

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra **obrábění a montáže**

Školní rok: **1992/1993**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro **Martina Z e m á n k a**

obor **23 - 07 - 8 strojírenská technologie**

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Řešení technologie hromadné výroby klíčů při náhradě automatové mešazi za ocel 11 109.**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíle práce
2. Charakteristika stávající výroby klíčů v a. s. FAB Rychnov nad Kněžnou.
3. Mechanické zkoušky oceli 11 109 dle požadavků podniku.
4. Navržení vhodných obráběcích nástrojů z hlediska produktivity práce při obrábění a z hlediska životnosti nástrojů.
5. Navržení vhodné technologie obrábění při výrobě klíčů.
6. Ověření navrhovaných řešení.
7. Rozbor ekonomické účinnosti a ekologické nezávadnosti.
8. Zhodnocení a závěr.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PŠČ 461 17

V 25 / 93 S

KOM / OM

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah průvodní zprávy: **50 - 60 stran textu**
Seznam odborné literatury:

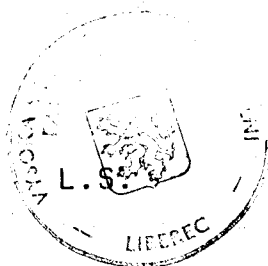
AUTOR NEUVEDEN: Jednotné normativy - Frézky vedrové
a svislé. - vyd. Praha - Feder. min. hutnictví a těžkého
stroj., Feder. min. všeobecného strojíř. - 1978. 3. sv.


VIGNER, M.-PŘIKRYL, Z.-AJ.: Obrábění. 1. vyd. SNTL
Praha 1984.

ŽENÍŠEK, J.-JENKUT, M.: Výrobní stroje a zařízení.
1. vyd. SNTL Praha 1986.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Jersák, CSc.**
Konzultant: **Ing. Radek Lehký - a. s. PAB Rychnov n. K.**

Zadání diplomové práce:
Termín odevzdání diplomové práce: **31. 12. 1993**




Doc. Ing. Vladimír Gabriel, CSc.
Vedoucí katedry


Prof. Ing. Jaroslav Exner, CSc.
Děkan

V Liberci dne **5. 2. 1993**

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

obor strojírenská technologie
zaměření o b r á b ě n í a m o n t á ž

ŘEŠENÍ TECHNOLOGIE HROMADNÉ VÝROBY KLÍČE
PŘI NÁHRADĚ AUTOMATOVÉ MOSAZI ZA OCEL 11 109

KOM - OM - 827

Martin

Zemánek

Vedoucí práce: Ing. Jan Jersák, CSc.

Konzultant: Ing. Radek Lehký - a.s. FAB Rychnov nad Kněžnou

Počet stran: 57
Počet příloh: 10
Počet tabulek: 6
Počet obrázků: 11
Počet modelů
nebo j. příloh -

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146075653

Datum: 27. 5. 1993

A N O T A C E

Označení DP: 827

Řešitel: Martin Zemánek

ŘEŠENÍ TECHNOLOGIE HROMADNÉ VÝROBY KLÍČE PŘI NÁHRADĚ AUTOMATOVÉ MOSAZI ZA OCEL 11 109

Řešení úkolu vyšlo z všeobecné potřeby šetření barevných kovů a ze zájmů a.s. ŠKODA Mladá Boleslav o zlepšení mechanických vlastností klíče typu 4100 A používaného na vozech FAVORIT a FORMAN. Zpráva se zabývá návrhem nástrojů a návrhem postupů vhodných při hromadné výrobě klíčů. Opírá se přitom o výsledky výzkumu prováděného VÚHŽ Dobruška po zavedení nové automatové ocele třídy 11 109 do výroby v roce 1972.

Nutno podotknouti, že ocel 11 109 není jediným uvažovaným kandidátem, proto výsledky dosažené pro tento materiál slouží k porovnání a rozšíření obzoru v oblasti výroby klíčů.

Desetinné třídění: DT 621.96, 621.914, 621.914.3

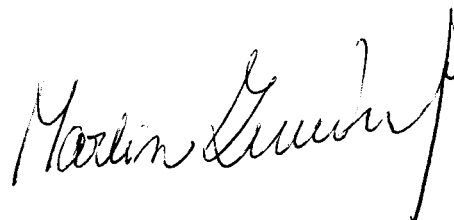
Klíčová slova: LISOVÁNÍ, KONSTRUKCE STŘIŽ. NÁSTROJE
FRÉZOVÁNÍ, KONSTRUKCE FRÉZ

Počet stran:	57
Počet příloh:	10
Počet obrázků:	11
Počet tabulek:	.6
Počet diagramů:	-

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultantem.

V liberci dne 27. 5. 1993

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "Martin Štěpánek". The signature is written in dark ink and is positioned to the right of the date.

	<u>strana č.</u>
<u>C B S A H :</u>	5
Seznam použitých značek, veličin a jednotek	6 - 8
1. Úvod	9
1.1. Hledání cest náhrady materiálu	9 - 11
1.2. Výrobce oceli třídy 11 109 a její zpracování na pásy	11 - 13
1.3. Využití znalosti materiálu na klíči 4100 A	13 - 14
1.4. Cíle práce	14
2. Charakteristika stávající výroby klíčů v a.s. FAB Rychnov nad Kněžnou	15
2.1. Popis současné technologie	15 - 18
3. Mechanické zkoušky oceli 11 109 dle požadavků podniku	19
3.1. Dosažené hodnoty tahovou zkouškou	19 - 20
3.2. Informativní zkoušky mech. vlastností	20 - 21
4. Navržení vhodných obráběcích nástrojů z hlediska produktivity práce při obrábění a z hlediska životnosti nástroje	22
4.1. Výroba polotovaru klíče lisováním, návrh lis. nástroje	22 - 31
4.2. Návrh frézovacích nástrojů	31 - 43
Frézování profilu	str. 31
Frézování hřbetu	36
Špičkování	40
Frézování uzávěru klíče	40
5. Navržení vhodné technologie obrábění při výrobě klíčů	44 - 47
6. Ověření navrhovaných řešení	48
7. Rozbor ekonomické účinnosti a ekologické nezávadnosti	49
7.1. Ekonomický rozbor	49 - 51
7.2. Ekologická nezávadnost	51 - 52
8. Zhodnocení	53 - 54
Závěr	55
Seznam použité literatury	56
Seznam příloh	57

