

Středoškolská odborná činnost

Obor SOČ : 9. strojírenství, hutnictví, doprava a průmyslový design

Stojan na vrtačku plošných spojů

Support stand for a drill of PCB

Autoři : Tomáš Macháček
Marek Hlaváček
Pavel Čajka
Ondřej Kryštof

Škola : Střední škola průmyslová a hotelová Uh. Hradiště

Konzultant : Ing. Josef Dvořáček

Uherské Hradiště 2010

Prohlášení :

Prohlašujeme, že jsme svou práci vypracovali samostatně, použili jsem pouze podklady citované v práci a uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování práce je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů v platném znění.

V dne

podpis:

.....
.....
.....
.....

Poděkování : Chtěli bychom tímto poděkovat Ing. Josefu Dvořáčkovi, a Bc. Antonínu Pálkovi, za obětavou pomoc a připomínky a Ing. Hanáčkovi Ph.D., díky kterému jsme byly schopni zpracovat videoprezentaci našeho produktu.

Anotace

V tomto projektu řešíme stojan na vrtačku plošných spojů. Elektrické laboratoře u nás na škole se potýkali s problémy vrtání otvorů do plošných spojů. Stojany jež měli k dispozici totiž vyžadovali práci jedné ruky při vlastním provrtávání otvoru. Na držení spoje poté zůstávala volná pouze jediná ruka, což vedlo k nepřesnostem a lámání vrtáků. Naše řešení problému spočívá v uvolnění ruky potřebné k vrtání. Tudíž by obě ruce byly volné k držení spoje a vlastní vrtání by uskutečňoval jiný technický prvek.

Klíčová slova : stojan, plošný spoj, vrtačka, pedál, lanka

Anotation

In this project we are solving Support stand for a drill of PCB. Electrical lab on our school has a problem with drilling holes into PCB. Support stand which they already have needed one hand during drilling a hole. On holding PCB there was only one hand left, which leads to inaccuracies and breaking of drill. Our solution of problem consist in release of hand which was needed to drilling. So both hands are free for holding PCB and drilling is realized by different technical component.

Key words : support stand, PCB, drill, pedal, wire

Obsah

Úvod	
Prohlášení :	2
Poděkování :	3
Anotace	4
Obsah	5
1. Cíle naší práce	6
1.1 Návrh variant	6
1.2 Zvolená varianta, odůvodnění	10
1.3 Ergonomičnost	10
1.4 Výhody oproti původním stojanům	12
1.5 Renderová ilustrace (Catia)	13
1.6 Postup práce	14
2. Konstrukční hledisko	15
2.1 Základní úvahy konstrukce	15
2.2 Výpočty	16
2.3 Pevnostní analýza	22
3. Technologické hledisko	24
3.1 Místo výroby	24
3.2 Použité materiály	24
3.3 Způsob výroby	25
3.4 Přibližná výsledná cena stojanu	27
3.5 Video sestavení	27
4. Zkoušky stojanu	27
4.1 Předpokládaná výdrž stojanu	27
4.2 Provedení jednotlivých zkoušek	27
4.3 Video ukázka práce	28
Závěr :	29
Soupis použité literatury	30
Seznam příloh :	30

1. Cíle naší práce

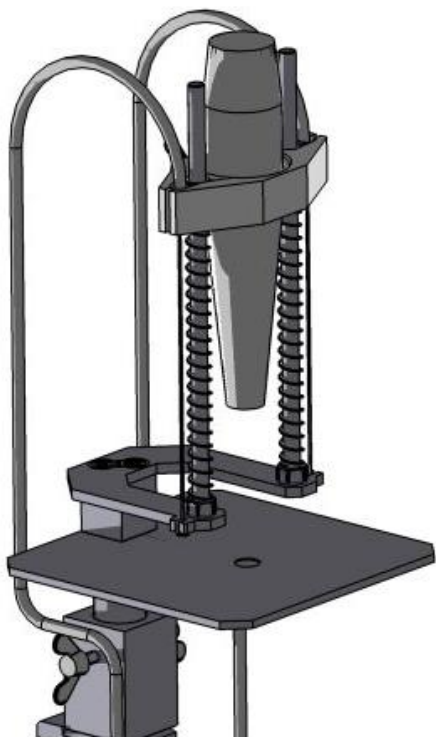
Cílem naší práce bylo navrhnout stojan na vrtačku plošných spojů, kde by byl princip funkce upraven tak, abychom měli obě ruce volné pro manipulaci s plošným spojem.

To byl požadavek zadaný vedoucím dílen, který byl nespokojený s klasickými stojany pracujícími přes páku. U těchto stojanů byli nuceni jednu ruku vždy používat pro vlastní vrtání spoje. To vedlo k nepřesnosti vrtaných děr, nepohodlnosti práce, zdlouhavosti a vyjimečně i k lámání vrtáků.)

Rozhodli jsme se nejdříve mechanismus navrhnout. To znamenalo vymyšlení konstrukčního prvku, který by při vrtání nepožadoval pro jeho funkci ruce. První úvahy směřovali buď k navržení čistě mechanického stojanu, nebo elektromechanického stojanu.

1.1 Návrh variant

Varianta č. 1



Obr. 1: Stojan na vrtačku plošných spojů, pracující na čistě mechanické bázi

První varianta nad kterou jsme uvažovali pracuje čistě na mechanickém principu. Její přední výhodou je jednoduchost a možnost ji nadále modifikovat.

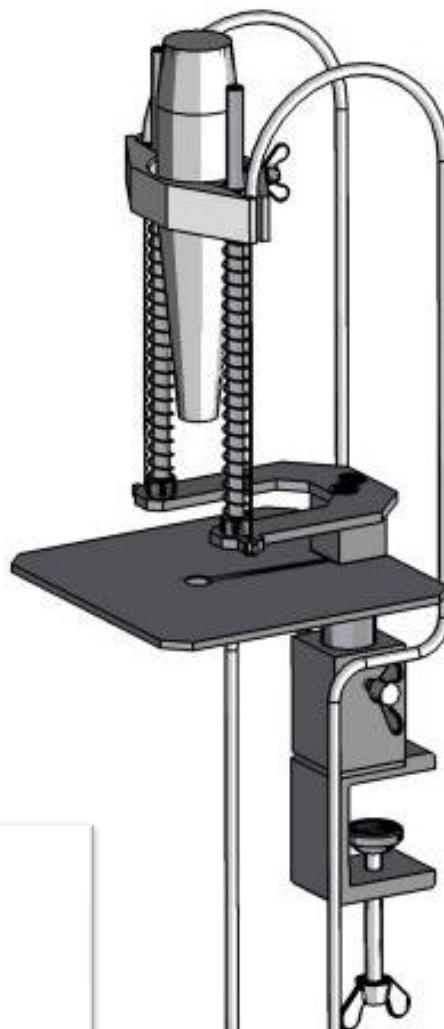
Princip : Drát je pevně přichycen v pedálu, horní desce a vede přes příčník. Stlačení pedálu nám tudíž vyvolá sílu, která se zachytí na horní desce, kde je drát pevně uchycen. Jelikož je ale horní deska nepohyblivá tak drát začne přitahovat příčník k sobě po dráze vedení, stlačujíc nám pružinu. Tím dosáhneme požadovaného pracovního zdvihu k provrtání plošného spoje. Pružina nám posléze zajišťuje navrácení příčníku do původní polohy.

Navíc :

Stojan můžeme upnout na libovolný stůl a navíc je i lehce přenosný (postačí i taška).

Spodní deska je dostatečně rozměrná pro pohodlí rukou (můžeme si je opřít) a navíc disponuje dostatečným prostorem pro různé velikosti plošných spojů a manipulaci s nimi.

