

Optimalizácia technológie výroby kotviacich skrutiek pre fotovoltaické panely

Bc. Jozef Šimek

Diplomová práca
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jozef ŠIMEK**
Osobní číslo: **T09575**
Studijní program: **N 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**

Téma práce: **Optimalizácia technológie výroby kotviacich šroubov pre fotovoltaické panely.**

Zásady pro vypracování:

- 1. Metódy strojárskych technológií**
- 2. Analýza súčasnej výroby kotviaceho šroubu**
- 3. Návrh optimalizácie výroby konusu kužela kotviaceho šroubu**
- 4. Záver a vyhodnotenie návrhu optimalizácie**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. HENZE, Andreas; HILLEBRAND, Werner. Elektrický proud ze slunce : Fotovoltaika v praxi. Vyd. 1. Ostrava - Plesná : HEI , 2000. 129 s. ISBN 3-922964-62-1, ISBN 3-922964-62-1.
2. JURKO, Jozef; LUKOVICS, Imrich. Obrábateľnosť materiálov. Vyd. 1. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíne, Fakulta technologická, 2008. 144 s. ISBN 978-80-7318-736-1, EAN 9788073187361.
3. HLUCHÝ, Miroslav . Strojírenská technologie I. 2. opravené vydání. Praha : SNTL, 1986. 172 s.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Josef Hrdina

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

14. února 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

13. května 2011

Ve Zlíně dne 6. ledna 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Šimek Jozef

Obor: Výrobní inženýrství

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 12. května 2011



¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užíje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

V tejto diplomovej práci predkladám literárnu štúdiu strojárskych a nekonvenčných technológií. V práci sa zaoberám výrobou kotviacich skrutiek stávajúcou technológiou, a mojím návrhom na upravenie výroby pre ekonomický zisk. Navrhol som vhodnú technológiu a prikladám ekonomické zhodnotenie.

Kľúčová slova: Strojárska technológia, kotviace skrutky, lisovanie, strihanie

ABSTRACT

In Master's thesis, I describe the literary study of engineering and non-conventional technologies. The work deals with the production technology to current anchor bolts, or my suggestion to adjust production for economic gain. I selected design technology and economic valorization.

Keywords: Engineering technology, anchor bolts, pressing, pruning

Pod'akovanie

Touto cestou by som chcel pod'akovať vedúcemu mojej diplomovej práce Ing. Josefovi Hrdinovi za jeho odborné rady a ochotu, s ktorou so mnou spolupracoval. Ďalej by som chcel pod'akovať majiteľovi spoločnosti VN-Ú s. r. o., pánovi Ladislavovi Vaculkovi, pánovi Petru Čížovi, Ing. Jiřímu Řehánkovi a ostatným pracovníkov za ochotu a cenné rady pri získavaní informácií o výrobe.

Prehlasujem, že odovzdaná verzia diplomovej práce a verzia elektronická nahraná do IS/STAG sú totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 FOTOVOLTAIKA	13
1.1 SOLÁRNE PANELY – LACNÁ A DOSTUPNÁ ENERGIA	13
1.2 SOLÁRNE PANELY A ICH ZLOŽENIE	13
1.3 SOLÁRNE PANELY A ICH VYUŽITIE	14
2 STROJÁRSKE TECHNOLOGIE	15
2.1 OBRÁBANIE	15
2.1.1 Ručné obrábanie	16
2.1.2 Strojové obrábanie.....	17
2.2 TVÁRNENIE	20
2.2.1 Strihanie	20
2.2.2 Rezanie	28
2.2.3 Valcovanie.....	31
2.2.4 Ohýbanie	32
3 NEKONVENČNÉ TECHNOLOGIE	37
3.1 MECHANICKÝ ÚBER MATERIÁLU	37
3.1.1 Obrábanie vodným lúčom (WJM, AWJM).....	38
3.1.2 Obrábanie prúdom brusiva (AJM, AFM).....	40
3.1.3 Obrábanie ultrazvukom (USM).....	41
3.2 LASER	43
3.2.1 Druhy laseru	44
II PRAKTICKÁ ČÁST	45
4 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI	46
5 POPIS PROJEKTU	48
5.1 POPIS VÝROBKU	48
5.2 ŠPECIFIKÁCIA POUŽITÝCH STROJOV	49
5.2.1 Laserové rezacie zariadenie TRUMATIC TC L3530	49
5.2.2 CNC nožnice AMADA	50
5.2.3 Hrotový sústruh SU 18 RA	51
5.2.4 Výstredníkový lis LENR 40 A	52
5.2.5 Lis Šmeral LDC 160.....	53
6 POSTUP VÝROBY	55
6.1 PÔVODNÝ POSTUP VÝROBY	55
6.1.1 Výroba hlavnej trubky	55
6.1.2 Dierovanie otvorov	55
6.1.3 Výroba kónusu	57
6.1.4 Výroba špirály	61
6.1.5 Výroba nátrubku.....	62

6.1.6	Žiarové zinkovanie	63
6.1.7	Apretúra – prerezanie závitú matíc	63
6.2	OPTIMALIZOVANÝ POSTUP VÝROBY	65
6.2.1	Výroba kónusu	65
7	EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE	68
7.1	KALKULAČNÝ LIST – PÔVODNÝ POSTUP VÝROBY	68
7.2	KALKULAČNÝ LIST – OPTIMALIZOVANÝ SPÔSOB VÝROBY	70
7.3	POROVNANIE KALKULÁCIÍ	71
	ZÁVĚR	72
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	73
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	75
	SEZNAM OBRÁZKŮ	76
	SEZNAM TABULEK	78
	SEZNAM PŘÍLOH	79

ÚVOD

Fotoelektrický jav bol objavený v roku 1839 francúzskym fyzikom Alexandrom Edmondom Becquerelom. V roku 1905 sa Albertovi Einsteinovi podarilo fotoelektrický jav vysvetliť, za čo získal v roku 1921 Nobelovu cenu za fyziku. Prvý funkčný solárny článok zostrojil v roku 1884 americký vynálezca Charles Fritts, teda necelých 45 rokov po Becquerelovom objave fotovoltaiického javu. Po mnohých rokoch (počas nich bolo učených mnoho vynálezov a objavov) sa v roku 1954 poradilo pánom Drylovi Chapinovi, Calvinovi Fullerovi a Geraldovi Pearsonovi vyvinúť prvý článok s účinnosťou vyššou ako štyri percentá.

Prvotné uplatnenie fotovoltaiických článkov, teda použitie ako napájanie vesmírnych družíc, sond, staníc a podobne, je nenahraditeľné a využíva sa dodnes, avšak fotovoltaiika našla značné uplatnenie i v rade ďalších oblastí. Slnéčné žiarenie je nevyčerpatelným zdrojom energie, preto sa i naďalej venuje vývoji fotovoltaiických článkov značné úsilie. Výroba elektrickej energie z fotovoltaiických systémov je veľmi ekologická, nehučná a z hľadiska investičného veľmi výhodná.

Inštalácia fotovoltaiických systémov je veľmi drahá. Premiestenie inštalovaného systému možno napríklad použitím inštalácie pomocou kotviacich skrutiek.

Kotviace skrutky pre výstavbu fotovoltaiických elektrární slúžia pre fixáciu zvislých častí konštrukcií pre fotovoltaiické panely. Jedná sa o robustné konštrukcie, oceľové a žiarovo zinkované.

Výhodou kotviacich skrutiek je:

- vybudovanie počas niekoľkých minút (žiadne čakacie doby na montáž)
- bez ďalšej údržby
- dokonale presná inštalácia
- odolnosť proti poveternostným podmienkam
- stabilné a pevné vďaka stlačenej pôde
- možné okamžité zaťaženie kotviacich skrutiek
- minimálne náklady na personál (ušetrí sa kopanie a betónovanie)

- výrazne cenovo výhodnejšie ako bežné základy
- bezproblémová demontáž

Praktická časť diplomovej práce sa zaoberá optimalizáciou výroby kotviacich skrutiek, konkrétne výrobou kónusu kužeľa. Pri súčasných nárokoch na čo najlacnejšie riešenie a včasnosť dodávok bola riešená varianta na čo najrýchlejšie zavedenie do výroby.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 FOTOVOLTAIKA

Je technológia, ktorá umožňuje výrobu elektrickej energie priamo zo Slniečného žiarenia. Z tohto hľadiska možno fotovoltaiiku chápať ako technológiu s neobmedzeným rastovým potenciálom a časovo neobmedzenou možnosťou výroby elektrickej energie. Nejedná sa však iba o zaujímavú technológiu, ale tiež o vyspelé priemyselné odvetvie, ktoré vo svete zažíva neobvyklý rozvoj a pozitívne ovplyvňuje nie len obchodné aktivity, ale napríklad tiež zamestnanosť alebo kvalifikáciu vedeckých pracovníkov. Túto skutočnosť pochopili už mnohé vyspelé krajiny sveta vrátane krajín Európskej únie, snažia sa fotovoltaiiku podporovať a dlhšom časovom horizonte jej prisudzujú nezastupiteľné miesto v energetickom priemysle. Tento aspekt nadobúda na význame hlavne vzhľadom k narastajúcej energetickej závislosti mnohých krajín, hroziacej energetickej kríze, ekologickým a bezpečnostným otázkam klasických spôsobov výroby energie a ďalším negatívnym aspektom súčasnej i budúcej energetiky. V tomto kontexte možno teda fotovoltaiiku po odstránení niektorých prekážok, hlavne ekonomických, vnímať ako jedno z dostupných riešení, ako univerzálne použiteľný energetický zdroj, ako technológiu, ktorá ide ruku v ruku s trvale udržateľným rozvojom, proste ako technológiu budúcnosti. [12]

1.1 Solárne panely – lacná a dostupná energia

Slniečné lúče tvoria ročne toľko energie, že ju ľudstvo toľko ani nevyužije. Konkrétne by sa dalo povedať, že je to 20 000 krát viac. Solárne panely sú polovodičové panely. Na jednoposchodovom dome sú schopné vyrobiť desať krát viac energie, ako potrebujeme. Dokonca vzniká samostatná vedná disciplína, ktorá solárne panely zdokonaľuje. Solárne panely sú v dnešnej dobe schopné premeniť asi 15 – 17 % dopadajúceho svetla.

1.2 Solárne panely a ich zloženie

Solárne panely sú tvorené kremíkovou doštičkou s hrúbkou menšou ako 1 mm (v rade stoviek mikrometrov). Na spodnej strane sú umiestené plošné elektródy odvádzajúce výslednú elektrickú energiu. Solárne panely sú chránené tvrdeným sklom, aby nedošlo k poškodeniu vetrom, snehom či krúpami. Dôležité je, aby na solárne články dopadalo čo najviac svetla, to je zariadené vďaka antireflexnej vrstve, spravidla oxidom titánu. V dnešnej dobe sa pre

solárne panely využíva kremík, avšak vo fázy testovania je už i gálium arsenid, kadmium sulfid, selenid medi a india.

1.3 Solárne panely a ich využitie

Solárne panely majú rôzne druhy využitia, od napájania kalkulačiek až po napájanie kozmických plavidiel. Pre nás je avšak najdôležitejšie využívať solárne panely na zásobovanie energiou rodinné domy alebo vo výrobnom podniku. Vznik elektrického výkonu je daný plochou a účinnosťou solárnych panelov. [13]

2 STROJÁRSKE TECHNOLOGIE

Jedným z hlavných činiteľov rozhodujúcich o rozvoji priemyslu je strojárská technológia. Jej úlohou je podávať základné vedomosti o materiáli a jeho skúšaní, o nástrojoch a strojoch, prostriedkoch a o metódach používaných pri spracovaní kovov a ostatných látok.

Technológia výroby kovov sa zaoberá spracovaním surovín na materiál (polotovary) a jeho vlastnosťami. Člení sa na výrobu železných a neželezných kovov z rúd, výrobu práškových kovov a spracovanie (tvárnenie) vyrobených kovov na polotovary (tyčový materiál, plechy, trubky, drôty) valcovaním alebo kovaním.

Technológia strojárská sa zaoberá výrobou polotovarov odlievaním, tvárnením (lisovaním), nerozoberateľným spojovaním kovov zváraním a spájkovaním a tepelným spracovaním, tj. zmenami vnútornej štruktúry materiálu, ako napríklad žihanie, kalenie apod. a tiež spracovaním materiálu (polotovaru) na súčiastky a montážou strojov z týchto súčiastok.

Technológia povrchových úprav zahŕňa spôsoby, ktorými meníme vzhľad výrobku alebo vlastnosti ich povrchu. Buď nanášame na povrch súčiastky inej látky (ozdobné alebo ochranné povlaky – hlavne pri ochrane proti korózii), alebo meníme zloženie ich povrchovej vrstvy.

Montáž je zostavovanie jednotlivých strojných súčiastok alebo dielov do hotového celku (stroj alebo zariadenie), vyhovujúci predpísaným technickým podmienkam.[2]

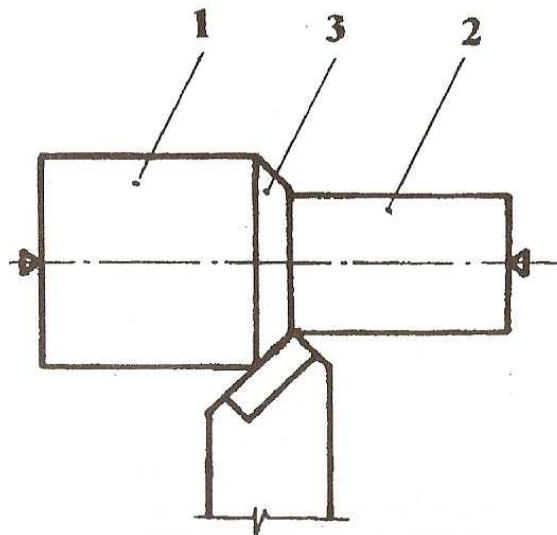
2.1 Obrábanie

Technológia obrábania ako vedný obor študuje, skúma a analyzuje vzájomné súvislosti a faktory obrábacieho procesu ako integrálne zložky výrobného procesu strojárskych súčiastok. Obrábací proces sa realizuje v obrábacom systéme, ktorý možno obecné členiť na subsystemy obrábacích strojov, rezacích nástrojov, manipulačných prostriedkov a obrábacieho prostredia. Objektom obrábacieho procesu je obrobok a základným výstupom obrábacieho procesu sú príslušné obrobené plochy. Obrábanie môže byť ručné alebo strojové.

Pri obrábaní dochádza k oddelovaniu častíc materiálu obrobku britom nástroja. Vlastný proces fyzikálne- mechanického oddelovania materiálu obrobku sa špecifikuje ako rezanie, respektíve rezný proces. V závislosti na spôsobe oddelovania materiálu sa rozlišuje rezný

proces na kontinuálny (sústruženie, vrtanie, vyvrtávanie), diskontinuálny (hobl'ovanie, obrážanie) a cyklický (frézovanie, brúsenie). Reálny rezný proces prebieha za určitých rezných podmienok, ktoré sú súčasťou obrábacích podmienok.

Obrobok ako objekt obrábacieho procesu je z geometrického hľadiska charakterizovaný obrábanou, obrobenou a prechodovou plochou. Obrábaná plocha je plocha, ktorá má byť obrobená rezaním. Obrobená plocha je plocha získaná ako výsledok rezného procesu. Prechodová plocha je časť povrchu obrobku, ktorá je vytvorená pôsobením ostria nástroja počas zdvihu alebo otáčky nástroja alebo obrobku. Konkretizácia základných plôch obrobku pri pozdĺžnom sústružení je na obr. 1.[6]



Obr. 1 Základné plochy na obrobku pri pozdĺžnom sústružení

1 – obrábaná plocha, 2 – obrobená plocha, 3 – prechodová plocha [6]

Nástroj v interakcii s obrobkom umožňuje realizáciu rezného procesu. Z geometrického hľadiska je nástroj identifikovaný svojimi prvkami, plochami, ostrím a rozmermi.[6]

2.1.1 Ručné obrábanie

Ručné obrábanie charakterizuje využívanie fyzickej sily a zručnosti pracovníka. Výrobnosť je preto vzhľadom na dnešný stav technicky nízka. Z toho dôvodu sa ručné obrábanie obmedzuje len na tie prípady, pri ktorých je použitie strojov nerentabilné. Napríklad v kuso-

vej alebo malosériovej výrobe odstraňovanie ostrín, dolícovanie a úprava súčiastok pri montáži, odsekávanie materiálu v kotolniach.

Medzi základné práce ručného obrábania patri:

- sekanie
- pilovanie
- zaškrabávanie [14]

2.1.2 Strojové obrábanie

Strojové obrábanie patrí medzi najrozšírenejšie spôsoby výroby presných súčiastok. Vyznačuje sa tým, že energiu potrebnú na zmenu tvaru obrobku dodáva stroj a obrobok dostáva tvar na obrábacom stroji. Obrobok i nástroj sú upnuté na obrábacom stroji. K obrábaniu sú nutné dva základné pohyby – pohyb hlavný (rezný) a pohyb vedľajší (posuv a prísun). Rýchlosť hlavného pohybu je rezná rýchlosť. Prebytočný materiál sa odoberá v tvare triesky reznými nástrojmi. Činná časť nástroja (britu) má tvar klinu, vniká svojim ostrím do materiálu a oddeľuje tak z neho triesku. Nástroje sa zhotovujú z nástrojových ocelí. Pre zvýšenie rezných rýchlostí sa vyrábajú nástroje s britovými doštičkami zo spekaných karbidov alebo keramických materiálov. Pri obrábaní vzniká hlavne vplyvom trenia teplo, nástroj sa rýchlo otupí. Pre zvýšenie životnosti ho chladíme a mažeme. Chladiace kvapaliny sú rôznych druhov (rezné oleje, emulzie). Niektoré materiály nechladíme ani nemažeme (zliatiny).[2]

Strojové obrábanie môžeme rozdeliť na tieto základné spôsoby:

- sústruženie
- vrtanie a vyvrtávanie
- frézovanie
- brúsenie
- honovanie
- lapovanie
- superfinišovanie
- hobľovanie a obrážanie

- preťahovanie a pretláčanie
- deleniu materiálu

Sústruženie je spôsob mechanického obrábania, pri ktorom prídavok z obrobku odrežeme sústružníckym nožom tak, že otáčavý (rotačný) hlavný pohyb vykonáva obrobok a priamočiary plynulý pohyb – posuv – vykonáva nôž. Sústružením vyrábame rotačné plochy vonkajšie alebo vnútorné, ako aj čelné, na súčiastkach tvaru hriadeľa alebo kotúča. Obrábanie sústružením sa robí na sústruhoch rozličných typov.