Seznam použitých značek, veličin a jednotek

Značka	Veličina	Jednotka
A /kap.3.1./	tažnost	%
A /kap.4.1./	střižná práce	J
C_{FV}	fréz. konstanta	1
E	modul pružnosti v tahu	MPa
$F_c, F_k, F_o, F_{os}, F_v$ /kap.4.1./	síly působící při stříhání	N
F_{krit} /kap.4.1./	max.možná síla při vzpěru	N
$F_{střiž}$ /kap.4.1./	výsledná střiž. síla	N
F_V /kap.4.2./	řezná síla	N
F_R /kap.4.2./	řezná radiální síla	N
F_A /kap.4.2./	řezná axiální síla	N
HB	tvrdost podle Brinella	
J_k	kvadr.moment průřezu	mm ⁴
K /kap.4.1./	délka kroku	mm
K /kap.4.1./	stav střiž. hran	1
K /kap.7.1./	kalkulační jednotka	1
K_1 /kap.4.1./	součinitel vniknutí	%
P	řezný výkon	W
P_M	výkon motoru	W
Q	objem. výkon	mm ³ /s

Značka	Veličina	Jednotka
Ra	střední aritm.odchylka tvaru	m
Rm	mez pevnosti	MPa
R _{p 0,2}	mez kluzu /0,002 %/	MPa
S ₁ -S ₅ , S ₁ '-S ₅ ', S _c , S, S _a , S _b	plochy	mm ²
T	trvanlivost ostří	min
W _o	průřezový modul v ohybu	mm ³
W _k	průřezový modul v kruhu	mm ³
X	využitelnost materiálu	%
Z	konst. vniknutí	mm
a _{max} , a _s , b, c, h, j, l ₁ -l ₁₀ , l _c , l _k , l _{os} , l _v , o, š, w, x, y, x _T , y _T	délkové rozměry	mm
r,	poloměry a průměry	mm
m	počet kusů	l
n	otáčky vřetene	ot/min
p.	měrný řez. odpor	MPa
s _{ot}	posuv na otáčku	mm/ot
s _z	posuv na zub	mm/zub
t _s	strojní čas	s
t	celkový čas operace	s

<u>Značka</u>	<u>Veličina</u>	<u>Jednotka</u>
u	zubová rozteč	mm
v	řezná rychlost	m/min
v_s	posunová rychlost	m/s
x /kap.4.2./	konst. frézování	1
z	počet zubů	1
α	úhel hřbetu	°
γ	úhel čela	°
η	účinnost	1
μ	úhel sklonu ostří	°
σ_o	ohybové napětí	MPa
σ_t	tlakové napětí	MPa
σ_D	dovolené napětí v tlaku	MPa
τ_s	smykové napětí	MPa

1. Ú v o d

1.1. Hledání cest náhrady materiálu

Mezi přední úkoly vědecko-technického rozvoje při řešení problémů našeho hospodářství patří úspory kovů, a to ve všech fázích výrobního procesu, tj. od jejich vlastní výroby až po zpracování na hotový výrobek.

Z tohoto hlediska patří úspory barevných kovů na přední místo, neboť jde zpravidla nejen o ekonomicky závažný problém, ale také proto, že barevné kovy patří mezi deficitní materiály, které buď dovážíme nebo pro jejich výrobu musíme alespoň dovážet podstatnou část surovin.

Mezi výrobky, které se dělají z barevných kovů, patří také klíče pro vložkové zámky vyráběné a.s. FAB v Rychnově nad Kněžnou z olovnaté mosazi. Přestože by se mohlo zdát, že hledání náhradního materiálu pro tuto výrobu nemůže mít větší význam, je objem zpracovávané mosazi dosti značný a nalezení vhodného náhradního materiálu by mělo pro samotný podnik značný efekt.

S ohledem na určení oceli a technologii jejího zpracování při výrobě klíčů musí mít materiál dvě základní technologické vlastnosti - dobrou obrobiteľnosť a navíc dostatečnou rezervu plast. vlastností. To nejen pro základní technologii, pro kterou byl původně vyvíjen, ale i pro dodatečně uvažovanou technologii přesného lisování a výkonného třískového obrábění na jed noučelových strojích.

Jsou proto hledány cesty jak nahradit při uvedené výrobě olovnatou mosaz. Protože náhrada lehkými kovy se neosvědčila, byla zvažována možnost náhrady ocelí, které musí splňovat výše uvedené dva požadavky. Z hlediska druhého požadavku se zcela logicky nabízí vyzkoušení některých druhů hlubokotažné oceli /např. 11 320/, které se navíc běžně vyrábějí v pá-

sech a nešlo by tudíž o problém nového výrobního sortimentu z hlediska hutí. Tyto oceli však mají zcela nevyhovující obrobiteľnosť a jsou nevhodné k třískovému obrábění, neboť nejenže neumožňují obvyklé rozmezí řezných rychlostí, ale navíc dochází k extrémnímu opotřebení řezných nástrojů, vytváří nevhodné třísky znemožňující práci na obráběcích strojích a znamenaly by v každém případě zásadní snížení produktivity práce.

