

Ostřihovací střížnice pro ostřih výkovku

Petr Polanský

Bakalářská práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

nascannované zadání s. 1

nascannované zadání s. 2

ABSTRAKT

Cílem této práce je především hodnotit ekonomická hlediska výroby ostříhvací střížnice. Teoretická část práce vysvětluje teorii tváření a problémy ostříhování výkovků. Praktická část vykládá způsob změny stávající konstrukce a druhu materiálu ostříhvací střížnice. Výsledky nového způsobu řešení jsou na závěr práce porovnány se stávajícími.

Klíčová slova: ostříhvací střížnice, teorie tváření, výkovek

ABSTRACT

The aim of this work is to value economic viewpoints of production the trimming punching . The theoretical part explains theory of shanking and problems of ostříhování výkovků. The practical part unloads mode to change of current construction and sort of material the trimming punching. The results of new mode solution are confront with current construction at the end of this work.

Keywords: trimming punching, theory of shanking, forging

PODĚKOVÁNÍ

Na úvod této diplomové práce bych chtěl poděkovat lidem, kteří se svými radami podíleli na vypracování této práce, hlavně pak konzultantovi Pavlu Vašutovi.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 TEORIE TVÁŘENÍ	10
1.1 KRYSTALICKÁ STAVBA KOVŮ	10
1.2 PLASTICKÁ DEFORMACE KOVŮ	13
1.3 TEORIE KLUZU	13
1.4 VLIV TEPLoty NA PLASTICKOU DEFORMACI	14
1.5 DRUHY DEFORMACÍ PŘI TVÁŘENÍ KOVŮ.....	14
2 STŘÍHÁNÍ	16
2.1 SILOVÉ POMĚRY	18
2.2 VLIV NASTAVENÍ NOŽŮ	19
2.3 DRUHY A MATERIÁLY NOŽŮ A STŘÍHACÍCH ČELISTÍ.....	20
3 PECE NA OHŘEV PRO STŘÍHÁNÍ	22
4 DOKONČOVACÍ STROJE – OSTŘIHOVACÍ LISY	24
5 OSTŘIHOVÁNÍ ZAPUSTKOVÝCH VÝKOVKŮ	26
5.1 URČENÍ VELIKOSTI STROJE	26
5.2 KONSTRUKCE OSTŘIHOVACÍCH NÁSTROJŮ.....	28
5.3 STÍRAČ VÝRONKU.....	31
5.4 DĚROVADLA.....	32
6 SVAŘOVÁNÍ A NAVAŘOVÁNÍ ZÁPUSTEK A OSTŘIHOVACÍCH NÁSTROJŮ	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	40
7 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	41
7.1 CENA NÁSTROJE PRO K.1.R.....	44
7.1.1 Náklad na ostřih jednoho kusu výkovku K.1.R.....	44
7.2 CENA NÁSTROJE PRO K.2.R.....	44
7.2.1 Náklad na ostřih jednoho kusu výkovku K.2.R.....	45
8 TEORETICKÁ VÝCHODISKA ŘEŠENÍ	46
9 PRŮBĚH ŘEŠENÍ A VÝSLEDKY ZKOUŠEK	48
9.1 VÝCHOZÍ MATERIÁL NA VÝROBU O.CE.....	48
9.2 VÝBĚR ELEKTRODY PRO NAVAŘOVÁNÍ STŘIŽNÉ VRSTVY.....	50
9.3 NAVAŘOVÁNÍ A ZMĚNA KONSTRUKCE O.CE	52
9.4 OBRÁBĚNÍ NOVÉHO TYPU O.CE S NAVAŘENOU STŘIŽNOU VRSTVOU.....	53
10 VÝSLEDKY ZKOUŠEK	56

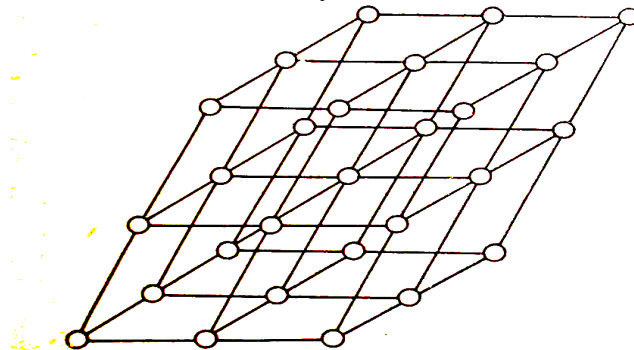
11	NOVÝ ZPŮSOB VÝROBY O.CE K.1.R. A K.2.R.	57
11.1	CENA NÁSTROJE PRO K.1.R. VYROBENÉ NOVÝM ZPŮSOBEM	59
13.1.1	Náklad na ostříh jednoho kusu výkovku K.1.R. při použití nově vyrobené O.CE	59
11.2	CENA NÁSTROJE PRO K.2.R. . VYROBENÉ NOVÝM ZPŮSOBEM.....	59
13.2.1	Náklad na ostříh jednoho kusu výkovku K.2.R. při použití nově vyrobené O.CE	60
12	SROVNÁNÍ STÁVAJÍCÍHO A NAVRHOVANÉHO ZPŮSOBU VÝROBY NÁSTROJE O.CE.....	62
12.1	SROVNÁNÍ Z HLEDISKA CENY O.CE.....	62
12.2	SROVNÁNÍ Z HLEDISKA ŽIVOTNOSTI O.CE DO OBNOVY I CELKOVÉHO VYŘAZENÍ.....	63
12.3	SROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA OSTŘIH 1. KUSU VÝKOVKU	63
13	ZHODNOCENÍ	65
	ZÁVĚR	66
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	67
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK.....	72
	SEZNAM PŘÍLOH.....	73

I. TEORETICKÁ ČÁST

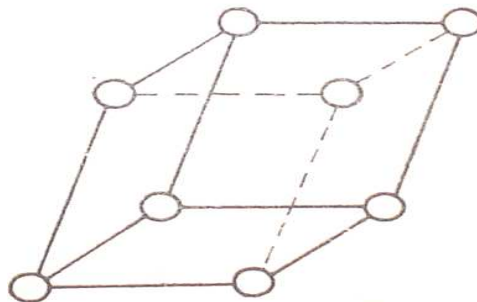
1 TEORIE TVÁŘENÍ

1.1 Krystalická stavba kovů

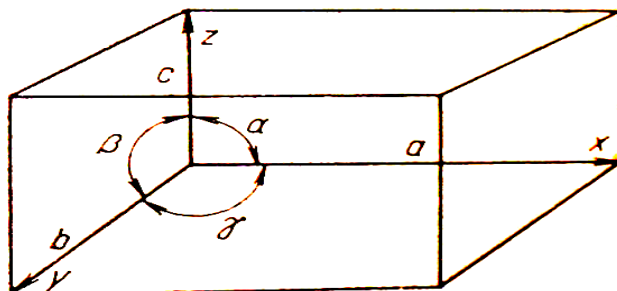
Kovy v tuhém stavu jsou krystalické. Podstatným znakem krystalické stavby je geometrická pravidelnost v rozložení atomů nebo molekul (Obr.1). Tepelné, elektrické, magnetické a mechanické vlastnosti kovů závisí na jejich krystalické stavbě. Krystalizace kovů probíhá při přechodu ze stavu kapalného do stavu tuhého a nazývá se primární. Mnohé kovy mají však v tuhém stavu různé krystalické modifikace. Přechod z jedné do druhé se nazývá překrystalizace nebo sekundární krystalizace.



Obr. 1 Prostorová krystalová mřížka trojklonná



Obr. 2 Krystalový element trojklonný



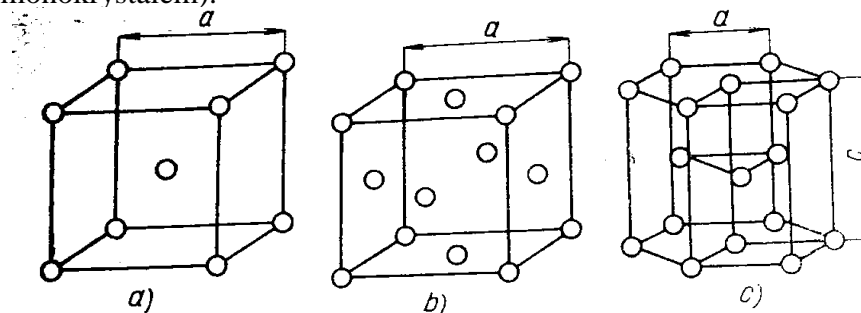
Obr. 3 Krystalový element s nesejnými parametry a,b,c

Podle geometrického seskupení atomů může být krystalická mřížka různého typu. Nejmenší část této mřížky, které lze prokázat zákonitost stavby celé mřížky, označuje se jako elementární jednotka či buňka (Obr. 2).

Rozložení atomů v mřížkách může být různé podle vzdálenosti mezi atomy v krystalových elementech ve směrech prostorových souřadnic (Obr. 3) a podle úhlů, jež tyto souřadnice svírají mezi sebou. Vzdálenost od jednoho středu atomu k druhému se nazývá parametrem mřížky či mřížkovou konstantou.

Většina technických kovů krystaluje v soustavě krychlové a šesterečné (Obr. 4). Výjimku tvoří např. cín a indium (čtverečná – tetragonální) a antimon a vizmut (rombická).

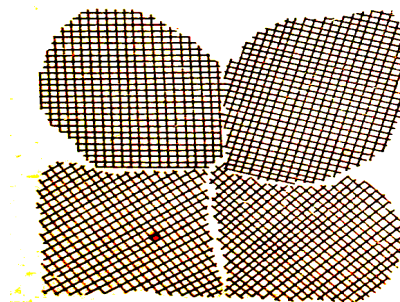
Kovové předměty tvoří většinou shluk (konglomerát krystalů), tj. mají strukturu polykrystalickou. Pouze výjimečně, a to většinou pro zkušební účely, jsou tvořeny jedním krystalem (monokrystalem).



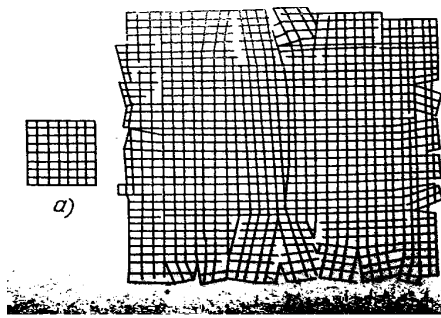
Obr. 4 Krystalové elementy: a) krychlový prostorově centrovaný ;

b) krychlový plošně centrovaný ; c) šesterečný

V polykrystalické látce jsou krystaly nepravidelného tvaru a liší se především různou orientací krystalových mřížek (Obr. 5). Také nejsou v krystalech atomy rozloženy vždy zcela pravidelně a některé atomy chybějí ve srovnání s ideálním stavem (Obr. 6).