Navíc je možno spodní desku vysunovat a natáčet na různé strany díky nastavitelnému válci v upínacím hranolu.

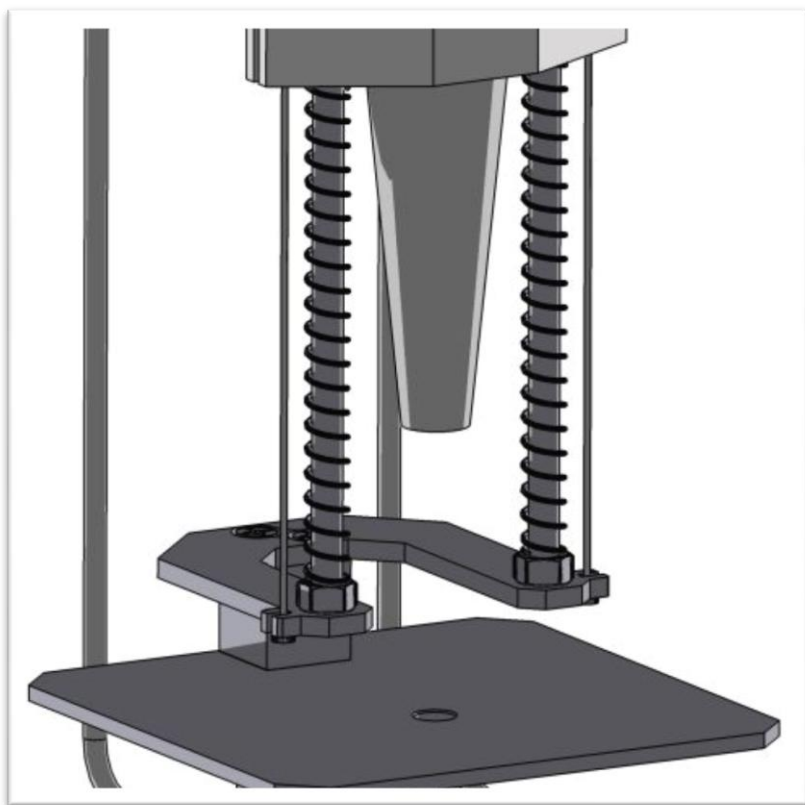


Obr. 2: Stojan na vrtačku plošných spojů, pracující na čistě mechanické bázi

Vrtačku můžeme libovolně posouvat nahoru i dolů (v rámci jejích rozměrů) a následně ji zajistit šroubem (nutno použít redukci)

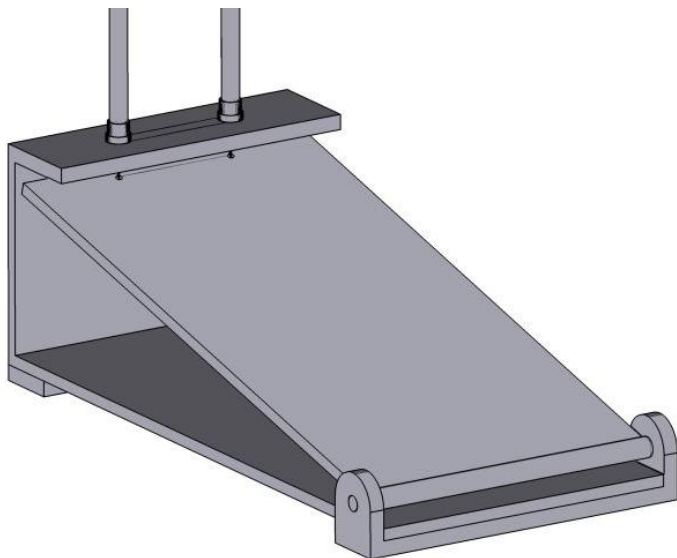
Ochranu stolu proti možnému zavrtání upínacího šroubu nám poskytuje podložka.

Pružiny nám udržují příčnick s vrtačkou ve výchozí poloze.

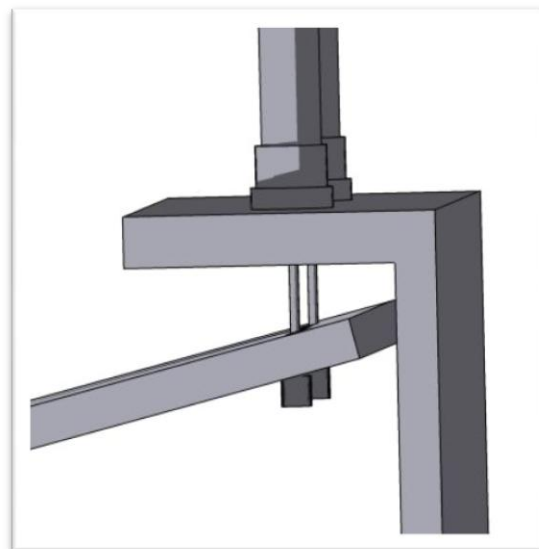


Obr. 3: Stojan na vrtačku plošných spojů, pracující na čistě mechanické bázi, detail pracovního prostoru

Závěr : Toto provedení nám umožňuje použít obě ruce na přidržování plošného spoje. Práce je přesnější, rychlejší a pohodlnější.

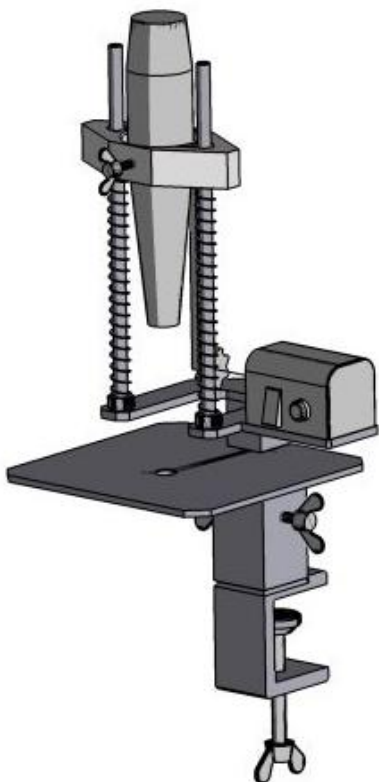


Obr. 5: Stojan na vrtačku plošných spojů, pedál



Obr. 4: Stojan na vrtačku plošných spojů, detail na uchycení lanka v pedálu

Varianta č. 2



Obr. 6: Stojan na vrtačku plošných spojů, pracující na elektro-mechanické bázi

Druhá varianta nad, kterou jsme uvažovali pracuje na elektro-mechanickém principu.

Princip : Při zapnutí elektrického motoru uvedeme v provoz hřídel s pastorkem, který je zpřevodován na optimální rychlost otáčení. Levotočivým pohybem pastorku, který zabírá do ozubeného hřebene dojde k stlačení pružiny neboli dojde k pracovnímu zdvihu a provrtání otvoru.

Stojan můžeme upnout na libovolný stůl, avšak je zde horší přenosnost zařízení.

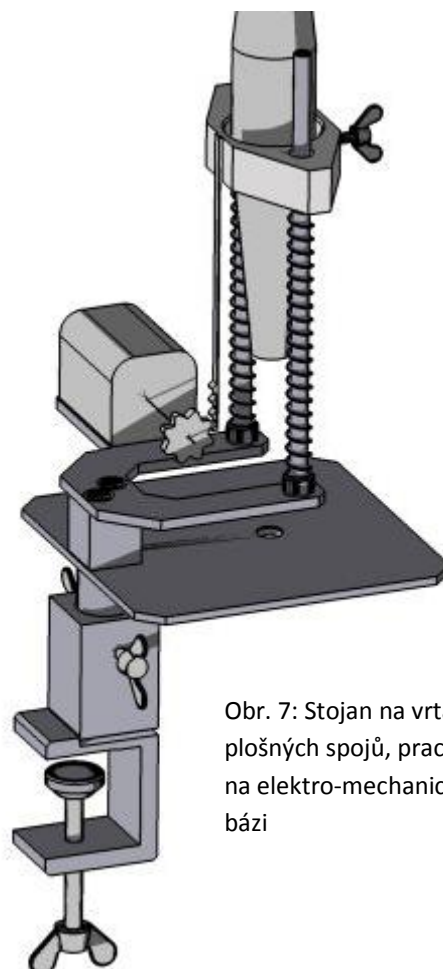
Spodní deska je dostatečně rozměrná pro pohodlí rukou (můžeme si je opřít) a navíc disponuje dostatečným prostorem pro různé velikosti plošných spojů a manipulaci s nimi.

