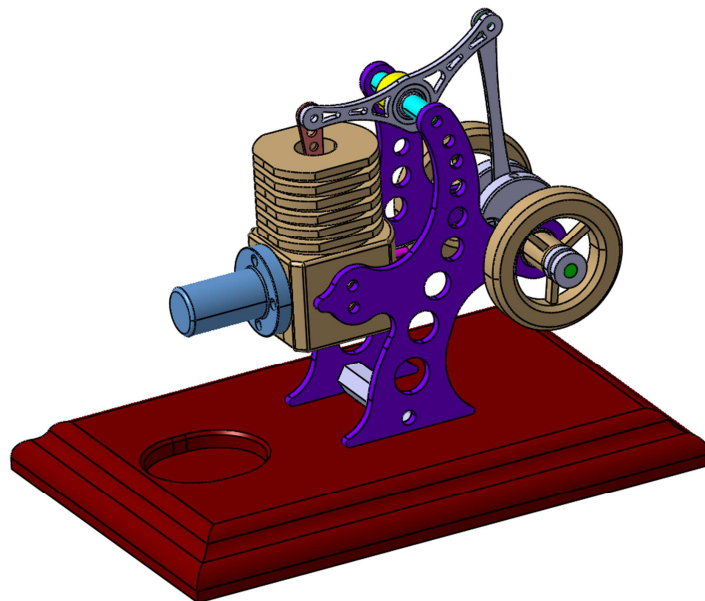


Stredná odborná škola strojnícka, Bánovce nad Bebravou

STIRLING MOTOR

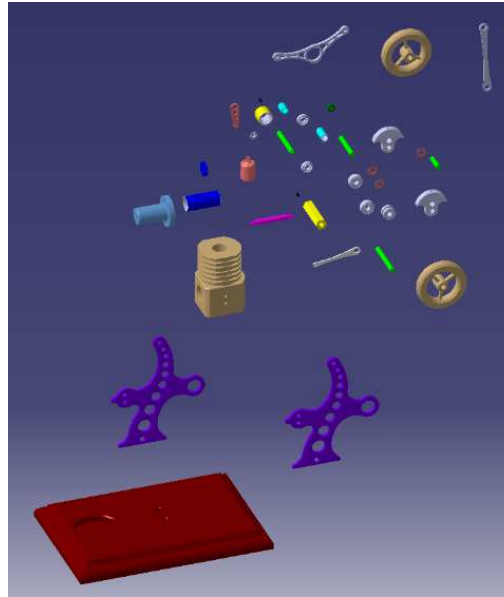


2017/2018

Filip Poštrk, 4.C

Konštruovanie motora

Modelovanie motora:



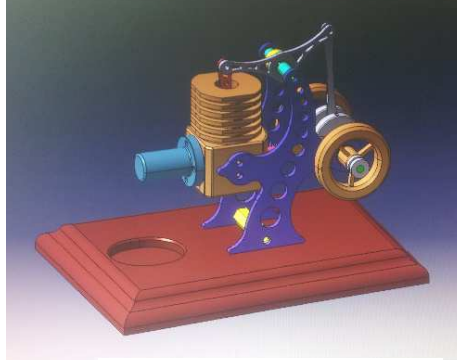
Obrázok 1 Rozložený model motora

Motor som chodil modelovať vo voľnom čase do spoločnosti Saargummi Slovakia s.r.o. Modeloval som pod dohľadom vedúceho oddelenia CAD konštrukcie a ostatných konštruktérov. Keďže som nemal skúsenosti s prácou v CATII, s pochopením programu mi pomáhal manuál a neskôr aj samotní konštruktéri. Ukazovali mi, ako si modelovanie jednotlivých partov a celkový postup modelovania uľahčiť. Model sa skladá z 39 častí. Od vedúceho CAD oddelenia som sa dozvedel, že sú dva spôsoby ako modelovať zostavu.

Prvým spôsobom, je modelovať v scatchi a postupne jednotlivé party väzbiť hneď k sebe. Druhý spôsob umožňuje modelovať jednotlivé party zvlášť a nakoniec ich poskladať dokopy. Ja som si vybral prvú možnosť. Modelovať som začal od najjednoduchších dielov motora. Tým bola základná doska.

Prvý väčší problém nastal, keď som začal modelovať ramená, ktoré držia pracovný valec. Zistil som, že nie všetko sa dá odmerať posuvným meradlom. Riešením bolo, že rameno som položil na skener, oskenoval som ho v mierke 1:1. Rovnaký postup som zvolil aj pri ostatných zložitých dieloch. Následne boli skeny vložené do CATIE. Jednotlivé rádiusy som zaokrúhlil na celé čísla. Páčilo sa mi, ako party motora postupne zaplňajú monitor a vytvárajú model motora.