Vrtanie je spôsob obrábania, kde rotačný hlavný i priamočiary posuvný pohyb v osi otáčania vykonáva nástroj – vrták. Na vrtáčkách vyrábame rotačné plochy vnútorné, najčastejšie valcové v súčiastkach tvaru hranola. Vnútorné valcové plochy do súčiastok tvaru hriadeľa alebo kotúča vrtame na sústruhoch. Rotačný hlavný pohyb tu vykonáva obrobok, priamočiary posuv nástroj. Ďalšie stroje, na ktorých môžeme vrtat' sú vyvrtávačky a frézovačky.

Vyvrtávanie je obrábanie, pri ktorom materiál odrezávame nožom upevneným na vyvrtávacej tyči tak, že rotačný hlavný pohyb vykonáva vyvrtávacia tyč a priamočiary plynulý posuv v osi otáčania obrobok alebo pracovné vreteno. Vreteno sa vysúva z vretenníka. Na vyvrtávanie používame rôzne typy vyvrtávačiek. Pracovné nástroje sa nazývajú vyvrtávacie tyče. Vyvrtávaním zväčšujeme rotačné plochy vnútorné, najčastejšie valcové v súčiastkach tvaru hranola. Vyvrtávať môžeme aj na frézovačkách a sústruhoch.

Frézovanie je spôsob obrábania, pri ktorom materiál odrezávame z obrobku otáčajúcim sa viacklinovým nástrojom – frézou, pričom plynulý priamočiary posuv vykonáva obrobok. Hlavný pohyb je rotačný pohyb nástroja. Frézovaním vyrábame jednoduché a zložené rovinné plochy, ďalej priamkové a skrutkové tvarové plochy (ozubenia, drážky). Obrábacie stroje sú frézky rôznych konštrukcií. Najbežnejšie sú zvislé a vodorovné frézky.[14]

Brúsením sa dokončujú súčiastky vyrobené s prídavkom niektorými predchádzajúcimi spôsobmi obrábania. Súčiastky tak dostanú veľmi presné rozmery a hladký povrch. Brúsenie sa používa tiež k ostreniu otupených nástrojov. Nástrojom je brúsiaci kotúč, ktorého brusivo je stmelené pojivom do pevného celku. Zrna brusiva môžu byť prírodné, ale najčastejšie sú umelé. Brúsiace kotúče sú normalizované v rôznych tvaroch a majú svoje označenie. Obrábacími strojmi sú brúsiace stroje – brúsky. Podľa spôsobu práce rozoznávame brúsiace stroje:

- obrábacie

- k ostreniu nástrojov – ostričky

Podľa toho, či brúsime plochy rotačné alebo rovinné, sú brúsky :

- hrotové
- rovinné [2]

Honovanie je dokončovací spôsob obrábania. Materiál odrezávajú brúsne (honovacie) kamene, ktoré má na obvode honovacia hlava. Hlavný pohyb vzniká kombináciou jednosmerného otáčavého a osového vratného pohybu a vykonáva ho nástroj. Stroje na tento úkon sa volajú honovačku (honovacie stroje). Honujeme spravidla vnútorné valcované diery, ktoré sme už predtým dostatočne presne obrobili.

Lapovanie je dokončovanie povrchov, keď materiál odrezávame z obrobku brusivom zvyčajne voľne zatlačeným do lapovacieho nástroja – lapovacieho trňa, kotúča a pod. Nástroj a obrobok sa po sebe pohybujú tak, aby do styku prichádzali vždy iné miesta plôch a aby sa stopy po zábere jednotlivých brúsnych zŕn prekrývali. Lapujeme povrchy už predtým brúsené, najčastejšie rotačné plochy vonkajšie a vnútorné, plochy rovinné alebo niektoré tvarové. Lapovať môžeme nielen na lapovacích strojoch, ale aj na iných strojoch, ktoré umožňujú pohyby potrebné na i lapovanie, napríklad sústruhy, vŕtačky.[9]

Superfinašovanie je vysoko produktívna metóda dokončovacieho obrábania vnútorných, vonkajších, rotačných a rovinných plôch prehladzovaním superfinašovacími kameňmi. Rezný pohyb pri superfinašovaní vzniká superpozíciou rotačného pohybu súčiastky o rýchlosti v_0 (10 až 80 m/min) a kmitavého pohybu superfinašovacích kameňov o frekvencii ω_k (1000 až 3000 dvojzdvihov za minútu), s dĺžkou zdvihu 2 až 6 mm. Superfinašovaním sa zlepšuje vlnitosť, odchýlka od kruhovitosti a drsnosť povrchu. V súčasnosti sa superfinašovacie brúsne segmenty vyrábajú zo syntetických brusív ako umelý korund (elektrokorund) a karbid kremíka. [14]

Hobl'ovaním a obrážaním sa vyrábajú väčšinou rovinné plochy. Dlhé plochy sa vyrábajú hobl'ovaním. Krátke obrážaním. Rezný pohyb je priamočiary a vykonáva ho obrobok. Vedľajší pohyb koná nástroj u hobl'ovania a a rezný u obrážania. Nástrojom je hobl'ovai nôž. Je upevnený v priečnom suporte alebo v nožovom suporte. Obrobok je upnutý na pracovnom stole obrábacieho stroja. Obrábacím strojom je hobl'ovací stroj – hobl'ovka, a obrážací stroj – obrážačka vodorovná alebo zvislá.

Preťahovanie a pretlačovanie patria k veľmi produktívnym spôsobom obrábania. Pre veľkú cenu nástroja sa uplatňuje zväčša v sériovej a hromadnej výrobe, hlavne na výrobu presných dier a drážok. Uplatňuje sa aj pri obrábaní vonkajších plôch. Mnohobritový nástroj koná priamočiary rezný pohyb. Jednotlivé brity (zuby) sú usporiadané tak, že každý nasledujúci zub je o niečo vyšší. Každý zub tak postupne odoberá materiál vo forme triesky. Nástroj sa obrobkom buď pretiahne – preťahovák, alebo pretlačí – pretlačovák. Obrobok sa nasadí na vodiace puzdro, ktorým je zároveň vedený aj nástroj. Obrábacím strojom sú preťahovačky alebo pretlačovačky.[2]

2.2 Tvárnenie

Delenie materiálu sa v strojárskych závodoch robí spravidla priamo v skladoch materiálu. Často sa tam tiež navrtávajú strediace jamky, odstraňujú otrepy a pod., takže mechanické dielne dostanú už do výroby pripravené polotovary. Okrem toho sa rôzne metódy delenia materiálu používajú na narezávanie valcovaných profilov pri výrobe oceľových konštrukcií a na delenie valcovaného materiálu v hutníckej výrobe. [9]

Materiál môžeme deliť mnohými spôsobmi. Najdôležitejšie je, aby použitý spôsob bol čo najhospodárnejší a vyhovoval technickým požiadavkám. Ak je to možné, používa sa beztrieskové delenie, ako napríklad strihanie plechov a kruhových profilov nožnicami alebo lisom, vystrihovanie a pod. Jedným z najpoužívanejších obrábacích metód je upichovanie sústružením, rozbrusovanie tenkým brúsnym kotúčom alebo rezanie pílmami rámovými, kotúčovými alebo pásovými. Spôsobmi menej používanými na delenie materiálu sú elektroerozívne delenie plechovým kotúčom, drôtom alebo pásom s pôsobením elektrického prúdu. Vysoko progresívnymi metódami delenia materiálov patrí rezanie plazmovým, laserovým alebo kvapalinovým (vodným) lúčom.

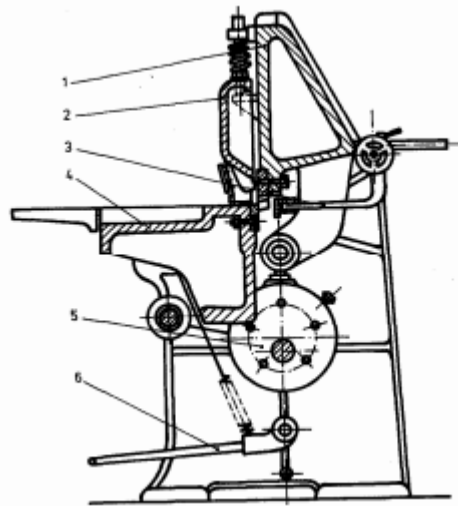
2.2.1 Strihanie

Nožnice sú tvárniace stroje, na ktorých sa delí materiál strihaním. Pri strihaní sa materiál oddeľuje šmykovým pôsobením dvoch nožov. Tento spôsob delenia sa preto používa pre mäkké tvárne materiály menších hrúbok. Táto operácia v lisovniach sa používa na prípravu polovýrobov (strihanie tabúl plechov na pásy, rozdelenie zvitkov na tabule, strihanie profilov), na vystrihovanie predliskov k ďalšiemu spracovaniu a pod.

Tvárníacie stroje na strihanie plechov a profilov rozdeľujeme na nožnice a lisy. Nožnicami sa prestrihuje, vystrihuje, odstrihuje a pod. Lisy používame na vystrihovanie a ostatné druhy strihania v nástroji. Sú to väčšinou univerzálne stroje, ktoré po výmene nástrojov možno používať aj na iné druhy tvárnenia, napríklad ohýbanie, ťahanie a pod.

Podľa konštrukčných a technologických znakov rozoznávame nožnice na strihanie plechu, profilov, alebo hutníckych polovýrobov. Nožnice na plech môžu byť s rovnými nožnicami (pákové, kmitacie, tabuľové s rovnobežnými alebo sklonenými nožmi), nožnice na plech s kotúčovými nožmi. Nožnice na strihanie profilov môžu byť konštruované ako ručné, strojové a kombinované (s nožmi na pásy, s dierovadlom, alebo univerzálne). Ostatné druhy nožníc sú napríklad rotačné, nožnice na strihanie stavebnej ocele, nožnice na strihanie predkovkov – tzv. štípačky. V praxi sa používa široký sortiment nožníc na strihanie rôznych hrúbok plechu a profilov. Plechy do hrúbky 40 mm sa strihajú za studena.

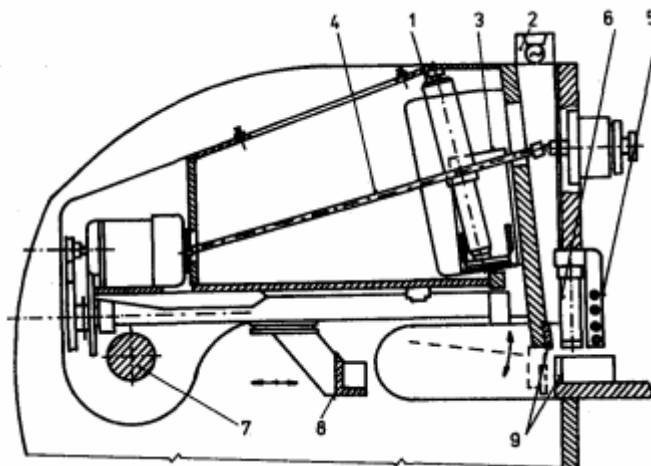
Tabuľové nožnice sú určené na strihanie výstrižkov jednoduchých tvarov alebo tabúľ plechov jedným zdvihom. Pohon nožníc je mechanický alebo hydraulický, umiestnený je v hornej alebo dolnej časti nožníc. Pri hrúbkach plechu asi do $s = 2,5$ mm je výhodný dolný pohon, pri $s > 2,5$ mm sa používa horný pohon.[9]



Obr. 2 Tabuľové nožnice s mechanickým pohonom, 1- šmýkadlo, 2 - pridržiavač, 3 - doraz, 4 - stôl, 5- pohon, 6- ovládacia nožná páka[9]

Hlavné časti tabuľových nožníc s mechanickým pohonom sú vyznačené na obr. 2. Svojou konštrukciou zodpovedajú konštrukcii mechanických ohraňovacích lisov. Stojan nožníc je vytvorený kombináciou portálového a C stojana.

Tabuľové nožnice s hydraulickým pohonom majú pohyb šmýkadla s nástrojom zabezpečený hydromotormi. Šmýkadlo sa obyčajne zavesí priamo na piesty hydromotorov. Tvrdý nútený mechanický pohon sa pritom nahrádza plynulým a mäkkším prenášaním sily. vylučuje sa tým preťaženie stroja. Vzhľadom na konštrukciu sa tieto nožnice nelíšia od bežných tabuľových nožníc s mechanickým pohonom. Šmýkadlo možno nastaviť do každej polohy. Počet zdvihov závisí od dĺžky strihu a môže byť o toľko väčší, o koľko kratší je strih. Výhodou hydraulického pohonu je možnosť zväčšiť spätnú rýchlosť šmýkadla. Menovitú silu možno nastaviť a tým sa zväčší aj životnosť nožov. Ovládanie pridržiavača je hydraulické a nezávisí od polohy noža. Na niektorých tabuľových nožniciach možno strihanú dĺžku nastaviť a odčítať na ukazovacom zariadení. Zamedzí sa tým zbytočný pohyb noža a šetrí sa stroj. Ak sa strihá podľa miery, použije sa elektromotorický nastavovací zadný doraz. Jeho nastavenie možno odčítať na ukazovateli.[9]



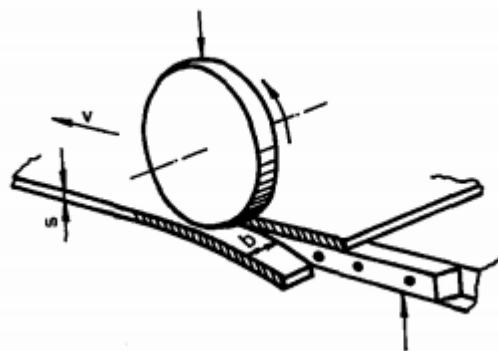
Obr. 3 Tabuľové nožnice s hydraulickým pohonom

1- vyvažovací valec, 2- osvetľovacia žiarovka, 3- hydromotor, 4- teleskopická tyč, 5- ochranná mreža, 6- pridržiavač plechu, 7- otočný čap, 8- doraz, 9- nástroje nožníc[9]

Na obr. 3 je zobrazený princíp činnosti tabuľových nožníc s hydraulickým pohonom. Pohyb šmýkadla je zabezpečený dvomi hydromotormi, ktoré sú uložené výkyvne na čapoch

zakotvených na stojane a na čapoch šmýkadla. Na dosiahnutie paralelného chodu šmýkadla je medzi valcami tuhá mechanická väzba. Nožnice majú jedenásť pridržiavačov, uchytených na čelnej stene stojana v dvoch sekciách. Pri strihaní plechu užšieho ako 1 000 mm možno jednu sekciu vyradiť z činnosti. Tlak v pridržiavačoch možno nastaviť do 12 MPa. Hydraulický pohon je umiestnený pod stolom. Nožnice majú elektrický počítač zdvihov a osvetlenie pre strihanie na rysku. Výkyvné šmýkadlo zaručuje kvalitnejší strih a minimálnu deformáciu výstrižku. Pohyb šmýkadla sa ovláda dotlačením strihaného plechu na koncový spínač umiestnený na lište zadného prestaviteľného dorazu. Riadenie veľkosti zdvihu šmýkadla a tým aj počtu zdvihov je podľa dĺžky strihu. Pritom existuje možnosť automatického číslicového riadenia pri zaradení nožníc do liniek s neprerušovaným cyklom. Hydraulický pohon v konštrukcii nožníc sa v ostatnom čase uprednostňuje pred mechanickým pohonom.

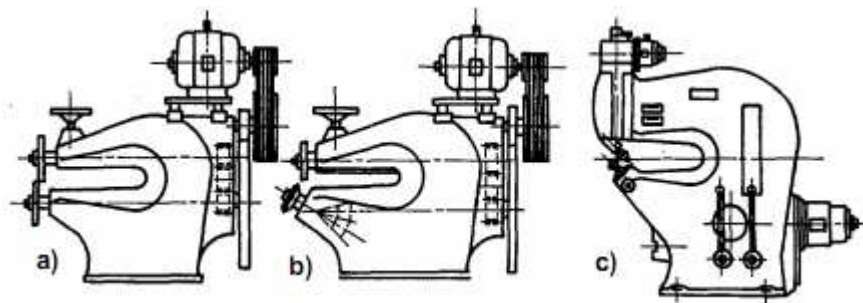
Jednokotúčové nožnice sa používajú v hutníckej druhovýrobe na ostrihovanie dlhých tabúl plechu. Dolný lineárny nôž je pevný a horný kotúčový posuvný. Horný nôž je upevnený na vozíku, ktorý je ťahaný reťazou alebo pohyblivou skrutkou. Princíp nožníc s jedným kotúčom je na obr. 4. Takýmito nožnicami sa strihajú plechy hrubé až 40 mm a dlhé do 15 m. na jednokotúčových nožniciach sa plech strihá kotúčovým nožom kolmým na strihaný materiál alebo kotúčovým nožom nakloneným pod uhlom 15 až 35° (takto sa materiál pripravuje obyčajne na zváranie).[9]



Obr. 4 Princíp ostrihovania okrajov plechu na jednokotúčových nožniciach[9]

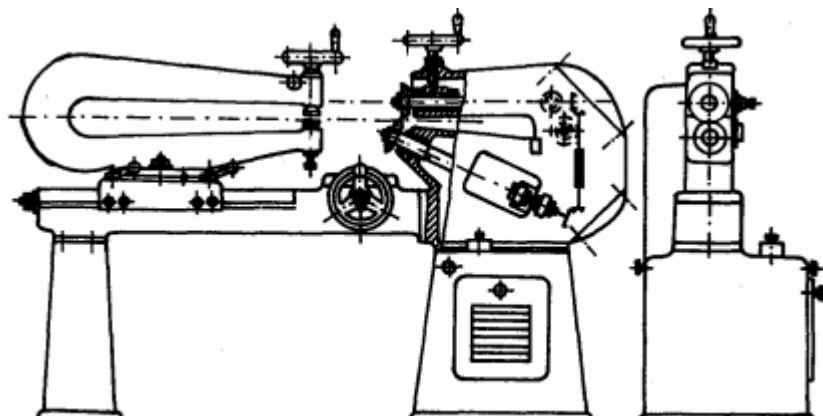
Dvojkotúčové nožnice rozdeľujeme na dve skupiny, a to tzv. ostrihovacie dvojkotúčové nožnice a okružné nožnice. Dvojkotúčovými ostrihovacími nožnicami sa ostrihujú pásy, kruhové tvary a vyduté tvary s veľmi zakrivenými obrysami. Aby sa materiál vťahoval me-

dzi ostne na obvođe kotúčov, ktoré sa otáčajú proti sebe, musia mať kotúče určitý priemer, ktorý závisí od hrúbky strihaného plechu. Rýchlosť strihania je v rozmedzí 2 až 8 m.min⁻¹ a reguluje sa podľa hrúbky plechu. Na obr. 5a sú zobrazené dvojkotúčové nožnice na pásy s dvoma kotúčovými nožmi rovnakého priemeru s rovnobežnou osou uloženia v stroji. Na obr. 5b sú dvojkotúčové nožnice s rôznobežnými osami kotúčov, na ktorých sa vystrihujú kruhové tvary. Krivkové nožnice (obr.5c) majú jeden pár kotúčových nožov s rovnobežnými osami. Nože sa nastavujú suportom umiestneným v hornej hlave. Dolný hriadeľ podľa hrúbky plechu a priemeru nástroja možno posúvať vo zvislom smere.