Navíc je možno spodní desku vysunovat a natáčet na různé strany díky nastavitelnému válci v upínacím hranolu.

Vrtačku můžeme libovolně posouvat nahoru i dolů (v rámci jejích rozměrů) a následně ji zajistit šroubem (nutno použít redukci)

Ochranu stolu proti možnému zavrtání upínacího šroubu nám poskytuje podložka.

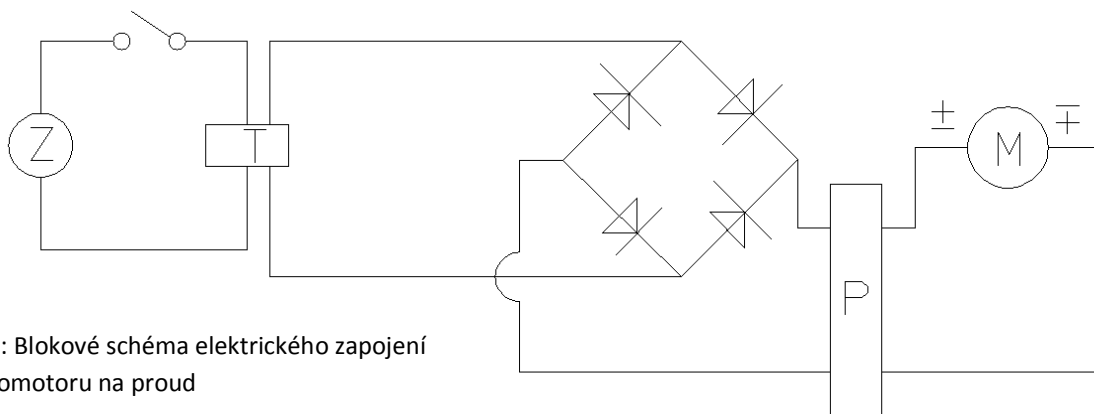
Závěr : Práce je obdobná jako u předchozí varianty, avšak odpadne práce nohou. Tudíž je práce ještě pohodlnější, nicméně dražší.



Obr. 7: Stojan na vrtačku plošných spojů, pracující na elektro-mechanické bázi

Příklad možného zapojení (pouze ukázkový, nepropracovaný)

Pohon by nám zaručovala zásuvka do které by byl elektromotorek zapojen. Silný střídavý elektrický proud by byl zoptimalizován na požadovanou úroveň v transformátoru. Gratzův můstek nám posléze převede střídavý proud na stejnosměrný. Pomocí usměrňení (P) můžeme měnit polarizaci a tím i smysl otáčení pastorku.



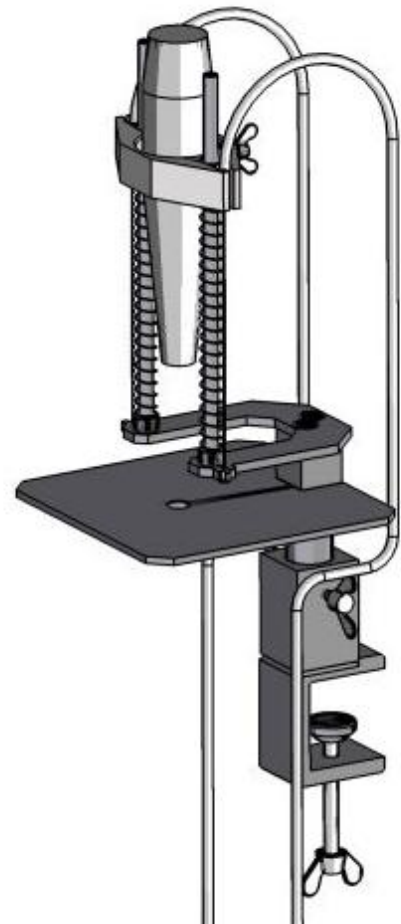
Obr. 8: Blokové schéma elektrického zapojení elektromotoru na proud

1.2 Zvolená varianta, odůvodnění

Zvolili jsme variantu č. 1.

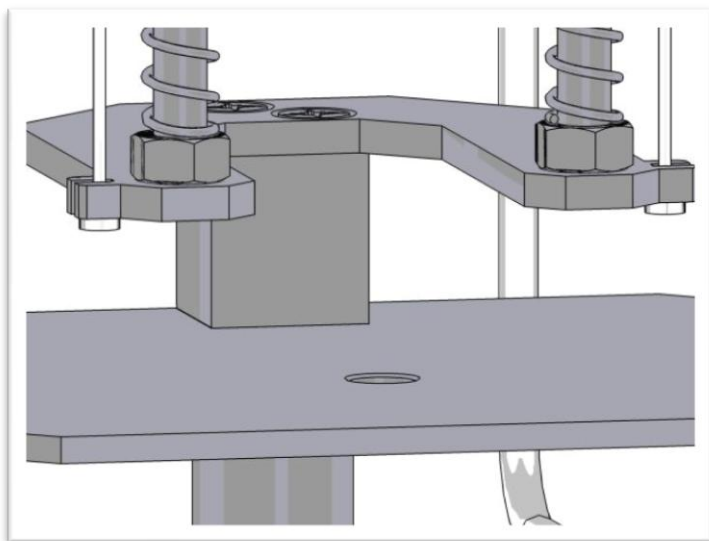
Důvody :

- Přenosnost stojanu
- Jednoduchost řešení
- Nezávislost na elektrické energii
- Úspora při provozu
- Ergonomické řešení
- Snadná rozebiratelnost
- Snadná oprava
- Možnost nadále modifikovat
- Možnost použití různých vrtaček
- Jednoduché dávkování síly při vrtání



Obr. 9: Stojan na vrtačku plošných spojů, pracující na čistě mechanické bázi

1.3 Ergonomičnost



Obr. 10: Stojan na vrtačku plošných spojů, detail pracovního prostoru

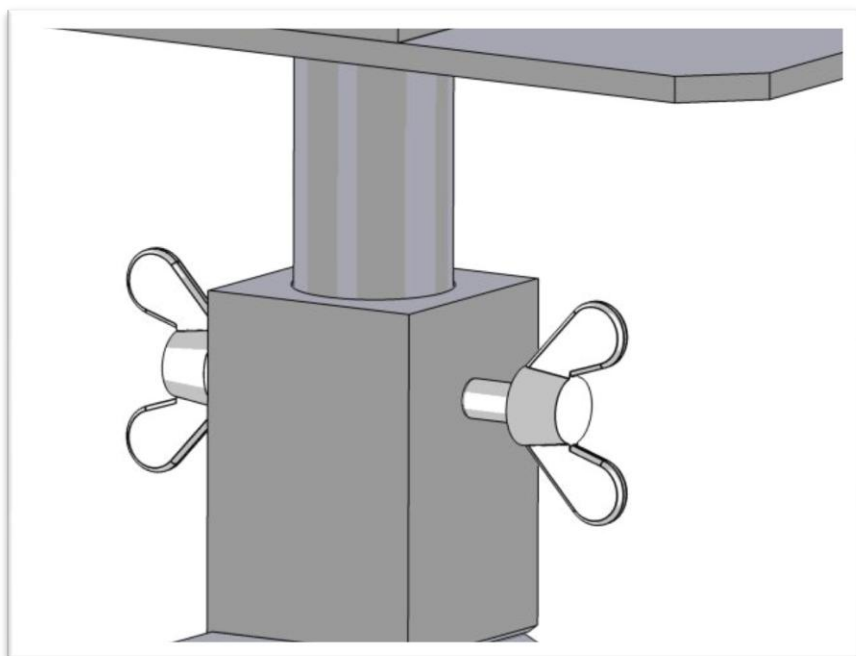
Dostatečný pracovní prostor :

Výška mezikusu mezi horní a spodní deskou nám dává dostatečný prostor kde můžeme s PCB efektivně a lehce pracovat.