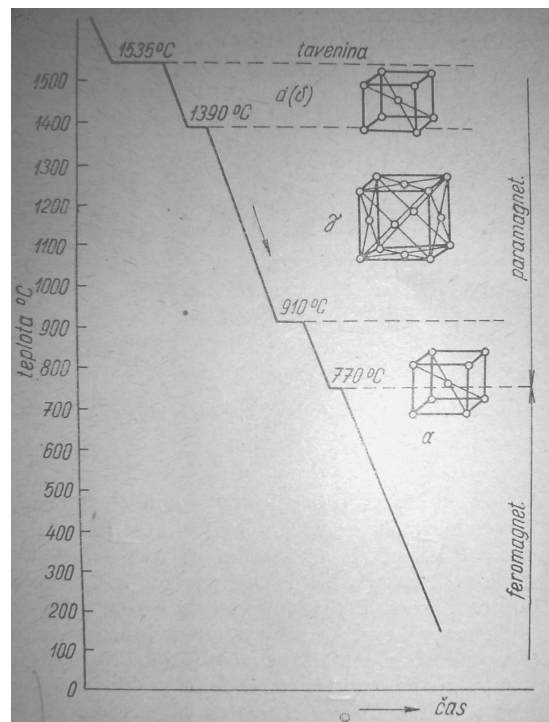


Obr. 5 Schéma orientace krystalových mřížek v polykrystalické látce



Obr. 6 Schéma krystalové mřížky
a- ideální b- skutečné

Některé kovy a jejich slitiny mohou mít v závislosti na teplotě různou krystalovou mřížku (Obr. 7). Změnu jedné krystalové mřížky v druhou u stejného kovu nazýváme alotropií. Tyto proměny mřížek se nazývají překrystalizace nebo alotropické přeměny. Jednotlivé krystalické stavby uvažovaného kovu se nazývají modifikace.



Obr. 7 Křivka ochlazování při krystalizaci

Velikost zrna závisí na poměru rychlosti vzniku krystalizačního zárodku k rychlosti jeho růstu. Tento poměr se však mění se stoupajícím podchlazením. Je-li například při malém podchlazení počet zárodků malý a rychlost růstu krystalu proti tomu velká, vzniká struktura hrubozrnná. Při velkém podchlazení může počet krystalických zárodků rychle

stoupat, při čemž rychlost růstu krystalu je malá. To je předpokladem pro vznik jemnozrné struktury. Čisté kovy jsou k tvoření hrubé struktury náchylnější než slitiny. Jednotlivé krystaly jsou anizotropní, tj. mají v různých směrech různé mechanické a fyzikální vlastnosti.

1.2 Plastická deformace kovů

Plastická deformace kovů – tváření je zpracování kovů tlakem, při němž se mění relativní poloha jeho částic, aniž by se přitom oddělovaly. Odtud možnost kovy kovat, válcovat, lisovat či protlačovat.

Vystavíme-li monokrystal účinku vnějších sil, při kterém atomy krystalu mění svou polohu jen v rozsahu mnohem menším než je mřížková konstanta, jde o deformaci pružnou. Při odlehčení, kdy přestanou vnější síly působit, vrátí se atomy do své původní polohy. Vroste-li napětí v krystalu nad určitou mez, pak v případě, že nejde o křehký materiál, dochází k trvalé deformaci. Plastická deformace v krystalu se děje kluzem jedné tenké vrstvy krystalu oproti druhé. Kluz zasahuje postupně roviny, mezi kterými zůstávají vrstvy nedeformované. Pohyb se uskutečňuje v určitých krystalických rovinách (plochách), rovina (plocha) kluzu má určitý krystalografický směr – směr kluzu. Napětí, při kterém se uvažovaná krystal začne deformovat viditelnou rychlostí, nazýváme kritickým smykovým napětím, které je různé podle druhu a stavbu kovu. Podstatný vliv na hodnotu kritického kluzného napětí má předchozí deformace krystalu. S rostoucím kluzným napětím roste i deformace a naopak. Po překročení meze kluzu dochází ke kluzu, ale zůstane-li kluzné napětí konstantní, pohyb se zastaví.

1.3 Teorie kluzu

Teoretickým výpočtem kritického kluzného napětí, který vychází z předpokladu, že při formaci se posouvají celé řady atomů současně, dochází se k velmi vysokým hodnotám. Výsledky získané experimentálně jsou 10^3 krát až 10^4 krát menší. Tento rozdíl mezi experimentálně naměřenou a výpočtem získanou hodnotou kritického kluzného napětí je způsobem dislokacemi. Kluz mezi sousedními atomovými rovinami probíhá postupným posuvem zvláštních mřížkových poruch – dislokací. Dislokace jsou místa, kde pravidelné uspořádání atomů tvořících mřížku je na některých místech porušeno. Působením vhodného

vnějšího napětí se mohou dislokace v mřížce pohybovat, čímž dochází k postupnému kluzu.

1.4 Vliv teploty na plastickou deformaci

Během tváření za studena dochází k zpevnění tvářeného materiálu. Naproti tomu deformace při vyšších teplotách je provázena zotavením a rekrytalizace. Při vyšších teplotách dochází tedy během tváření ve zpracovávaném materiálu nejen k zpevnění, ale i k procesům, které toto zpevnění odstraňují.

Při tváření za studena dochází vlivem různého směru ploch kluzu k nerovnoměrné deformaci, která zanechává zbytková napětí – zpevnění. Zrna se při tváření prodlužují ve směru největšího přemístování kovu a tvoří tzv. texturu. Při ohřátí materiálu tvářeného za studena do určitých teplot přecházejí atomy do míst rovnováhy. Tím se odstraňují největší poruchy mřížky, což umožňuje snížení zbylých napětí aniž by se změnily rozměry a tvar zrn. Dochází k tak zvanému zotavování. Průběh zotavování je závislý na teplotě a době. Následkem toho je účinek zotavování závislý na vztahu mezi teplotou a rychlostí deformace. Zvýšená rychlost deformace při dané teplotě může zpomalit zotavování.

U nízkouhlíkových ocelí může dojít při teplotách zotavování zejména vlivem dusíku stárnutí, které má na mechanické vlastnosti opačný vliv než zotavení. Stárnutí zmenšuje tvárnost, změny mechanických vlastností při stárnutí jsou způsobeny disperzními částicemi přímíšenin na plochách kluzu.

1.5 Druhy deformací při tváření kovů

Při tváření kovů mohou v deformovaném materiálu probíhat různé pochody, proces zpevnění a procesy, které toto zpevnění ruší zotavení a rekrytalizace. Tyto pochody probíhají příslušnými rychlostmi, které odpovídají podmínkám deformace (teplota, rychlost deformace a stupeň deformace) a struktuře deformovaného kovu.

Podle toho, který z činitelů bude při deformaci převládat, lze tváření rozdělit takto:

- a) deformace za tepla
- b) deformace za tepla s částečnou rekrytalizace
- c) deformace za studena se zotavením

d) deformace za studena

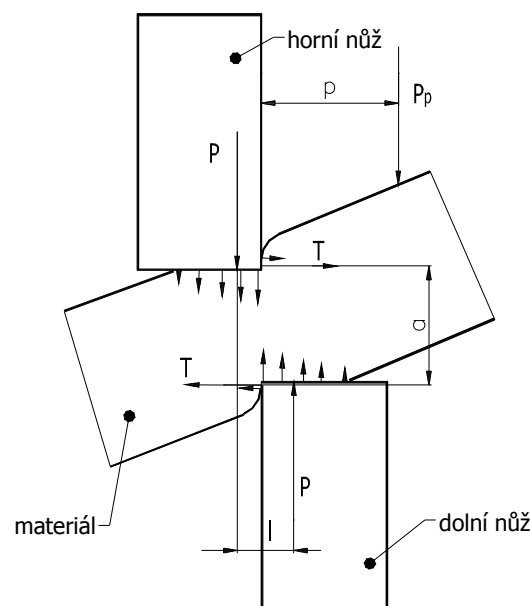
Při deformaci za tepla dochází k úplné rekrytalizace. Kov tvářený za tepla v okamžiku skončení deformace má úplně rekrytalovanou rovnoosou strukturu bez stop zpevnění. Tváření za tepla se uskutečňuje při teplotách vyšších, než je teplota počátku rekrytalizace.

Při deformaci za tepla s částečnou rekrytalizace nedochází v kovu k úplné rekrytalizace, takže v něm po ukončení tváření budou dvě různé struktury: a) rekrytalizovaná (s rovnoměrnými zrny), b) bez rekrytalizace (se zrny prodlouženými ve směru tváření). Přítomnost rekrytalizovaných zrn spolu se zrny deformovanými způsobuje zvětšení nerovnoměrnosti deformace, která zmenšuje tvárnost zpracovávaného kovu a zvětšuje nebezpečí jeho porušení během tváření. Kov získaný tvářením za tepla s částečnou rekrytalizace má velké zbytkové napětí, které může při jeho nedostatečné tvárnosti způsobit porušení materiálu. Deformace za tepla s částečnou rekrytalizace vzniká při teplotách nepatrně převyšujících teplotu počátku rekrytalizace, při čemž možnost její existence se zvětšuje s rostoucí rychlostí deformace. Deformaci za tepla s částečnou rekrytalizace se v praxi vyhýbáme, protože zhoršuje jakost výrobku. Tento druh deformace vzniká snadno u slitin, které mají malou rychlost rekrytalizace.

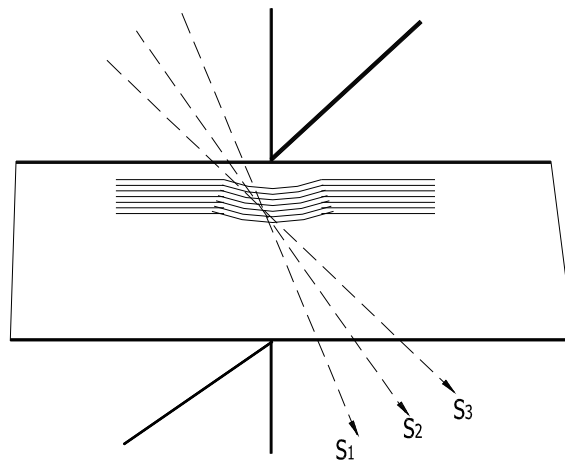
2 STŘÍHÁNÍ

Stříhání je postupné nebo současné oddělování části materiálu působením proti lehlých břitů nožů. Při začátku stříhu (Obr. 8) působí na horní nůž síla P , na spodním vznikne stejně velká reakce a oba nože se vtlačují do materiálu. Při tom jsou nejdříve povrchová a potom i další vlákna ohýbána a protlačována, (Obr. 9).