Požadavek dobré obrobiteľnosti by mohla splňovat některá ocel ze skupiny vysoce obrobiteľných ocelí. V úvahu však nemohla přijít žádná ocel vyšší třídy vyráběná moderními metodami upravené desoxidace a to hned ze dvou důvodů. Prvním z nich je skutečnost, že jde většinou o středně uhlíkové oceli, které by v žádném případě nevyhovely požadavkům na potřebnou plasticitu materiálu při tváření za studena a druhý důvod, že se v ČR a SR dosud prakticky nevyrábějí a první pokusy jsou daleko od realizace z důvodů odlišných tvar. sortimentů. Zbývalo tedy ještě zvážit možnost a nadějnost vyzkoušení některé oceli ze skupiny klasických automatových ocelí. Uklidněné automatové oceli, které by vyhovovaly pokud jde o homogenitu materiálu nemohly uspokojit požadavky na obrobiteľnosť, která v důsledku používání Si k jejich dezoxidaci je poměrně nízká a navíc všechny uklidněné oceli mají vysoké % C /př. 11140 max. 0,45 %, 11120-max. 0,25 %/, který zhoršuje jejich plastické vlastnosti. Naproti tomu neuklidněné automat. oceli, které mají relativně dobrou obrobiteľnosť, vynikají značnou nehomogenitou v příčném i podélném směru. /Selektivní procesy při tuhnutí/.

V roce 1972 vyvinuli v NH /dříve NHKG/ rovnovážnou polo-uklidněnou automatovou ocel se zvýšeným obsahem Mn a S označenou 11 109. Tato ocel vyniká velmi dobrou homogenitou, minimálním množstvím vměstků zhoršujících obrobiteľnosť a naopak velkým množstvím potřebných siričkových vměstků vhodného typu pro zlepšení obrobiteľnosti. Její chemické složení podle materiálového listu uvádí tabulka 1.

Tab. 1. Chemické složení - předpis pro ocel 11 109

prvky %	C	Mn	P	S
	max.0,13	0,9-1,5	max.0,1	0,21-0,32

Provedená analýza vzorku na spektrografu ISP-22 /bez destrukce/ potvrdila toto složení /1/. Uhlík u některých vzorků dokonce vykazoval o tři setiny % menší koncentraci.

1.2. Výrobce oceli třídy 11 109 a její zpracování na pásy

Automatová ocel 11 109 je běžně vyráběna v NH Kunčice, její zpracování se však omezilo na válcované profily kruhového nebo šestihranného tvaru. V současné době tohoto materiálu používají v Železárnách ve Veselí na Moravě pro výrobu tažených drátů a ve Šroubárnách a.s. Kyjov na Moravě při výrobě matic.

Před dvaceti lety byla VÚHŽ Dobrá vypracována zpráva, která se zabývala návrhem a zpracováním oceli 11 109 na pásy. Tato zpráva vycházela z požadavků FAB a.s. /tehdejších Orlických strojírén/, která již v té době pomýšlela na změny materiálu. Jak však bude vysvětleno později, nebyla s tímto materiálem zahájena výroba klíčů a také železárný po zpracování 27 500 kg oceli 11 109 na pásy upustily od této výroby, neboť nenašly pro tento specifický materiál jiného odběratele. Nicméně postup výroby automatové pásové oceli byl ověřen, ale jeho vývoj, který je v krátkosti shrnut v následujících odstavcích, nebyl snadnou záležitostí.

Ocel vyrobená v tandemové peci odlitá do ingotu se dělila, válcovala do bramek a na sochory o rozměrech 80x80 mm. Po úpravách předvalků, čištěním povrchu opalováním ručním hořákem, byly bramky schopné válcování na pás.

Nejprve se ocel válcovala za tepla na dvě zkušební tloušťky 4,5 a 3 mm. Parametry válcování za tepla uvádí tabulka 2.

Tabulka 2 - Válcování ocele za tepla /1/

teplota ohřevu	1 320°C
Doba ohřevu	1 415 min - 1 430 min
úběr na posledním kvartu	17 - 20 %
doválcovací teplota	900 - 920°C
navíjecí teplota	850 - 870°C

Při srovnání s nízkouhlíkovou ocelí bez síry třídy 11 343, která se běžně k tomuto válcování používá, se docházelo k obdobným výsledkům. To znamená, že ke zhoršení záběrové schopnosti válců ani k prokluzům ve stolicích nedošlo a po kontrole svitků bylo zjištěno, že kvalita povrchu i hran je velmi dobrá a pásy tudíž vyhovují pro další válcování za studena.

Charakter zpracování materiálu a povrchová ochrana galvanickým pokovením při výrobě klíčů vyžadují dobrou jakost povrchu a přesnost provedení polotovaru, které jsou dosažitelné pouze válcováním za studena.

Válcovalo se na požadovanou tloušťku plechu 2,5 mm ze dvou výchozích rozměrů a dvěma rozdílnými způsoby pro jednoduhost označenými A a B.

VARIANTA A /Výchozí tloušťka 4,5 a konečná 2,5 mm/

1. Moření a neutralizace
2. Válcování několika průchody na tloušťku 3 mm
/4,5 - 3,85 - 3,35 - 3 - 2,7 mm/
3. Mezioperační žíhání o teplotě 650 - 680°C po dobu 5 hod. s následujícím ochlazením na vzduchu

4. Moření a neutralizace
5. Doválcování na tloušťku 2,5 mm
6. Podélné a příčné dělení pásu

VARIANTA B /Výchozí tloušťka 3,0 a konečná 2,5 mm/

Pásky výchozí tloušťky 3,0 mm byly určeny pro zkušební výrobu jednostehovou technologií na konečný rozměr 2,5 mm bez operačního žíhání. Při této technologii se však nedosahuje takové rozměrové přesnosti jako u var. A.

Obě varianty se od sebe tedy liší způsobem technol. výroby, rozdílnosti se však dosahuje i ve srovnání mechanických vlastností. Výsledky zkoušek jsou uváděny v části věnované mech. zkouškám.