Ďalší problém s ktorým som sa stretol a musel som sa mu postaviť, boli väzby. Nebolo to zložitou úkonu, ale tým, že sa mi jednotlivé väzby medzi sebou bili. Z tohoto dôvodu som musel niekoľkokrát celý model v CATII rozobrať a nanovo zložiť. Ďalším krokom boli výrobné výkresy.



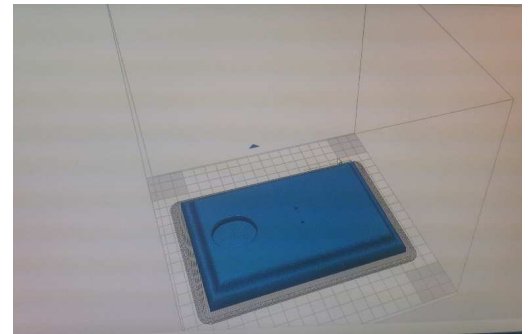
Obrázok 2 3D model

Príprava výrobných výkresov:

Výkresová dokumentácia pozostáva z 27 výkresov. Príprava nebola veľmi zložitá. Konštruktér, s ktorým som konzultoval tieto činnosti, mi ukázal ako preniesť jednotlivé party na výkres. Kótovanie som realizoval sám, pretože prostredie bolo podobné ako v programe AUTOCAD, s ktorým som pracoval v škole. Bol som veľmi rád, že môžem stavať už na získaných vedomostiach zo školy. Pre mňa to bol veľmi dobrý pocit.

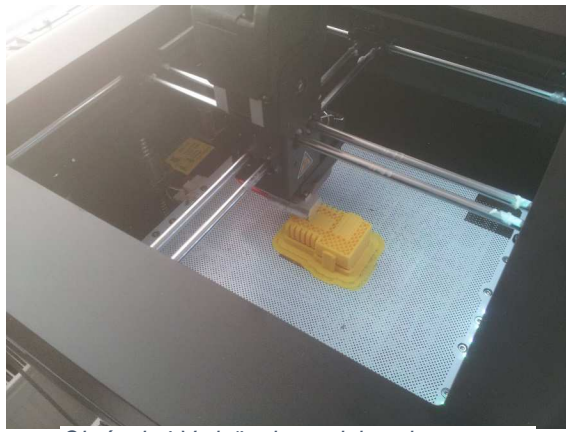
Vytlačenie 3D modelu motora

Pre výrobu 3D modelu motora sa jednotlivé party upravovali tak, ako sa budú medzi sebou spájať. Úpravu som realizoval v programe CATIA a uložil som ich s príponou -stl-, aby sa dali otvoriť v programe Z-suite.



Obrázok 3 Príprava programu pre tlač na 3D tlačiarňi

Následne som v programe Z-suite nastavil veľkosť modelu, počet vrstiev a kvalitu tlače.



Obrázok 4 Vytlačenie modelu valca

Po vytlačení jednotlivých dielov sa museli od seba oddeliť odlamovaním a začistením od podstáv, ktoré vznikli pri tlači.



Obrázok 5 a) Vytlačené jednotlivé diely b) Očistenie výtlačkov

Nakoniec som vyskladal a zlepil z jednotlivých dielov model motora.



Obrázok 6 Zostavený 3D model motora

Výroba jednotlivých dielov motora

Pri každej časti motora, bol vypracovaný technologický postup a výrobný výkres. S vedúcim nástrojárne sme v sklade materiálov vybrali vhodný polotovár, z ktorého sa následne vyrábala daná časť motora. Zohľadnené boli prídavky polotovaru, približný rozmer súčiastky a druh materiálu.

Výroba pracovného valca:

Materiál - Bronz.

Polotovár som upol do univerzály a zarovnal čelo. Navrtal strediacu jamku, prepol som polotovár a podoprel ho. Vonkajší priemer som osústružil na požadovaný, vybral a na pásovej píle som odpílil požadovanú dĺžku. Polotovár som upol do univerzály a zarovnal čelo. Otočil som polotovár a podoprel ho. Zapichovacím nožom som urobil rebrá. Vybral som polotovár a presunul sa na druhý stroj a tým bolo 5-osé frézovacie centrum. Upol som polotovár. Pomocou sondy bol nastavený počiatok súradnicového systému. Čelnou frézou sa ofrézovala plocha, navrtavakom a vrtákom som vyvrtal dve diery. Otočil som polotovár o 180° a tak isto som urobil druhé ofrézovanie plochy a diery. Otočil som polotovár o 90° a následne vyvrtal 4 diery.