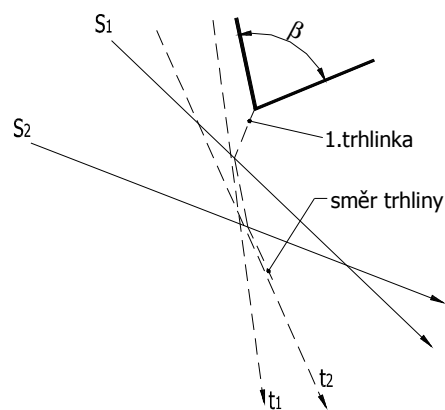
Teprve po zatlačení nože do určité hloubky stříhaného materiálu dosáhne smykové napětí takové výše, že se začne porušovat soudržnost kovu. Nastřihnutí směřuje od břitu nože do směru největšího smykového napětí. Směr maximálního smykového napětí se v důsledku změny směru deformovaných (tažených) vláken postupně mění, jak ukazuje (Obr. 10).



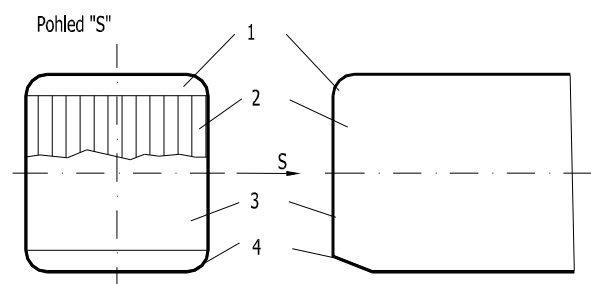
Obr. 8 Stříhání rovnoběžnými noži – síly



Obr. 9 Průběh stříhu: ohyb vláken a směr



Obr. 10 Schéma vzniku a šíření trhliny při stříhání



Obr.11 Části střížné plochy

Při dalším postupu nožů se šíří nastřihnutí materiálu v rovinách maximálního smykového napětí, které mění svůj směr tak, že výsledná střížná plocha má tvar písmene S. Střížná plocha se pak skládá ze čtyř částí (Obr. 11). Část 1 a 4 je smáčknutí materiálu, způsobené zatlačením nožů do materiálu. Část 2 je vlastní stříhová plocha, a část 3 je plocha, v níž nastává utržení materiálu.

2.1 Silové poměry

Při vlačování nože do materiálu vrůstá postupně tlak na noži až do určitého maxima. Po dosažení maxima tlak poklesne a po krátkém klesajícím průběhu se náhle sníží na nulu. Protože síla P nepůsobí v rovině stříhu, ale na ramenu l (Obr. 8), působí na materiál ještě moment

$$M = P \cdot l$$

, který se snaží stříhaný materiál natáčet. Tím vzniknou síly T , působící na hřbetu nože. V určité hloubce se materiál přestane natáčet, nastala rovnováha momentu.

$$P \cdot l = T \cdot a$$

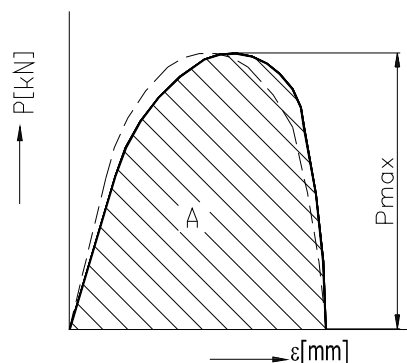
Vznikající moment M , který působí natáčení, zachycuje přidržovač. Síla na přidržovači se určí ze vztahu:

$$P_p \cdot p = P \cdot l$$

Průběh střížné síly ukazuje (Obr. 12). Maximální síla podle níž se určuje potřebný jmenovitý tlak lisu nebo nůžek:

$$P = F \cdot \tau_{ps}$$

kde F je stříhaná plocha a τ_{ps} je pevnost ve stříhu.



Obr. 12 Průběh střížné síly

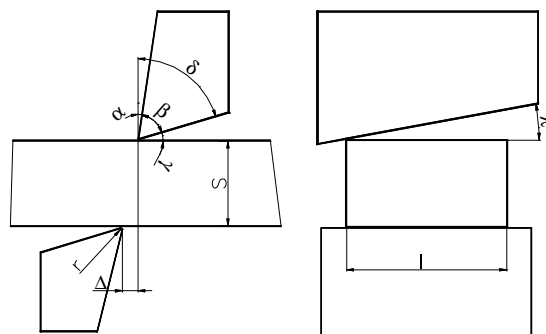
K zjednodušení se nahrazuje skutečný průběh síly průběhem eliptickým a stanový se potřebná práce jako plocha poloviny elipsy:

$$A = \frac{1}{2} \pi \cdot P \cdot \frac{\varepsilon}{2} = \frac{\pi}{4} \cdot F \cdot \tau_{PS} \cdot \varepsilon = \frac{\pi}{4} \cdot F \cdot \tau_{PS} \cdot \chi \cdot s$$

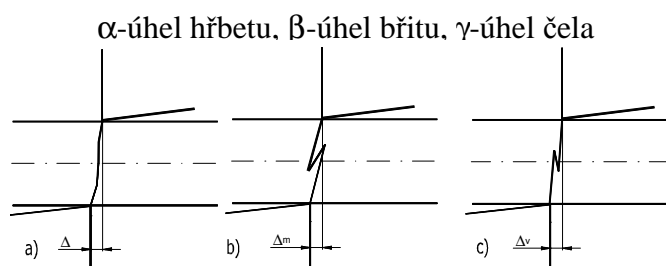
kde s je tloušťka stříhaného materiálu v mm, $\varepsilon = \chi \cdot s$ – hloubka vniknutí nože při úplném oddělení v mm, χ - součinitel pro ocel $\chi = 0,2 - 0,4$

2.2 Vliv nastavení nožů

Na tvar střížné plochy má vliv tvar nožů a vůle mezi nimi. Všechny důležité veličiny, které mají vliv, jsou vyznačeny na obrázku (Obr. 13). Tvar nožů je charakterizován úhlem hřbetů α , úhlem čela γ a poloměrem zaoblením břitu r . Úhel čela nemá téměř žádný vliv na velikost střížné síly či práce, je-li v rozmezí 0° až 5° . Úhel hřbetu může ovlivnit velikost střížné síly jen pokud je menší než asi $1/2^\circ$ nebo záporný. V tom případě se čelo nože tře po materiálu, čímž vzroste střížná síla. Volit však úhel hřbetu velký není vhodné, neboť se tím zeslabuje nůž. Vliv otupení nožů se projeví zhoršením kvality střížné plochy a zvětšením střížné síly. Za otupené je možné považovat nože tehdy, vzroste-li původní střížná síla asi o 60%.



Obr. 13 názvosloví :



Obr. 14 Vůle mezi noži:

a – správná , b – malá , c - velká

Tvar stříhové plochy se značně změní změnou vůle mezi noži. Je třeba, aby byla nastavena správná vůle (Tab. 1). Je-li vůle malá, probíhá stříh podle (Obr. 14), tj. horní nůž stříhá ještě jednu již oddělenou část. Je-li vůle velká, nesetkají se na stříhy postupující od horního a dolního břitu nožů proti sobě a na střížné ploše vznikne zpravidla otřep, zátrh (Obr. 14c).

Tab. 1 Střížná vůle pro stříhání tyčí

Pevnost stříhaného materiálu (kN/mm ²)	do	30	40	50	60	70	80	90	přes 100
	30	-	-	-	-	-	-	-	
Střížná vůle v % průměru nebo tloušťky stříhaného materiálu	12	40	50	60	70	80	90	100	0
		12	9	6,5	4,5	3	2	1	
		9	6,5	4,5	3	2	1	0	

2.3 Druhy a materiály nožů a stříhacích čelistí

U nůžek se používá nejrůznějších druhů nožů:

- a) s jedním stříhacím kalibrem z jednoho kusu nebo skládané, s vložkami
- b) s několika stříhacími kalibry – otevřenými nebo uzavřenými
- c) ploché nože – rovnoběžné nebo skloněné.

U stříhacím přípravků mohou být stříhací čelisti:

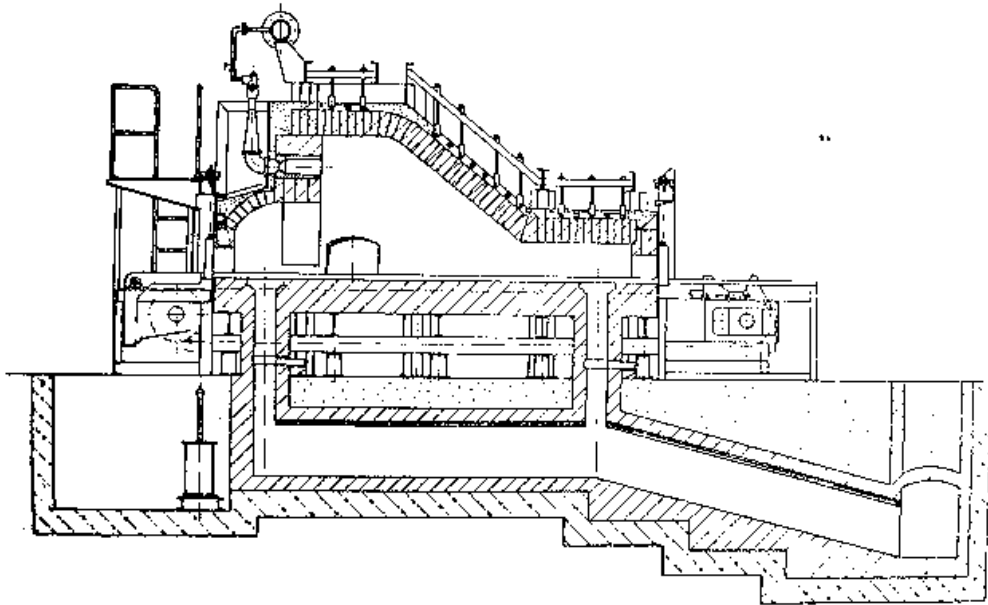
- a) pro stříhání jednoho špalíku
- b) pro stříhání dvou špalíků současně

c) čelisti tvaru kruhových pouzder – nedělené nebo dělené.

Nože i stříhací čelisti se vyrábějí obvykle ze slitinových nástrojových ocelí. Např. pro stříhání za studena můžeme volit ocel 19 436 (Poldi 2002) nebo 19 614 (Poldi CNH Speciál), pro stříhání za tepla 19 721 (Poldi 212), za studena i za tepla 19 732 (Poldi Tenax N). Kalí se a popouštějí podle příslušných materiálových listů ČSN.