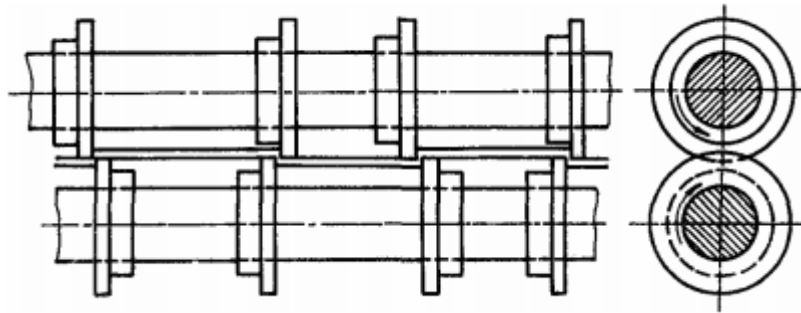
Obr. 5 Konštrukcie dvojkotúčových nožníc[9]

Na okružných nožniciach (obr. 6) sa strihajú okraje výtvarkov alebo plechu do kruhového tvaru, ktoré sa centrujú vodiacim strmeňom. Polomer výstrižku určuje vzdialenosť strmeňa od strižnej hrany danej ostrím kotúčových nožov.



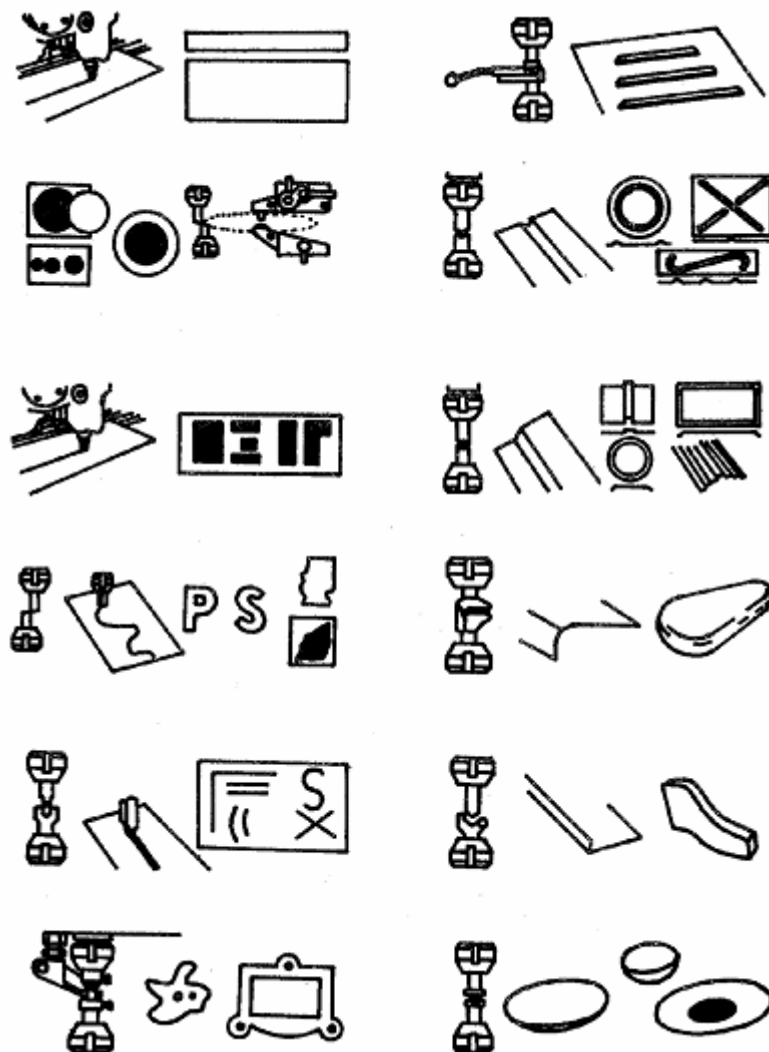
Obr. 6 Konštrukcia okružných nožníc[9]

Viackotúčové nožnice majú na dvoch pohonových hriadeľoch upevnených viac párov kotúčových nožov (obr. 7). Odstrihávajú sa nimi tabule plechu a ako pásové nožnice delia tabule plechu na pásy a zvitky plechu na pásy. Strihané pásy sa natáčajú na navíjacie bubny. Pohon odvíjacích a navíjacích bubnov možno nastaviť na rýchlosť 0,5 až 2 m.s⁻¹.



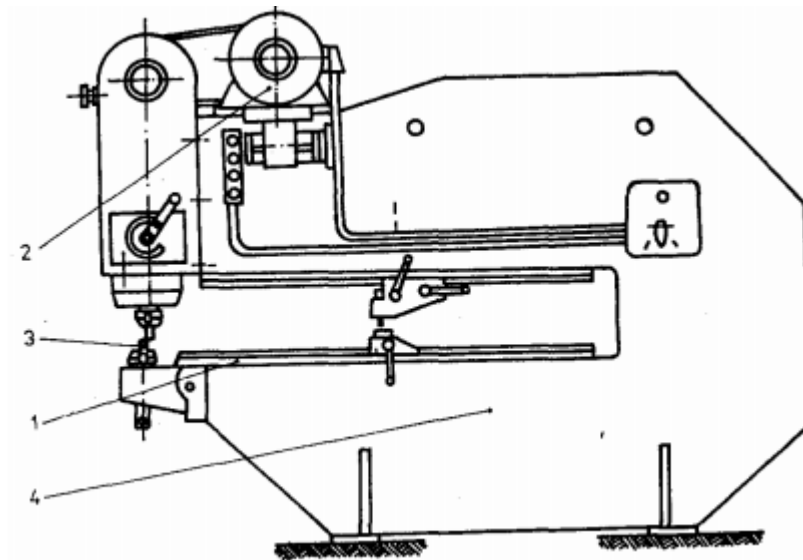
Obr. 7 Princíp viackotúčových nožníc[9]

Kmitacie nožnice boli pôvodne určené iba ako pomocné nožnice na vystrihovanie. V súčasnosti sa na nich okrem vystrihovania vykonávajú aj iné operácie ako zastrihovanie, drážkovanie, lemovanie a ďalšie (obr. 13)



Obr. 8 Operácie vykonávané na kmitacích nožniciach[9]

Konštrukcie pohonného mechanizmu týchto nožníc pracujú na princípe kľukového mechanizmu. Nožnice majú stojan tvaru C (obr. 9). Šmýkadlo s horným nožom poháňa elektromotor cez výstredníkový hriadeľ. Preťaženiu motora zabraňuje poistná klzná spojka. Otočné usporiadanie hlavy dovoľuje vo všetkých smeroch strihať bez pohybu plechu. Na týchto univerzálnych nožniciach sa materiál delí krátkymi nožmi, pričom dolný nôž je pevný a horný sa pohybuje hore a dole pomocou výstredníka. Rezný uhol je asi 20° . Nožnice pracujú s veľkým počtom zdvihov šmýkadla (300 až 1800 min^{-1}) pri rýchlosti strihania až $5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Maximálna menovitá sila je $0,03 \text{ MN}$. Týmito nožnicami možno tvarovať aj zložité výtvarky, čo sa inými nožnicami nedá. Pri hrubších plechoch (od 3 mm vyššie) sa odporúča najskôr vyvŕtať dieru na vedenie nožov.



Obr. 9 Kmitacie nožnice

1- stôl, 2- pohon, 3- strihacie nože, 4- stojan[9]

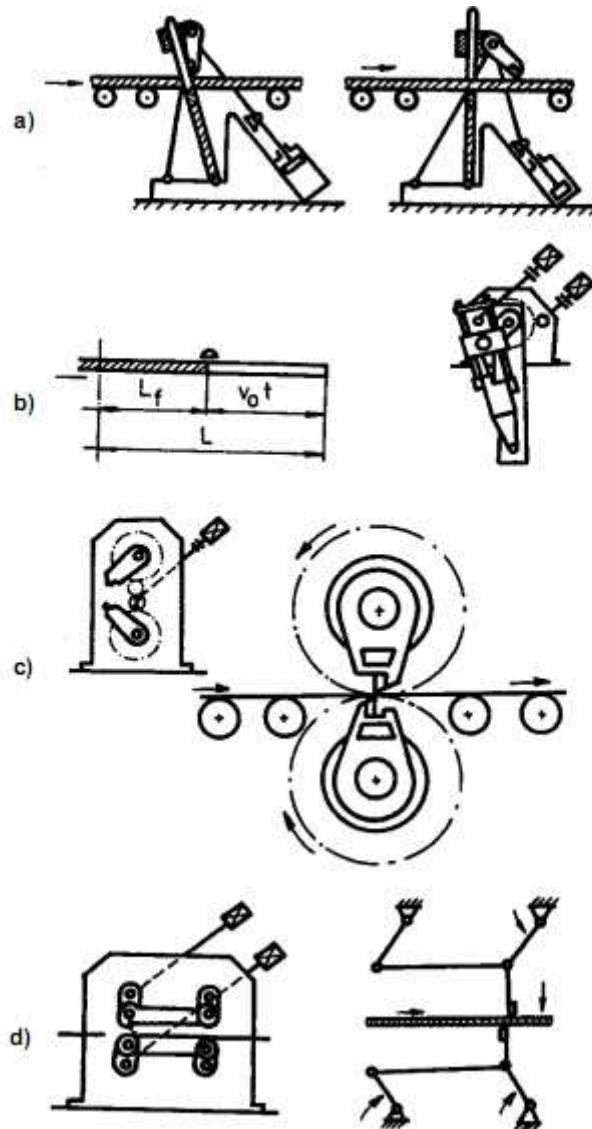
Letmé nožnice sú určené na delenie vyvalcovaných plechov a vývalkov pri pohybe deleného materiálu v linke. Umiestňujú sa v osi alebo mimo nej. Podľa konštrukcie a pohybu nožov rozdeľujeme letmé nožnice na pákové kyvné, jednoosé rotačné, dvojkotúčové rotačné a letmé nožnice s nerotačným postupným pohybom. Principiálne schémy týchto nožníc sú na obr. 10. Letmé nožnice pracujú ako spojité alebo s prerušovaným strihom. Prerušovaný spôsob strihania sa robí pri malej rýchlosti. Dĺžku tabule plechu určuje vzťah

$$L = L_1 + v_0 \cdot t,$$

kde v_0 je rychlost' posuvu plechu [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],

L_1 je vzdialenosť fotobunky od osi nožníc,

t – čas rozbehu nožníc do strihu [s].

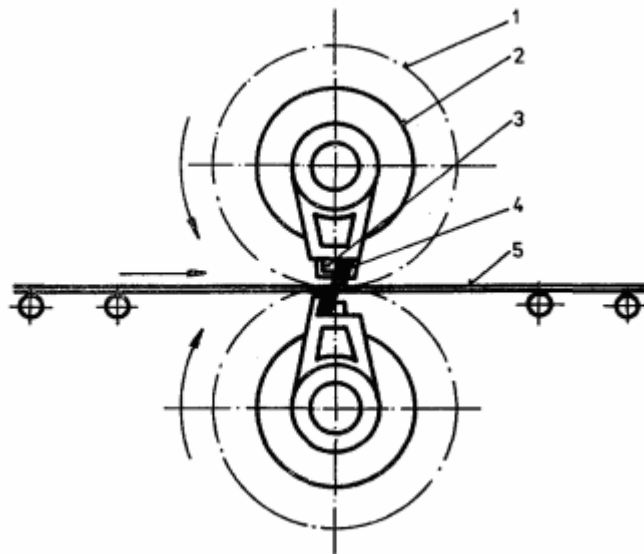


Obr. 10 Letmé nožnice

a) pákové, b) jednoosové rotačné, c) dvojkotúčové, d) s nerotačným pohybom[9]

Dĺžku tabule možno regulovať zmenou rýchlosti, zmenou času rozbehu, resp. zmenou vzdialenosti fotobunky od nožníc. Najrozšírenejšie z letmých nožníc sú dvojkotúčové nožnice, ktorých principiálna skica je na obr. 11. Strihajú sa nimi pásy aj profily. Nevýhodou

týchto nožníc je zmena sklonu noža proti strihanému materiálu. Rýchlosť strihania je 10 až 12 m.s⁻¹. [9]



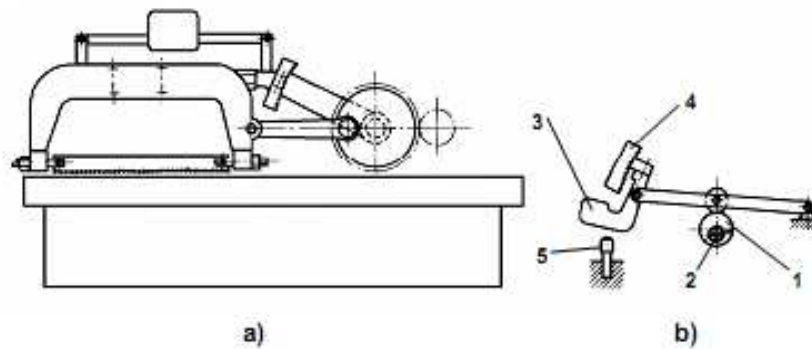
Obr. 11 Principiálna skica letmých dvojkotúčových nožníc

1- ozubený prevod, 2- kotúče nožov, 3- nožové držiaky, 4- strihacie nože, 5- strihaný materiál[9]

2.2.2 Rezanie

Píly sú obrábacie stroje na delenie materiálu rezaním. Pracujú na rovnakom princípe ako frézovačky. Podľa ich konštrukcie a používaného nástroja ich rozdeľujeme na píly rámové, kotúčové a pásové.

Rámová píla s mechanickým pohonom nástroja a posuvom do rezu pomocou závažia je schematicky znázornená na obr. 12a. pilný list je napnutý v ráme, ktorý je uložený v priamočiaram vedení výkyvného ramena. Rám s pilou sa pohybuje priamočiarym vratným pohybom odvodeným od kľukového mechanizmu a je dotláčaný do rezu závažím alebo hydraulicky. Veľkosť posuvu sa mení prestavením závažia alebo u hydraulických píl zmenou tlaku oleja. Píla reže len pri pohybe v jednom zmysle. Pri spätnom pohybe sa rám zdvihne, aby sa pilný list netrel o materiál. Zdvíhanie rámu môže byť hydraulické, alebo pomocou vačky resp. výstredníka (obr. 12b)[9]

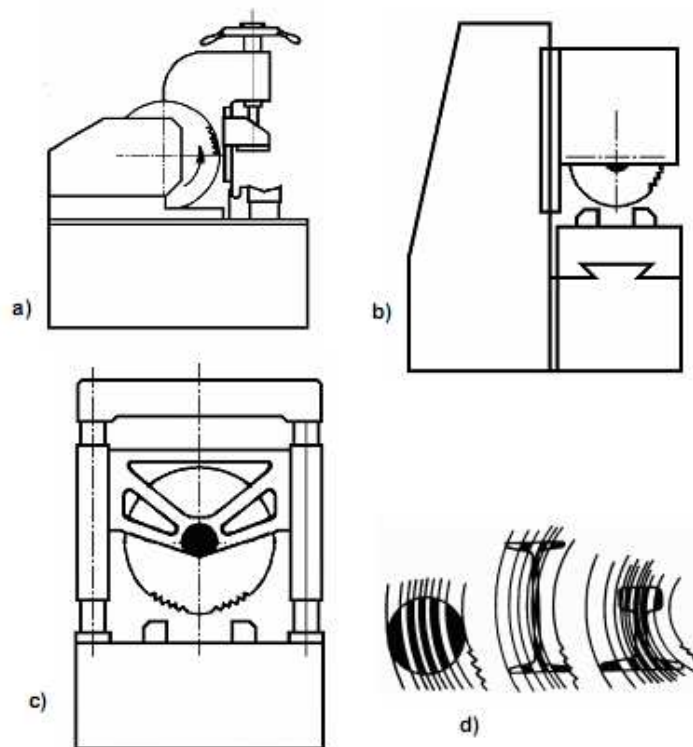


Obr. 12 Rámová pila

a) principiálna skica, b) mechanizmus zdvíhania rámu, 1- výstredník, 2- klukový hriadel', 3- uhlová páka, 4- zuby segmentu, 5- narážková skrutka[9]

Počet zdvihov píly za minútu sa mení presuvnými alebo výmennými kolesami. Materiál sa upína do skrutkového zveráku. Výhodou rámových píl je malá šírka rezu (1 až 3,5 mm), ich kinematická jednoduchosť a spoľahlivosť. Nevýhodou je malý výkon.