Vedúci nástrojárne mi ukázal ako vyvolať program na frézovanie otvorov. Nastavil som parametre a valcovou frézou sa vyfrézoval otvor. Otočil som polotovár o 180°. Navrtal a vyvrtal diery a záhlbníkom som spravil zahĺbenie. Vertikálne som otočil polotovár a výstružníkom spravil presnú diery. Následne som vyvrtal diery vo valci a spojil som tým vertikálnu komoru s horizontálnou.

Vzduchovou pištoľou som vyfúkal valec a ručne do požadovaných dier som narezal závit.



Obrázok 7 Frézovanie oplošenia



Obrázok 8 Valec

Výroba zohrievaného valca:

Materiál - Oceľ triedy 17021 (Nerez).

Polotovár som upol do univerzály na sústruhu a zarovnal čelo. Pásová píla odpílila polotovár na požadovanú dĺžku. Vonkajší priemer bol osústružený na požadovaný priemer. Na sústruhu som zarovnal čelo polotovaru, osústružil na $\varnothing 19\text{mm}$ a na požadovanú dĺžku. Na 3-osom frézovacom centre som vyvrtal 4 voľné diery a vyfrézoval som valcovou frézou kapsu.



Obrázok 9 Zohrievaný valec

Výroba horizontálneho piestu:

Materiál - Dural.

Polotovár som pásovou pílou odpílil na požadovanú dĺžku. Upol som ho do univerzály na sústruhu, zarovnal čelo a osústružil na potrebný priemer. Navrtal som navrtavakom jamku. Následne som malý priemer vyvrtal po celej dĺžke polotovaru. Otočil som polotovár a zarovnal som čelo. V ďalšom kroku som polotovár upol do univerzály na 3-osej fréze a vyfrézoval kapsu. Ručne mimo stroj som narezal závit.



Obrázok 10 Horizontálny piest

Výroba veka horizontálneho piestu:

Materiál - Dural.

Polotovár som upol do univerzály na sústruhu, zarovnal som čelo, osústružil na požadovaný priemer a upichovacím nožom som ho odrezal na požadovanú dĺžku a vzniknutú ihlu som zbrúsil na kotúčovej brúske.



Obrázok 11 Veko horizontálneho piestu

Výroba vertikálneho piestu:

Materiál - Oceľ triedy 17021 (Nerez).

Polotovár som upol do univerzály na sústruhu, zarovnal som čelo. Osústružil som ho na požadovaný priemer a vyvrtal dieru. Na 3-osej fréze pomocou programu som spravil drážku a zaoblenie. Dieru som vypálil na dierovačke.



Obrázok 12 Vertikálny piest

Výroba podstavy:

Materiál - Dural.

Polotovár som narezal na pásovej píle. Pravé uhly som spravil na 5-osej fréze, navrtal a vyvrtal voľné diery. Zaoblenia a kapsu som spravil 5-osou frézou.



Obrázok 13 Podstava pre model motora

Výroba 4-hranu:

Materiál - Oceľ triedy 17021 (Nerez).

Polotovár 4-hran som na pásovej píle odpílil na potrebnú dĺžku a na 3-osej fréze som zarovnal čelá, navrtal otvory a ručne narezal závit.



Obrázok 14 4-hran

Výroba horizontálnej ojnice:

Materiál Oceľ triedy 17021 (Nerez).

Polotovár som upol do sústruhu, zarovnal čelo, navrtal som odľahčovací otvor. Upichol som polotovár na požadovanú dĺžku. Otočil som polotovár, zarovnal čelo, osústružil som polotovár na potrebný priemer a dĺžku, a narezal som závit. Na 3-osej fréze som spravil drážku. Na dierovačke som prepálil dieru a na vŕtačke som ju zväčšil.



Obrázok 15 Horizontálna ojnica

Vertikálna tyč so závitmi:

Materiál Oceľ triedy 17021 (Nerez).

Polotovár som upol do sústruhu, zarovnal čelo, navŕtal som dieru a vyrezal do nej závit. Následne som ho upichol na požadovanú dĺžku. Otočil, zarovnal som čelo a narezal závit.



Obrázok 16 Vertikálna tyč so závitmi

Krátky a dlhý vymedzovací valček:

Materiál - Oceľ triedy 17021 (Nerez).

Polotovár som upol do sústruhu zarovnal som čelo, vyvŕtal som dieru a odrezal som ho upichovacím nožom.



Obrázok 17 Krátky a dlhý vymedzovací valček

Puzdro:

Materiál - Dural.

Polotovár som upol do sústruhu, osústružil som ho na požadovaný presný priemer a dĺžku. Zarovnal som čelo, vyvŕtal dieru a odrezal ho upichovacím nožom. Následne som ho upol do univerzály na 3-osej fréze, kde som vyfrézoval kapsu pre ložisko. Do vybratého puzdra som nalisoval ložisko tak, aby sa tenká strana puzdra nepoškodila. Puzdro som upol naspäť do univerzály a postup zopakoval.