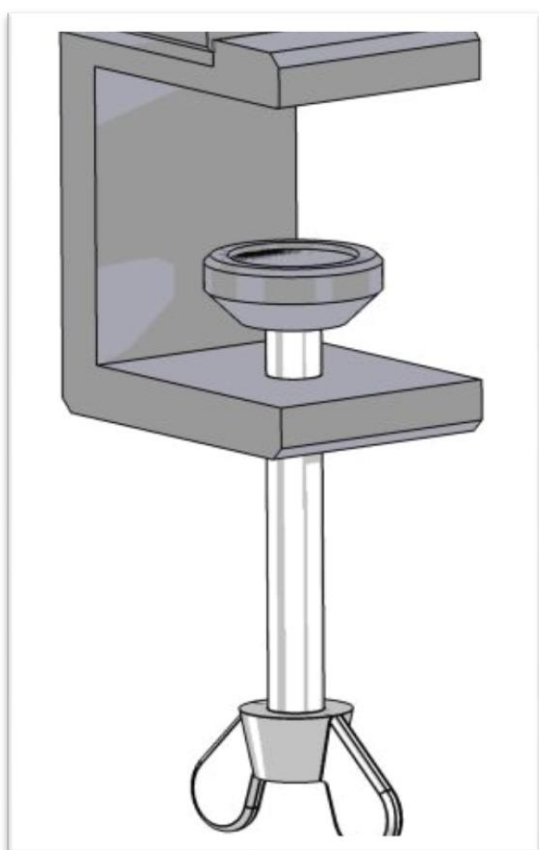
Možnost nastavení výšky a natočení pracovního prostoru :

Pomocí dvou křídlových šroubů můžeme lehce nastavit výšku ve které chceme pracovat.

Jelikož je spojovací segment kulatina máme možnost natáčet dále pracovní prostor různě do stran.



Obr. 11: Stojan na vrtačku plošných spojů,
detail na upínací hranol



Obr. 12: Stojan na vrtačku plošných spojů,
detail na svěrku s upínacím šroubem

Možnost upnutí stojanu na libovolnou tloušťku stolu :

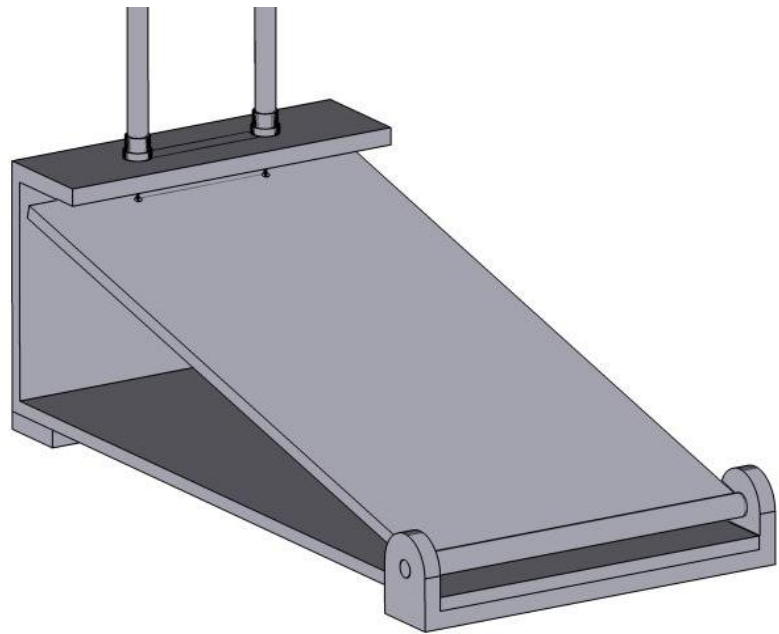
Samozřejmě možnost upnutí je omezená v rozmezí tloušťky stolu 1 - 36 mm.

Podložku je možno vyměnit dle potřeby.

Protiskluzovost a neposouvateľnosť pedálu :

Na povrchu pedálu je pripevnená guma, ktorá nám zaisťuje protiskluzovosť nohy z pedálu.

Pedál je tiež zaisťený gumou zo svojej spodnej časti, aby nedochádzalo k jeho posuvaniu.



Obr. 13: Stojan na vrtačku plošných spojů, pedál

1.4 Výhody oproti pôvodným stojanom



Obr. 14: Vzhľad pôvodných pákových stojanů

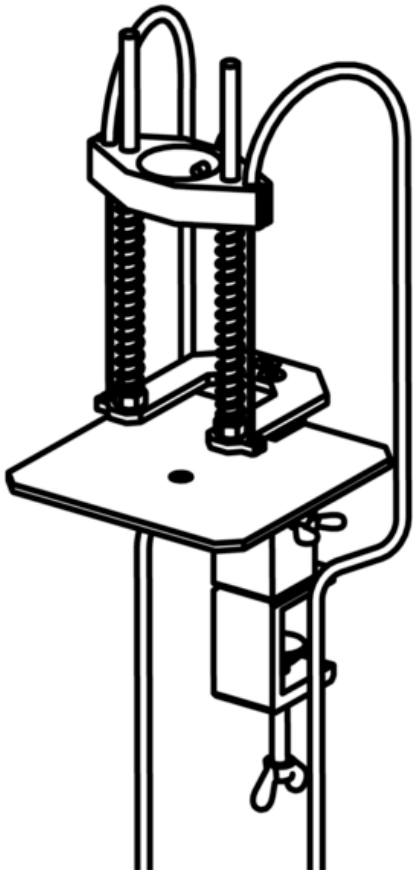


Obr. 15: Vzhľad nami vypracovaného stojanu

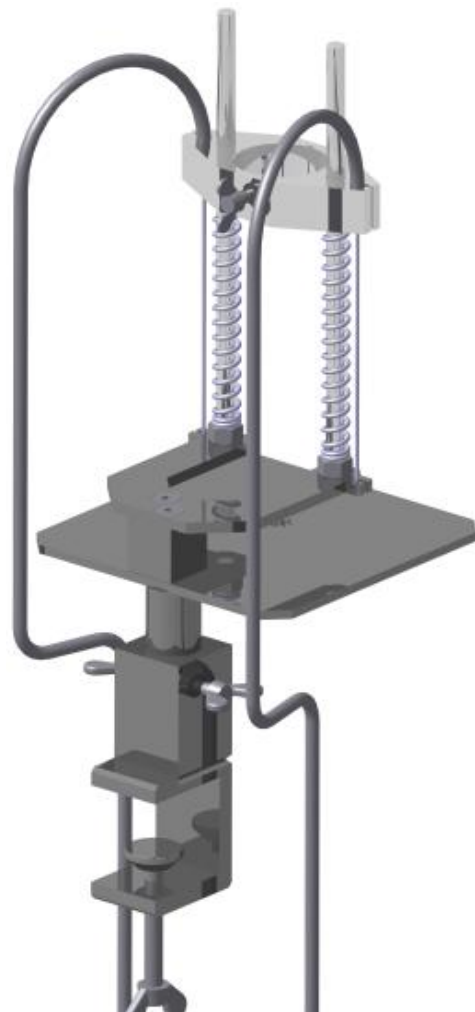
- Obě ruce volné pro manipulaci se spojem
- Pohodlnost práce
- Rychlost práce
- Nelámavost vrtáků

1.5 Renderová ilustrace (Catia)

Tyhle renderové ilustrace přikládám pouze jako ukázkou našich schopností v Catii V5R16. Z technických důvodů jsme byli bohužel nuceni modely nově vytvořit v Autodesk Inventoru Professional 2008.