Kotúčové píly sa vyznačujú v porovnaní s rámovými píľami omnoho väčším výkonom. Ich nevýhodou je ale väčšia šírka rezu (4 až 12 mm). Podľa smeru posuvu pilného kotúča rozdeľujeme kotúčové píly na vodorovné (obr. 13a) a zvislé, ktoré môžu byť jednojstanové (obr. 13b) alebo dvojstanové (obr. 13c). Posuv pilného kotúča do rezu je hydraulický, čo umožňuje samočinnú reguláciu veľkosti posuvu podľa hrúbky rezu (obr. 13d).

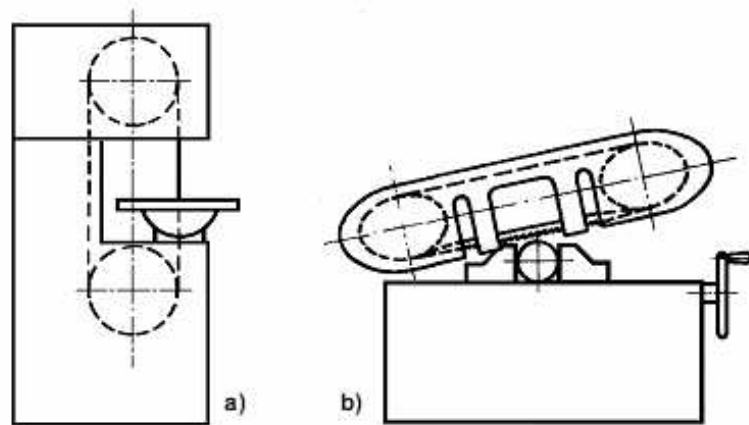


Obr. 13 Kotúčové píly

- a) vodorovná, b) zvislá jedno stojanová, c) zvislá dvojstojanová, d) regulácia posuvu podľa hrúbky rezu[9]*

Pásové píly majú v porovnaní s rámovými píľami väčší výkon a v porovnaní s kotúčovými píľami zase menšiu šírku rezu. Používajú sa jednak na tvarové vyrezávanie z plechu, alebo na rezanie tyčového materiálu pre ďalšie obrábanie na sústruhoch, pri čom úspešne nahrádzajú píly rámové a kotúčové. Píly na tvarové rezanie majú kotúče nad sebou, pás prebieha zvisle (obr. 14a). Spodný kotúč je hnací, horný napínací. Materiál je položený na stole a ručne sa privádza k pilnému listu podľa obrysu, ktorý sa má rezať. Spodný kotúč sa poháňa elektromotorom cez prevody v prevodovej skrini na zmenu reznej rýchlosti.

Na píľach určených na rezanie materiálu prebieha pilný pás šikmo (obr. 14b). Rezacia časť je v mieste pred záberom s rezaným materiálom skrútená do zvislej roviny. Posuv sa vykonáva nakláňaním rámu okolo osi kotúča, a tu buď závažím alebo hydraulicky.[9]



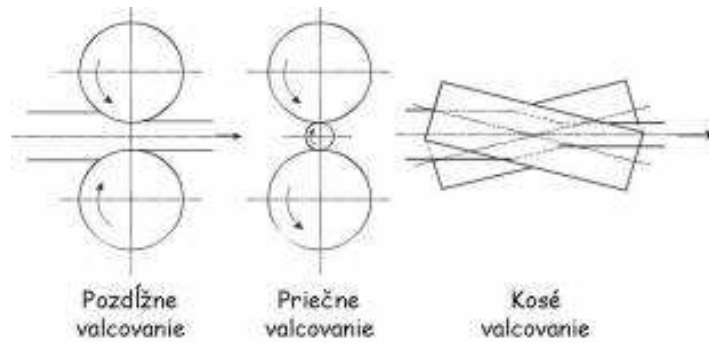
Obr. 14 Pásové pily

a) na tvarové vyrezávanie, b) na rezanie tyčového materiálu[9]

2.2.3 Valcovanie

Valcovanie je kontinuálny proces tvárnenia, pri ktorom sa materiál tvárni medzi dvojicou otáčajúcich sa pracovných valcov. Východiskovým polotovarom pre valcovanie je ingot alebo plynule liaty polovýrobok. Valcovanie sa realizuje na valcovacích stoliciach, ktoré umožňujú uloženie, pohon, zmenu vzdialeností, výmenu prípadne reguláciu otáčok pracovných valcov. Súbor valcovacích stolíc, rozšírený o prístroje a zariadenia na výrobu určitých druhov predvalkov a vývalkov sa nazýva valcovacia trať. Predvalky sú výrobky predvalcovacích tratí s rôznym prierezom (štvorcový, obdĺžnikový, kruhový, plochý) určené na ďalšie spracovanie. Vývalky sú konečný produkt valcovní – tyče s rôznym prierezom, koľajnice, rúry, plechy, drôty. Valcovanie je technológia, ktorá sa uskutočňuje za studena i za tepla, pričom rozlišujeme (obr. 15):

- pozdĺžne valcovanie – smer pohybu materiálov je kolmý na os valcov
- priečne valcovanie – smer pohybu materiálu je rovnobežný s osou valcov
- kosé – smer pohybu materiálu zvierá rôzny



Obr. 15 Princípi valcovania[8]

U valcovania plechov za studena i za tepla je východiskovým polotovarom brámy. Pre valcovanie rúr – bezošvé rúry sa vyrábajú priečnym valcovaním na tzv. dierovacích stolicách. Valcujú sa tiež tyče s rôznym prierezom, ale aj profily sa vyrábajú z predvalkov vyvalcovaných z ingotov za tepla.[8]

2.2.4 Ohýbanie

Ohýbanie je technologická operácia, pri ktorej dochádza k trvalej deformácii materiálu vplyvom ohybového momentu od ohybovej sily, pri ktorej sa materiál vzniknutým napätím buď ohýba alebo rovná. Ohýbaním sa dosahuje požadovanej zmeny tvaru bez podstatnej zmeny prierezu, a preto patrí do oblasti plošného tvárnenia. Ohýbanie sa robí väčšinou za studena, v prípade veľkých prierezov materiálu vyššej pevnosti za tepla. Technológia ohýbania sa používa pre tvárnenie mnohých polotovarov ako napríklad plechov, pásov, trubiek, profilov. Využívajú sa pri stavbe strojov, vagónov, automobilov, lodí.[10]

Podľa spôsobu pohybu nástroja vzhľadom na tvárnený materiál možno ohýbanie rozdeliť do dvoch základných skupín:

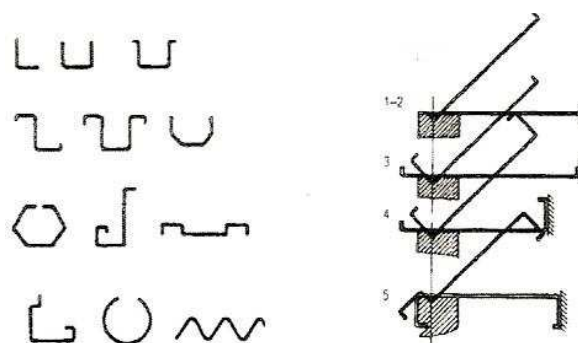
1. Ohýbanie na lisoch – materiál sa tvárni v nástroji, ohýbadle, ktorého pohyblivá činná časť vykonáva priamočiare pohyby. Takéto ohýbanie sa v priemyselnej výrobe uskutočňuje na mechanických lisoch resp. na špeciálnych ohýbacích strojoch – ohýbačkách.
2. Ohýbanie na valcoch – nástrojom sú samotné valce, ktoré vykonávajú otáčavý pohyb.[8]

Ohýbanie sa robí buď za studena, a to ručne alebo strojovo. Existuje mnoho technológií, ktoré proces ohýbania využívajú, napríklad:

- prostý ohyb
- ohraňovanie
- zakružovanie
- lemovanie
- rovnanie

Prostý ohyb sa používa hlavne u súčiastok menších rozmerov, ktoré majú ostré polomery ohybu. Tvar súčiastky môže vzniknúť kombináciou ohybov tvaru U a V, ktoré sa odlišujú z hľadiska veľkosti a priebehu ohybovej sily. Ohýbadla sa konštruujú ako jednoduché, postupové a združené. Polotovarom môže byť prístrih alebo pás plechu. Jedná sa väčšinou o ručné ohýbanie.

Ohraňovanie je ostré ohýbanie plechu v rôznych uhloch. Ohraňuje sa ručne alebo na ohraňovacích lisoch. Ohraňovacie lisy sú v podstate mechanické lisy a sú určené k tvarovaniu rozmernejších polotovarov. Spôsob práce je podobný ako s nástrojmi u mechanických lisov. Nástroje sú však jednoduchšie a majú univerzálnu použiteľnosť. Súčiastka s viacerými rôznymi ohybmi je zhotovená postupne v technologickom slede operácií, kedy dochádza k otáčaniu spodnej lišty medzi jednotlivými operáciami alebo sú lišty vymieňané (obr. 16). Ohraňovanie sa uplatňuje hlavne pri tvarovaní pásov plechu do tvaru profilov – ide väčšinou o ohyb ostrý.[7]

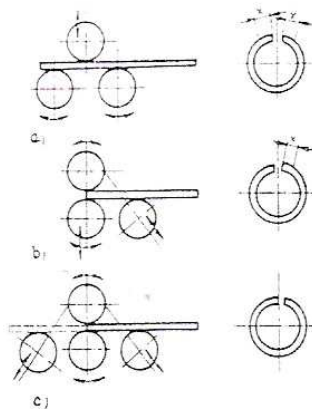


Obr. 16 Rôzne tvary ohýbaných súčiastok[8]



Obr. 17 CNC ohýbací lis TRUMF[8]

Pri zakružovaní sa jedná o voľný ohyb, dielce majú v priečnych rezoch kruhový alebo nekruhový tvar s veľkými polomerami, v pozdĺžnom smere sú povrchy priamkové. Robí sa na zakružovačkách rôzneho prevedenia (obr. 18) Používajú sa ručné alebo strojové zakružovačky. Tenké plechy sa zakružujú za studena na štvorvalcových zakružovačkách alebo trojvalcových nesymetrických, u ktorých nehrozí ostré preborenie plechu. Hrubé plechy sa zakružujú za tepla.[7]



Obr. 18 Typy zakružovačiek

- a) trojvalcova symetrická, b)
trojvalcova asymetrická, c)
štvorvalcová [7]

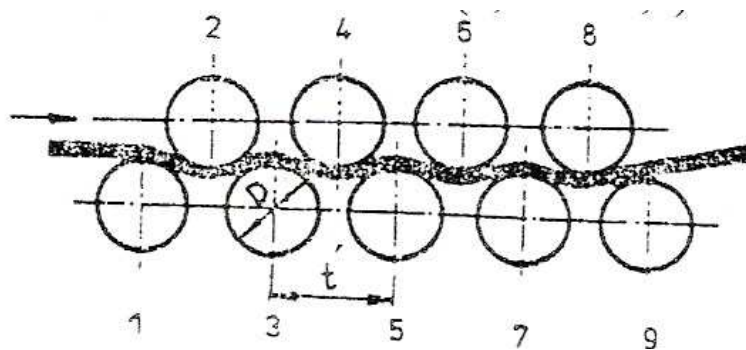
Lemovanie je ohýbanie rovinatej alebo priestorovej plochy za účelom zaoblenia ostrých hrán, spevnenie okrajov a získanie ozdobného vzhľadu. Touto technológiou možno vyvolať: priamy lem, vydutý lem a vypuklý lem. U vypuklého lemu môžu vznikajú vlny. Vlny

predstavujú defekt, ktorý zapríčiní tlakové napätie pôsobiace v smere obrysu, ktoré spechováva prebytočný materiál.

U vydutého lemu je materiál naťahovaný a na okraji lemu môžu vzniknúť trhliny. Vznik vln možno potlačiť hlavne pri lemovaní konvenčnými lemovačkami, kedy sa proces podobá operácii ťaženia a ťažná medzera zvlnenie dovoľí. Obecne platí, že nižšia výška lemu, hrubší plech a menší uhol ohybu potlačuje vznik vln, tak aj trhlín.

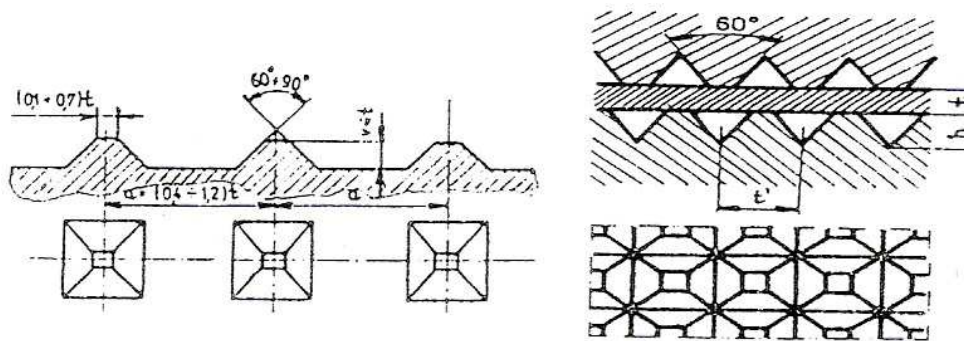
Rovnanie rozlišujeme ručné a strojové. Ručne sa rovnajú plechy a tyče kladivom. Strojové rovanie tabúľ či pásov sa robí na rovnačkách. Ide o striedavé ohýbanie zostavou 7 až 17 naháňaných valcov, ktoré v prípade tenkých plechov majú priemer asi 60 mm. Zakrivenie spôsobené prvými valcami je najväčšie, ohybové napätie je omnoho vyššie ako medza klzu. Výstupné valce majú vzdialenosť takú, že sa dosahuje už iba pružných ohybových napätí. Nerovnosti plechu sú tak eliminované. Existujú dva spôsoby rovnania materiálu, a to rovanie medzi valcami a rovanie lisovaním.

U rovnania plechu medzi valcami sa rovnajú plechy dodávané vo zvitkoch – operácia pred lisovaním. Obvodová rýchlosť rovnacích valcov je do 2 m/s. Rozteč medzi valcami je $t = (1,35 \text{ až } 1,1)D$. [7]



Obr. 19 Rovnanie plechu medzi valcami [7]

Rovnanie plechu lisovaním sa používa k rovnaniu drobnejších výstrižkov z plechu, ktoré nemajú potrebnú rovinnosť. Rovnacie čeľuste sú ploché alebo opatrené výstupkami.



Obr. 20 Rovnanie plechu lisovaním[7]

3 NEKONVENČNÉ TECHNOLOGIE

Nekonvenčné technológie obrábania sú založené na využití fyzikálneho alebo chemického princípu úberu materiálu. Jedná sa väčšinou o bez silové pôsobenie na obrábaný materiál, bez vzniku klasických triesok, ktoré poznáme z obrábania reznými nástrojmi. Obecne je použitie nekonvenčných technológií opodstatnené tam, kde z hľadiska technického alebo ekonomického nie je možné použiť obrábanie klasickými reznými nástrojmi.[3]

3.1 Mechanický úber materiálu

S týmto označením sa stretávame aj u klasických alebo tradičných spôsobov obrábania, kde sa ako primárny zdroj používa mechanická energia. Do mechanických úberov materiálu spadajú nasledujúce technológie:

- Obrábanie vodným paprskom (WJM, AWJM) – založené na premene kinetickej energie molekúl kvapaliny na mechanickú prácu, za súčasného pôsobenia kavitačnej korózie
- Obrábanie prúdom brusiva (AJM, AFM) – patrí k procesom opracovania nárazovým účinkom častíc na povrch
- Obrábanie ultrazvukom (USM) – riadené rozrušovanie materiálu obrobku účinkom pohybu zrn abrazívneho materiálu a pôsobením kavitačnej erózie. U tohto druhu obrábania sa môžeme stretnúť s pôvodným názvom, a to – brúsenie nárazovým účinkom

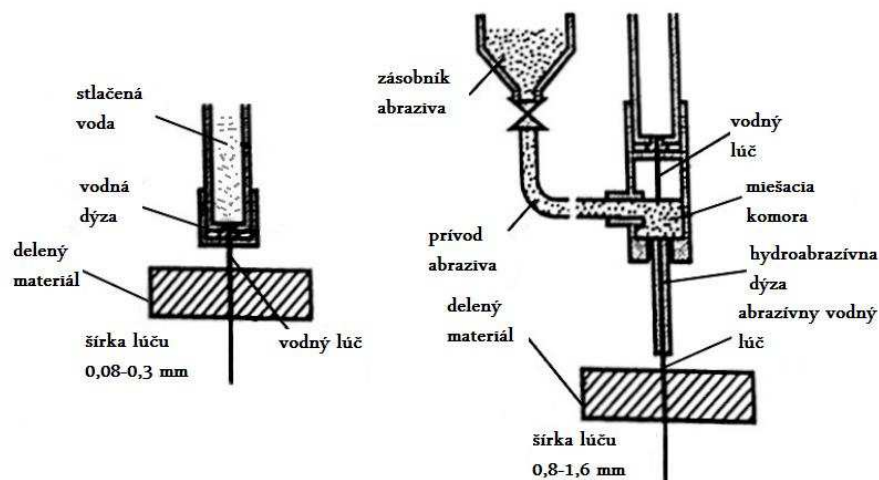
Pri všetkých troch spôsoboch obrábame materiál priamym mechanickým účinkom volných brusných častíc, ktoré dopadajú za určitej kinematickej energie na povrch materiálu. Vodný lúč sa medzi mechanické úbery materiálu radí z toho dôvodu, že úber materiálu je spôsobený eróziou materiálu, ale k tomu je potreba hydromechanická energia. Mechanické procesy úberu materiálu sa najčastejšie používajú k obrábaniu veľmi tvrdých materiálov, ktoré mávajú väčšiu nad 35 HRC, a nedajú sa obrábať klasickými trieskovými metódami.[3]

3.1.1 Obrábanie vodným lúčom (WJM, AWJM)

Táto technológia sa používala pôvodne na delenie dreva poprípade plastov. Využíva sa pre rezanie rôznych materiálov, kde je rezným procesom úzky vysokotlaký, vysokorýchlostný prúd vody. Do reznej kvapaliny sa pridávajú prímеси vo forme jemného brusiva a tým sa rozširuje použitie i samotný výkon vodného paprsku. Táto technológia sa momentálne používa prevažne k rezaniu skla. Obrábanie vodným paprskom možno rozdeliť do dvoch základných skupín:

- Čistý vodný lúč (WJM) – prevažne sa používa pre rezanie nekovových materiálov, ako sú sklotextil, lamináty, gumotextil
- Vodný lúč s abrazívnou prímесou (AWJM) – hlavne pre rezanie veľmi tvrdých materiálov ako titán, kobalt, hliník

Na obr. 21 je zobrazený rozdiel medzi technológiou čistého vodného lúča a vodným lúčom s prímесou abraziva.[3]



Obr. 21 Schéma WJM a AWJM[3]

V tabuľke (Tab. 1) sú uvedené používané tlaky vody a dosiahnuteľné rýchlosti prúdenia pre vybrané materiály

Tab. 1 Rezná rýchlosť vodného lúču bez prídavku abraziva[3]

Materiál	Hĺbka [mm]	Priemer dýzy [mm]	Rezná rýchlosť [mm]	Pracovný tlak [MPa]
Azbestový obklad	18	0,20	1520	190
Gumová dlaždica	3	0,13	150	380
PP	2	0,10	60	380
PVC	0,75	0,10	300	380
Sklo	300	0,15	420	350
Sklolaminát	1,7	0,20	40	385
Uhlíková kompozit	1,8	0,15	10	380

Tabuľka (Tab. 2) ukazuje rezné rýchlosti abrazívneho vodného lúču pre kovové a nekovové materiály, ktoré majú vyššiu tvrdosť.

