobiť aj materiál, ktorý nie je komerčne dostupný a s vlastnosťami, ktoré požadujeme pre špecifické použitie. Pri dnešnej nadmernej produkcii rôznych odpadov sa naskytuje aj možnosť recyklácie odpadového materiálu pre výrobu granulátu a následnú výrobu plastových strún pomocou spomínaného zariadenia. Takéto zariadenie je aj dôvodom prečo by sme mali prestať vyhadzovať staré alebo nepodarené výtlačky do odpadu. Zariadenie používa pri výrobe struny plastový polotovár vo forme granulátu, ktorý je omnoho lacnejší v porovnaní s bežne predávanou

plastovou strunou. Generálny riaditeľ firmy Inventables Zach Kaplan tvrdí, že úspory nákladov pri takejto výrobe môžu dosiahnuť až 90% [1][2].

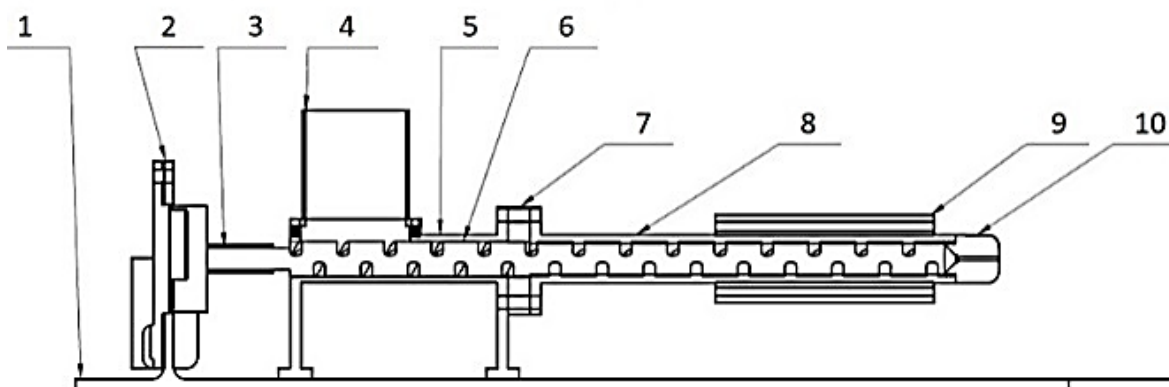
II. ZARIADENIE NA VÝROBU PLASTOVEJ STRUNY

Zariadenie na výrobu plastovej struny je na trhu dostupné ako veľká výrobná linka ale aj ako malé kompaktné zariadenie použiteľné v domácich podmienkach. Návrhom a následnou výrobou vlastného zariadenia si teda zachováme nízku cenu vyrábanej plastovej struny.



Obr. 1 a) Profesionálna výrobná linka, b) kompaktné zariadenie na výrobu struny pre domáce použitie [3][4]

Princíp výroby plastových vlákien je jednoduchý, plastový granulát sa pretláča cez vyhrievanú oblasť kde je roztavený na tekuté skupenstvo, následne je vytlačený cez trysku s požadovaným priemerom a navíjaný na cievku. Náčrt navrhovaného zariadenia je zobrazený na Obr. 2 spoločne s popisom jednotlivých častí zariadenia.



Obr. 2 Náčrt zariadenia na výrobu plastového vlákna - pohľad v reze: 1. Konštrukcia, 2. Pohon - motor, 3. Spojka, 4. Násypka, 5. Násypková komora, 6. Archimedova skrutka, 7. Izolačná podložka, 8. Vyhrevná komora, 9. Vyhrevné teleso, 10. Tryska

Nevyhnutnou surovinou pre toto zariadenie je plastový granulát. Granulát je samozrejme možné zakúpiť za nižšiu cenu než vyrobenú plastovú strunu. Taktiež je možné granulát vyrobiť aj recykláciou starých nevhodných výtláčkov alebo iného plastového odpadu. Plastový granulát v rôznych farebných prevedeniach a vyrobená struna sú zobrazené na Obr. 3.