3 PECE NA OHŘEV PRO STŘÍHÁNÍ

Pro kontinuální ohřev materiálu pro stříhání do maximální teploty ohřevu materiálu 550 °C je určena pec na Obr. 15)



Obr. 15 Pec na ohřev pro stříhání

Pec je průchozí s řetězovým dopravníkem. Průchod materiálu pecí je řešen jeho posouváním po dvou skluznicích, uložených v nístěji po celé délce pece. U vstupní části pece jsou skluznice napojeny na nosné trámy základacího stolu. U výstupní části pece navazují na skluznice nosné trámy vykládacího stolu. Materiál se posouvá pomocí tlačných palců upevněných na dvou řetězech. Pohyb tohoto dopravníku je přetržitý a dopovídá vždy posunu řetězu o jednu rozteč tlačných palců. Hnací hřídel se dvěma řetězovými koly je umístěn u výstupní části pece a je poháněn od motoru, převodovky a konstantního převodu. Na vstupní straně jsou umístěna řetězová kola s napínacím mechanismem. Vlastní řetěz je při průchodu pecí veden v drážce zabudované v nístěji pece. Drážka má v horní části pece štěrbinu, kterou procházejí pouze tlačné palce dopravníku. Tímto způsobem je vlastní řetěz chráněn před přímým tepelným namáháním, neboť do pracovního prostoru pece vyčnívá pouze část tlačných palců.

Na vykládacím stole je sklopné zařízení, které ohřátý materiál vysunutý na nosné trámy nadzvedne, takže se materiál vlastní vahou sesmykne přímo na dopravník nůžek. Vstupní a výstupní otvory jsou opatřeny dveřmi, zvedanými pneumatickými válci.

Pracovní prostor pece se skládá z části přehřívací a ohřívací. Přehřívací část má sníženou zavěšenou klenbu, aby se zvýšila rychlost proudění spalin. Zde se materiál částečně přehřívá. V ohřívací části je pracovní prostor naopak zvýšen. Do tohoto prostoru jsou vyústěny hořáky, zabudované v zadní stěně pece. Proud spalin od hořáků naráží na šikmou klenbu, která působí jako tepelné zrcadlo. Vyšší teplota v ohřívacím prostoru kolem 750°C a intenzivní přenos tepla sáláním stěn a tepelného zrcadla umožňují zrychlený ohřev materiálu na požadovanou teplotu 550 °C. Za ohřívacím prostorem je malý prostor, který není otápený a kde dochází k vyrovnání teploty v celém průřezu materiálu. Doba prodlevy materiálu v této části odpovídá době jednoho pracovního cyklu. Spaliny vznikající hořením jsou odváděny regulovatelnými odtahovými kanály, umístěnými v nížeji pece jednak u vstupního otvoru. Odtah je vyveden spodem. Regulace odtahu, kontrola dopravníku a napínání řetězu je ovládáno ze dvou obsluhovacích šachet pod zemí. Provoz pece může být řízen ručně, poloautomaticky nebo automaticky.

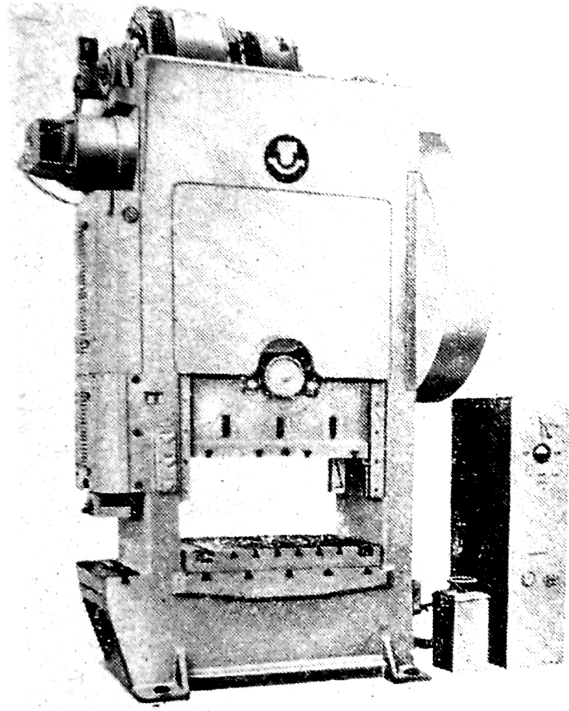
Pracovní cyklus při automatickém provozu pece probíhá takto: podle nastavení časového relé probíhá doba klidu. Po ukončení této doby se přední i zadní dveře otevřou. Při úplném otevření dveří se uvede v chod dopravník, který přesune studený materiál uložený na základacím stole do pece a současně vysune na vstupní straně ohřátý kus na trámy vykládacího stolu. Po zastavení dopravníku se uzavřou oboje dveře. Tím je ukončen pracovní cyklus. Sklopné zařízení na výstupní straně se uvede v činnost tlačítkem ovládaným přímo od nůžek. Pohyby všech mechanismů jsou vzájemně jištěny elektrickou vazbou ovládacích okruhů.

Technické údaje:

Maximální šířka ohřívacího materiálu je 4000 mm. Maximální výkon pece 6000 kg/hod. Teplota ohřevu materiálu max. 550 °C. Měrný výkon je v průměru 350 kg/m²h. Měrná spotřeba tepla 300 kcal/kg, což odpovídá účinnosti 24 %.

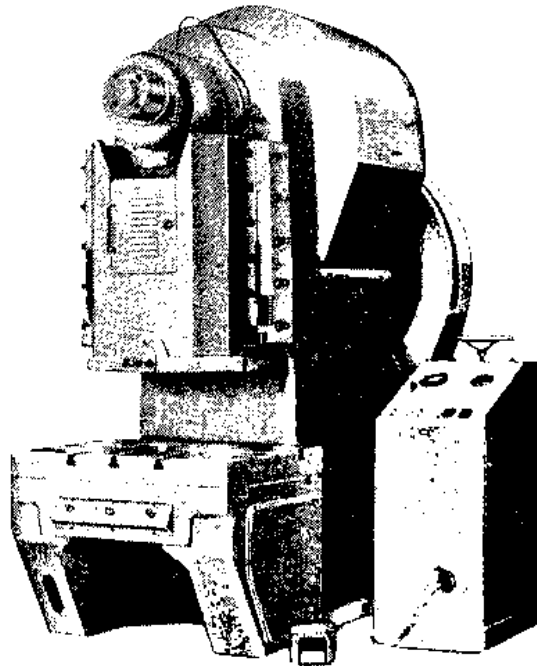
4 DOKONČOVACÍ STROJE – OSTŘIHOVACÍ LISY

Jsou to jednoduché klikové lisy s velkým otvorem ve stole a bočním beranem. Používá se jich hlavně pro ostříhování výronků výkovků a také pro ohýbání předkovků. Lis LKO 315 je na Obr. 16.



Obr.16 Lis LKO 315

K ostřihování a ohýbání menších výkovků jsou vhodné výstředníkové lisy jednostranné, ovládané elektropneumaticky třecí lamelovou spojkou. Tyto lisy mají měnitelnou výstřednost klikového hřídele natáčením výstředného pouzdra na klíci. Tím lze měnit velikost zdvihu podle potřeby pro různé druhy tvářecích operací. Lis LE 250 novějšího provedení je na Obr. 17.



Obr.17 Lis LE 250

5 OSTŘIHOVÁNÍ ZAPUSTKOVÝCH VÝKOVKŮ

Při výrobě zápusťkových výkovků v otevřených zápusťkách na bucharech a lisech vzniká na výkovku výronek. Podle tvaru výkovku vzniká výronek na vnějším obvodu výkovku nebo uvnitř. K dosažení konečného tvaru výkovku je nutno výronek odstranit. Tuto operaci nazýváme ostříhováním nebo děrováním.

Výronek je možno ostříhovat dvojím způsobem:

1. za tepla,
2. za studena.

Výkovky s větším obsahem C než 0,5% se ostříhují za tepla a výkovky s menším obsahem než 0,5% C lze ostříhovat za studena. Větší a složitější výkovky se ostříhují vždy za tepla, a to z těchto důvodů:

1. Menší tlak při ostříhování.
2. Možnost využití teploty pro rovnání výkovku.

K ostříhování a děrování výkovků se používá mechanických a hydraulických lisů.

5.1 Určení velikosti stroje

Podle velikosti stříhané plochy F a pevnosti materiálu ve stříhu σ_{pt} určíme sílu P potřebnou pro ostřížení výkovku. Pevnost materiálu ve stříhu je 0,8 pevnosti v tahu. Jelikož jde o ostřížení výronků, kde zpravidla nedosedá razník na výrobek, ale tlačí na výkovek, je síla 1,7krát větší. Z důvodu bezpečnosti bereme tloušťku výronku S dvojnásobnou (viz Obr. 18)

Vzorec pro výpočet:

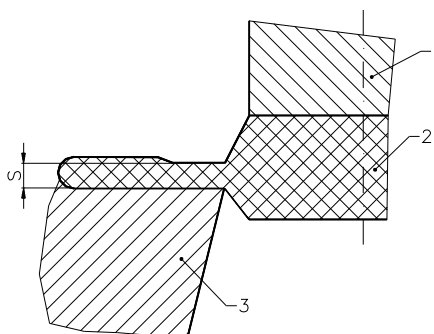
$$P = 1,7 \cdot 0,8 \cdot \sigma_{pt} \cdot O \cdot 2S = 2,7 \cdot \sigma_{pt} \cdot O \cdot S ,$$

kde σ_{pt} je pevnost materiálu v kN/mm^2 , O – odvod výronku v mm, S – tloušťka výronku v mm.

Ostříhovací lisy tvoří spolu s kovací bucharem nebo lisem a ohřívací pecí kovací agregát. Podle velikosti kovacího bucharu nebo lisu se stanoví velikost a typ ustříhovacího lisu (Tab. 2).

Tab. 2 Strojní hodnoty

Váha beranu zápusťkového bucharu (t)	Síla klikového kovacího lisu (MN)	Síla ostříhovacího lisu (MN)
0,5	800	100
0,75	1000	125
1	1000	160
1,5 až 2	1600	200
2,5 až 3	2500	315
4 až 5	4000	400
6	6300	400-500
8	500-630
10	630-800
12	800-1260
15	1260-1600



Obr. 18 Schéma stříhání

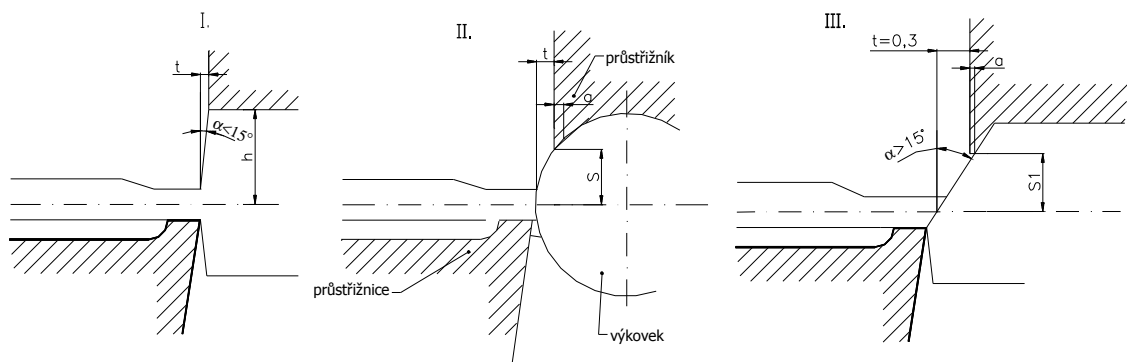
1 – průstřížník , 2 – výkovek ,

3 - průstřížnice

5.2 Konstrukce ostříhovacích nástrojů

Průstřížnice se zhotovuje podle obrysu výkovku v dělicí rovině.