Tab. 2 Rezná rýchlosť vodného lúču s abrazivom[3]

Materiál	Hĺbka [mm]	Pracovný tlak [MPa]
Mäkká ocel	1,6	0,50
	13	0,10
	50	0,038
	180	0,010
Titan	3	0,50
	6	0,40
	12	0,10
Hliník	1,6	1,30
	6	0,50
	25	0,13
	100	0,025
Sklo	13	1,3
	19	0,60
	25	0,13
Beton	250	0,025
Mramor	50	0,40

Oblasť použitia vodných lúčov:

- gumársky priemysel
- strojársky priemysel
- chemický priemysel

- papierenský priemysel
- stavebný priemysel[3]

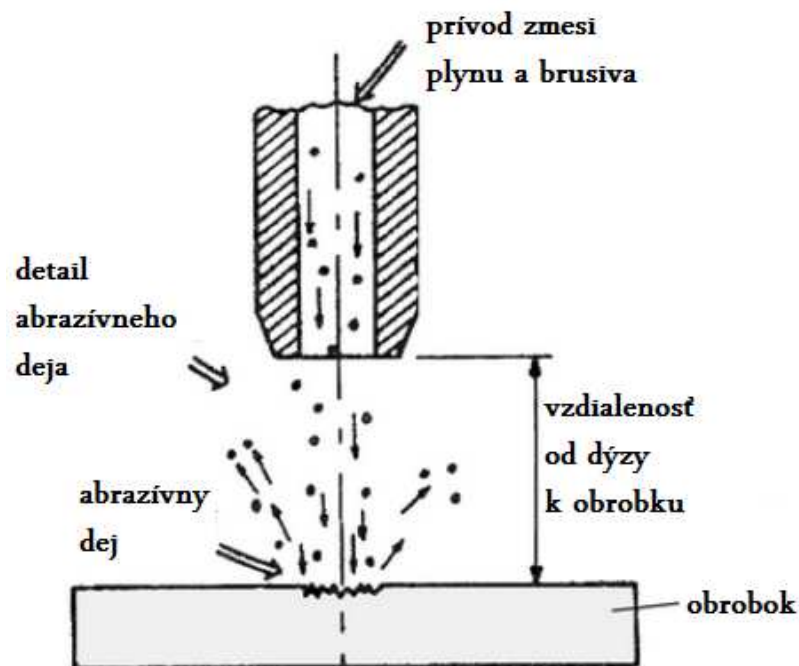
3.1.2 Obrábanie prúdom brusiva (AJM, AFM)

Využíva sa hlavne ako dokončovací proces výrobného procesu. Tieto dokončovacie operácie splňujú veľké nároky na kvalitu obrobenej plochy, sú ekonomicky výhodné a jednoducho sa automatizujú.

Obrábanie prúdom brusiva rozdeľujeme do dvoch základných skupín:

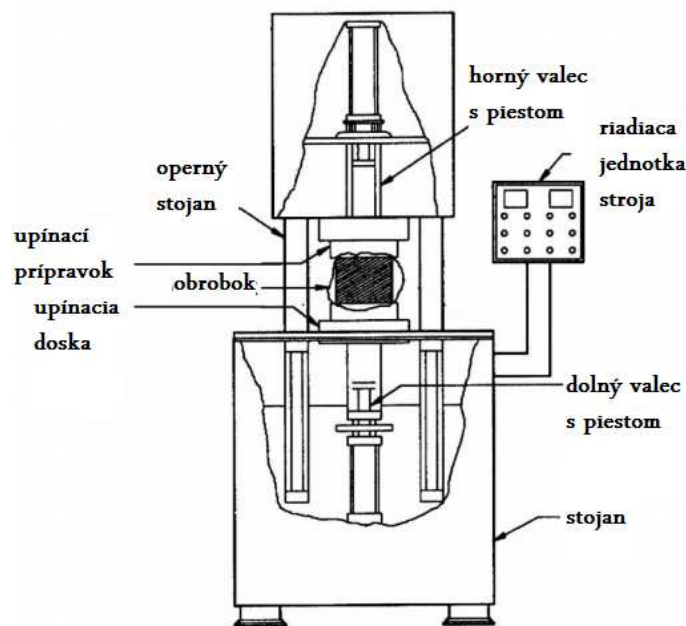
- Opracovanie abrazívnym lúčom (AJM) – opracovanie lúčom brusiva
- Opracovanie prúdom brusiva (AFM) – proces predstavuje tvarovanie povrchu a hrán pretlačovaním polotuhého abrazívneho média cez zúžený priechod tvorený kombináciou prípravok/ obrobok.

AJM je opracovanie povrchu mechanickým nárazom častíc, kde k úberu dochádza po dopade vysokorýchlostného prúdu abrazívnych častíc. Na obrázku (Obr. 22) je znázornený detail abrazívneho procesu.[3]



Obr. 22 Detail abrazívneho procesu[3]

AFM technológia je pokrokový proces dokončovania povrchu pomocou polotuhého viskózneho brusiva, ktoré je vytlačované medzi prípravok a obrobok. Materiál sa odstraňuje prúdom polotuhého brusiva. Opracovanie má podobný postup ako brúsenie či lapovanie, kde brusivo mierne leští hrany alebo povrch.



Obr. 23 Schéma AFM zariadenia[3]

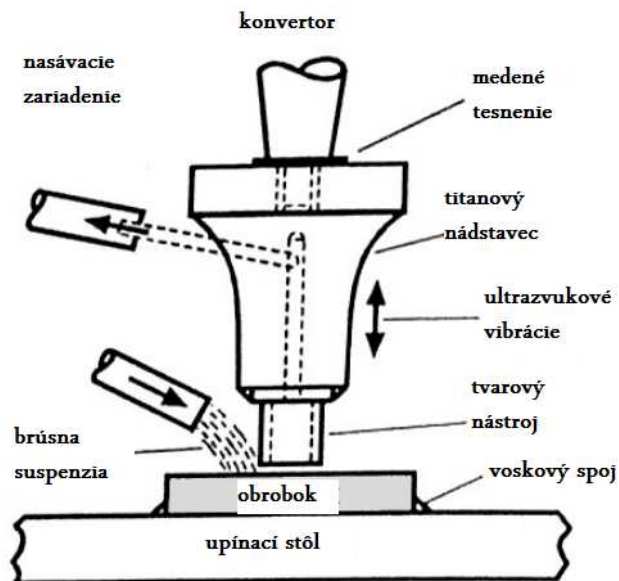
3.1.3 Obrábanie ultrazvukom (USM)

Technológia, pri ktorej sú vysielané ultrazvukové vlny, najčastejšie akustické vlny, ktoré majú frekvenciu okolo 20 000 – 30 000 Hz a amplitúdu 25 až 90 μm . Obrábanie je rozrušovanie povrchu nárazovým účinkom rozkmitaného brusiva. Používa sa pre tvrdé a krehké materiály ako diamant, keramické materiály, sklo.

Ultrazvukové obrábanie možno rozdeliť do dvoch skupín:

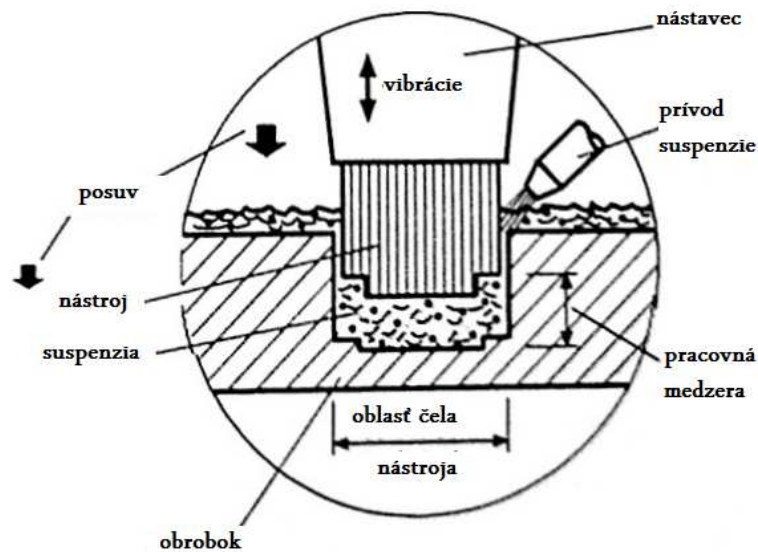
- Obrábanie ultrazvukové (USM) – je to proces úberu materiálu dôsledkom mechanického účinku brusiva a kavitačného účinku. Ide o obrábanie s použitím brusnej suspenzie a nerotujúceho nástroja.
- Rotačné obrábanie ultrazvukom (RUM) – jedná sa o rotačné opracovanie nástrojom bez použitia brúsnej suspenzie. Je to podobná metóda ako vrtanie diamantovým vr-

takom s rozdielom, že rotujúci nástroj je rozochvievaný ultrazvukovými vibráciami s frekvenciou 20 000 – 30 000 Hz.[3]



Obr. 24 Detail USM zariadenia[3]

Princíp obrábania je založený na brúsnom účinku kvapalného prostredia a veľmi jemného brusiva, ktoré cirkuluje medzi nástrojom a obrobkom, ktorého schéma je znázornené na obrázku (Obr. 25). Najlepších výsledkov sa dosahuje pri použití vody. Samotné obrábanie sa deje tak, že vysokofrekvenčný zdroj spustí zväzok materiálu, ktorý vytvorí kmitanie s nízkou amplitúdou v držiaku nástroja. Kmitavé pohyby sú prenášané v podobe malého tlaku na suspenziu, ktorá povrch obrusuje. Táto suspenzia zároveň odplavuje vzniknuté triesky.

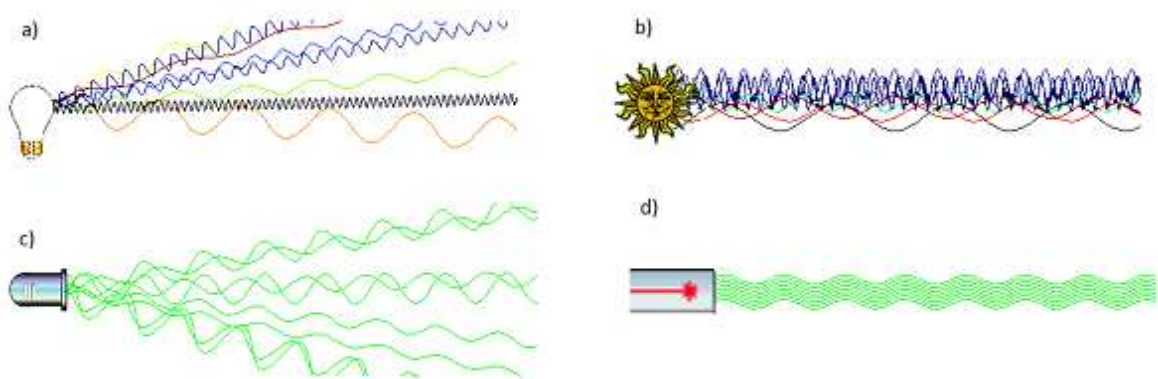


Obr. 25 Princíp obrábania ultrazvukom[3]

3.2 Laser

Je optický zdroj, ktorý vydáva fotóny v koherentnom lúči. Svetlo laseru pozostáva z jedinej vlnovej dĺžky vydávanej v úzkom zväzku. Laserové deje sú vysvetlené teóriami kvantovej mechaniky a termodynamiky.

Obecne povedané sú to zariadenia, ktoré zosilujú alebo generujú svetlo rovnako ako transformátory a elektronky vytvárajú a zosilujú elektronické signály na rádiové alebo mikrovlnné frekvencie. Lasery prichádzajú v najrôznejších podobách, za použitia rôznych materiálov, mnohých atómových signálov. Paprsky laserového žiarenia, ktoré emitujú alebo zosilujú, majú pozoruhodné vlastnosti smerovosti, spektrálne čistoty a intenzity. Tieto vlastnosti viedli k širokej škále jeho využitia.[3]



Obr. 26 Rôzne farby predstavujú rôznu vlnovú dĺžku

a) svetlo žiarovky, b) slnečné žiarenie, c) monochromatické svetlo, d) laserové žiarenie[3]

3.2.1 Druhy laseru

V dnešnej dobe je dostupných mnoho druhov laserov a každý z nich má iné vlastnosti, iný výkon a použitie. Delíme ich podľa:

- aktívneho prostredia – pevné, plynové, látkové, polovodičové
- vlnovej dĺžky – infračervené, ultrafialové, röntgenové žiarenie
- režimu lúča – kontinuálne, pulzné
- výkonu – nízkovýkonové, vysokovýkonové
- konštrukcie laserového zariadenia – pevný a pohyblivý stôl či obrobok
- použitia – tvárnenie, rezanie, tepelné spracovanie[3]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI

Spoločnosť VN-Ú s.r.o. je súkromná spoločnosť, ktorá na trhu pôsobí od 1. 7. 1993. Tradícia vychádza zo štátneho podniku MEZ Vsetín, rozdeleného delimitáciou na niekoľko samostatných právnych subjektov.

Do roku 1998 vystupovala pod názvom VN- Údržba spol. s r.o. Názov vychádzal z pôvodného zamerania na opravy a údržbu obrábacích strojov, ktorých v dobe založenia bolo 80% produkcie. Počas rokov 1994-1995 prišlo k zásadným zmenám v zameraní výrobných činností, od roku 1998 sa firma komerčne údržbe prakticky už nevenuje.

Momentálne je hlavnou výrobnou náplňou spoločnosti spracovanie plechov CNC technológiou – delenie pomocou laseru, ohýbanie plechov na CNC ohraňovacích lisoch, lisovanie, zvarovanie plechov a profilov, vrátane hliníku a nerez materiálov, elektroerozívne rezanie, výroba nástrojov a kovoobrábačstvo, vrátane spracovania návrhu a technickej dokumentáciu.

Spoločnosť sa nachádza v priemyselnej oblasti mesta Vsetín. Pred rokom 2000 spoločnosť investovala nemalé finančné prostriedky do výstavby nových výrobných administratívnych priestorov. Týmto sústredila svoje výrobné kapacity do samostatného areálu s plochou 5 500 m².



Obr. 27 Sídlo spoločnosti VN – Ú

V súčasnej dobe takmer 80% produkcie tvorí opakovaná výroba. Svoje produkty dodáva ako na tuzemskom trhu, tak do zahraničia – hlavne Nemecka, Rakúska, Francúzska, Anglicka, Švédska a Švajčiarska.

Pred veľkou konkurenciou v odbore spoločnosť dosahuje stále veľmi dobrých ekonomických výsledkov so vzostupnou tendenciou, ktorá sa mimo iného premieta tiež do nákupu nových CNC technológií, neustálej obnovy, zlepšovania pracovného prostredia a investičnej výstavby.

Cieľom práce spoločnosti je udržiavanie vysokej kvality a spoľahlivosti výrobkov a ich prostredníctvom spokojnosť zákazníkov, čo dokazuje tiež certifikácia systému podľa ISO ČSN EN 9001:2001 a ČSN EN 729-2:1996 špecializovaná na zvarovanie hliníku a nerez ocele.

Spoločnosť sa tiež angažuje v oblasti sponzorstva do športových aktivít, školstva a zdravotníctva.



Obr. 28 Príklady výroby spoločnosti VN – Ú

5 POPIS PROJEKTU

Cieľom projektu je navrhnúť optimálne riešenie výroby kónusu kotviacich skrutiek za účelom úspory finančných prostriedkov.

Pôvodný spôsob tvarového rezania, ktorý firma používala sa skladal z niekoľkých operácií. Hlavnou operáciou je výroba kónusu. Pôvodný spôsob výroby bol rezanie dvoch platničiek na výrobu kónusu pomocou laseru.

Metóda tvarového rezania na laseru a potom tvarovanie kónusu je síce pomerne progresívna metóda, ale vzniká väčšie množstvo odpadu a výroba je náročná cenovo, pretože laser v tomto prípade je dosť drahý.

