



Středoškolská technika 2022

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Linka na recyklaci filamentu ATON

Matěj Dražný, Jan Kotula, Lukáš Fortelný

**Střední průmyslová škola Karviná
Žižkova 1818, Karviná - Hranice**

Anotace

Naše práce se zabývá alternativním způsobem recyklace plastů a jejich následné využití v oblasti 3D tisku. Teoretická část se věnuje 3D tisku, materiálům pro něj využívaných a dalším způsobům recyklace plastů. Praktická část popisuje samotný návrh linky na recyklaci filamentu ATON, jejich součást a chod stroje.

Úvod

Vzhledem k rozmachu 3D tiskáren v poslední době, se zvýšila i spotřeba plastových materiálů využívaných k 3D tisku. Náš projekt se zabývá právě těmito materiály a jejich náhradou s cílem lepší dostupnosti této tiskařské potřeby a ulehčení ekosystému.

Práce se zabývá návrhem linky (stroje), který nám tento cíl pomůže dosáhnout. V teoretické části se budeme věnovat 3D tisku, jeho historii, současnosti a hlavně materiálům, které využívá.

Popis projektu

Dnešními 3D tiskárnami využívaných materiálů je nespočetně mnoho, avšak mezi přední patří PLA, které má 34 poddruhů, PET-G s 18 poddruhy, ASA, ABS, PC, CPE, PVA/BVOH, HIPS, PP, Flex, nGen a spousta dalších. Každý z těchto materiálů má různé mechanické i fyzikální vlastnosti a zkušení tiskaři si většinou vybírají přesný materiál pro určitý výtisk. Ale přesně tak jak se mění vlastnosti materiálů, mění se i jejich cena a dostupnost a tento problém chceme svou linkou také řešit.

PET lahve jako filament

PET lahve zná snad každý a taky je má skoro každý doma. Každou vteřinou se prodá zhruba 20 tisíc plastových lahví. V roce 2016 vyprodukovaly továrny 480 miliard (2) těchto lahví a bohužel, recyklace, kterou známe nestačí a hlavně státy nezvládají recyklovat takovéto množství lahví. Víme, že náš projekt nezachrání planetu od plastových lahví, ale může výrazně pomoci všem.

Dostupné postupy recyklace PET lahví

Jedním z nejrozšířenějších postupů tvoření filamentů z PET lahví je rozřezání na dlouhý pruh plastu, široký asi 15 mm, a poté protahování přes HotEnd. Problémem této metody je že se pruh HotEndu nerovnoměrně deformuje a vytváří tak nestálou strnu filamentu, vprostřed vzniká dutina a tvoří se bubliny. Dalším problémem se jeví využití samostatné lahve, vzhledem k tomu že se využije pouze jen cca 80 % celé lahve z důvodu nevhodnosti dna a vrchu lahve ke spotřebě.

Náš projekt ATON se snaží tento problém řešit, pomocí drtičky a relativně jednoduchého konceptu linky na výrobu filamentu, který je designovaný tak, aby ho mohl mít každý tiskař doma a vyrábět si svůj vlastní filament nejen z PET lahví a recyklovat je tak, ale i z nepovedených výtisků a materiálového granulátu.

Celý stroj se skládá z 10 částí:

1. Drtička
2. Násypka
3. Šroubový dopravník
4. Dopravníková trubice a HotEnd s tryskou
5. Ochlazovací komora
6. Navíjecí zařízení
7. Šroub pro upevnění cívky
8. Matice pro zajištění cívky
9. Elektronika
10. Řídící centrum

Drtička

Naše drtička je navržena jako většina dnešních drtiček, na dvou šestihranných hřídelích uložených paralelně jsou nalisované šestihranné čepele vyřezané laserem z 5 mm plechu, které se díky uložení hřídelí kryjí tak, aby zapadaly do sebe. K první hřídeli je pomocí pera těsného připojen elektromotor, který celou drtičku pohání. Na druhém konci hřídele je uložen náboj v podobě ozubeného kola. Druhá hřídel, hnaná, je stejně jako hnací hřídel opatřena ozubeným kolem, díky kterému se přenáší točivý pohyb z jedné hřídele na druhou.

Celý stroj je uložen v ocelovém rámu konstruovanému tak, aby zajistil dostatečnou stabilitu hřídelím, ale měl i relativně nízkou hmotnost. Drtička je navržena tak, aby drtila plasty na velmi malé vločky.

Násypka

Násypka se jako nejvyšší část celé linky stará o přísun materiálu ke šnekovému dopravníku. Je konstruovaná jako symetrická krychle s dírou tvaru komolého kužele uprostřed, od krajů vrchního okraje násypky po střed spodního okraje, na kterém je zakončena dírou o průměru 31 mm.

Šroubový dopravník

Šroubový dopravník je vyroben z hadového vrtáku o průměru 30 mm, který byl později upravován obráběním tak, aby vyhovoval našim parametrům. Šroubový dopravník plní úlohu dopravování materiálu z násypky přes dopravníkovou trubici až do HotEndu, což je v doslovném překladu „horký konec“, vyrobený z dobře tepelně vodivého materiálu např. hliníku a má za úkol tavit buď strunu filamentu u klasických 3D tiskáren anebo v našem případě drť a granulát. Díky konstantnímu přívodu dalšího materiálu vzniká v HotEndu tlak dost velký na to, aby vytlačil roztavený materiál tryskou ven v podobě finální struny.