Průstřížník se dolíčovává podle skutečných rozměrů a tvaru výkovku. Plochy průstřížníku, které nestředí výkovek, zhotovují se s určitou vůlí. Vůle mezi průstřížníkem a průstřížnicí se zhotovuje vždy na úkor průstřížníku a má vliv na kvalitu ostřížení výkovku. Vůle se určuje v dělicí rovině výkovku a většinou se používá tabulek a vzorců podle (Obr. 19).



Obr. 19 Vůle mezi průstřížníkem a průstřížnicí

Hodnoty pro způsob I.

h(mm)	t(mm)
do 5	0,3
5-10	0,5
10-19	0,8
19-24	1
24-30	1,2
nad 30	1,5

Hodnoty pro způsob II.

D(mm)	t(mm)
do 20	0,3
20--30	0,5
30--48	0,8
48--59	1
59--70	1,2
nad 70	1,5

Hodnoty pro způsob III.

$$S_1 = \frac{3,3 - 0,3\alpha}{\text{tg } \alpha} [\text{mm}]$$

$$S = 0,2D + 1 [\text{mm}]$$

$$a = (1 - 15) [\text{mm}]$$

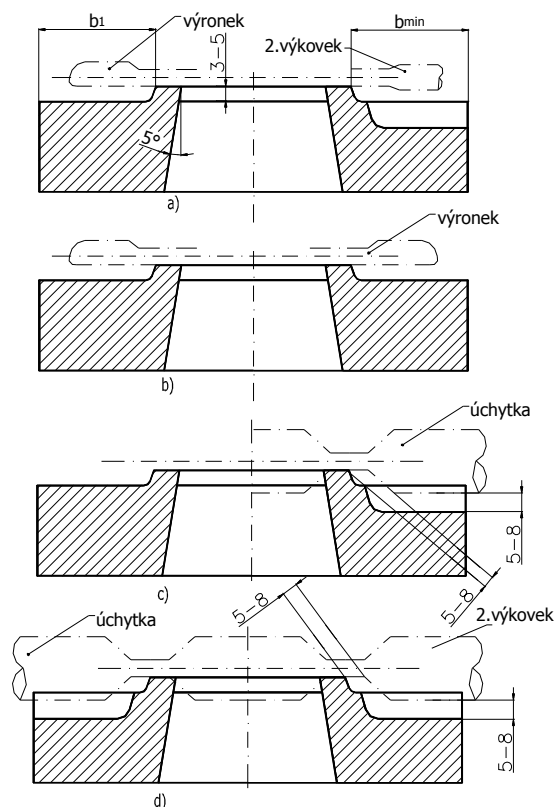
D-průměr výkovku
[mm]

Průstřížnice se zhotovují z jednoho kusu nebo dělené vzhledem k snadnější výrobě a ostření. Pro hromadnou a velkosériovou výrobu zápustkových výkovků se stříhací nářadí konstruuje jednoduše do samostatných upínacích přípravků s vodícími kolíčky.

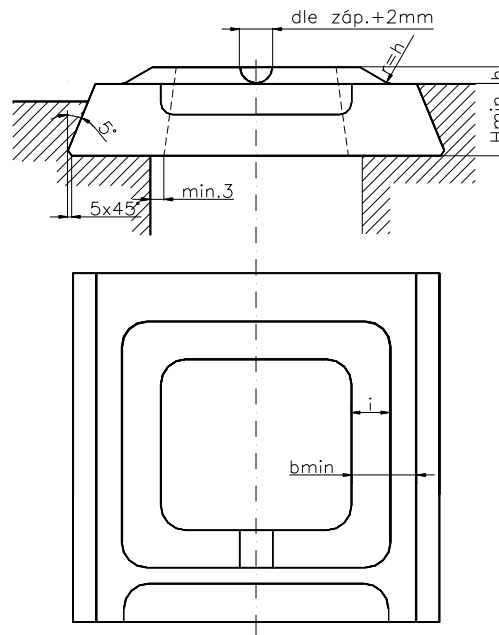
Pro středně sériovou a malosériovou výrobu zápustkových výkovků se konstruují univerzální upínací přípravky, které jsou normalizovány. Kone-li se více kusů najednou, konstruuje se zpravidla stříhací nářadí pro ostření všech výkovků současně. Při konstrukci průstřížnice je nutno respektovat kromě tvaru výkovku i tvar výronku, který je dán konstrukcí a tvarem můstku u kovací zápustky.

Proto je přizpůsobena tvarem horní pracovní část průstřížnice, aby nedocházelo k deformaci výkovku při stříhání. Průstřížnice má sklon 5° , aby jí výkovek snadno propadlo po ostření výronku. Příklad volby základních tvarů a rozměrů průstřížnice je na (Obr. 20).

U kruhové průstřížnice je vrchní část ponechána válcová, čímž vzniká okraj po celém obvodu vysoký 1 až 1,5 tloušťky ostřihovaného výronku S . To umožňuje podržení rozměrů průstřížnice i po broušení. Brousí se pouze čelo průstřížnice, (Obr. 21).



Obr. 20 Základní tvary průstřížnice upínané klínem

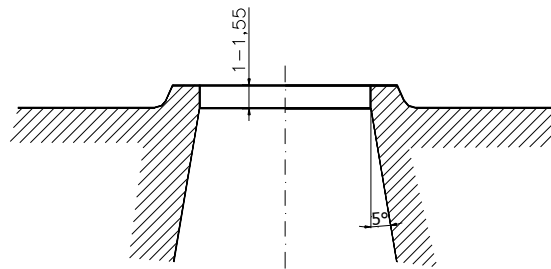


Obr. 20 Základní tvary průstřižnice upínané klínem

Tab. 3 Úprava průstřižnice :

- a – pro stříhání dvojkusů , b – stříhání výkovků bez úchytky ,
- c – stříhání výkovků s úchytkou ,
- d – stříhání výkovků vykovaných z tyče za sebou nebo najed-

Tloušťka výronku s [mm)	Hmin [mm]	h [mm]	b1 [mm]	bmin [mm]	i [mm]
do 1,6	50	10	35	30	podle rozměru šířky můstku drážky pro výro- nek na výkresu zápustky
2--3	55	12	40	35	
nad 3	60	15	50	40	



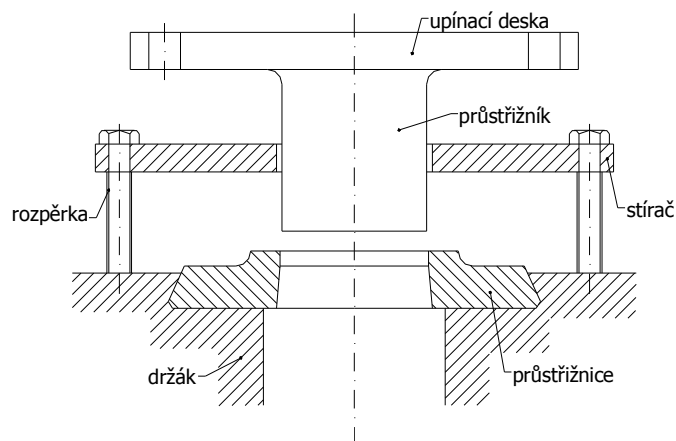
Obr. 21 Průstřižnice s okrajem

5.3 Stírač výronku

Pro zajištění plynulé výroby kovacího agregátu je nutné dodržet snadné vyjímání výkovku i výronku z příslušného stříhacího nástroje.

Proto je nástroj opatřen stíračem výronku. Jsou-li mezi příslušníkem a průstřižnicí dostatečně velké vůle, spadává výronek z průstřižníku nebo ho lze snadno sejmout.

Jsou-li však vůle malé (je-li pro ostříhování za studena $t < 0,5$ mm a pro ostříhování za tepla $t < 1$ mm), je třeba používat stíračů, Obr. 22



Obr. 22 Stírač výronků (pevná stírací deska na rozpěrových trubkách).

5.4 Děrovadla

U značné části zápustkových výkovků, kde jsou vnitřní dutiny, přichází v úvahu při stříhání výronku i operace děrování. Konstrukce děrovadla používaného na odstraňování vnitřní blány výkovku závisí především na tvaru dutiny. Tvar děrovaného místa ve výkovku podmiňuje velikost vůle mezi průstřižníkem a průstřižnicí, která značnou měrou určuje konstrukci nástroje pro dané děrování.

Stanovení vůle t mezi průstřižníkem a průstřižnicí se určuje podle toho, jak je provedeno předděrování. Postup:

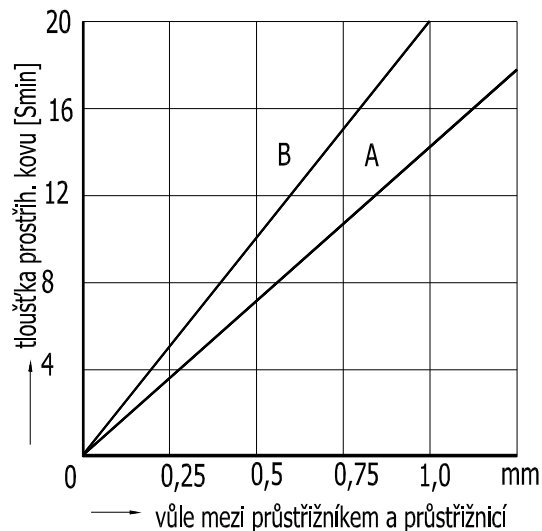
a) je-li předděrování oboustranné (ploché), (viz. Obr. 24, pol. 3);

$$t = h_1 \operatorname{tg} x - 0,5 \text{ avšak v rozmezí } 0,5 \text{ až } 3 \text{ mm};$$

b) je-li předděrování tvarované $t = 0,5$ až 1 mm;

c) není-li předděrování ze spodní strany výkovku (viz Obr. 24, pol.4),

závisí vůle t na tloušťce děrované části výkovku na druhu oceli výkovku a na její teplotě. Určuje-li se vůle t při děrování, doporučuje se používat diagramu znázorněného na Obr. 23.