1.3. Využití znalosti materiálu na klíči 4100 A

Nový druh klíče 4100 A určený pro vozy FAVORIT je znázorněn na obrázku v příloze 1. Hlavu klíče tvoří návlečka z umělé hmoty s firemním znakem. Právě tento znak byl důvodem nezavedení ocele do výroby před dvaceti lety. Zkoušky se prováděly na klasických vložkových klíčích s plastickým reliéfem s ochrannou známkou na hlavě. Při ražení rytiny docházelo u oceli ke vzniku radiálních trhlinek po celém obvodu hlavy. Důsledkem pravděpodobně bylo určité vyčerpání plastických deformací po válcování za studena a okraje byly navíc zpevněny smykovou deformací při vystřihování klíče. Tento stav se poněkud zlepšil při použití přesného lisování a ražení znaku najednou.

Jelikož je u klíče 4100 A hlava nahrazena návlečkou, nic takového při výrobě nehrozí. Navíc je při samotném procesu obrábění žádoucí určité zpevnění materiálu z důvodu snížení tažnosti.

Provedeme-li malé shrnutí, vychází nám, že ocel třídy

11 109 se jeví vhodnou zejména pro výrobu klíčů s jednoduchým nebo vůbec žádným plastickým zobrazením.

1.4. Cíle práce

Ze znalostí vlastností materiálu, teoretických výpočtů a normativků stanovit řezné podmínky při obrábění. Navrhnout vhodné obráběcí nástroje s ohledem na životnost a produktivitu práce. Výsledky porovnat s hodnotami dosaženými při výrobě mosazných klíčů.

Jestliže se i po omezení řezných podmínek, které se nakonec při použití oceli předpokládá, bude jevit výroba jako efektivní, navrhnout novou technologii výroby.

2. Charakteristika stávající výroby klíčů v a.s. FAB Rychnov nad Kněžnou

Pro vytvoření představy o nárocích kladených na ocelový materiál je v následující části popsán klasický způsob zpracování mosazných klíčů včetně uvedení rezných podmínek. Ve vztahu k současné době je třeba také uvést, že nezávisle na této zprávě provádí FAB a.s. zkoušky s olovnatou německou ocelí podle DIN 1651, 1.0718 - 9SMnPb28.

2.1. Popis současné technologie

Technologický postup výroby se skládá z následujících operací:

1. Lisování tvaru klíče

Klíče 4100 A se lisují v postupovém nástroji po dvou kusech příčně k ose pásu na mechanickém rychloběžném výstředníkovém lisu LENR. Ovládání beranu nožním spouštěním s počtem zdvihů okolo 40 za min. Tomu odpovídá hodinový výkon 4762 ks uvedený v postupu.

Uvedené parametry lisu LENR:

$F_{max} = 400 \text{ kN}$, tloušťka plechu max. = 4 mm, max.zdvih beranu = 250 mm, počet max. zdvihů/počet dovol. zdvihů = 110/60, výkon/otáčky elektromotoru = 4 kW/960 min⁻¹.

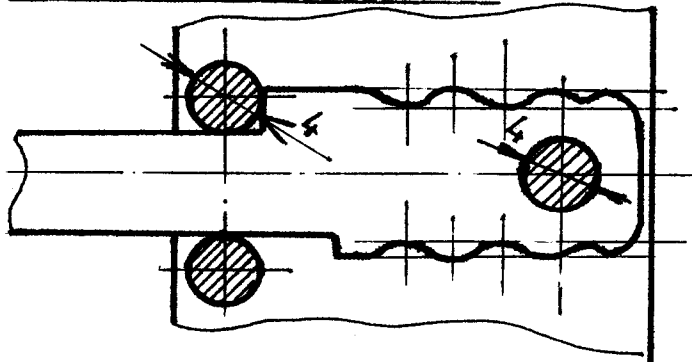
2. Odhrocení výlisků

Odhrocení se provádí v omílacím šestihranném dřevěném bubnu za přídavku pilin. Počet omílaných klíčů záleží na velikosti dávky daného druhu klíče. Průměrná doba odhrocení se pohybuje okolo 45 minut.

3. Špičkování klíče

Klíčům se pro snadnější vnikání do zámku sráží hrana na špičce. Stroj konstrukce FAB má frézu tvaru V do jejíhož vrcholu klíče při špičkování najíždějí. Dosahovaná řezná rychlost 200 m/min, posuv ruční. Součástí této operace je i navlékání klíče na drátový zásobník - obr. 1. Při délce zásobníku 500 mm je počet klíčů takto se pohybujících mezi dalšími operacemi asi 200.

Obr. 1 - Drátový zásobník



4. Frézování profilu a hřbetu klíče

Do loňského roku se tyto dvě operace prováděly zvlášť, každá na jiném jednocelovém stroji. Nyní se frézování profilu a hřbetování provádí na stroji jednom typu AF-11 /Giuliani FDC7-1/.

Popis práce AF-11

Ze zásobníku je dopraven klíč pomocí podávacího zařízení mezi dvě úchopné lžice. Ve stavu sepnutém se klíč posune do prostoru naklápěcích vřeteníků. Profil klíče, uveden v příloze 2, je obráběn nejprve horní frézou, po přestavení vřeteníku z dolní polohy do horní se při stálém pohybu klíče vpřed obrábí spodní profil dolní frézou. Vřeteníky jsou nastavovány do pracovních poloh vačkami. Při dofrézování profilu se obě frézy oddálí a lžice s upnutým klíčem vyjedou ze záběru. Po uvolnění přesune podavač klíč o 90°, kde je ofrézován hřbet nástrojem upnutým na

výkyvném rameni. Rychlost přísunu je nastavitelná variátorem a stanoví se podle zkušenosti a dosahované kvality drsnosti povrchu. Hodnoty dosahované na AF-11 /obrázek v příloze 3/ jsou tyto: řezná rychlost profilových fréz 701 m/min, řezná rychlost hřbetovací frézy 442 m/min. a počet takto ofrézovaných klíčů za minutu = 41.

5. Pokovení klíče

Klíče se pokovují niklováním po odmaštění ve vodním roztoku přípravku ALKON-S v niklovací lázni SYNGAL Ni 115 na tloušťku povlaku 4 - 5 μm . Kontrola se provádí vizuálně.