Preto som v optimalizovanej metóde zvolil spôsob strihania tvaru kónusu na špeciálnom prípravku na lise. Prípravok je konštruovaný tak, aby razil dva polotovary naraz. Jeden je ako výrobok a druhý je strihaný zároveň pri jednej operácii ako odpad. Je to suverénne najlacnejšia a najprogresívnejšia metóda, to nakoniec vyplýva z ekonomickej rozvahy. U obidvoch metód zostáva operácia tvarovanie kónusov.

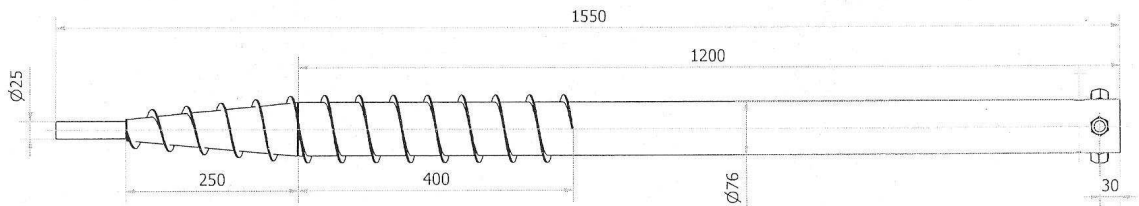
Strihanie, lisovanie alebo dierovanie na lisoch je najlacnejšia a najproduktívnejšia operácia. Nehľadene nato, že samozrejme laser sa dá využiť na inú výrobu, dá sa povedať aj lepšie platenú, pretože pokiaľ sa jedná o menšie série, prestavenie nie je také drahé a tieto operácie sú lepšie platené. Zatiaľ čo obrovské série sú určené skôr na lisovanie.

5.1 Popis výrobku

Kotviace skrutky nazývané tiež „pôdne kotvy“ slúžia pre fixáciu zvislých častí konštrukcií pre fotovoltaické panely. Skrutky (Obr.29) sú robustnej konštrukcie, oceľové a žiarovo zinkované. Skladajú sa z piatich hlavných častí:

- trubka
- kónus
- špička
- špirála
- skrutky

Pre názornú ukážku je na obr. 29 kotviaca skrutka spolu s rozmermi.



Obr. 29 Výkres kotviacej skrutky s rozmermi

5.2 Špecifikácia použitých strojov

5.2.1 Laserové rezacie zariadenie TRUMATIC TC L3530

Tento laserový rezací stroj pracuje na princípe plávajúcej optiky, čo znamená, že pohybujúca sa rezacia hlava opracováva fixne uložený obrobok (plech) na výmennom obrábacom stole. Stroj dosahuje vysokej produktivity a dynamiky pri veľkej pružnosti obrábaného sortimentu. Pracovný rozsah (veľkosť plechu) je 1500 x 3000 mm a maximálne hrúbky materiálov k opracovaniu sú:

- rezanie ocele: do hrúbky 20 mm
- rezanie nerez: do hrúbky 12 mm
- rezanie hliníku: do hrúbky 8 mm
- presnosť obrábania: $\pm 0,1$ mm



Obr. 30 Laserové rezacie zariadenie TRUMATIC TC L3530

5.2.2 CNC nožnice AMADA

Tabuľové nožnice Amada sa vyznačujú silnou a stabilnou konštrukciou a jednoduchou obsluhou. Stroj sa používa pri výrobe profilových súčiastok z oceľových a zliatinových plechov. CNC prevedenie umožňuje vysokú produktivitu práce a veľkú pružnosť v obmene vyrábaného sortimentu:

- maximálna dĺžka strihaného materiálu: 4 m
- maximálna hrúbka strihaného materiálu: oceľ do 8 mm
nerez do 6 mm
hliník do 12 mm



Obr. 31 CNC nožnice AMADA

5.2.3 Hrotový sústruh SU 18 RA

Je vysoko presný a výkonný stroj pre univerzálne použitie v kusovej i malosériovej výrobe, pre všetky druhy kovových i nekovových materiálov. Stroj vyniká veľkým rozsahom stúpajúcich, modulových a D. P. závitov ako i priečnych a pozdĺžnych posuvov.

Technické dáta:

- obežný priemer na ložom 380 mm
- obežný priemer na suportom 215 mm
- vzdialenosť hrotov 750 mm
- max. hmotnosť obrobku 300 kg
- elektromotor pre pohon vreteníku 7,5 kW
- rozmery stroja (d x š) 2520x950 mm
- váha stroja s normálnym prísl. 1730 kg

- kužel vřetena ME 50
- vřtanie vřetena 41 mm
- kužel pinoly koníka Mk4
- otáčky vřetena (21 stupňov) 14-2800 ot/min
- rozsah modulových závitov (40x) 0,7-70 modul
- rozsah diametral pitch (80x) 1-224 D. P.



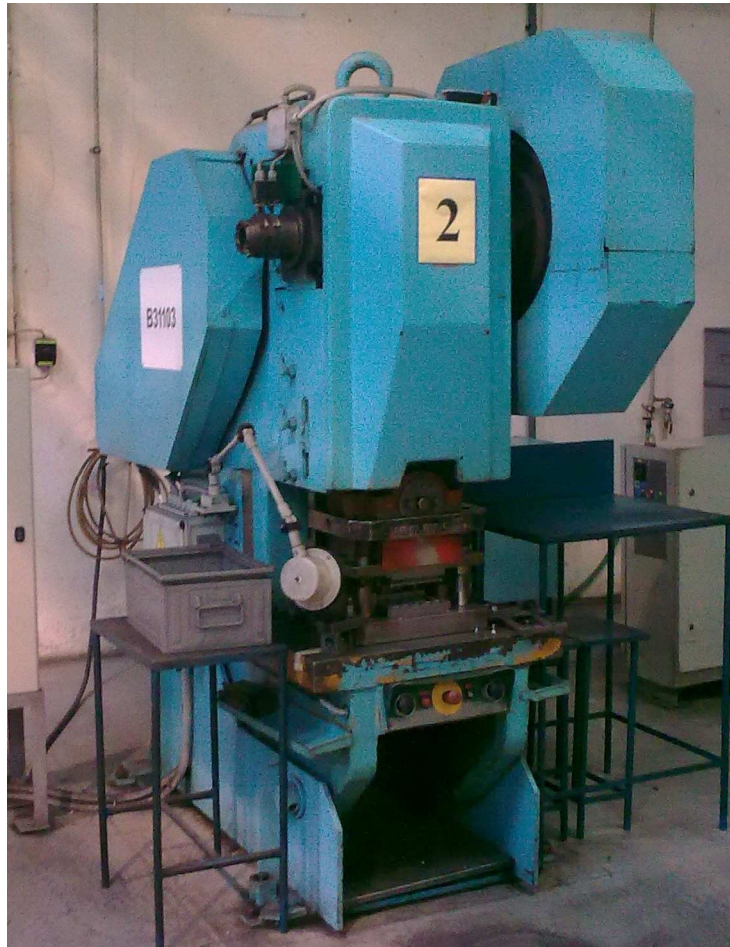
Obr. 32 Hrotový sústruh SU 18 RA

5.2.4 Výstředníkový lis LENR 40 A

Technické údaje stroja:

- rok výroby: 1970
- menovitá síla: 40 kN
- max. počet zdvihov: 110/min.

- zdvih barana: 8-90 mm
- hmotnost': 2370 kg



Obr. 33 Výstředníkový lis LENR 40 A

5.2.5 Lis Šmeral LDC 160

Technické dáta stroja:

- menovitá síla: 1560 kN
- max. počet zdvihov: 45/min.
- jednotlivé zdvihy: 26/min
- zdvih barana: 160 mm
- hmotnost': 1750 kg



Obr. 34 Lis Šmeral LDC 160

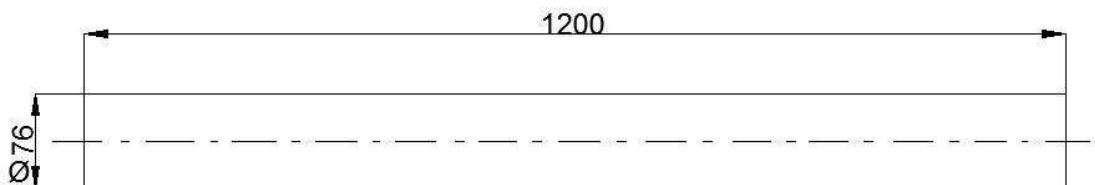
6 POSTUP VÝROBY

Spôsob výroby kotviacich skrutiek sa skladá z jednotlivých operácií, ktoré nasledujú presne za sebou. V prvej časti popíšem pôvodný postup celej výroby kotviacej skrutky s podrobnejším popisom problému výroby kónusu.

6.1 Pôvodný postup výroby

6.1.1 Výroba hlavnej trubky

Vzhľadom k tomu, že sa nejedná o presnú výrobu, možnosť delenia trubiek sa robí pomocou pásovej píli. Trubky sa režu na dĺžku 1200 mm, priemer 76 mm a hrúbka steny je 3 mm. Výhodou je možnosť rezať trubky vo väčšom počte naraz, väčšinou po 9 až 12 kusov, čiže vo zväzku, čím je možnosť ušetrenia času pracovníka. Táto metóda je vysoko produktívna. Nevýhodou je nízka presnosť, ktorá je ale úplne dostačujúca pre tento účel. Výhodou je, že pri takomto spôsobe delenia trubiek na pásových píľach nevznikajú žiadne otrepy, ktoré by nám mohli ďalej brániť pri ďalších operáciách alebo zvyšovali prácnosť a nákladnosť výroby.



Obr. 35 Rozmery hlavnej trubky

6.1.2 Dierovanie otvorov

Dierovanie otvorov na matice pre zaisťovacie skrutky sa robí na špeciálnom prípravku na dierovacom lise (Obr.36). Matricu tvorí tŕň, na ktorý sa trubka navlieka. Dierovanie sa robí po jednom otvore a trubka sa otáča o 120° na doraz. Je to úsporná a rýchla metóda oproti napríklad vŕtaniu.



Obr. 36 Přípravok na lise pre dierovanie trubiek

Navarovanie matíc prebieha na dielenskom tŕne. Matice sa privarujú iba z vrchu (obr.37) alebo zo spodku, boky slúžia ako operné plochy pre prípravok na zavrtávanie do zemi.



Obr. 37 Spôsob navarenia matíc

6.1.3 Výroba kónusu

Výroba kónusu je najproblematickejšou položkou v celom procese výroby kotviacej skrutky. Prvou operáciou vo výrobe kónusu je vyrezanie dvoch častí na laseri, ktoré sa následne vylisujú do požadovaného tvaru a zvaria.

Vznik dvoch častí teda vzniká na laseri TRUMATIC TC L3530 (Obr.30) pomocou nárezového plánu (Obr.39). Rozmery plechu, z ktorého sa kónusy, objekty, vypaľujú je 3000x1500x2,5 mm. Za objekt považujeme teleso s určeným tvarom, rozmermi a vlastnosťami v jednotlivých miestach. Hlavnou úlohou nárezového plánu je umiestniť diely tak, aby sa jednotlivé časti neprekrývali a aby bolo technologicky možné takýto nárezový plán realizovať. Ďalšou jeho úlohou je minimalizovať množstvo odpadu. Za odpad sa považuje tá časť materiálu, na ktorej nie je umiestnená žiadna časť dielu. Pri tvorbe nárezového plánu sa snažíme o čo najoptimálnejšie rozloženie jednotlivých dielov na plochu tabule.

V prípade, že by odpad vyšiel nepriaznivý, to znamená, že by chýbalo len niekoľko milimetrov k výraznejšiemu využitiu materiálu, je možnosť ručne opraviť a prispôbiť nárezový plán lepším podmienkam. Pretože laserový stroj ctí určité mostíky medzi výrobkami, možno ich zmenšiť alebo úplne vyradiť použitím jedného spoločného rezu pre dva výrobky. V tomto prípade bol práve použitý spoločný rez, aby bol lepšie využitý materiál.

TRUMPF

**NASTAVOVACÍ PLAN
OBECNÉ ÚDAJE**

 User
20.05.2010
TruTops Laser
V07.01.02

STROJ:	TruLaser 3030 (L3030) (MAX.VYKON LASERU 3200 WATT)
SYSTEMŘÍZENÍ:	Sin 840D
FIRMA:	vnu
NAZEV ZAKAZKY:	
CESTA PROGRAMU.NC:	C:\ TRUMPF.NET\ Workfiles\ NC\ Atikal S2_ststeel_60x.LST
NAZEV PROGRAMU:	S2_ststeel_60x ()
VATERIAL (DESKA):	St37-20 (1.0038)
VATERIAL (TT):	St37-20 (1.0038)
OZNACENÍ SKLADOVANEHO MATERIÁLU:	
ŘÍZEZ:	2500.00 x 1250.00 x 2.00 mm
MINIMÁLNÍ PŮŮZEZ:	2494.08 x 1244.06 mm
SMER VÁLCE:	X
Hmotnost:	49.06 kg
STROJNÍ ČAS:	0 : 15 : 53 [h:min:s]
POTŘEBA PAMĚTI:	11611 ZNAK
CELKOVÁ DELKA REZU:	71070,5 mm
POČET PROGRAMOVÝCH CYKLU:	1
POREZ:	12.62 %

VYROBNÍ INSTRUKCE

PLÉCHOVÝ DORAZ	1
STROJOVÉ MICROJOINTS:	nenastaveno
NÁZEV OSAZENÍ OPÍRNÉHO MŮSTKU:	Standardní stroj, každý druhý nastaven
VZDÁLENOST OPÍRNÝCH BODŮ NA OPÍRNÉM MŮSTKU:	38 mm
VZDÁLENOST OPÍRNÝCH MŮSTKŮ:	67 mm
UPŘEDNOSTNIT ZPRACOVÁNÍ:	bez
POZNAMKY:	

LASER-TECHNOLOGICKE TABULKY

ČÍSLO TABULKY	MEZERA REZU	OHNSKOVÁ VZDÁLENOST COCKY	PRŮMĚR TRYSKY	MAX. VYKON LASERU	SERIZOVACÍ ROZMĚR	PLYN
T2D-5619	0.15	5.00	0.8	3200	0.00	1

Druh plynu: 1 = kyslík, 2 = dusík, 4 = stlačený vzduch

TECHNOLOGICKE TABULKY

ČÍSLO	DRUH VPICHOVÁNÍ	DRUH REZÁNÍ	DRUH OBRYSU
T2D-5619	KOMPLETNÍ	NORMALNÍ	VELKÝ

INFORMACE O JEDNOTLIVÝCH DÍLECH

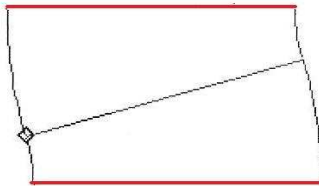

ČÍSLO DÍLU:	ČÍSLO VYKRESU:	NAZEV GEOM:SOUBORU	POČET:
1	NOID_1	C:\ TRUMPF.NET\ Workfiles\ User1\ STSTEEL\ Pulmesic tl2 dvoukus.GEO	64
2	NOID_2	C:\ TRUMPF.NET\ Workfiles\ User1\ STSTEEL\ pulmesic tl2 jednokus.GEO	2

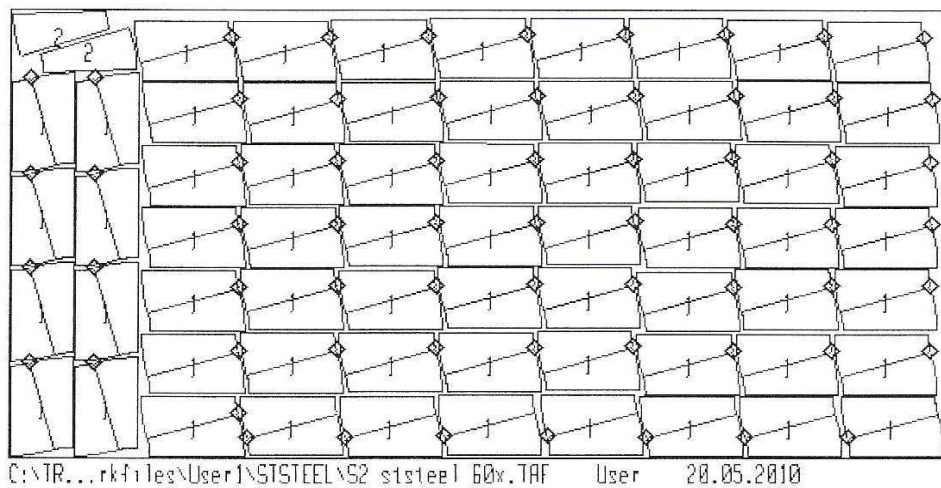
NAZEV DESKY: C:\TR...ET\Workfiles\User1\STSTEEL\S2_ststeel_60x.taf

INFORMACE O JEDNOTLIVÝCH DÍLECH

ČÍSLO DÍLU:	1
ČÍSLO VYKRESU:	NOID_1

Obr. 38 Technické parametry laseru pro rezání kónusu

	NAZEV VYKRESU:	
	JMENO ZAKAZNIKA:	
	POCET:	64
	ROZMERY:	273.629 x 165.993 mm
	PLOCHA:	42012.27 mm ²
	NAZEV PRACOVNIHO PREDFISU:	T2D-5619-5P
	CISLO PODPROGRAMU:	SP1S2_ststeel_60x
	DOBA ZPRACOVANI:	0.23 min
	REZNA DELKA:	1089.46 mm
	HMOTNOST:	0.660 kg
	POCET VRICHOVACICH BODU:	2
	DOBA ZAPICHOVANI:	0.10 s
	NAZEV GEOM.SOUBORU:	C:\TRUMPF.NET\ Workfiles\ User1\ STSTEEL\ Pulmesic tl2 dvoukus.GEO
	CISLO DILU:	2
	CISLO VYKRESU:	NOID_2
	NAZEV VYKRESU:	
	JMENO ZAKAZNIKA:	
	POCET:	2
	ROZMERY:	252.000 x 118.840 mm
	PLOCHA:	20981.52 mm ²
	NAZEV PRACOVNIHO PREDFISU:	T2D-5619-5P
	CISLO PODPROGRAMU:	SP2S2_ststeel_60x
	DOBA ZPRACOVANI:	0.13 min
	REZNA DELKA:	672.619 mm
	HMOTNOST:	0.329 kg
	POCET VRICHOVACICH BODU:	1
DOBA ZAPICHOVANI:	0.05 s	
NAZEV GEOM.SOUBORU:	C:\TRUMPF.NET\ Workfiles\ User1\ STSTEEL\ půlmesic tl2 jednokus.GEO	



Obr. 39 Parametre rezu a rozloženie nárezového plánu

Po vypálení na laseri nasleduje operácia tvarovanie kónusu na lise LENR 40 A. Táto operácia je rýchla a fyzicky nenáročná, ale zároveň veľmi prácna z dôvodu veľkého množstva kusov. Lis je v dutine formy vybavený vyhadzovačom, vďaka ktorému odpadá možnosť zasekávania výlisku v dutine formy a následné práce vysekávanie výlisku. Lis má dostatočnú tonáž a je taktiež vybavený dvojručným spínačom, takže je vylúčená možnosť úrazu.