Obrázok 18 Puzdro

Zložený kľukový hriadel'

Materiál tyče - Oceľ triedy 17021 (Nerez) a závaží - Dural.

Polotovár som upol do sústruhu zarovnal čelo a poupichoval som ho na požadované dĺžky. Závažia: polotovár tyč plochá som odpílil na potrebnú dĺžku. Následne som ho upol do zveráku na 5-osej fréze. Zarovnal som všetky strany dielu. Navrtal dieru do stredu kratšej strany dielu a narezal som závit. To isté som spravil na druhej strane dielu. Postupne som vyfrézoval otvory pre hriadele a ofrézoval som kontúru. Hrany som pozarovnával pilníkom a zložil som kľukový hriadel'.



Obrázok 19 Zložený kľukový hriadel'

Zotrvačníky (kolieska):

Materiál - Bronz.

Polotovár som najskôr napílil na pásovej píle s väčším prídavkom pre upnutie. Následne som ho upol do sústruhu a zarovnal čelo. Vonkajší priemer som osústružil na potrebný priemer. Otočil som polotovár zarovnal som čelo. Vonkajší priemer som osústružil na požadovaný a aj požadovanú dĺžku. Následne som polotvar upol do 3-osého frézovacieho centra vyvrtal otvor a frézoval som kontúru. Na vrtačke som vyvrtal otvor a následne som doň narezal závit.



Obrázok 20 Zotrvačníky - kolieska

Ramienka, ojníčky:

Materiál Oceľ triedy 17021 (Nerez), vypaľované laserom z dôvodu vyťaženia drôtovej rezačky.



Obrázok 21 Ramienka



Obrázok 22 Ojníčky

Zloženie motora

Po vyrobení všetkých potrebných častí motora, nasledovalo samotné zloženie modelu. Do podstavy modelu som upevnil štvorhran do ktorého som zoskrutkoval ramienka. Do ramienok sa upevnil valec . Do valca som vložil horizontálny piest s horizontálnou ojnicou. Priskrutkoval som ohrievaný valec k pracovnému valcu. Horizontálne ojnice som spojil s čapom. Horizontálnu aj vertikálnu ojnicu som upol do kľukového hriadeľa. Na kľukový hriadeľ som nasunul ložiská a zotrvačníky. V hornej časti ramienok modelu, som priskrutkoval horizontálnu tyč, na ktorej boli umiestnené vymedzovacie valčeky, puzdro s ložiskami a ramienko. Zoskrutkoval som vertikálnu ojnicu s ramienkom. Na záver som spojil vertikálny piest s vertikálnou ojnicou. Piest som vložil do valca a ojnicu priskrutkoval k ramienku.



Obrázok 23 Zložený model motora

Záver

Na úplnom začiatku bola iba výzva skonštruovať motor v CAD systéme CATIA (verzia V5). Aj v škole patria predmety konštrukcie k mojím obľúbeným. Chcel som vedieť, aký je rozdiel medzi konštrukčnými programami, ktoré používame v škole INVENTOR – 3D v porovnaní s CATIOU. Nekonštruoval som nič zložité, preto z môjho pohľadu sa mi programy zdajú veľmi podobné. Rozdiely som zaznamenal pri voľbe pracovného prostredia.

Po prvej zdolanej „tisícovke“ prišla ďalšia výzva. Podľa zhotovených výkresov vyrobiť model motora. Keď som trávil čas na CAD oddelení konštruovaní, často ma rušil zvuk z 3D tlačiarne. Vtedy som si úplne nevedel predstaviť k čomu slúži v praxi. Dostal som príležitosť si to vyskúšať. V podstate som otestoval svoje výkresy, či je možné podľa nich jednotlivé súčiastky vyrobiť. Či budú do seba pekne zapadať. Ako budú v reály vyzerieť.

Ďalšou zdolanou „tisícovkou“ bola samotná výroba motora. Tešil som sa z každej novej vyrobenej súčiastke. Postupne som si ich odkladal. Keď prišiel okamih pravdy a celý motor som zložil, bol som presvedčený, že hneď bude fungovať tak, ako som si to predstavoval na začiatku. Nebolo to však tak. Ani sa nepohol. Po jeho počiatočnej nefunkčnosti, bolo treba zistiť a odstrániť príčiny. Vtedy som ešte netušil, že to bude ďalšia „tisícovka“. Bolo potrebné podrobiť jednotlivé časti motora analýze. Niektoré som musel vyrobiť opäť. Príčiny boli rôzne. Zle zvolený druh materiálu, prípadne technické nepresnosti súčiastky.