6. Nasazení návlečky

Umělohmotné návlečky se nasazují na klíč upnutý v přípravku pomocí ručního lisu. Při lisování docházelo k určitým vadám projevujících se praskáním návlečky. Tento nedostatek se odstranil namáčením návlečky do vody - nasycením povrchu vodíkem.

7. Frézování uzávěru

Klíč 4100 A se obrábí na speciálním jednoúčelovém stroji FAB. Jde o speciální šestivřetennou frézku s horizontálním uložením vřeten, kde jsou klíče upevněny ve svěráčku a najíždějí pod jednotlivá vřetena automaticky. Velikost odebírané třísky je závislá na předem nastavené hloubce záběru /uzávěru/, která se nastavuje pomocí vaček. Frézy jsou z rychlořezné oceli.

Řezné podmínky: - řezná rychlost 440 m/min.
- posuv na zub 0,080 mm
- hloubka řezu max. = 3,2 mm

Jediným strojem, u kterého výrobce uvádí možnost změny materiálu, je CC1 - 10NA. Tento automat však, bohužel, neumožňuje výrobu uzávěru na klíči 4100 A. Důvodem by bylo neefektivní vyřazení číslovací razící jednotky používané pro klasické klíče s hlavou a také nemožnost předřazení operace lisování návlečky před samotným automatickým svazkováním stejného druhu klíče. Tyto operace totiž automat CC1-10NA na klasických klíčích umí.

Důležité informace však tento stroj poskytuje o změnách řezných podmínek dosažených při přechodu z mosazi na ocel. Využíváme tak nepřímo zkušeností dosahovaných při výrobě ocelových klíčů v zahraničí.

Při zachování stejné životnosti frézovacích segmentů doporučuje fa Giuliani snížit řeznou rychlost z 282 m/min. na 200 m/min. použitelnou pro ocel. Ve statistickém vyjádření se i samotný hodinový výkon projeví snížením, odpovídajícím změně řezné rychlosti o 30 %. K tomuto účelu firma dodává výměnné řemenice.

3. Mechanické zkoušky oceli 11 109 dle požadavků podniku

V tomto případě bylo nutné upřít pozornost na výzkumnou zprávu VÚHŽ Dobrá, která jako jediná udává o tomto válcovaném materiálu nezkreslené informace. Použití výsledků mechanických zkoušek prováděných ve Šroubárnách a.s. Kyjov a Železárnách Veselí na tyčovém materiálu válcovaném za studena a na stejném materiálu po zpracování rozdílnými technologiemi /tažení drátu a výroba matic /slouží spíše jako informativní.

3.1. Dosažené hodnoty tahovou zkouškou

VÚHŽ Dobrá prováděl mechanické zkoušky na válcové oceli o různých tloušťkách. Pro náš účel jsou vhodné plechy o konečné hodnotě 2,5 mm. V tabulce č. 3 jsou uváděné průměrné hodnoty měření mech. vlastností při zatěžování tahem.

Výroba pásu variantou A a B je uvedena v kapitole "Výroba oceli třídy 11 109 a její zpracování na pásy".

Tabulka č. 3 - Srovnání mech. vlastností materiálu

Výrobek	mez kluzu Rp 0,2 MPa	mez pevnosti Rm MPa	tažnost A / = 5 d/ %
Mosazný pás	301,2	412	25,1
Teplý pás	226,6-341,4	364,0-462,0	26,5-37,8
Studený pás A	437,5-445,4	453,2-467,0	21,0-27,5
Studený pás B	504,2-582,7	524,8-593,5	8,0-15,5

/Hodnoty jsou zjištěné podle ČSN 42 0310, 42 0311, 42 0319, 42 0320/.

Při porovnání pásu z olovené automat.mosazi o jakosti ČSN 42 322221 a oceli 11 109 /varianty A/ vidíme, že ocel dosahuje vyšších hodnot jak v pevnosti tak i v tažnosti. Ze zkušenosti však víme, že ocel se zachovanou vysokou tažností je hůře obrobitelná. Dále zjišťujeme, že mez pevnosti v tahu, mez kluzu a tažnost jsou rozdílné i u válcovaného studeného pásu vyrobeného metodami A a B. Vysvětlení nacházíme v samé podstatě výroby oceli těmito dvěma technologiemi, mechanické hodnoty se mění podle výšky zválcování materiálu po posledním mezioperačním žíhání nebo válcováním za tepla.

Je tedy v moci válcoven vyrobit materiál s mechanickými vlastnostmi, které požaduje odběratel. Určitě musí z hlediska obrobitelnosti klesnout tažnost z 21 % na předpokl. 10-15 %, což vyvolá vzrůst meze pevnosti v tahu 480 - 550 MPa./HB = 141/

3.2. Informativní zkoušky mech. vlastností

V zimním období dochází k zatuhnutí zámeků, což vyžaduje zvětšení momentu při otáčení klíče. Také u starších typů vozů Favorit, kde se víko zavazadlového prostoru otevíralo klíčem držným v krajní úvrati, docházelo k určitému zvětšení sil.

Tyto okolnosti vedly k provedení alespoň informativní zkoušky na krut. Z šestihranné tyče mater. 11 109 používané k výrobě matic byly vyříznuty z povrchových vrstev proužky o průřezu 2,5 x 7 mm. Horní vrstvy šestihranu byly zvoleny proto, aby se co nejvíce blížily stavu zpevnění při válcování pásu. Protože byly proužky vyříznuté podél tyče, využilo se již předem lepších mech. hodnot získaných z rozdílných směrových vlastností typických pro válcování. Tyto vlastnosti jsou umocněné ještě rekrytalizačním /mezioperačním/ žíháním. Výslednému stavu pak říkáme řádkovité uspořádání.