Obr. 40 Príprava pre operáciou tvarovanie kónusu



Obr. 41 Vytvarovaná časť kónusu

Následnou operáciou je zvarenie dvoch častí kónusu k sebe zvarom 3 typu V. Aby odpadlo brúsenie zvarov, kónusy sú tvarované tak, aby zostala medzi nimi medzera 2 mm. Vložia sa do prípravku, ktorý sa roztiahne na takú veľkosť, aby medzi nimi zostala požadovaná medzera. Prípravok s kónusmi sa zaistí a nasleduje zvarenie. Zvar je plnohodnotný a vykazuje len minimálne prevýšenie, ktoré neovplyvňuje proces navíjania špirály.

6.1.4 Výroba špirály

Pás na výrobu špirály je strihaný na CNC nožniciach AMADA (Obr.31) z plechu hrúbky 1,5 mm na šírku 10 mm dĺžky 3000 mm.

Na strihanie je možno použiť navinutý pás, ktorý by sa odvíjal na odvíjacom zariadení. Väčšinou ale sa používajú klasické tabule alebo pásy, pretože plech o sile 1,5 mm je využívaný v dielňach na laseri vo veľkom množstve a vzniká odpad. Tento odpad býva v dostačujúcich rozmeroch, takže sa zostalo u klasickej metódy strihania pásov z tabúl plechu.

Natáčanie špirály sa prevádza pod stúpaním 50 mm priamo na sústruhu SU 18 RA (Obr.32). Zvárač si naboduje na začiatku špirálu a po natočení aj na konci, aby sa špirála po odopnutí z prípravku neodvinula. Výhodou je presnosť.

Následne zvárač zvarí po celej dráhe špirálu k trubke.



Obr. 42 Privarená špirála na kotviacej skrutke

6.1.5 Výroba nátrubku

Nátrubok (Obr.43) je časť kotviacej skrutky, ktorá sa reže z trubky priemeru 25 mm a hrúbky 2 mm na dĺžku 40 mm. Táto krátka časť trubky sa navaruje na špičku kónusu a slúži k lepšiemu prieniku kotviacej skrutky do pôdy.



Obr. 43 Nátrubok privarený na špici kotviacej skrutky

6.1.6 Žiarové zinkovanie

Jedinou operáciou, ktorá sa neuskutočňuje vo výrobe spoločnosti je žiarové zinkovanie. Táto povrchová úprava bola jednou z podmienok pri stavbe fotovoltaických elektrární. Jedná sa o najrozšírenejšiu a najkvalitnejšiu povrchovú úpravu v tuzemsku. Táto povrchová úprava má životnosť až 20 rokov.

6.1.7 Apretúra – prerezanie závitú matíc

Nevýhodou pri žiarovom zinkovaní kotviacej skrutky je, že dôjde k zaliatiu závitú. Prvou možnosťou, ako chrániť závit pred pozinkovaním je zaslepením otvoru, avšak pri takejto možnosti neprenikne zinok do potrebných častí závitú. Výhodnejšou variantov je pomocou 1- rázového závitníku a stĺpovej vŕtačky, kde sa voľne položí kotviaca skrutka medzi voľné čeluste zveráku, ktorý zabraňuje pootočeniu obrobku a strojovým posuvom spúšťa závitník. Nastavením dorazu sa pohyb vypína a vŕtačka sa automaticky vracia do východzej pozície. Následne sa skrutka pootočí o 60° a operácia sa ešte 2 krát opakuje. Je to veľmi rýchla a fyzicky nenáročná metóda. Závitník sa musí dobre mazať. I keď zinok je farebný

kov a má samomazacie vlastnosti, pri zahrievaní trením by mohlo dôjsť k trhaniu pozinkovaných plôch, prípadne k zalomeniu závitníku.

6.2 Optimalizovaný postup výroby

Pri postupe výroby kotviacich skrutiek sa po optimalizácii zmenila iba jedna operácia. Jedná sa o technológiu výroby kónusu.

6.2.1 Výroba kónusu

V tejto operácii som navrhol nahradiť operáciu vyrezania dvoch platničiek pomocou laseru, z ktorých sa kónus skladá, technologickou operáciou strihanie na lise.

Prvou operáciou v optimalizovanom technologickom postupe je strihanie pásov z plechu na CNC nožniciach AMADA (Obr.31). Rozmery plechu, z ktorého sa strihajú kónusy sú hrúbka 2,5 mm, šírka 154 mm. Dĺžka pásu plechu je rôzna, keďže sa podobne ako na laseri používa odpad plechov hrúbky 2,5 mm v dostačujúcej dĺžke.

Následnou a najdôležitejšou operáciou je technológia strihania kónusov pomocou jedného-čelového prípravku na lise Šmeral LDC 160 (Obr.).

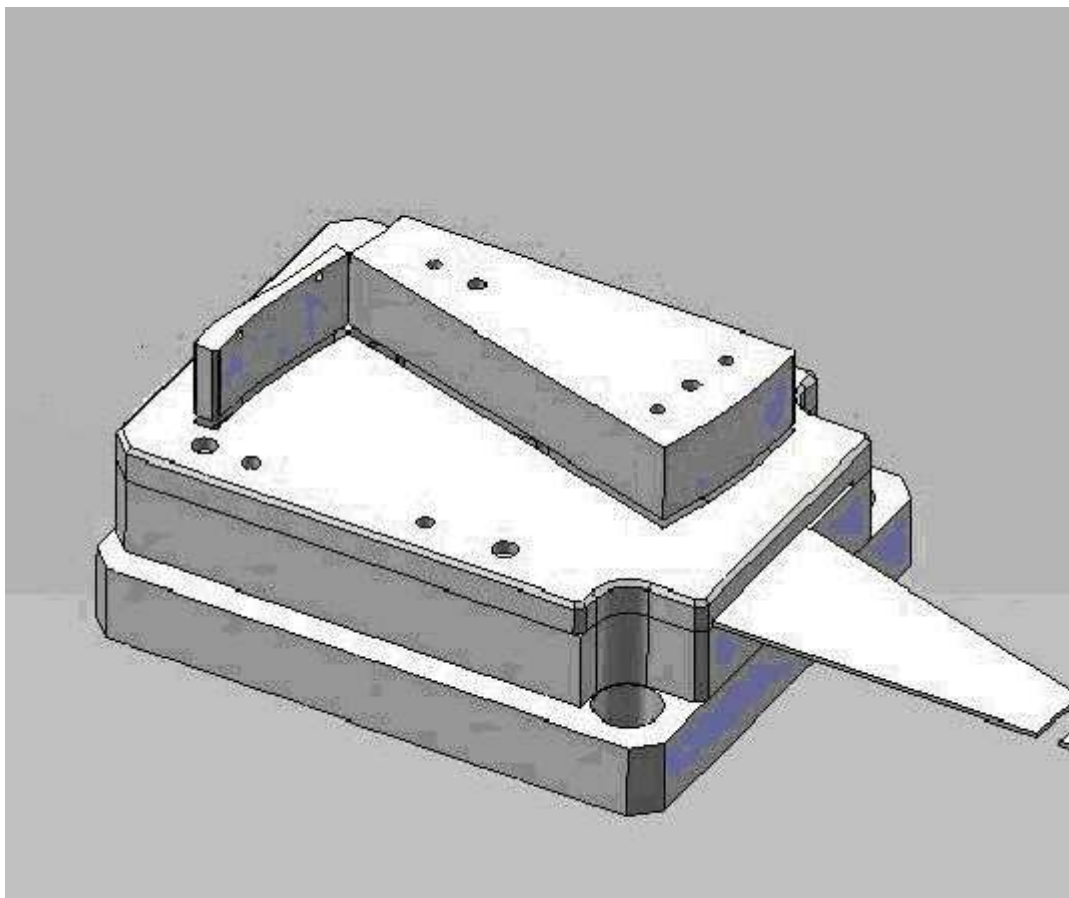
Po navrhnutí tvaru strižníka a strižnice a konzultácii s technologom bol vytvorený model. Tento model bol vymodelovaný v programe Catia. Následne boli vytvorené výkresy pre výrobu – viz. P. č. I. Prípravok na strihanie kónusov, ktorý som navrhol a bol schválený od majiteľa firmy vyrobili pracovníci v oddelení nástrojov.

Princípom je posúvanie pásu plechu pracovníkom do strihacej roviny na doraz, ktorý je nastavený. Prípravok je konštruovaný tak, aby po jednom strihu boli vyrobené dva polotovary. Jeden vypadne po strihu strižníka ako výrobok a druhý zostane v ose strihacej roviny ako odpad. Po posuve pásu plechu pracovníkom vypadne ako druhý výsledok operácie. Dĺžka potrebná na vystrihnutie dvoch častí kónusu, z ktorých sa kužeľ skladá je 266 mm.

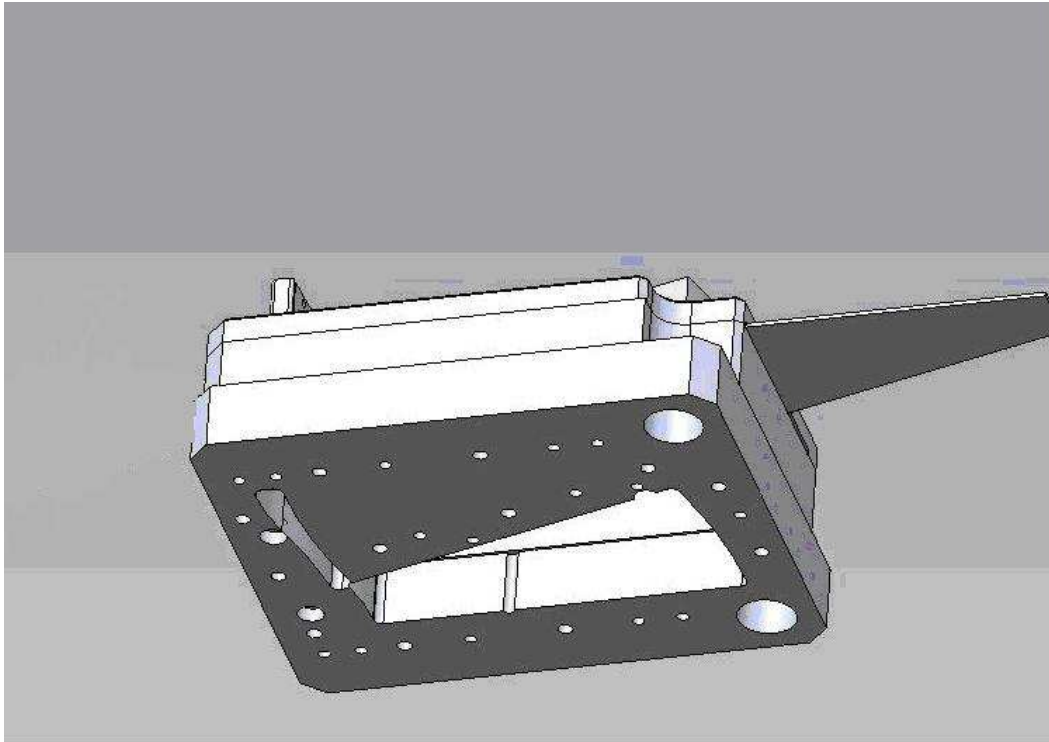
Výhodou je priaznivejšie využitie materiálu, pretože odpadá ponechávanie mostíkov o šírke 10 mm medzi dvojicami výliskov oproti laseru. Produktivita je podstatne vyššia pri znateľne nižších nákladoch, keďže náklady na výrobu prípravku boli zhruba 30 000 Kč.



Obr. 44 Vystrihnutý tvar kónusu



Obr. 45 Tvar strihacieho prípravku bez kotviacej dosky



Obr. 46 Otvor na vypadnutie vystrihnutého kónusu



Obr. 47 1- účelový prípravok na strihanie kónusu na lise Šmeral LDC 160

Nasledovné operácie patriace do výroby kužeľa zostávajú rovnaké ako u pôvodnej operácie, kedy sa kónus vyrezával na laseri.

7 EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE

7.1 Kalkulačný list – pôvodný postup výroby

Druh materiálu: oceľ 11373

Celková hmotnosť výrobku: 7,4 kg

Tab. 3 Použité operácie pri výrobe a ich tarify

Použité operácie a ich tarify	
Názov operácie	Tarif za 1 pracovníka
Pila - rezať na dĺžku	5 Kč/1 min
Nožnice - strihať na rozmer	5 Kč/1 min
Lis - lisovať, dierovať, strihať	4,50 Kč/1 min
Laser - rezať tvar	40 Kč/1 min
Zvarovať	5 Kč/1 min
Zámečnicke práce, apretura	5,50 Kč/1 min

Tab. 4 Použité materiály a ich cena

Materiál a jeho ceny			
Názov	Celková hmotnosť [kg]	Cena za 1 kg [Kč]	Celková cena [Kč]
Trubka $\varnothing 76/3 \times 1200$	6,50	17,11	111,20
Trubka $\varnothing 25/2 \times 40$	0,05	20,00	1,00
Plech 1,5x10x3000	0,35	18,00	6,30
Plech na konus hr. 2,5	0,50	18,00	9,00
Matica M16 - 3 ks		1,10	3,30
Celková cena materiálu			130,80

Prípravné časy sú rozpočítané vzhľadom k veľkým sériám v kusových časoch.

Tab. 5 Prehľad jednotlivých operácií a ich cena

Názov úkonu	Názov operácie	Čas [min/ks]	Cena [Kč]
Výroba hlavnej trubky	Pila - rezať trubku \varnothing 76/3 na dĺžku 1200	0,72	3,60
	Lis - dierovať trubku \varnothing 76/3 otvor 3x \varnothing 17	0,84	4,20
	Navarenie matice M16 na trubku \varnothing 76/3 3x	2,60	13,00
Výroba kónusu	Laser - rezať kónus 2 ks	0,18	7,20
	Lis - tvarovať kónus 2 ks	1,02	5,10
	Zvariť kónusy v kuželi	3,20	16,00
Výroba špirály	Nožnice - strihať 1,5x10x3000	0,42	2,10
	Sústruh - vytvarovať špirálu a nabodovať	8,00	40,00
Výroba nátrubku	Pila - rezať trubku \varnothing 25/2 na dĺžku 40	0,40	2,00
	Lis - tvarovať	0,20	1,00
Zvarovanie	Navariť kuželi k trubke \varnothing 76/3	3,60	18,00
	Navariť špirálu ku kuželi a trubke	7,20	36,00
	Navariť nátrubok \varnothing 25/2 ku kuželi	1,40	7,00
Žiarové zinkovanie	V kooperácii		77,00
Apretura	Prerezať závit M16 po zinkovaní	1,36	6,80

Tab. 6 Celkové náklady na výrobu jednej skrutky

Tabuľka nákladov celkom	
Položka	Cena [Kč]
Materiál celkom	130,80
Práca celkom	162,00
Povrchová úprava žiar. zinkovaním	77,00
Cena celkom	369,80

7.2 Kalkulačný list – optimalizovaný spôsob výroby

Druh materiálu: oceľ 11373

Celková hmotnosť výrobku: 7,4 kg

Tab. 7 Použité operácie pri výrobe a ich tarify

Použité operácie a ich tarify	
Názov operácie	Tarif za 1 pracovníka
Pila - rezať na dĺžku	5 Kč/1 min
Nožnice - strihať na rozmer	5 Kč/1 min
Lis - lisovať, dierovať, strihať	4,50 Kč/1 min
Zvarovať	5 Kč/1 min
Zámečnicke práce, apretura	5,50 Kč/1 min

Tab. 8 Použité materiály a ich cena

Materiál a jeho ceny			
Názov	Celková hmotnosť [kg]	Cena za 1 kg [Kč]	Celková cena [Kč]
Trubka $\varnothing 76/3 \times 1200$	6,50	17,11	111,20
Trubka $\varnothing 25/2 \times 40$	0,05	20,00	1,00
Plech 1,5x10x3000	0,35	18,00	6,30
Plech na konus hr. 2,5	0,50	18,00	8,00
Matica M16 - 3 ks		1,10	3,30
Celková cena materiálu			129,80

Prípravné časy sú rozpočítané vzhľadom k veľkým sériám v kusových časoch.