Obr. 16: Ukázka renderované ilustrace sestavy v programu Catia V5R16



Obr. 17: Ukázka renderované ilustrace sestavy v programu Catia V5R16

1.6 Postup práce

Po navrnutí varianty a jejího fungování přišlo na řadu navrhnout všechny rozměry stojanu. Nejdříve jsme nanečisto navrhly všechny části a posléze je vymodelovali v programu Catia V5R16. Zde jsme vytvořily i výkresovou dokumentaci.

Podle dané výkresové dokumentace jsme stojan vyrobili. Používali jsme technologie soustružení, frézování, stříhání, svařování a vypalování laserem. Prototyp stojanu jsme poté zkoušeli za dozoru učitele Antonína Pálky. Byly nám vytknuty nedostatky zahrnující především špatnou ergonomičnost. Malý pracovní prostor pro ruce, tuhost pedálu. Opravy jsme provedli nejdříve teoreticky a poté jsme je převedli do nového prototypu (postačilo pouhé nahrazení některých dílů). S novým prototypem byly již pracovníci elektrických dílen spokojeni.

Dále jsme zpracovávali technickou dokumentaci. Kvůli nedostatku informací a vyučujících materiálů k programu Catia V5R16 jsme byly ovšem nuceny předělat náš projekt do 3D verze v programu Autodesk Inventor Professional 2008. Zde jsme již byly schopny vypracovat pevnostní analýzy některých dílců a též video sestavení.

Získané poznatky a námi vypracované materiály jsme poté vložily do zprávy a prezentace našeho produktu.

2. Konstrukční hledisko

Snažily jsme se zde zjistit namáhání v nejdůležitějších a nejvíce namáhaných částech stojanu. Tyto namáhání jsme poté vypočítaly (můžete provést srovnání s pevnostní analýzou některých dílců) a zjistili minimální rozměry, které by dílce měli mít. Nicméně tyto rozměry byly pouze orientační. Rozměry by nám totiž postačily díky malým silám velmi nízké. Ovšem takové rozměry by nám nevyhovaly z uživatelského a někdy i konstrukčního hlediska.

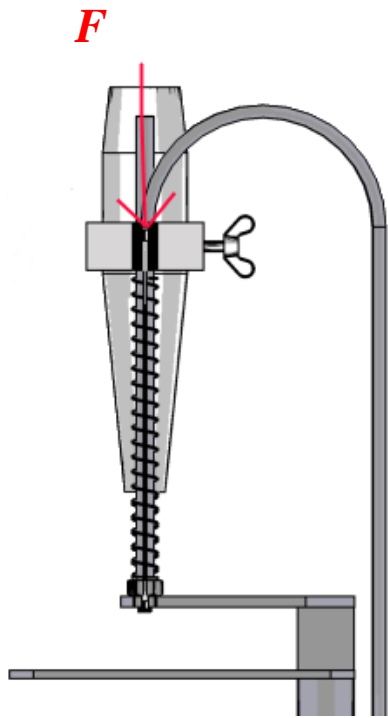
2.1 Základní úvahy konstrukce

- Síla potřebná ke stlačení pružiny
- Síly vyvíjené na šrouby se zápusťnou hlavou
- Potřebné průměry šroubů se zápusťnou hlavou
- Únosnost spodní desky
- Potřebný utahovací moment (k upnutí stojanu na stůl)
- Potřebný průměr šroubu, který přichycuje stojan ke stolu

K zjištění přesného namáhání v různých dílcích jsme použili modul pevnostní analýza v programu Autodesk Inventor Professional 2008.

2.2 Výpočty

Síla potřebná ke stlačení pružiny : Potřebujeme vypočítat sílu potřebnou k provedení pracovního zdvihu.



Obr. 18: Znárodnění síly stlačující pružinu

Parametry námi zvolené pružiny :

$$t = 6 \text{ mm}$$

$$n = 20$$

$$G = 3,45 \cdot 10^4 \text{ MPa}$$

$$d_p = 1,5 \text{ mm}$$

$$R = 5$$

$$y = 20$$

$$F = \frac{G \cdot d_p^4 \cdot y}{64 \cdot R^3 \cdot n}$$

$$F = \frac{3,45 \cdot 10^4 \cdot 1,5^4 \cdot 20}{64 \cdot 5^3 \cdot 20}$$

$$F = \frac{3\,493\,125}{160\,000}$$

$$F = 21,8 \text{ N} \dots \text{ toto jest síla potřebná}$$

k stlačení jedné pružiny tudíž ...

$$F_{skut} = F \cdot 2$$

$$F_{skut} = 21,8 \cdot 2$$

$$F_{skut} = 43,6 \text{ N}$$

F ... síla potřebná ke stlačení pružiny [N]

F_{skut} ... skutečná síla potřebná ke stlačení pružiny [N]

t ... rozteč pružiny [mm]

n ... počet závitů pružiny [-]

G ... tuhost pružiny [MPa]

d_p ... průměr drátu pružiny [mm]

R ... poloměr vinutí pružiny [mm]

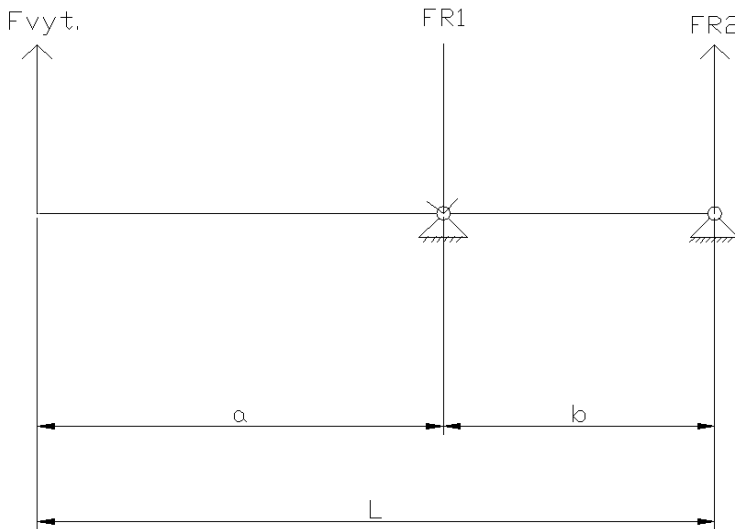
y ... pracovní zdvih [mm]

Síly vyvíjené na šrouby se zápustnou hlavou

Šrouby zde uvažujeme jako pevné podpory, které vytvářejí reakční síly aby byla soustava v rovnováze. Sílu nám zde vyvíjí lanko, jež je zde pevně uchyceno a “vytrhává” desku.