Dopravníková trubice a HotEnd s tryskou

Dopravníková trubice je vyrobena z ocelové trubky upevněné na spodní straně násypky. Poskytuje hlavní podporu šroubovému dopravníku, který v ní perfektně sedí. Mezi dopravníkovou trubicí a Hot Endem je umístěná tepelná izolace. Pro HoEnd by byl ideálním materiálem hliník, pro svou vysokou tepelnou vodivost.

Ochlazovací komora

Ochlazovací komora je konstruovaná jako nádoba tvaru kvádru, s půlkruhovou trubkou uprostřed vcházející a vycházející z jedné strany, tj. vrchní. Touto trubicí jsou provrtané díry pro umožnění přístupu chladicího média, kterým jsme prozatím zvolili vodu. Komora se stará o rovnoměrné a rychlé zchlazení filamentu aby se předešlo výrobním chybám. Komora se

bude muset do budoucna vybavit cirkulačním zařízením, aby voda nestihla přijmout moc tepla.

Navíjecí zařízení

Navíjecí zařízení je konstruované k úloze přepravy nově vyrobené struny filamentu na cívku, ze které ji bude možno využívat 3D tiskem. Zařízení má z boku podobu převráceného L, přičemž je jeho delší část svislá a kratší část na konci připevněna k násypce. Na spodním bodu je umístěna hřídel s jezdcem na drážce, která umožňuje pohyb vlevo a vzápětí vpravo, čímž bude zajištěno rovnoměrné vrstvení struny filamentu na cívce. Cívka je upnuta speciálním šroubem a maticí (2.7, 2.8) ve vzdálenosti průměrného poloměru cívky filamentu nad hřídelí s jezdcem. V ramenu tohoto zařízení je taktéž umístěn krokový motor, který zajišťuje rovnoměrné navíjení filamentu, přes tento motor je také veden převod ozubeným řemenem na hřídel s jezdcem.

Šroub a matice pro upevnění cívky

Šroub, který drží cívku na místě není se moc neliší od normálních šroubů, má hlavu a závit, je pouze upravený pro naše využití. Tento šroub o průměru 30 mm a celkové délce 130 mm má speciálně tvarovanou hlavu do kužele tak, aby se pomocí ní dala vystředit jakákoliv cívka, na čele hlavy je díra o tvaru šestihranu, která slouží pro přenos točivého momentu přes hřídel, z krokového motoru. Šroub má od poloviny své délky závit M30x2 a na svém konci zúžení s průměrem 20 mm, které drží v navíjecím zařízení šroub ve stejné ose jako motor na druhé straně. Matice, která vytváří protikus hlavě šroubu, je konstruována se stejným závitem a stejnými rozměry jako hlava šroubu. Po zašroubování těchto dvou součástí nám tedy vznikne naprosto univerzální držák cívek.

Elektronika a řídicí centrum

Pro řízení krokových motorů a ohřevu byl zvolena vývojová deska ESP-32, která obsahuje 2 cpu jádra. Regulace a řízení je prováděno pomocí vnitřního programu vyvinutého v Arduino IDE v jazyce C++.

Pro řízení krokových motoru byl použit speciální motor je řízen pomocí krátkých impulzů, jež jsou následně převedeny na jednotlivé kroky motoru.

Ohřev HotEndu je realizován teplotním článkem a je spínán pomocí SSR relé, snímání teploty HotEndu je PT-100. Tato teplota je vyhodnocována pomocí programu v ESP-32 a regulace probíhá díky plynule PID regulace.

Rychlosti otáčení krokových motoru a nastavení teploty HotEndu se provádí pomocí tlačítek, kterými upravujete hodnoty na LCD displeji.

Na úvodní stranu vašeho příspěvku zkopírujte především počáteční tabulku (výše), která je pro příspěvky do sborníku normalizovaná. Zde modifikujte dva spodní řádky = jména autorů a vaši školu. Pak pokračujte buď již svým hotovým dokumentem, nebo si vytvořte příspěvek na libovolný počet stran A4 - viz například tento návod formátování: Můžete se inspirovat též příspěvky z minulých setkání StreTech, které jsou vystaveny ve sbornících na webu konference <http://stretch.fs.cvut.cz/> .

Okraje: 2,5 cm

text příspěvku: Times New Roman, velikost 12, řádkování 1, zarovnání do bloku.

příspěvku, Text příspěvku, Text příspěvku, Text příspěvku, Text příspěvku, Text příspěvku,
Text příspěvku Text příspěvku, Text příspěvku, Text příspěvku, Text příspěvku,

Obr. 1: popis obrázku

Tabulka č.1 : popis tabulky

Text příspěvku, Text příspěvku, Text příspěvku, Text příspěvku, Text příspěvku, Text
příspěvku, Text příspěvku, Text příspěvku, Text příspěvku, Text příspěvku,

s = v.t

(1)