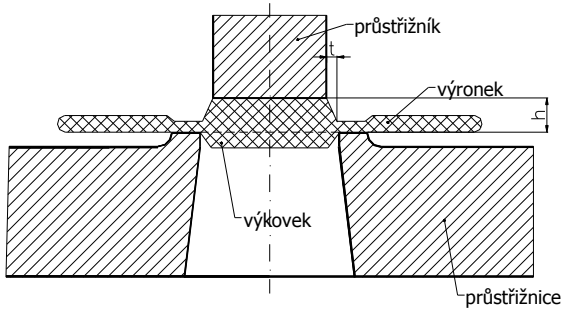
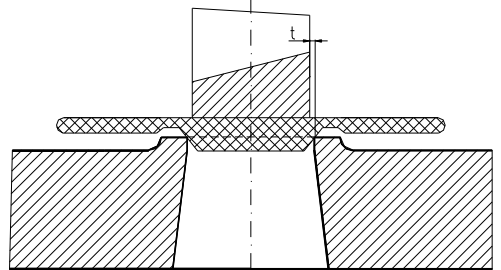
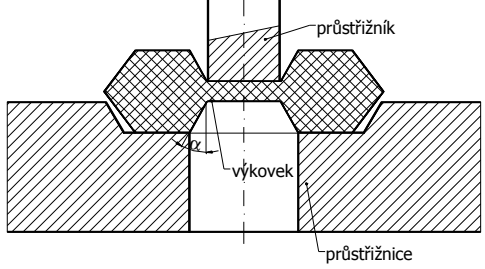


Obr. 23 diagram k určení vůle mezi průstřižníkem a průstřižnicí:

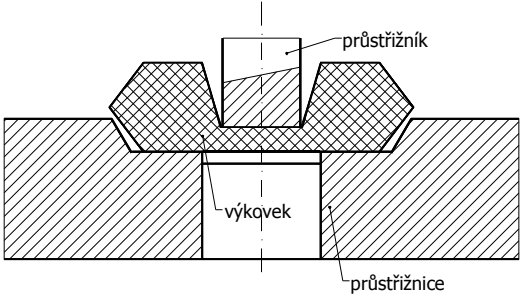
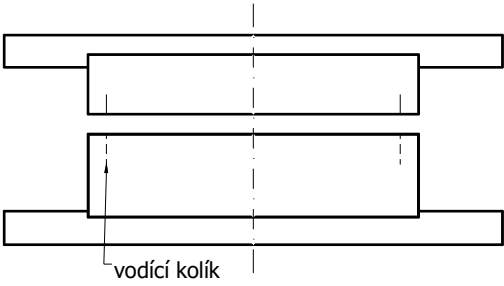
A – pro ocel s malým obsahem uhlíku za studena

B – pro ocel konstrukční za tepla

Obr. 24 Roztřídění jednoduchých stříhadel pro ostříhovací lisy

Druh operace	Číslo položky	Technické údaje prostřihovadla a operace	Schéma prostřihovadla
A. Základní operace	1	<p>Stříhadlo s velkou vůlí t mezi průstřížníkem a průstřížnicí.</p> <p>Ostřihování výronku</p>	
	2	<p>Stříhadlo s nepatrnou vůlí t mezi průstřížníkem a průstřížnicí.</p> <p>Prostřihování</p>	
	3	<p>Děrovadlo s velkou vůlí t mezi průstřížníkem a průstřížnicí.</p> <p>Děrování</p>	

Obr. 24 Roztřídění jednoduchých stříhadel pro ostříhovací lisy

Druh operace	Číslo položky	Technické údaje prostřihovadla a operace	Schéma prostřihovadla
<u>B. Zvláštní operace</u>	4	<p>Děrovadlo s nepatrnou vůlí t mezi průstřížníkem a průstřížnicí.</p> <p>Prostřihování</p>	
	5	<p>Vyrovnávalo</p> <p>Vyrovnávání výkoveků</p>	

6 SVAŘOVÁNÍ A NAVAŘOVÁNÍ ZÁPUSTEK A OSTŘIHOVACÍCH NÁSTROJŮ

Lisovník nebo lisovnici je možné vyrobit tak, že se na pracovní část použije legovaná oceli a na ostatní část oceli uhlíkové, popř. nízkolegované. Obě části nástroje se nejprve svaří a pak se opracují funkční části. Tento způsob výroby nástrojů je na Obr. 7.1. Je samozřejmé, že po hrubém obrobení nebo ještě před svařováním je nutno nástroj tepelně zpracovat.

Hospodárného využití legovaných nástrojových ocelí lze také dosáhnout navařováním. Zápustky i jiné nástroje, jako např. průstřižnice a průstřižníky, je možno vyrábět z méně legovaných nebo uhlíkových ocelí, přičemž nejvíce namáhané pracovní plochy, hrany atd. je možno opatřit návarem. K návaru je možno použít vysokolegované oceli pro práci za tepla, popř. i tvrdé slitiny, např. stelity.

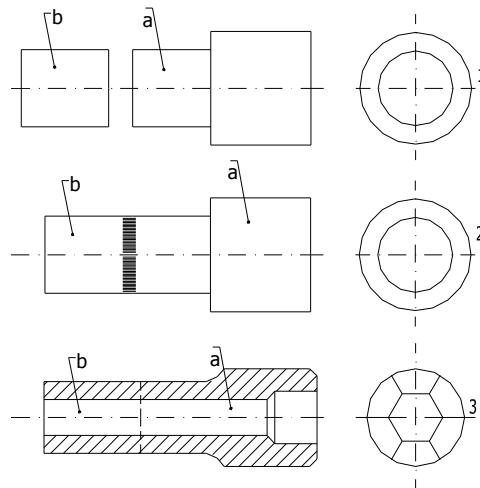
Tab. 4 Chemické složení a druhy elektrod

Přídavný materiál označení dle ČSN	Chemické složení návaru [%]						Tvrdość po nava- ření	Použití
	C	Mn	Si	Cr	W	V		
E 669.04	0,24	0,5	0,25	2,8	2,8	0,25	500 až 600	Středně tepelně namáhané nástroje jako např. okrajo- vací řezy, lisovnice, průtlačnice, prů- střižnice, průstřiž- níky, lisovací trny, zápustky atd.
	0,4	0,8	0,55	3,5	3,5	0,35		
E 659.14	0,3	max.	0,8	4,5	1,2	0,4	min. 550	Středně tepelně namáhané nástroje, použití jako u elek- trody E 669.04
	0,5	0,8	1,1	6	1,7	0,6		
E 677.14	0,3	max.	max.	2	3	0,25	min.580	Vysoce tepelně namáhané nástroje, použití jako u elek- trody E 669.04
	0,6	0,8	0,6	3,3	6	0,5		
E 679.24	0,25	max.	max.	2,5	8	0,25	min. 610	Velmi vysoce te- pelně namáhané nástroje, použití jako u elektrody E 669.04
	0,5	0,8	0,6	3,8	10	0,5		

Chemické složení a druhy elektrod, které jsou vhodné nebo doporučované pro návaru na nástroje pro práci za tepla, jsou v Tab. 4. Předpisy pro tepelné zpracování a s ním souvisící údaje o tvrdostech jsou v Tab. 5. Tloušťka navařovacích elektrod je obvykle 1 až 6 mm. Navařovat lze stejnosměrným proudem, plamenem, nebo lze použít i arcatomového navařování.

K dosažení kvalitního a hlavně rovnoměrného návaru se doporučuje zhotovit u nástrojů vhodné drážky. Šířka návaru má být dvojnásobkem jeho tloušťky (viz. obr. 7.2.). Šířka návaru nemá přesahovat u elektrody \varnothing 4 mm asi 15 mm a u elektrody \varnothing 6 mm 30 mm. Zápustky nebo okrajovací nástroje je možno před navařováním tepelně zpracovat podle běžných postupů, nebo je navařit v žíhaném stavu a pak tepelně zpracovat.

Před navařováním se malé zápustky přehřívají na 200 až 300 °C, větší zápustky na 300 až 500 °C. Nástroje z uhlíkových, měkce žíhaných ocelí je možno navařovat i po mírném přehřátí. Navařené místo je třeba ihned izolovat před rychlým ochlazením, nejlépe suchým popelem. Jinak by mohlo velmi snadno dojít k popraskání návaru. Větší a tvarově složitější zápustky je vhodné ihned po provedení návaru založit do pece vyhřáté max. na 500°C a zde je ponechat s pecí pozvolna vychladnout. U zušlechtěných zápustek se po navařování provede popouštění při teplotě asi o 20 až 40°C nižší, než při zušlechtování. Tím se uvolní pnutí, což velmi podstatně přispívá k zvýšení životnosti nástroje. Po popouštění se opracuje návar. Nástroje, které byly navařeny ve vyžíhaném stavu, se postupují tepelnému zpracování a pak se opracují.



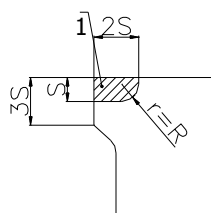
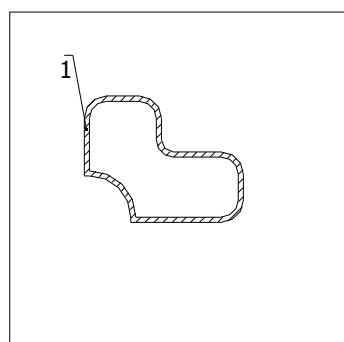
Obr. 25 Svařování lisovníku na kování šroubů

1-výchozí části , 2-svařené části,

3-konečný tvar lisovníku, a-pracovní

část lisovníku z oceli na zápustky,

b-upínací stopka z konstrukční oceli



Obr. 26 Průstřižnice s navařenými

funkčními hranami :

1-návar a jeho provedení

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

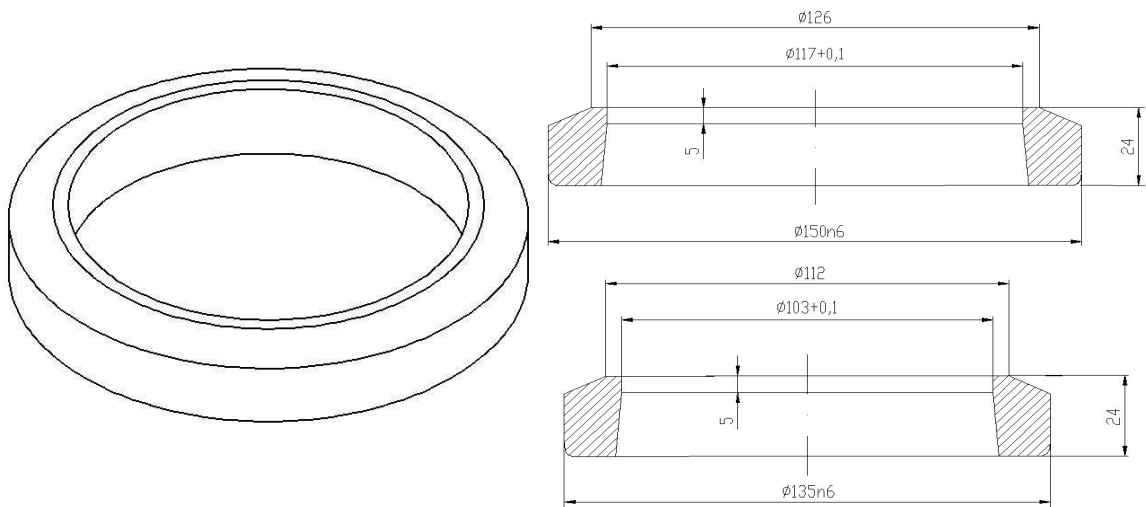
V kovárně –KOVEX se produkují výkovky ozubeného kola 1. rychlosti, 2. rychlosti a zpětného chodu pro jednotlivé typy vozidel. Těchto výkovků se produkuje cca 1 000 000 ks ročně.