Znamé hodnoty : $a = 68 \text{ mm}$, $b = 10 \text{ mm}$, $F_{vyt} = 43,6 \text{ N} (F_{skut})$

Obr. 19: Síly působící na horní desku v ose y



1. Rovnice

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{vyt} = F_{R1} - F_{R2}$$

2. Rovnice

$$\sum M_o = 0$$

$$M_{o1} = M_{o2}$$

$$F_{vyt.} * a = F_{R2} * b$$

$$F_{R2} = \frac{F_{vyt.*a}}{b}$$

Výpočet sil

$$F_{R2} = \frac{F_{vyt.*a}}{b}$$

$$F_{R2} = \frac{43,6 * 0,068}{0,01}$$

$$F_{R2} = 296,48 \text{ N}$$

$$F_{R1} = F_{R2} + F_{vyt}$$

$$F_{R1} = 296,48 + 43,6$$

$$F_{R1} = 340,08 \text{ N}$$

a ... kritická vzdálenost prvního šroubu od $F_{vyt.}$ [mm]

b ... vzdálenost mezi prvním a druhým šroubem [mm]

L ... celková vzdálenost [mm]

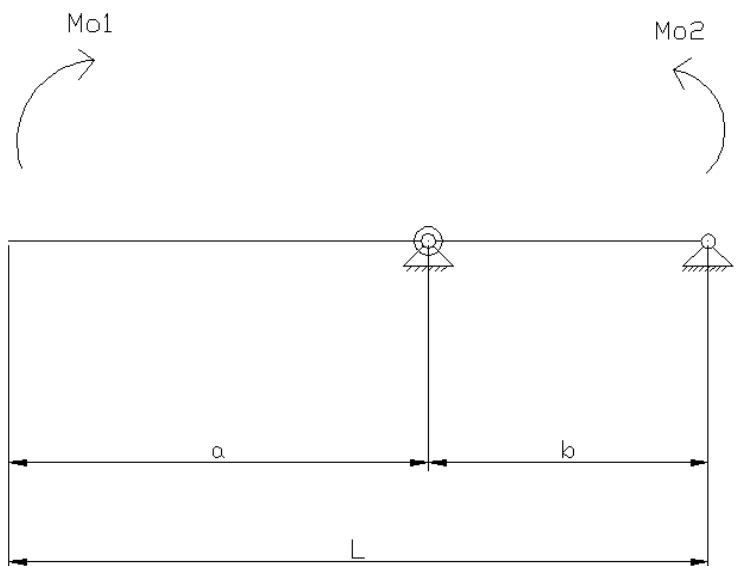
$F_{vyt.}$... síla “vytrhávající” desku (F_{skut}), [N]

F_{R1} ... reakční síla prvního šroubu [N]

F_{R2} ... reakční síla druhého šroubu [N]

M_{o1} ... ohybový moment vytvářený $F_{vyt.}$ [N*m]

M_{o2} ... ohybový moment reakční [N*m]



Obr. 20: Působení momentů na horní desce

Potřebné průměry šroubů se zápustnou hlavou

Oba šrouby volíme stejné. Tudíž výpočet únosnosti provádíme u šroubu prvního kde je vyvíjená síla nejvyšší.

Potřebný průměr šroubu :

Znamé hodnoty : Materiál šroubu - 12 040

$$R_m = 480 \text{ MPa}$$

$$F = 340,08 \text{ N } (F_{R1})$$

$$\sigma = \frac{F}{A_s} \leq \sigma_{Dov,T}$$

$$A_s = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4}$$

$$\sigma = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} \leq \sigma_{Dov,T} \dots \dots \dots \Rightarrow d_3 = \sqrt[2]{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \sigma_{Dov,T}}}$$

$$d_3 = \sqrt[2]{\frac{4 \cdot 340,08}{3,14 \cdot 240}}$$

$$\sigma_{Dov,T} = \frac{R_m}{k}$$

$$d_3 = \sqrt[2]{1,8}$$

$$\sigma_{Dov,T} = \frac{480}{2}$$

$$d_3 = 1,34 \text{ mm}$$

$$\sigma_{Dov,T} = 240 \text{ MPa}$$

Dle výpočtu by nám zřejmě postačil šroub o průměru 2 mm. Ovšem my jsme z uživatelského hlediska zvolili šroub o průměru 6 mm.

Šroub se zápustnou hlavou - M6x55 ISO 2009

σ ... namáhání šroubu [MPa]

$\sigma_{Dov,T}$... dovolené namáhání šroubu [MPa]

R_m ... mez pevnosti v tahu [MPa]

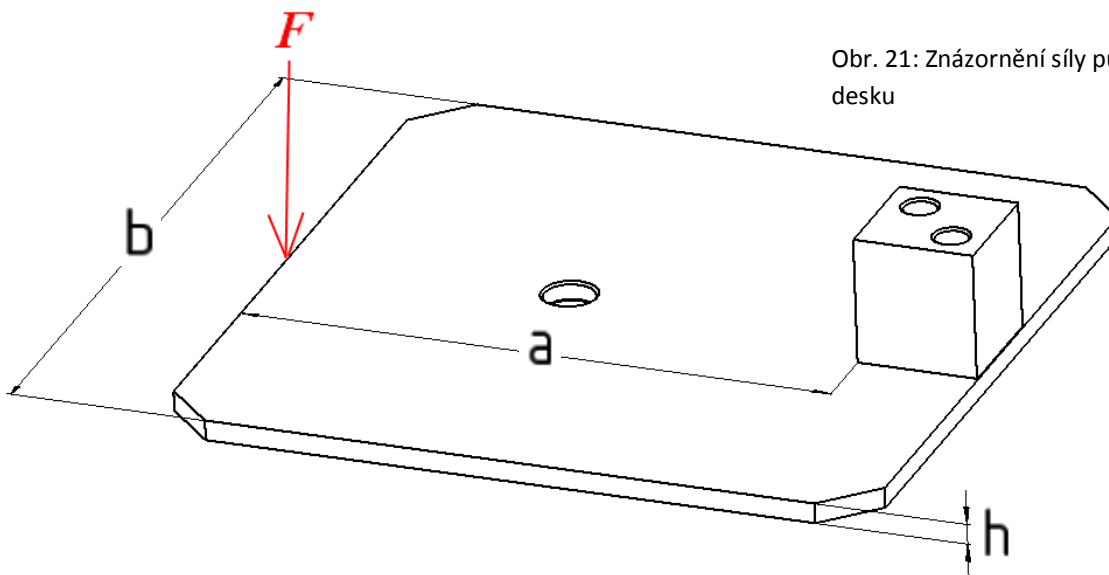
d_3 ... průměr šroubu [mm]

A_s ... plocha šroubu (d_3) [mm²]

k ... bezpečnostní součinitel [-]

F ... síla namáhající šroub (F_{R1}) [N]

Únosnost spodní desky - nebo-li jaké namáhání je spodní deska schopna unést



Obr. 21: Znárodnění síly působící na spodní desku

Znárné hodnoty : Materiál spodní desky - 11 373

R_m = 440 MPa
 a = 116 mm
 b = 140 mm
 h = 4 mm

τ_{DO} ohyb, mívivé namáhání ... pro bezpečnostní součinitel 1,5 - 2, $\tau_{DO} = 70 - 105 \text{ MPa}$

$$\frac{M_o}{W_o} \leq \tau_{DO}$$

$$W_o = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

$$\frac{F \cdot a}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} \leq \tau_{DO}$$

$$M_o = F \cdot a$$

$$F = \frac{\tau_{DO} \cdot b \cdot h^2}{6 \cdot a}$$

$$F = \frac{100 \cdot 140 \cdot 4^2}{6 \cdot 116}$$

$$F = 321,8 \cong 322 \text{ N}$$

Spodní deska by měla být schopná snést zatížení 322 N na svém konci.

τ_{DO} ... dovolené namáhání v ohybu [MPa]

a ... rameno na kterém působí síla F [mm]

b ... šířka spodní desky [mm]

h ... výška spodní desky [mm]

M_o ... ohybový moment vytvořený silou F [N*mm]

W_o ... průřez spodní desky [mm³]

k ... bezpečnostní součinitel [-]

F ... max. síla na konci spodní desky [N]

Potřebný utahovací moment (k upnutí stojanu na stůl)

Při utahování nebo povolování šroubu, který je zatížen osovou silou, je nutno překonat utahovací moment, který se skládá z třecího momentu v závitech a třecího momentu vznikajícího pod dosedací plochou hlavy šroubu (podložky).