Dosažené hodnoty krutu prováděné na průřezu, který postrádá vyfrézovaný profil, jsou uvedené v tabulce č. 4. Tabulka č.5

pak pro porovnání uvádí skutečné hodnoty dosažené při krutu mosazného klíče FAB a ocelového WITTE používaného pro automobily VW /2/.

Tabulka č. 4 - Zkouška materiálu 11 109 krutem

Průřez 2,5 x 7 mm Upnuto do svěráku a působeno momentem do úplné destrukce			
Číslo zkoušky	1	2	3
Moment Nm	14	13	13

Tabulka č. 5 - Odolnost klíčů FAB na krut

porovnání mosazného a ocelového WITTE /VW/

Vzorek klíče	Mk do počátku plast.deformace Nm	Mk do výrazné plast.deformace Nm
Mosazný FAB	3,5	5,5
Mosazný FAB	4,0	6,0
WITTE /VW/	8,0	12,0
WITTE /VW/	7,5	12,0

Při zkoušce byly klíče zasunuty do profilové drážky bubínku na doraz.

I přes nevyfrézovaný průřez klíče nám hodnoty v tabulce č. 4 naznačují, že k určitému zvýšení odolnosti v krutu vůči mosaznému klíči určitě dojde. Jestli budou hodnoty dosahovat úrovně klíče WITTE, ukáží až zkoušky se skutečnou ocelí, vyrobenou na určitou pevnost pásu.

4. Navržení vhodných obráběcích nástrojů z hlediska produktivity práce při obrábění a z hlediska životnosti nástroje

V a.s. FAB se k výrobě klíčů používá většinou speciálních jed noučelových strojů postavených podle mnohaletých zkušeností. Základem všech znalostí je používaný materiál, po mnoha letech se neměnící automatová mosaz, pro kterou jsou řezné výkony strojů upraveny.

Drsnost povrchu dosahovaná při obrábění je srovnatelná s drsností dosaženou protahováním, řezné rychlosti při frézování dosahují až neskutečných hodnot 700 m/min. Tomu všemu je samozřejmě podřízen průřez třísky a posuv na zub.

Jestliže dojde k náhradě materiálu, dojde i ke změnám řezných podmínek. Ty budou pravděpodobně řešeny jinými převodovými poměry /Výměnná kola/.

4.1. Výroba polotovaru klíče lisováním, návrh lis. nástroje

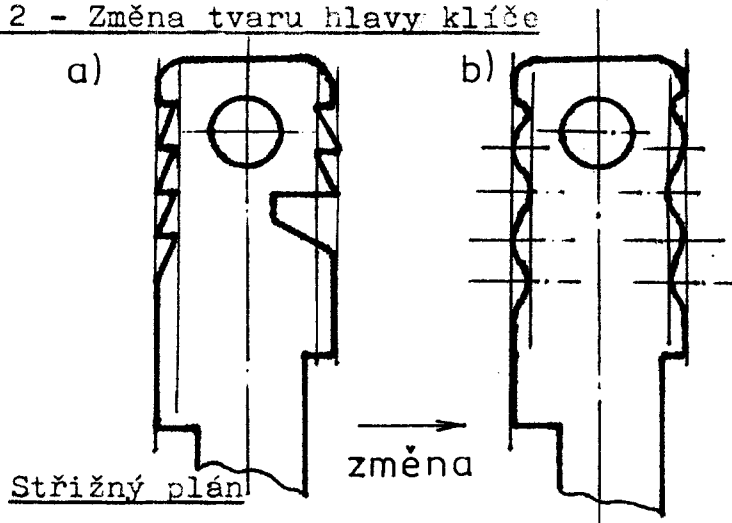
První operací v postupu výroby klíče je jeho lisování. Již při této operaci je možné zvýšit produktivitu množstvím výstřižků na 1 zdvih. K tomu je však potřeba výkonnějšího stroje, jako je švýcarský lis FEINTOOL 160, používaný v a.s. FAB k výrobě mosazných vložkových klíčů metodou přesného lisování. Vystřihnoutí klíče, vyražení plast. známky a profilu na jeden zdvih. Lis je uveden v příloze 4.

Mechanismus lisu tvoří řízený zdvojený kolenový pohon dolní. Hnací motor s frekvenčním měničem pro plynulé řízení zdvihů má výkon 11 kW, čerpadla 4 kW a tlak vzduchu je 0,6 MPa. Celková síla je 1600 kN, síla řezná 1000 kN. Mezi další přednosti patří elektronická řídicí část, válečkové posunové zařízení se samost. pohonem, mazání pásu, odfukování výstřižků, možnost chlazení lisovníku, počítač provoz.hodin, plazivý chod při seřizování, počet zdvihů reg. 18-72.

Jednou změnou je tedy zvětšení počtu výstřižků ze dvou na čtyři a druhou změna orientace z příčného na podélný. Že dojde k podstatnému zlepšení mechanických vlastností je nesporné, ale tato úprava má však také i svoje nevýhody. Výstřižek umístěný podél pásu odvíjeného ze svitků bude mít pravděpodobně větší odchylku od rovinnosti než výstřižek příčný. Technicky se tento problém nechá vyřešit buď změnou rovnačky nebo přidáním doplňkového zařízení v podobě přitlačné desky k současnému stavu.

Na hlavě klíče byla v konstrukci a.s. FAB provedena úprava, která velmi prospěje ke zvýšení životnosti nástroje. Bylo zjištěno, že k udržení návlačky postačí obloučky nahrazující zuby /obr. 2/, u kterých docházelo k opotřebení nástroje ve špičkách.