Tato mnohonásobně vyšší sériovost výkovků na sebe bere přehodnocení jednotlivých druhů kovacího náradí (kování zápustky, děrování, ostřihování) z hledisek nákladů na jejich výrobu, obnovu, životnost a kvalitu. Řešit tento problém bylo úkolem této práce.

V průběhu jedné pracovní směny na kovacím lisu LZK 1600t se dosahuje průměrná produkce v počtu 1600 až 1700 ks. Porovnáním životnosti jednotlivých druhů náradí (KZS, KZH, D.IK, D.CE,D.CE,O.IK, O.CE) bylo zjištěno, že pouze u O.CE není mnohdy dosahována průměrná životnost odpovídající minimálně výkonu na 1. směnu, což vede k prostojům z důvodu výměny O.CE a k celkovému snížení počtu výkovků na jednu směnu. Průměrná životnost O.CE představuje 1500 ks.

Tato skutečnost vedla k přehodnocení a řešení výroby O.CE na ostřih výkovků kola 1.R a kola 2.R pro automobily Škoda.

Stávající střížnice je vyrobena z materiálu 19 436. Jedná se o vysokolegovanou ocel ke kalení v oleji a na vzduchu, s velkou prokalitelností a nižší houževnatostí. Je dobře tvárná za tepla a dobře obrobitelná. Obsahuje 2% uhlíku a 12% chromu. Střížnice se vyrábí klasickým obráběním a tepelným zpracováním dle následujících technologických postupů a dle technických výkresů uvedených v přílohách.



Obr. 27 Ostřihovací střížnice pro ostřih kola K.1.R a K.2.R

TECHNOLOGICKÝ POSTUP			POČET: 1
Kolo 1. rychlosti ŠKODA			
MATERIÁL			
JAK.: 19 436	ROZ.: Ø160	KS: 1	VÝKRESU: 4 - 7289
NÁZEV SOUČÁSTI			
OPERACE	STROJ	ČAS/KS	Popis práce
1.	PR	65´	Řezat na délku 29 mm.
2.	S	130´	Střížný Ø117+0,1 – b 0,3 mm. Ø 150n6 čistě a hotově. Ostatní hotově včetně odlehčení 5°. R2 a sražení 25°.
3.	Ozn	10´	Označit kolo 1.Rychlosti 261 * 4 – 7289. Označit materiál.
4.	K	20´	Kalit, popustit na 53+3 HRC.
5.	Bph	20´	Sílu přerovnat.
6.	Bo	30´	Střížný Ø117+0,1 na míru hotově. Střížnou hranu upravit.
7.	Kon		Kontrola, včetně tvrdosti

TECHNOLOGICKÝ POSTUP		POČET: 1	
Kolo 2. rychlosti ŠKODA			
MATERIÁL			
JAK.: 19 436	ROZ.: Ø140	KS: 1	
NÁZEV SOUČÁSTI			
OPERACE	STROJ	ČAS/KS	Popis práce
1.	PR	55´	Řezat na délku 29 mm.
2.	S	125´	Střížný Ø130+0,1 – b 0,3 mm. Ø 150n6 čistě a hotově. Ostatní hotově včetně odlehčení 5°. R2 a sražení 30°.
3.	Ozn	10´	Označit kolo 2.ychlosti 261 * 4 – 7298 Označit materiál.
4.	K	20´	Kalit, popustit na 55+2HRC.
5.	Bph	15´	Sílu přerovnat.
6.	Bo	30´	Střížný Ø117+0,1 na míru hotově. Střížnou hranu upravit.
7.	Kon		Kontrola, včetně tvrdosti

7.1 Cena nástroje pro K.1.R.

a) cena materiálu

- materiál 19 436 Ø160x34 mm =5,4 kg
- průměrná cena materiálu 19 436 =80 Kč/kg
- výsledná cena vstupního materiálu =432 Kč/1ks

b) cena obrábění

- mzda celkem =320,83 Kč
- 35% odvod z mezd =112,29 Kč
- režie výrobní 546% =1545,77 Kč
- výsledná cena obrábění =1978,89 Kč

c) celková cena nástroje $432+1978,89=\underline{2410,89 \text{ Kč/1ks}}$

7.1.1 Náklad na ostříh jednoho kusu výkovku K.1.R.

Nástroj O.CE má po zhotovení průměrnou životnost 1500 ks do obnovy. Obnova se provádí broušením a praxe ukázala, že lze obnovu provést čtyřikrát a následně je pak O.CE vyřazena.

Celková životnost nástroje pak představuje 9000 ks ostřihů. Při ceně O.CE 2410,89 Kč a dosažené životnosti nástroje do vyřazení 9000 ks ostřihů, představuje náklad na ostříh 1 ks výkovku K.1.R. z titulu nástroje 0,27 Kč.

7.2 Cena nástroje pro K.2.R.

a) cena materiálu

- materiál 19 436 Ø140x34 mm =4,1 kg
- průměrná cena materiálu 19 436 =80 Kč/kg
- výsledná cena vstupního materiálu =328 Kč/1ks

b) cena obrábění

- mzda celkem =276,5 Kč
- 35% odvod z mezd =96,78 Kč
- režie výrobní 546% =1505,24 Kč
- výsledná cena obrábění =1878,52 Kč

c) celková cena nástroje $328+2127,06=$ 2206,52 Kč/1ks

7.2.1 Náklad na ostříh jednoho kusu výkovku K.2.R.

Nástroj O.CE má po zhotovení průměrnou životnost 1500 ks do obnovy. Obnova se provádí broušením a praxe ukázala, že lze obnovu provést čtyřikrát a následně je pak O.CE vyřazena.

Celková životnost nástroje pak představuje 9000 ks ostřihů. Při ceně O.CE 2206,52 Kč a dosažené životnosti nástroje do vyřazení 9000 ks ostřihů, představuje náklad na ostříh 1 ks výkovku K.2.R. z titulu nástroje 0,25 Kč.

8 TEORETICKÁ VÝCHODISKA ŘEŠENÍ

Základním východiskem komplexního řešení O.CE, což je obsahem mé bakalářské práce, bylo stanovení si hlavních cílů, kterých by mělo být řešením výroby O.CE dosaženo.

Jde o tyto dva hlavní cíle.

- a) zvýšit životnost O.CE tak, aby trvale přesahovala minimálně 1800 stříhů do obnovy. Tím by byla odstraněna nutnost výměny O.CE v průběhu pracovní směny, což by ve svém důsledku vedlo k odstranění prostojů a zvýšení výkonu na 1 směnu.
- b) Snížit náklady na ostříh jednoho kusu výkovku z titulu nástroje a tím zvýšit efektivnost výroby výkovků.

Při odpovědi si na otázku jak dosáhnout prvního cíle, to je zvýšení životnosti O.CE se nabízely dvě alternativy.

- a) Změnu používaného materiálu 19436 a nahradit jej jiným vhodnějším druhem materiálu, který by pozitivně ovlivnil životnost O.CE.
- b) Navařit střížnou hranu vhodným typem elektrody, která by svými vlastnostmi pozitivně ovlivnila životnost střížnice.

Materiál 19 436, tedy chromová ocel, svými vlastnostmi mezi které patří zvláště vysoká odolnost proti opotřebení, dobrá životnost, dobrá stálost rozměrů při tepelném zpracování a velmi vysoká pevnost v tlaku, lze jen velmi obtížně nahradit jiným druhem běžně dostupného materiálu v dané cenové relaci, který by dosahoval ještě větší životnost při použití na výrobu O.CE.

Z toho důvodu jsem přistoupil k řešení druhé alternativy a to navařovat střížnou hranu vhodným typem elektrod.

Při odpovědi si na otázku jak dosáhnout druhého cíle, to je snížení nákladů na ostříh 1 kusu výkovku z titulu ceny nástroje jsou východiskem tyto skutečnosti, které rozhodným způsobem cenu přímo ovlivňují a to:

- a) cena výchozího materiálu na výrobu O.CE

b) cena práce

Mezi tyto základní skutečnosti je cena O.CE ovlivněna i jinými faktory, jako je například cena energie při tepelném zpracování, cena elektrod, cena náradí atd. Tyto faktory se však projevují dle metodiky výpočtu ceny ve výrobní režii, která je stanovena ve výši 546% vedením podniku a ke změně této výše dochází pouze při výrazných celopodnikových změnách.

Řešit cenu výchozího materiálu umožňuje změna technologie výroby a to navařením střižné vrstvy na běžný konstrukční materiál.

Řešení ceny práce pak umožňuje změna výchozího materiálu a to jednak z titulu snadnější obrobitelnosti, jednak i důvodu naskýtající se možnosti vypuštění operace kalení a popouštění.

V souvislosti s uvažovanými změnami, které se vyžadují i drobnou konstrukční úpravu základního tělesa O.CE se pak objevují další následné možnosti a důsledky, které mohou pozitivně ovlivnit ekonomickou výhodnost řešení.

9 PRŮBĚH ŘEŠENÍ A VÝSLEDKY ZKOUŠEK

9.1 Výchozí materiál na výrobu O.CE

Pro výrobu základního tělesa O.CE na které bude navařena střížná vrstva jsem navrhl materiál 11 700 nebo 12 050.

- a) materiál 11 700 – používá se na strojní součásti s vyšší odolností vůči namáhání a opotřebení: výkovky, výlisky, destičky gallových řetězů, drážky soustružnických nožů, tvrdost max. 290 HB, mez pevnosti 461 – 834 MPa
- b) materiál 12 050 – používá se na hřídele turbokompresorů, čerpadel, těžních strojů, elektromotorů a dynam, na větší ozubená kola, šneky, tvrdost 183 – 300 HB, mez pevnosti 460 – 1060 MPa

Přitom materiál 11 700 ponechat bez tepelného zpracování a materiál 12050 tepelně zpracovat rozdílným způsobem.