Znamé hodnoty : $F = 50 \text{ N}$ (přibližná síla v klidu)

$$\begin{aligned}P &= 1 \text{ mm} \\ \alpha &= 60^\circ \\ d_w &= 25 \text{ mm} \\ d_u &= 15 \text{ mm} \\ \mu &= 0,08 \\ d_2 &= 7,350 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_u &= F * \operatorname{tg}(\psi + \rho^*) * \frac{d_2}{2} + F * \mu * \frac{(d_w + d_u)}{4} \\ M_u &= 50 * \operatorname{tg}(2.97 + 5.25) * \frac{7.350}{2} + 50 * 0.08 * \frac{(0.025 + 0.015)}{4} \\ M_u &= 26,5 \text{ N} * \text{m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} \psi &= \frac{P}{\pi * d_2} \\ \operatorname{tg} \psi &= \frac{1}{3,14 * 7,350} \\ \operatorname{tg} \psi &= 0,0433 \\ \psi &= 2.97^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} \rho^* &= \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}} \\ \operatorname{tg} \rho^* &= \frac{0,08}{\cos 30^\circ} \\ \operatorname{tg} \rho^* &= 0,092 \\ \rho^* &= 5,25^\circ\end{aligned}$$

$\psi < \rho^* \dots$ samosvorný

F ... síla proti smyslu odtahování (upínání) [N]

P ... stoupání závitu [mm]

α ... úhel profilu závitu [°]

d_w ... vnější průměr dosedací plochy [m]

d_u ... vnitřní průměr dosedací plochy [m]

μ ... třecí součinitel [-]

d_2 ... střední průměr šroubu [mm]

M_u ... potřebný utahovací moment [N*m]

Potřebný průměr šroubu, který přichycuje stojan ke stolu

Dle dříve zjištěných max. sil můžeme určit přibližnou max. sílu, kterou by měl šroub snést. Tuto sílu volím 400 N.

Potřebný průměr šroubu :

Znamé hodnoty : Materiál šroubu - 12 040

$$R_m = 480 \text{ MPa}$$

$$F_{max} = 400$$

$$\sigma = \frac{F}{A_s} \leq \sigma_{Dov,T}$$

$$A_s = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4}$$

$$\sigma = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} \leq \sigma_{Dov,T} \dots \dots \dots \Rightarrow d_3 = \sqrt[2]{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \sigma_{Dov,T}}}$$

$$d_3 = \sqrt[2]{\frac{4 \cdot 400}{3,14 \cdot 240}}$$

$$\sigma_{Dov,T} = \frac{R_m}{k}$$

$$d_3 = \sqrt[2]{2,12}$$

$$\sigma_{Dov,T} = \frac{480}{2}$$

$$d_3 = 1,45 \text{ mm}$$

$$\sigma_{Dov,T} = 240 \text{ MPa}$$

Dle výpočtu by nám postačil šroub o průměru 2 mm. Ovšem z uživatelského hlediska jsme zvolili šroub o průměru 8 mm.

Křídlový šroub - M8x60 ISO 2009

σ ... namáhání šroubu [MPa]

$\sigma_{Dov,T}$... dovolené namáhání šroubu [MPa]

R_m ... mez pevnosti v tahu [MPa]

d_3 ... průměr šroubu [mm]

A_s ... plocha šroubu (d_3) [mm²]

k ... bezpečnostní součinitel [-]

F ... síla namáhající šroub [N]

2.3 Pevnostní analýza

Výsledky všech námi vypracovaných statických analýz se nachází v příloze. Zde je pouze rozepsána pevnostní analýza horní desky.

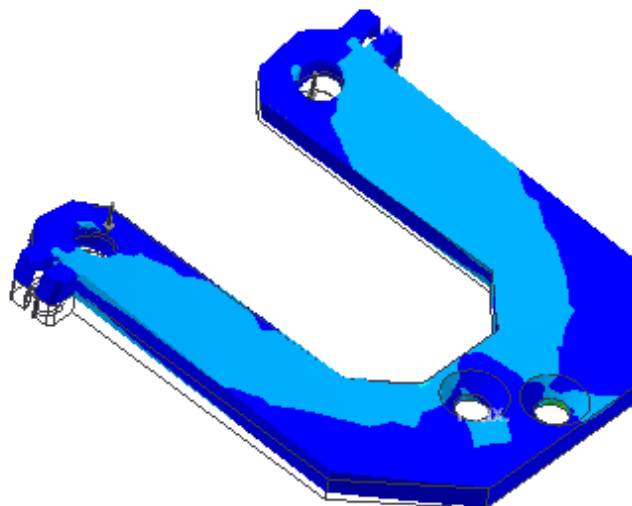
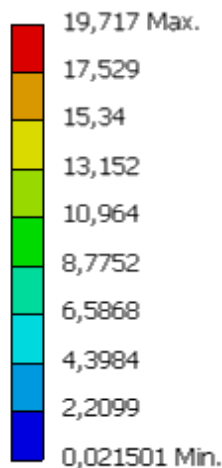
Pevnostní analýza horní desky

Působení sil v této analýze : Zadány jsou dvě síly působící proti sobě. Jedna je síla vyvíjená lankem, které vytrhává „horní desku“ a druhá síla je vyvíjená pružinou proti síle první. Velikost sil : $F1 = F2 = 43,6 \text{ N}$

Pevné vazby v této analýze : Pevné vazby jsou zadány děrami, v kterých jsou šrouby a drží pracovní část stojanu pevně spojenou.

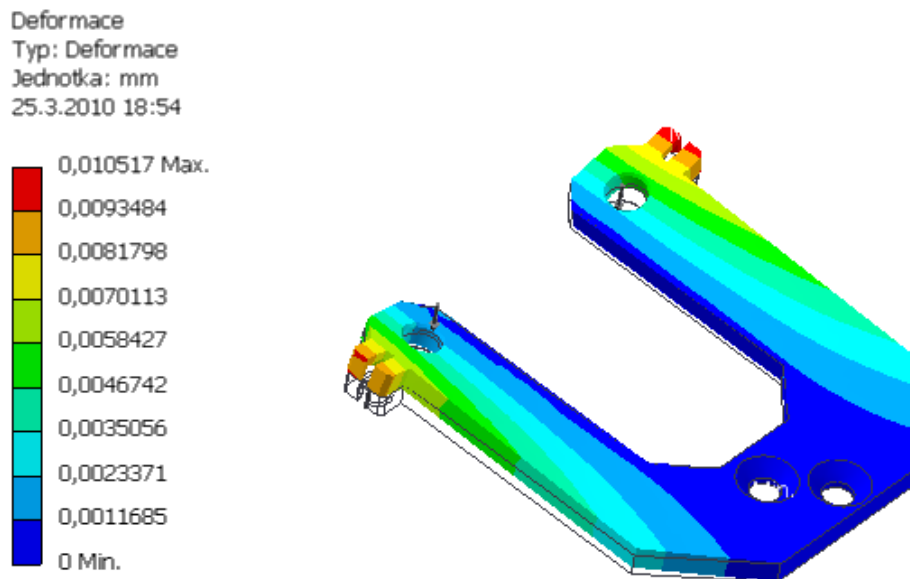
Materiál : Je zadána ocel. Přesně 11 373.

Ekvivalentní napětí
Typ: Ekvivalentní napětí
Jednotka: MPa
25.3.2010 18:54



Obr. 22: Obrázek ekvivalentního napětí v horní desce

Prohlédnutím obrázku ekvivalentního napětí zjistíte že skoro v celé součásti působí napětí minimální. Max. napětí se nachází v oblasti děr (šroubů).