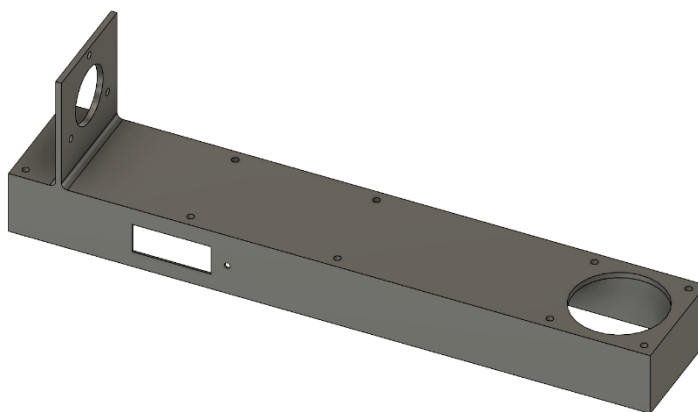
Obr. 3 Plastový granulát a plastová struna

III. NÁVRH 3D MODELU ZARIADENIA

Návrh 3D modelu zariadenia bol realizovaný pomocou CAD softvéru z názvom Fusion 360. Vďaka takémuto návrhu 3D modelu sme získali lepšiu predstavu o tom akú bude výsledné zariadenie vyzerat' a taktiež možnosť flexibilne a efektívne modifikovat' jednotlivé komponenty. Vyššie na Obr. 2 je zobrazený 2D náčrt zariadenia na základe ktorého sme navrhli 3D model. Jednotlivé navrhnuté 3D modely zariadenia budú popísané v nasledujúcich častiach tohto článku.

A. Konštrukcia

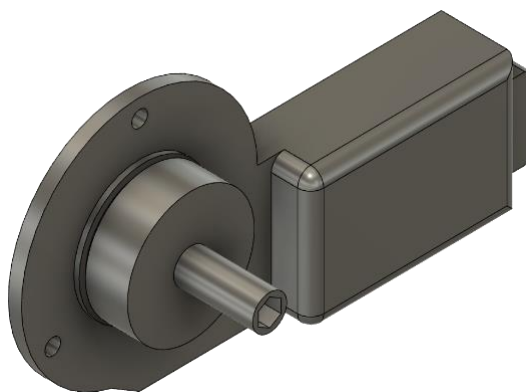
Konštrukcia znázornená na slúži ako podporná časť stroja. Konštrukcia obsahuje otvory na namontovanie jednotlivých častí stroja, ako sú: riadiaca elektronika, ovládací panel (pozostávajúci z displeja na zobrazenie aktuálnych hodnôt a enkodér pre nastavenie), napájací zdroj a ventilátor, ktorý slúži na chladenie struny vytlačenej zo zariadenia. Ďalšie otvory sú navrhnuté pre montáž motora a zásobníkovej komory. Podložka bude vyrobená z plochej tyče s rozmermi 100 mm x 600 mm a hrúbkou 3 mm.



Obr. 4 3D model nosnej konštrukcie

B. Pohon - motor

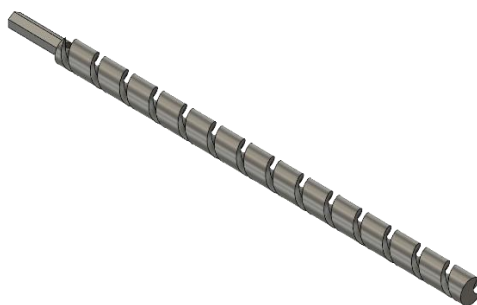
Pre zachovanie nízkych nákladov sme pre zariadenie použili jednosmerný motor zobrazený na Obr. 5. Vzhľadom na to, že motor slúžil ako pohon pre stierače v automobile má implementovanú prevodovku, ktorá zabezpečí dostatočnú silu aj pre pretláčanie materiálu cez trysku o priemere 1,75 mm. Motor je napájaný jednosmerným napätím 12 V a má výkon 250 W pričom maximálna hodnota otáčok predstavuje 60 ot/min.