Tab. 9 Prehľad jednotlivých operácií a ich cena

Názov úkonu	Názov operácie	Čas [min/ks]	Cena [Kč]
Výroba hlavnej trubky	Pila - rezať trubku $\varnothing 76/3$ na dĺžku 1200	0,72	3,60
	Lis - dierovať trubku $\varnothing 76/3$ otvor 3x $\varnothing 17$	0,84	4,20
	Navarenie matice M16 na trubku $\varnothing 76/3$ 3x	2,60	13,00
Výroba kónusu	Nožnice - strihať pásy	0,04	0,20
	Lis - strihať tvar kužeľov	0,08	0,40
	Lis - tvarovať kónus 2 ks	1,02	5,10
	Zvariť konusy v kužeľ	3,20	16,00
Výroba špirály	Nožnice - strihať 1,5x10x3000	0,42	2,10
	Sústruh - vytvarovať špirálu a nabodovať	8,00	40,00
Výroba nátrubku	Pila - rezať trubku $\varnothing 25/2$ na dĺžku 40	0,40	2,00
	Lis - tvarovať	0,20	1,00
Zvarovanie	Navariť kužeľ k trubke $\varnothing 76/3$	3,60	18,00
	Navariť špirálu ku kužeľu a trubke	7,20	36,00
	Navariť nátrubok $\varnothing 25/2$ ku kužeľu	1,40	7,00
Žiarové zinkovanie	V kooperácii		77,00
Apretura	Prerezať závit M16 po zinkovaní	1,36	6,80

Tab. 10 Celkové náklady na výrobu jednej skrutky

Tabuľka nákladov celkom	
Položka	Cena [Kč]
Materiál celkom	129,80
Práca celkom	155,40
Povrchová úprava žiar. zinkovaním	77,00
Cena celkom	362,20

7.3 Porovnanie kalkulácií

Po realizácii optimalizácie výroby kotviacich skrutiek dôjde k úspore materiálu vplyvom lepšieho využitia plechu – odstránením medzier pri laserovom rezaní (tzv. mostíkov) asi 1 Kč / 1 skrutku a k úspore prácnosti zámenou za lacnejšiu operáciu 6,60 Kč / 1 skrutku. Náklady na výrobu strihacieho prípravku boli približne 30 000 Kč a ten bude zhodnotený po výrobe necelých 4 000 kotviacich skrutiek.

Tab. 11 Porovnanie nákladov pred a po optimalizácii a výsledná úspora

Porovnanie nákladov celkom			Úspora
Položka	Cena pred optimalizáciou [Kč]	Cena po optimalizácii [Kč]	Suma [Kč]
Materiál celkom	130,80	129,80	1,00
Práca celkom	162,00	155,40	6,60
Povrchová úprava žiar. zinkovaním	77,00	77,00	0,00
Cena celkom	369,80	362,20	7,60

ZÁVĚR

V mojej diplomovej práci som sa venoval optimalizácii výroby kotviacich skrutiek. V prvej časti diplomovej práce som popisoval jednotlivé strojárské a nekonvenčné technológie používané vo výrobe a technológie používané pri výrobe kotviacej skrutky.

Náplňou praktickej časti bolo rozoberanie jednotlivých operácií pri výrobe kotviacej skrutky a následný popis optimalizovanej zmeny výroby kónusu. Ďalej som urobil ekonomické zhodnotenie a výsledky porovnal v tabuľke.

Po konzultácii s technológom a odskúšaní jednej série bolo zistené, že navrhnutá technológia je funkčná, ekonomicky úsporná a bola zavedená do výroby.

Táto zákazka bola časovo náročná, pretože za normálnych okolností sa venuje príprave výroby prípravku a optimalizácii sériovej výroby oveľa viac času a teda aj výsledky by mohli byť ďaleko výraznejšie. Preto bolo vzhľadom k situácii na trhu potrebné reagovať rýchlo a za krátky čas a preto sa nemohlo docieľiť vyšších úspor.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HENZE, Andreas; HILLEBRAND, Werner. *Elektrický proud ze slunce : Fotovoltaika v praxi*. Vyd. 1. Ostrava - Plesná : HEI , 2000. 129 s. ISBN 3-922964-62-1.
- [2] HLUCHÝ, Miroslav. *Strojírenská technologie I*. 2. opravené vydání. Praha : SNTL, 1986. 172 s. ISBN 9808/83-211.
- [3] JANDÍK, Libor. *Analýza nekonvenčních technologií se zaměřením na mechanický, chemický a elektrochemický úběr materiálu*. Zlín, 2008. 79 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická.
- [4] JURKO, Jozef; LUKOVICS, Imrich. *Obrábatel'nosť materiálov*. Vyd. 1. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 2008. 144 s. ISBN 978-80-7318-736-1, EAN 9788073187361.
- [5] JURKO, Jozef. Vplyv technológie superfinišovania na kvalitu obrobených povrchov ložiskových krúžkov. *Výrobné inžinierstvo* [online]. 30.3.2009, č. 2, [cit. 2011-02-05]. Dostupný z WWW: <<http://web.tuke.sk/fvtpo/casopis/pdf09/2-str-24-27.pdf>>. ISSN 1335-7972.
- [6] KOČMAN, Karel ; PROKOP, Jaroslav. *Technologie obrábění*. Vyd. 2. Brno : Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, 2005. 270 s. ISBN 80-214-3068-0.
- [7] NĚMEC, Dobroslav . *Strojírenská technologie II*. Vyd. 1. Praha : SNTL, 1985. 240 s. ISBN 15644/84-211.
- [8] SEJŠ, Pavol. *MatNet* [online]. Bratislava : Slovenská technická univerzita, Strojnícka fakulta, 2006 [cit. 2011-02-03]. Valcovanie. Dostupné z WWW: <<http://www.matnet.sav.sk/index.php?ID=291>>.
- [9] TULEJA, Peter. *Študijné materiály* [online]. Košice : Technická univerzita , 2005 [cit. 2011-02-06]. Tvarovacie stroje a stroje na delenie materiálu, s. . Dostupné z WWW: <http://www.sjf.tuke.sk/kvtar/1/files/18_Tvarovacie_Stroje_a_Stroje_na_Delenie_Materialu.pdf>.

- [10] VALČÍK, Jan. *Moderní metody ohýbání plechů*. Brno, 2008. 40 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie.
- [11] VALČÍK, Jan. *Návrh výroby součásti ohýbáním*. Brno, 2010. 62 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie.
- [12] *Www.czrea.org* [online]. Rožnov pod Radhoštěm : 2003, 2009 [cit. 2011-02-03]. Fotovoltaika pro každého. Dostupné z WWW: <<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika>>.
- [13] *Www.mtechsolar.cz* [online]. Pardubice : 2007 [cit. 2011-02-08]. Solární panely. Dostupné z WWW: <<http://www.mtechsolar.cz/produkty/solarni-panely.htm>>.
- [14] *Www.strojarskatechnologia.info* [online]. 2009, posledná zmena 31.5.2009 [cit. 2011-02-02]. Klasifikácia procesov obrábania a ich stručná charakteristika. Dostupné z WWW: <<http://www.strojarskatechnologia.info/25-klasifikacia-procesov-obrabania-a-ich-strucna-charakteristika/>>.
- [15] *Www.strojarskatechnologia.info* [online]. 2009, posledná zmena 31.5.2009 [cit. 2011-02-02]. Klasifikácia procesov obrábania a ich stručná charakteristika. Dostupné z WWW: <<http://www.strojarskatechnologia.info/15-operacie-ohybania-rozdelenie-a-princip/>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CATIA	Počítačom riadená 3- rozmerová interaktívna aplikácia
t	Čas
CNC	Číslicové riadenie počítačom
L_1	Vzdialenosť
v_0	Rýchlosť posuvu
WJM	Water Jet Machining
AWJM	Abrasive Water Jet Machining
AJM	Abrasive Jet Machining
AFM	Abrasive Flow Machining
USM	Ultrasonic machining
RUM	Rotačné obrábanie
HRC	Tvrdosť povrchu
ISO	Medzinárodné normy (International Organization for Standardization)
Ø	Priemer

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Základné plochy na obrobnku pri pozdĺžnom sústružení	16
Obr. 2 Tabuľové nožnice s mechanickým	21
Obr. 3 Tabuľové nožnice s hydraulickým pohonom.....	22
Obr. 4 Princíp ostrihovania okrajov plechu na jednkotúčových nožniciach[9].....	23
Obr. 5 Konštrukcie dvojkotúčových nožníc[9].....	24
Obr. 6 Konštrukcia okružných nožníc[9].....	24
Obr. 7 Princíp viackotúčových nožníc[9]	25
Obr. 8 Operácie vykonávané na kmitacích nožniciach[9]	25
Obr. 9 Kmitacie nožnice[9]	26
Obr. 10 Letmé nožnice[9]	27
Obr. 11 Principiálna skica letmých dvojkotúčových nožníc[9].....	28
Obr. 12 Rámová pila[9]	29
Obr. 13 Kotúčové píly[9].....	30
Obr. 14 Pásové píly[9]	31
Obr. 15 Princípi valcovania[8].....	32
Obr. 16 Rôzne tvary ohýbaných súčiastok[8]	33
Obr. 17 CNC ohýbací lis TRUMF[8]	34
Obr. 18 Typy zakružovačiek[7]	34
Obr. 19 Rovnanie plechu medzi valcami[7]	35
Obr. 20 Rovnanie plechu lisovaním[7].....	36
Obr. 21 Schéma WJM a AWJM[3]	38
Obr. 22 Detail abrazívneho procesu[3].....	40
Obr. 23 Schéma AFM zariadenia[3].....	41
Obr. 24 Detail USM zariadenia[3].....	42
Obr. 25 Princíp obrábania ultrazvukom[3]	43
Obr. 26 Rôzne farby predstavujú rôznu vlnovú dĺžku[3]	44
Obr. 27 Sídlo spoločnosti VN – Ú.....	46
Obr. 28 Príklady výroby spoločnosti VN – Ú.....	47
Obr. 29 Výkres kotviacej skrutky s rozmermi	49
Obr. 30 Laserové rezacie zariadenie TRUMATIC TC L3530.....	50
Obr. 31 CNC nožnice AMADA	51

Obr. 32 Hrotový sústruh SU 18 RA.....	52
Obr. 33 Výstředníkový lis LENR 40 A.....	53
Obr. 34 Lis Šmeral LDC 160.....	54
Obr. 35 Rozmery hlavnej trubky.....	55
Obr. 36 Přípravok na lise pre dierovanie trubiiek.....	56
Obr. 37 Spôsob navarenia matíc.....	56
Obr. 38 Technické parametři laseru pre rezanie kónusu.....	58
Obr. 39 Parametre rezu a rozloženie nárezového plánu.....	59
Obr. 40 Příprava pre operáciou tvarovanie kónusu.....	60
Obr. 41 Vytvarovaná časť kónusu.....	60
Obr. 42 Privarená špirála na kotviacej skrutke.....	62
Obr. 43 Nátrubok privarený na špici kotviacej skrutky.....	63
Obr. 44 Vystrihnutý tvar kónusu.....	66
Obr. 45 Tvar strihacieho prípravku bez kotviacej dosky.....	66
Obr. 46 Otvor na vypadnutie vystrihnutého kónusu.....	67
Obr. 47 1- účelový prípravok na strihanie kónusu na lise Šmeral LDC 160.....	67

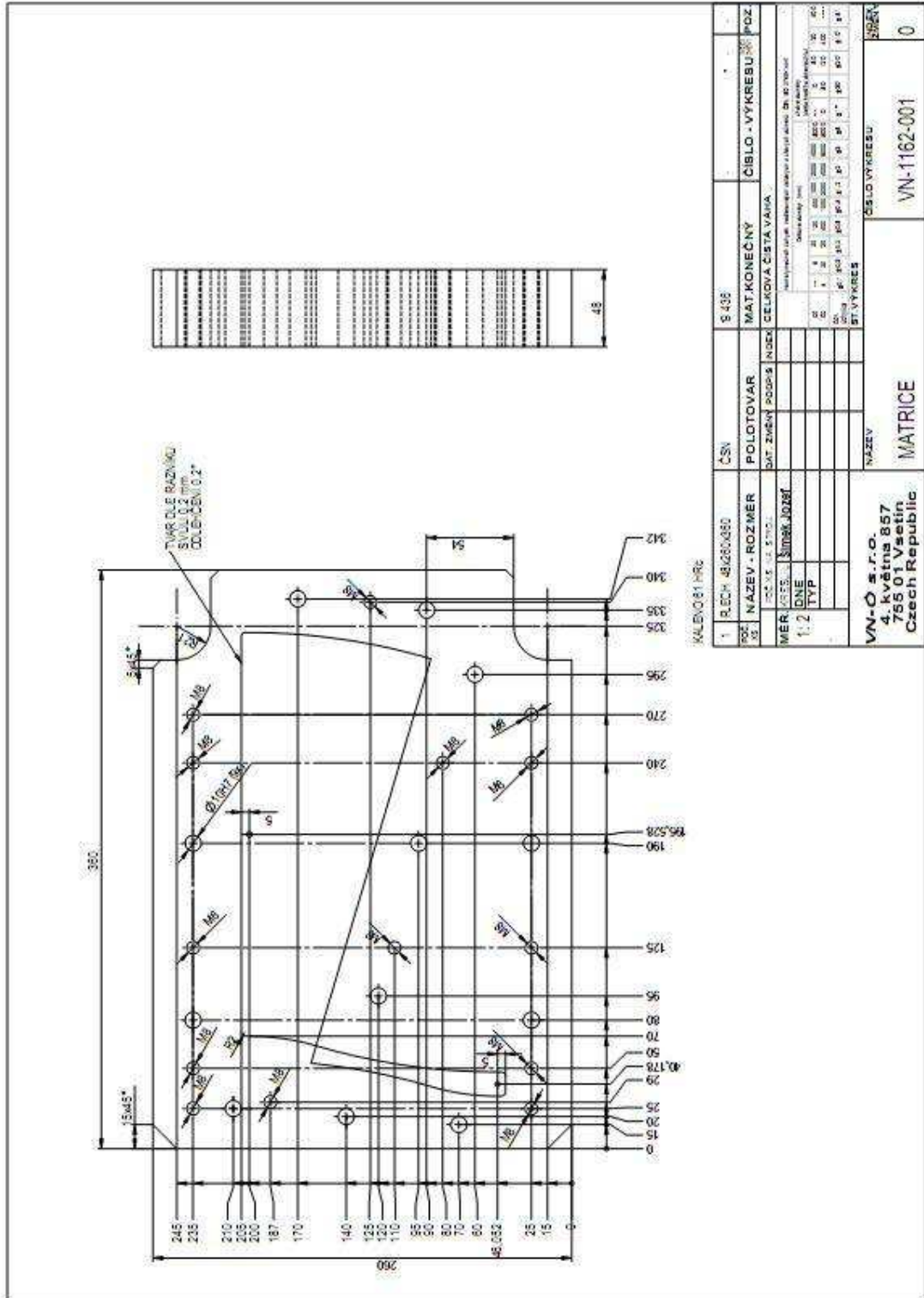
SEZNAM TABULEK

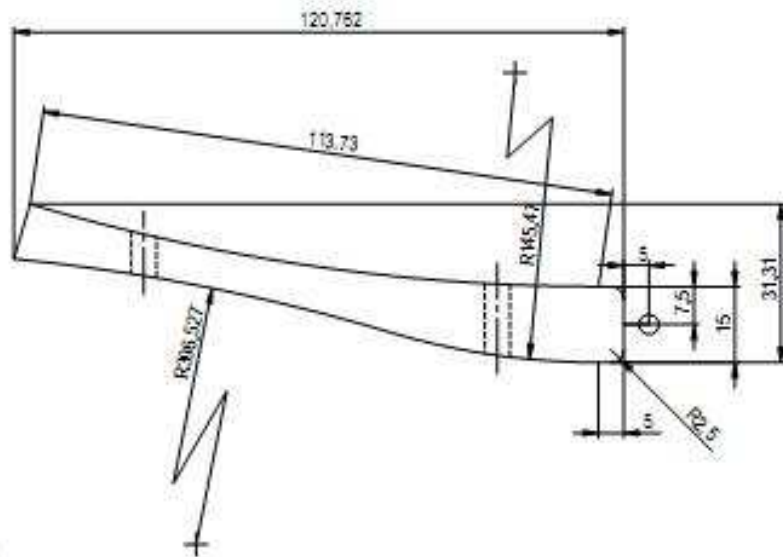
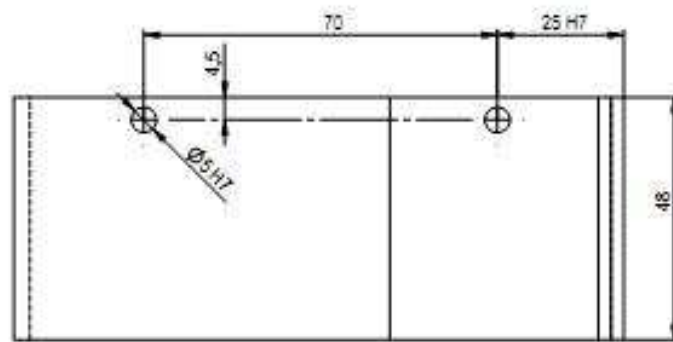
Tab. 1 Rezná rychlost vodného lúču bez prídavku abraziva[3]	39
Tab. 2 Rezná rychlost vodného lúču s abrazivom[3]	39
Tab. 3 Použité operácie pri výrobe a ich tarify	68
Tab. 4 Použité materiály a ich cena	68
Tab. 5 Prehľad jednotlivých operácií a ich cena	69
Tab. 6 Celkové náklady na výrobu jednej skrutky	69
Tab. 7 Použité operácie pri výrobe a ich tarify	70
Tab. 8 Použité materiály a ich cena	70
Tab. 9 Prehľad jednotlivých operácií a ich cena	70
Tab. 10 Celkové náklady na výrobu jednej skrutky	71
Tab. 11 Porovnanie nákladov pred a po optimalizácii a výsledná úspora	71

SEZNAM PŘÍLOH

P I VÝKRESY STRIHACIEHO PRÍPRAVKU NA STRIHANIE KÓNUSU

PŘÍLOHA P I: VÝKRESY STRIHACIEHO PRÍPRAVKU NA STRIHANIE KÓNUSU





KALENO 61 HRc

1	PLECH S # 60	ČSN	19 436			
NAZEV - ROZMĚR	ROZTOVAR	MAT. KONEČNÝ	Č. DĚL. - VPKRESU			
ROZKUS NA STRU	Detail: Zvlášť - Rozsah	Užitie	Skupina: 041A - 101A			
VER. 1:1	KRES. Jimek Jozef					
	DNE					
	YP					
VN-Ō s.r.o.			NAZEV:		ČÍSLO VPKRESU	
4. května 857			RAZNÍK		VN-1162-005	
755 01 Vsetín						
Czech Republic						