Obr. 23: Obrázek deformace horní desky

Prohlédnutím obrázku deformace zjistíte že max. deformace je 0,010517 mm. Tato deformace je tak malá že nám přesnost vrtání neovlivní tudíž se jí nemusíme zabývat.

Uvedli jsme dle našeho mínění jen ty nejdůležitější části z pevnostní analýzy horní desky. Celá vygenerovaná zpráva se nachází v příloze. V příloze se též nachází zprávy všech dalších dílců, které jsme takhle kontrolovali.

3. Technologické hledisko

3.1 Místo výroby

Část výroby se uskutečnila ve školních dílnách. Nicméně většina práce byla vykonána v domácím prostředí, kde měl hlavní konstruktér k dispozici soustruh, frézku a svařovací aparaturu. Spodní a horní deska se vyráběli ve strojírenském podniku pomocí laseru.

Hlavní konstruktér : Marek Hlaváček

3.2 Použité materiály

Uvádíme pouze použité materiály u nenormalizovaných částí stojanu.

Upínací hranol - 11 373
Spodní deska - 11 373
Horní deska - 11 373
Svěrka - 11 373
Stavící válec - 11 373
Příčnick - 42 4004
Mezikus - 11 373
Vedení - 11 600
Podložka - 11 373
Hlavní deska - 11 373
Boční deska - 11 373
Vodící deska - 11 373
Podložka pro pedál - 11 373
Úchytka - 11 373
Tyčka - 11 373
Pedál - 11 373

3.3 Způsob výroby

Jednotlivé součásti se vyrábějí na soustruhu, frézce a desky laserem. Dále se z důvodu bezpečnosti některé části dodatečně obrušovali. Normalizované části stojanu jsme dokoupili.

Součást : Svěrka

Způsob výroby : frézování

Normalizovaný polotovar : TYČ ČTVERCOVÁ - 55 Z - ČSN 42 5520.20

Součást : Upínací hranol

Způsob výroby : frézování, vrtání

Normalizovaný polotovar : TYČ ČTVERCOVÁ - 38 Z - ČSN 42 5520.20

Součást : Kulatina do hranolu

Způsob výroby : soustružení, vrtání

Normalizovaný polotovar : Ø24 ČSN 42 5510.12 - 11 373.0 - ČSN 42 0138.50

Součást : Podložka

Způsob výroby : soustružení

Normalizovaný polotovar : Ø26 ČSN 42 5510.12 - 11 373.0 - ČSN 42 0138.50

Součást : Spodní deska

Způsob výroby : vypálení laserem

Normalizovaný polotovar : P4 - 1000 x 2000 ČSN 425310.11 - 11373.0 - ČSN 42 0209.50

Součást : Mezikus

Způsob výroby : frézování, vrtání

Normalizovaný polotovar : TYČ ČTVERCOVÁ - 25 Z - ČSN 42 5520.20

Součást : Horní deska

Způsob výroby : vypálení laserem

Normalizovaný polotovar : P5 - 1000 x 2000 ČSN 425310.11 - 11373.0 - ČSN 42 0209.50

Součást : Vedení

Způsob výroby : soustružení, broušení

Normalizovaný polotovar : Ø9 ČSN 42 5510.12 - 11 600.0 - ČSN 42 0138.50

Součást : Příčnick

Způsob výroby : vrtání, frézování

*Normalizovaný polotovar : 4 HR 120 ČSN 42 7520.02 - 42 4004 -
ČSN 42 1419.11*

Součást : Hlavní deska

Způsob výroby : stříhání

Normalizovaný polotovar :

Součást : Boční deska

Způsob výroby : stříhání

Normalizovaný polotovar :

Součást : Vodící deska

Způsob výroby : stříhání, vrtání

Normalizovaný polotovar :

Součást : Podložka pro pedál

Způsob výroby : Stříhání

Normalizovaný polotovar :

Součást : Úchytka

Způsob výroby : frézování, stříhání, svařování

Normalizovaný polotovar :

Součást : Tyčka

Způsob výroby : Soustružení

Normalizovaný polotovar :

Součást : Pedál

Způsob výroby : vrtání, stříhání, svařování

Normalizovaný polotovar :

3.4 Přibližná výsledná cena stojanu

Přibližná cena zatím není stanovena. Cenu budeme dodatečně zjišťovat v aspektech času stroje a dělníka, ceny materiálu, ceny energie a ceny normalizovaných částí.

3.5 Video sestavení

Nachází se v elektronické podobě v příloze.

Jedná se o video montáže zpracované v programu Autodesk Inventor Professional 2008.

4. Zkoušky stojanu

4.1 Předpokládaná výdrž stojanu

U stojanu předpokládáme, že vydrží kritická namáhání. Tyto namáhání mohou být způsobena především nedbalostí pracovníka. S těmito namáháními počítáme tím více, že stojan je určen pro školní dílny.

Stojan též musí vydržet dlouhodobá namáhání bez poruch. Tuto výdrž zkusíme sami zkontrolovat X- krát provedením daných pracovních úkonů.

Stojan musí odolávat možné korozi. Tuto podmínku by měla zajišťovat vhodná povrchová ochrana.

Dále stojan nesmí poškozovat povrch pracovního stolu. Zjistíme zkouškou.

4.2 Provedení jednotlivých zkoušek

Zkouška funkčnosti a výdrže :

Se stojanem jsem provedli okolo 500 pracovních zdvihů abychom zjistili zda se stojan v některých místech příliš nepoškozují.

Zjištěné vady : Zjistily jsme že díra v horní části pedálu byla příliš malá, a drát tudíž třel o její okraj. V důsledku čehož se několik drátků přetrhlo. Problém jsme vyřešili dotatečným zvětšením díry. Problém se už neopakoval.

Funkčnost : Nezaznamenali jsme žádné zhoršení kvality vrtání. Nicméně abychom zbytečně nevynakládali příliš velkou sílu při stlačování pedálu je nutné aby byl bowden s drátem narovaný a pokud možno co nejniž na podlaze.

Zkouška otláčení podložkou :

Zkoušku jsme provedli upínáním stojanu max. dovolenou silou narůzné pracovní stoly a pozorovali jsme zda daný stůl nepoškozujeme. Zkouška dopadla pozitivně stůl nebyl poškrábán ani otláčen.

4.3 Video ukázka práce

Nachází se v elektronické podobě v příloze.

Závěr :

Z uživatelského hlediska jsme se stojanem spokojeni. Rozměry jsme navolili tak aby se dal stojan pohodlně skládat. Těž můžeme poškozené části lehce nahrazovat. Stojan je otevřený dalším možným modifikacím. Dle výpočtů by měl stojan vydržet všechna předpokládaná namáhání. Naše pevnostní výpočty se můžou srovnat s pevnostní analýzou. Celá zpráva pevnostní analýzy se nachází v příloze. Modely a sestavu jsme vytvořili v programu Autodesk Inventor professional 2008. V tomto programu, v modulu Inventor studio jsme vypracovali sestavení stojanu.

Soupis použité literatury

[1] Jan Leinveber, Pavel Vávra : *Strojnické tabulky, druhé doplněné vydání.* ALBRA - pedagogické nakladatelství, Úvaly, Havlíčkova 197, 2005

[2] Jaroslav Kletečka, Petr Fořt : *Učebnice technického kreslení.* CP Books, a.s., 635 00 Brno, 2005

[3] SŠPH-UH : *Moodle, informační server* [cit. 23. března 2010] dostupné na internetu : <http://m-test.ssph-uh.cz:81/>

Seznam příloh :

1. Kompletní výkresová dokumentace
2. Pevnostní analýza
3. Video ukázky práce, sestavení