Obr. 5 3D model pohonu – motora

C. Archimedova skrutka

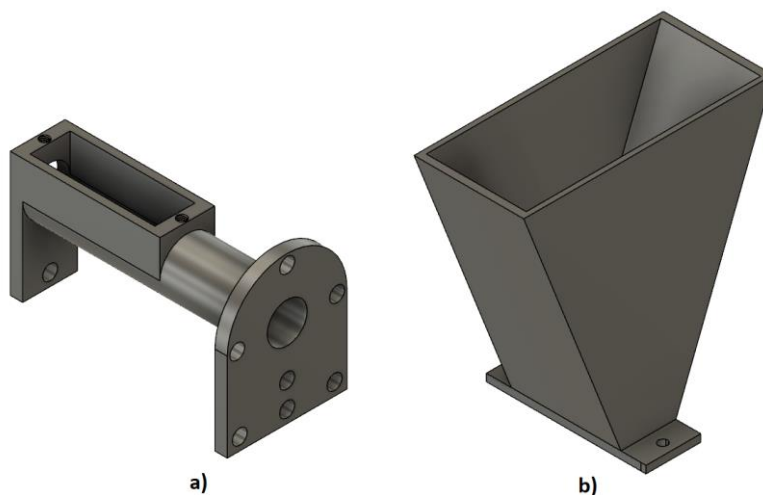
Ako už bolo spomenuté materiál na výrobu plastovej struny je vo forme granulátu. Granulát je potrebné dopraviť k výhrevnej komore a následne ho vytlačiť cez trysku. Tento proces má za úlohu tzv. Archimedova skrutka zobrazená na Obr. 6. V našom prípade sme použili tzv. hadovitý vrták určený na vrtanie do dreva. Pričom sme ostrý koniec vrtáka zarovnali do požadovaného tvaru pre správne a kontinuálne vytlačenie materiálu cez trysku. Druhá strana vrtáka má šesťuholníkový tvar pre lepšie prepojenie medzi motorom a vrtákom. Vrták ma priemer 16 mm a dĺžku 250 mm.



Obr. 6 3D model Archimedovej skrutky

D. Násypková komora a násypka

Násypková komora znázornená na Obr. 7 slúži na rovnomerné premiešanie granulátu. Zároveň slúži aj ako úchyt pre pripevnenie ostatných častí zariadenia ku konštrukcii. V komore dochádza k prvému kontaktu granulátu a Archimedovej skrutky. Komora je navrhnutá z ocelevej rúry s vnútorným priemerom 16 mm a vonkajším priemerom 22 mm. Komora zásobníka má v hornej časti navrhnutý úchyt pre upevnenie násypky. Násypka slúži ako zásobník pre granulát. Násypka má tvar skoseného ihlanu a disponuje otvormi pre uchytenie k násypkovej komore pomocou dvoch skrutiek. 3D model násypkovej komory a násypky je zobrazený na Obr. 7.



Obr. 7 3D model: a) násypková komora, b) násypka

E. Izolačná podložka

Izolačná podložka zobrazená na Obr. 8 slúži ako tepelná izolácia. Tepelne oddeľuje výhrevnú komoru od násypkovej komory. Vďaka tejto izolácii zabránime nežiadúcemu prehrievaniu celého zariadenia a zároveň zbytočnému vyhrievaniu častí zariadenia ktoré to nevyžadujú. Podložka musí byť vyrobená z vhodného a dostatočne odolného materiálu ako napr. teflón, bakelit, guma, silikón a pod. V našom prípade sme sa rozhodli pre materiál bakelit.



Obr. 8 Izolačná podložka

F. Výhrevná komora a tryska

Výhrevná komora slúži k roztaveniu granulátu do tekutej formy. Následne je pomocou skrutky roztavený materiál pretláčaný cez trysku. Komora je navrhnutá z ocelevej rúry s vnútorným priemerom 16 mm a vonkajším priemerom 22 mm. Ohrievacia komora má na jednej strane vnútorný závit pre uchytenie trysky a na druhej strane prírubu pre pripojenie k násypkovej komore pomocou izolačnej podložky. Výhrevná komora a tryska sú zobrazené na Obr. 9. Tryska určuje aký priemer plastovej struny

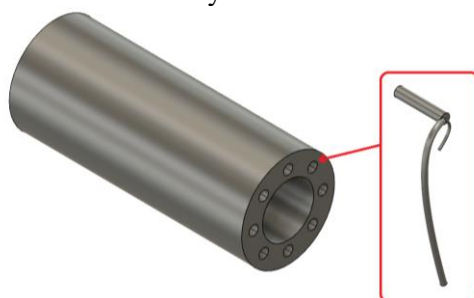
sa bude vyrábať. V našom prípade je tryska osadená otvorom 1,75 mm. Navrhnutá tryska má šesťhranný tvar pre prípadnú jednoduchšiu výmenu za trysku s iným priemerom.