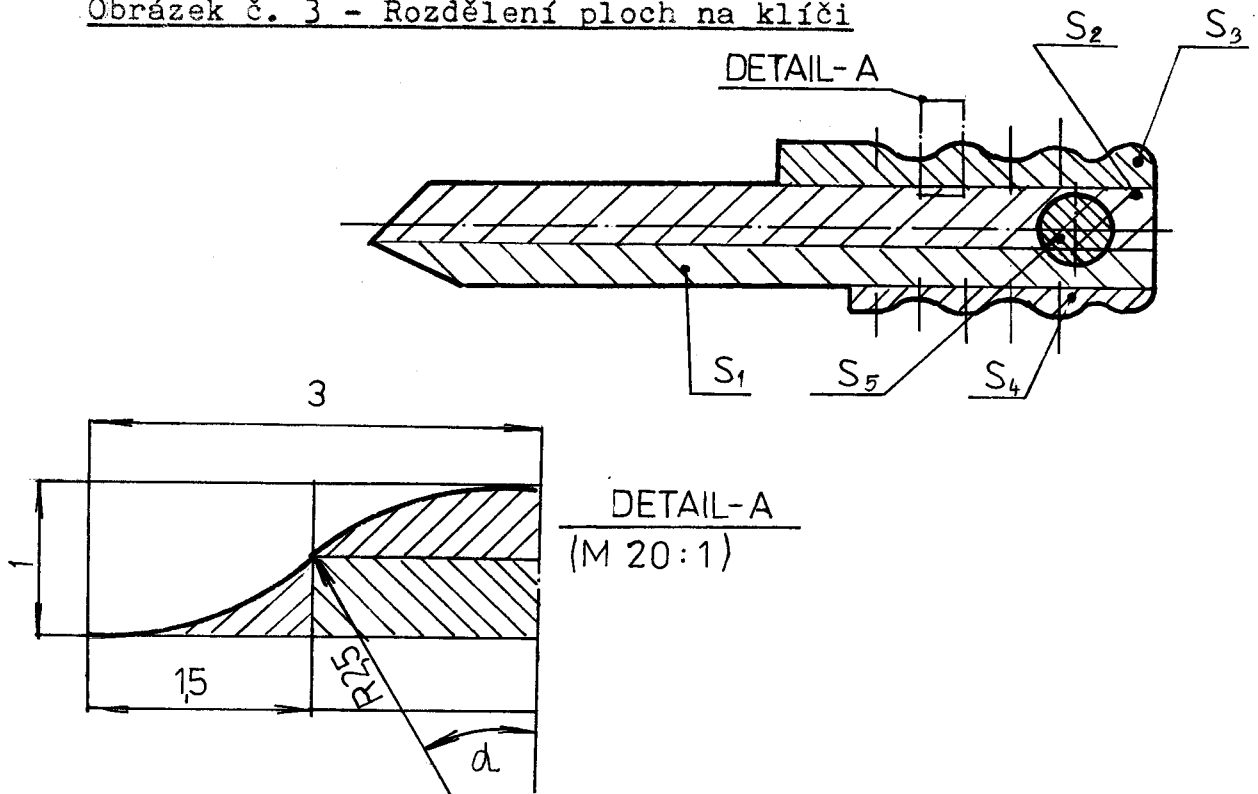
Obr. 2 - Změna tvaru hlavy klíče



Návrh umístění klíče na pásu uvádí výkres 1. Pro rozměry můstků bylo využito literatury /3/. Toto rozmístění určilo i potřebnou šířku pásu 56 mm.

K výpočtu využitelnosti materiálu uváděného ve vztahu /4.2./ bylo zapotřebí výpočtu ploch klíče z obrázku č. 3 a rozměrů polotovaru v příloze 1.

Obrázek č. 3 - Rozdělení ploch na klíči



$$S_1 = (2,9 \cdot 52,6) - \frac{2,9^2 \cdot \operatorname{tg} 65^\circ}{2} = 143,5 \text{ mm}^2$$

$$S_2 = (4 \cdot 52,6) - \frac{4^2 \cdot \operatorname{tg} 50^\circ}{2} = 200,9 \text{ mm}^2$$

$$\alpha = 2 \operatorname{arc} \sin \frac{1,5}{2,5} = 73,7^\circ$$

$$S'_1 = \frac{1}{4} r^2 (\operatorname{arc} \alpha - \sin \alpha) = \frac{2,5^2}{4} (1,28 - 0,95) = 0,51 \text{ mm}^2$$

$$S'_2 = 0,5 \cdot 1,5 = 0,75 \text{ mm}^2$$

$$S'_3 = S'_2 - S'_1 = 0,75 - 0,51 = 0,23 \text{ mm}^2$$

$$S_3 = (3 \cdot 25) - 4 \cdot (0,51 + 0,75 + 0,23) - \frac{\pi 2^2}{8} - (2,5^2 - \frac{\pi 5^2}{16}) = 62,99 \text{ mm}^2$$

$$S_4 = (1,6 \cdot 20) - 4 (0,51 + 0,75 + 0,23) - \frac{\pi 2^2}{8} -$$
$$- \left(2,5^2 - \frac{\pi 5^2}{16} \right) = 21,56 \text{ mm}^2$$

$$S_5 = \frac{\pi 5^2}{4} = 19,63 \text{ mm}^2$$

Celková plocha klíče

$$S_c = \sum_{i=1}^4 S_i - S_5 = 143,5 + 200,9 + 62,99 + 21,56 - 19,63 =$$
$$= 409,32 \text{ mm}^2 \quad /4.1/$$

$$S_c = 409,3 \text{ mm}^2$$

=====

Využitelnost materiálu

$$X = \frac{S}{K \cdot b} = \frac{4 S_c}{K \cdot b} = \frac{4 \cdot 409,3}{55,1 \cdot 56} \cdot 100 = 53,05 \% \quad /4.2/$$

K - délka kroku

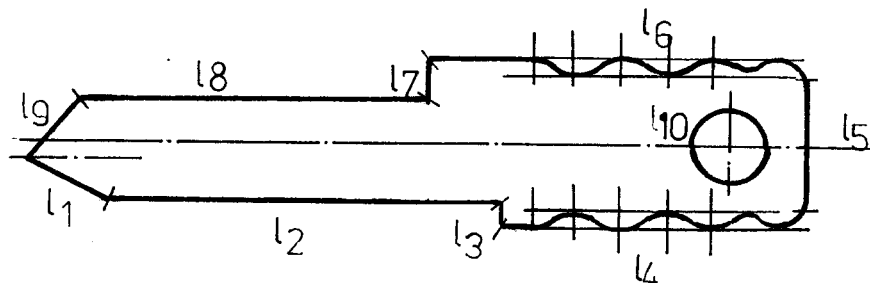
S - plocha výstřižků na 1 zdvih

b - šířka pásu

Střižná délka

K výpočtu střižné délky je zapotřebí použít opět výkresu klíče /příloha 1/ a obrázku č. 4.