Obr. 9 3D model: a) výhrevná komora, b) tryska

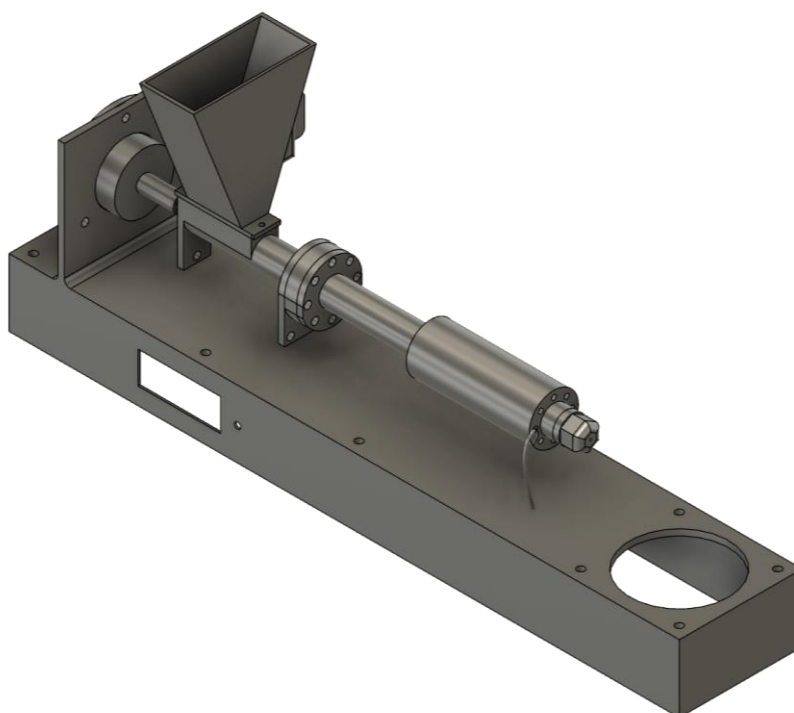
G. Výhrevne teleso

Výhrevne teleso zobrazené na Obr. 10 valcového tvaru bude vyrobené z hliníka. Výhrevne teleso je osadené ôsmimi otvormi pre umiestnenie výhrevných keramických trubíc. Keramické trubice zabezpečujú vyhrievanie telesa. Jedna keramická trubica má výkon 40W pričom v súčte dosahujú výkon až 320W a maximálnu teplotu 350°C. Takáto teplota dovoľuje vyrábať rôznorodé portfólio materiálov. Výhrevné teleso bude nasadené umiestnené na výhrevnú komoru.



Obr. 10 3D model výhrevného telesa s výhrevnou keramickou trubicou

Na Obr. 11 je znázornený výsledný 3D model celého zariadenia s osadenými komponentmi zariadenia.



Obr. 11 Výsledný 3D model zariadenia

IV. ZÁVER

V tomto článku sme navrhli 3D model zariadenia na výrobu plastovej struny pre 3D FDM tlačiareň s využitím CAD softvéru Fusion 360. Vďaka tomuto 3D modelu sme získali lepšiu predstavu o výslednej podobe reálneho zariadenia. Na základe navrhnutého modelu je možné realizovať reálne zariadenie. 3D model by bolo vhodné vylepšiť o prídavné zariadenie pre automatický návin vyrábanej struny, poprípade HMI displej ako v [5] . Zariadenie sa bude na základe 3D modelu v blízkej dobe aj fyzicky realizovať.

LITERATÚRA

- [1] Hrabovský P., Molnár J. Design of control program for filament extruder. In: JIEE : Časopis priemyselnej elektrotechniky : Journal of Industrial Electrical Engineering. vol. 3, no. 2 (2019), p. 55-60. - ISSN 2454-0900.
- [2] Brian Obudho. *The Best Filament Extruders to Build or Buy*. 2019. Dostupné na internete: <<https://all3dp.com/2/6-best-filament-extruders-to-build-or-buy>>.
- [3] Plasticpelletextruder.com.: *ABS PLA PETG PA PEEK 3D Printer Filament Extruder*. Dostupné na internete: <<http://www.plasticpelletextruder.com/sale-10027039-abs-pla-petg-pa-peek-3d-printer-filament-extruder-0-03mmtolerance-high-perfomance.html>>.
- [4] Felfil.com.: *Felfil Evo Filament Extruder*. Dostupné na internete: <<https://felfil.com/felfilevo-filament-extruder>>.
- [5] Hrabovský P., Molnár J. Human machine interface for filament extruder. In: JIEE : Časopis priemyselnej elektrotechniky : Journal of Industrial Electrical Engineering. vol. 3, no. 3 (2019), p. 6-12. - ISSN 2454-0900.