Obrázek č. 4 - Rozdělení střižných délek



$$l_1 = \frac{2,9}{\cos 65^\circ} = 6,86 \text{ mm}$$

$$l_2 = 32,6 - 2,9 \operatorname{tg} 65^\circ = 26,38 \text{ mm}$$

$$l_3 = 11,5 - 9,9 = 1,6 \text{ mm}$$

$$l_4 = 2,5 + 4 \cdot \left(\frac{5 \cdot \pi}{360^\circ} \cdot 73,7^\circ \right) + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{5 \cdot \pi}{360^\circ} \cdot 73,7^\circ \right) + \frac{2 \cdot \pi}{2} + \frac{5 \cdot \pi}{4} = 24 \text{ mm}$$

$$l_5 = 11,5 - (2 \cdot 2,5) = 6,5 \text{ mm}$$

$$l_6 = 7,5 + 4 \cdot \left(\frac{5 \cdot \pi}{360^\circ} \cdot 73,7^\circ \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{5 \cdot \pi}{360^\circ} \cdot 73,7^\circ \right) + \frac{2 \cdot \pi}{2} + \frac{5 \cdot \pi}{4} = 29 \text{ mm}$$

$$l_7 = 3 \text{ mm}$$

$$l_8 = 27,6 - 3 \cdot \operatorname{tg} 50^\circ = 24,02 \text{ mm}$$

$$l_9 = \frac{4}{\cos 50^\circ} = 6,2 \text{ mm}$$

$$l_{10} = \pi \cdot 5 = 15,7 \text{ mm}$$

Celková střižná délka

$$l_c = \sum_{i=1}^{10} l_i = 143,26 \text{ mm}$$

/4.3/

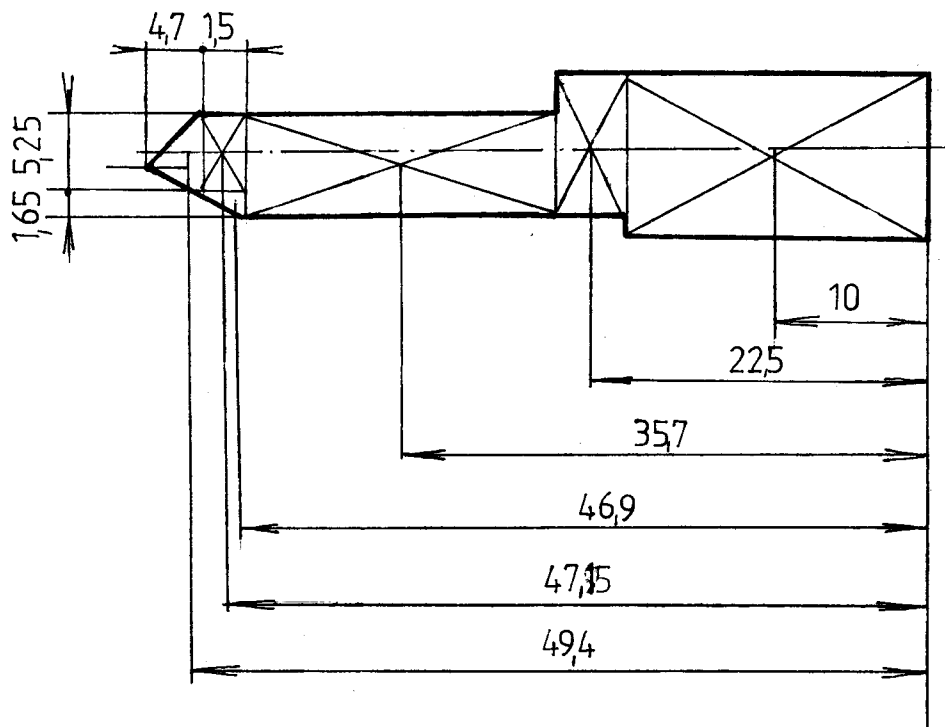
Těžiště síly

Abychom mohli určit výslednou polohu těžiště střižné síly, musíme znát polohy těžiště jednotlivých vystřih.tvarů.

U ostřihovače a u kruhového střižníku je poloha jasná, při stříhání tvaru klíče polohu těžiště určuje vztah /4.4./.

Do tohoto vztahu se dosazují hodnoty uvedené v obr. č. 5.

Obr. č. 5 - Rozmístění těžišť elementárních ploch



$$x_k = \frac{\sum_{i=1}^4 S_{Ti} \cdot x_{Ti}}{4} \quad x_{Ti} - \text{vzdálenost do těžiště plochy } S_T \text{ od osy } y \quad /4.4./$$

$$x_k = \frac{20 \cdot 11,5 \cdot 10 + 5 \cdot 9,9 \cdot 22,5 + 21 \cdot 4 \cdot 6,9 \cdot 35,7 + 5,25 \cdot 1,5 \cdot 47,15 + \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 1,65 \cdot 46,9 + \frac{1}{2} \cdot 4,7 \cdot 5,25 \cdot 49,4}{444,01}$$

$$\underline{\underline{x_k = 21,36 \text{ mm}}}$$

Umístíme-li těžiště jednotlivých tvarů na pás /obr. 6/ a zatížíme-li je silami odpovídajícími velikosti /4.5./ až /4.8./, pak výsledná vzdálenost měřená od hrany ostříhovače bude odpovídat výsledku v rovnici /4.10./