Bylo vyrobeno celkem 6 kusů ostříhovacích střížnic a to:

2 ks O.CE K.1.R. z materiálu 11 700

2 ks O.CE K.1.R. z materiálu 12 050 (zušlechtěno na 90 kp/mm²)

2 ks O.CE K.1.R. z materiálu 12 050 (zušlechtěno na 110 kp/mm²)

Na tyto O.CE byla navařena střížná vrstva různými druhy elektrod a byly provedeny zkoušky ostříhování v běžném pracovním procesu.

Cílem zkoušek, z pohledu řešení výchozího materiálu na výrobu O.CE, bylo prověřit zda při použití nedojde k deformaci základního tělesa, k narušení kompaktnosti O.CE, to je spojení mezi střížnou vrstvou a základním tělesem a zda je vůbec nutné těleso tepelně zpracovat.

V průběhu řady zkoušek, kdy každá ze šesti zkušebních O.CE byla použita několika násobně až do konečného vyřazení, bylo prověřeno, že:

- c) ani u jednoho ze zkoušených materiálů nedošlo při vícenásobném použití k deformaci základního tělesa O.CE ani k protlačení střížné vrstvy.

- d) u O.CE z materiálu 11 700 nedošlo k narušení spojem základního tělesa se střížnou vrstvou i když O.CE nebyly před navařením střížné vrstvy nahřívány.
- e) u O.CE z materiálu 12 050 je před navařením střížné vrstvy nutný předehřev základního tělesa nejméně na 200°C po dobu 1 hod.

Vzhledem k tomu, že se prokázalo možné použití materiálu 11 700 na výrobu O.CE a že tento materiál není nutné předehřívát před navařováním a navíc funkčně vyhovuje bez tepelného zpracování, je možné jej doporučit na výrobu O.CE pro ostřih výkovku K.1.R. a K.2.R.

K dosažení co největšího snížení nákladů na výrobu O.CE z titulu materiálu je dále možné realizovat výrobu O.CE z ocelových bezešvých trubek, které vyrábí Vítkovice a.s. Jde o silnostěnné trubky tvářené za tepla vyráběné podle norem DIN 2448/81 (rozměrová norma) ; DPD DIN 1629/24, DIN 1630/84.

Například pro K.1.R. lze jako výchozí materiál použít trubku Ø 162 mm, síla stěny – 20 mm, délka – l = 34 mm. Cena tohoto výchozího materiálu je 19Kč/kg a při hmotnosti výchozího materiálu 2,2 kg je celková cena 41,80 Kč.

Pokud provedu srovnání jakou hodnotu se použitý výchozí materiál promítá do celkové ceny O.CE, budou výsledky pro O.CE K.1.R následné:

a) materiál 19 436 cena 80 Kč/1kg

Ø 160 mm, l=34 mm - 5,4 kg

5,4 kg x 80 Kč = 432 Kč za 1 kus

b) materiál 11 700 cena 21Kč/1kg

Ø 160 mm, l=34 mm - 5,4 kg

5,4 kg x 21 Kč = 113,40 Kč za 1 kus

c) silnostěnná trubka 11 700 cena 19 Kč/1kg

Ø152 mm, t= 20 mm, l=34 mm - 2,2 kg

2,2 kg x 19 Kč = 41,80 Kč za 1 kus

9.2 Výběr elektrody pro navařování střižné vrstvy

Při výběru vhodného typu elektrody pro navařování střižné vrstvy jsem vycházel z katalogů přídatných materiálů firem ESAB, WELCO, CAPILLA. Dále ze zkušeností pracovníků s navařováním při obnově kovacího náradí ve společnosti KOVEX – kovárna s.r.o. , i z informací získaných pracovníky technologie firmy KOVEX z jiných podniků.

Na základě získaných informací a doporučení byly pro konečné zkoušky byly vybrány následující druhy elektrod:

- a) CAPILLA 521 EHL
- b) OK 85.58
- c) OK 85.65

Viz. příloha Charakteristika elektrod.

Každým typem elektrody byly navařeny vždy dvě zkušební ostřihovací střižnice. Následně byly O.CE použity v běžných provozních podmínkách včetně průběžného obnovování broušením a následného použití do konečného vyřazení.

Dosažené výsledky zkoušek jsou následující:

- a) O.CE navařená elektrodou CAPILLA 521 EHL

Dosažená životnost O.CE do obnovy se pohybovala v rozmezí 2000 až 4900 ostřihů do obnovy s výslednou průměrnou životností 3249 ostřihů do obnovy. I když stanoveného cíle, to je aby O.CE vydržela více jak 1750 ks což představuje výkon jedné směny, bylo dosaženo, ukázalo se, že navařená vrstva při použití ztrácela na tvrdosti z původních průměrně 50HRC až na 40HRC. Tato skutečnost vedla k vyššímu opotřebení střižné hrany a důsledkem toho ke snížení počtu možných obnov. Proto musely být O.CE po čtyřech obnovách vyřazeny. Průměrná celková dosažená životnost až do vyřazení O.CE tedy činila celkem 17 145 ostřihů.

Výhodou tohoto typu elektrody je ta skutečnost, že návar lze poměrně dobře soustružit dostupnými soustružnickými noži a proto obrábění při obnově nečiní problémy.

Nevýhodou tohoto typu elektrody je její vysoká cena a to 4100 Kč za 1 kg. Jeden kus elektrody Ø2,5 tak stojí 141 Kč. Spotřeba elektrod pro navaření O.CE K.1.R. činila 3,5

ks,u O.CE K.1.R. činila 3ks.Pro O.CE K.1.R. činila cena materiálu na navařené střížné vrstvy 493,5 Kč a pro O.CE K.2.R. pak 423 Kč.

b) O.CE navařená elektrodou OK 85.58

Dosažená životnost O.CE do obnovy se pohybovala v rozmezí od 2500 do 5392 ostřihů s výslednou průměrnou životností 4300 ks ostřihů do obnovy. Oproti elektrodě CAPILLA střížná vrstva navařená elektrodou OK 85.58 neztrácela tvrdost pohybující se okolo 48 HRC. Toho důvodu docházelo také k menšímu opotřebení střížné vrstvy, což zvýšit počet obnov do konečného vyřazení na 5. Průměrná celková dosažená životnost až do vyřazení O.CE tedy činila 25 800 ostřihů.

Nevýhodou tohoto typu elektrod je ta skutečnost, že návar vzhledem ke své nerovnosti a tvrdosti v podstatě nelze již soustružit běžnými soustružnickými noži.

Výhodou elektrody OK 85.58 je její cena, která činí 495 Kč/1 kg. Jeden kus elektrody pak stojí 17 Kč. Při téměř stejné spotřebě elektrod (3,5 ks a 3 ks) pro navařování u O.CE K.1.R. činí cena materiálu na návar 59,50 Kč a pro O.CE K.2.R. jen 51 Kč.

c) O.CE navařená elektrodou OK 85.65

Dosažená životnost O.CE do obnovy se pohybovala v rozmezí 5250 až 8070 ks a průměrnou životností 5905 ks ostřihů do obnovy.

Střížná vrstva neztrácela při použití tvrdost, která po navaření činila 59 HRC. Střížná vrstva vykazovala velmi nízký stupeň opotřebení (střížná hrana se spíše zalešťovala a mírně zaoblovala). To umožnilo zvýšit počet obnov do konečného vyřazení na 6. Průměrná celková životnost až do vyřazení O.CE dosáhla počtu 41 335 ostřihů.

Tvrdost střížné vrstvy neumožňuje již její soustružení běžnými soustružnickými noži a obnovy se prováděly pouze broušením na Bph a Bo. Výhodou je však nízká cena elektrody Ok 85.65, která činí 405 Kč/1kg a z počtu kusů elektrod na 1 g vychází cena 1 ks elektrody na 18,70 Kč. Při stejné spotřebě elektrod (3,5 ks a 3 ks) pro navařování u O.CE K.1.R. činí cena materiálu na návar 65,45 Kč a pro O.CE K.2.R. pak 56,10 Kč.

Při srovnávání výsledků dosažených použitím zkušebních elektrod v běžné provozní praxi při ostřihu výkovku K.1.R a K.1.R. se prokazuje, že nejvýhodnější elektrodou pro navařování ostřihovací střížnice je elektroda Ok 85.65.

O.CE navařené touto elektrodou vždy v praxi dosáhli životnosti do obnovy, která přesahuje výkon kutí výkovku v rozsahu 3 směn (asi 5200 ks). Pro praxi však lze doporučit použití O.CE pouze v rozsahu 2 směn, to je cca 3400 ostřihů, a pak O.CE obnovit. V průběhu zkoušek se ukázalo, že O.CE po dvou pracovních směnách vykazuje výrazně nižší opotřebení střížné hrany což v důsledku znamená výrazně vyšší počet obnov a tím i větší počet ostřihů do konečného vyřazení O.CE.

9.3 Navařování a změna konstrukce O.CE

Přesto, že oba materiály, tedy 11 700 a 12 050 patří mezi materiály obtížně svařitelné, zkoušky prokázaly, že oba lze klasickým způsobem (elektrickým obloukem) navařit střížnou vrstvu a to všemi typy uvedených elektrod. U materiálu 12 050 se projevila potřeba předeřevu základního tělesa O.CE na 200 až 250° C. U materiálu 11 700 se nevyskytly žádné problémy a nebylo nutné provádět před navařením střížné vrstvy nahřátí základního tělesa O.CE.

K tomu, aby bylo možno vytvořit souvislou střížnou vrstvu a z ní pak dalším obráběním střížnou hranu, bylo nutné provést úpravu konstrukce základního tělesa O.CE a to tak, že na střížném průměru po celé jeho délce 5 mm se provedlo vybrání 2,5 mm na stěnu, tedy 5 mm na průměru. V případě použití elektrod většího průměru je pak vhodné upravit i šíři vybrání, aby nedocházelo ke zbytečnému stékání střížné vrstvy. Tato změna konstrukce O.CE umožňuje vytvořit souvislý návar v celé funkční délce střížného průměru a odstraňuje potřebu jakéhokoliv dovařování při obnovách O.CE po použití.

Při praktickém použití navařených ustříhovacích střížnic se potvrdilo, že navařená střížná vrstva neměla tendenci oddělení se od základního tělesa, ani jej deformovat. Při obnovách použitých střížnic se pak, že není nutné jakkoliv opravovat střížnou vrstvu navařenou ve vybrání a stačí pouze obnovit střížnou hranu broušením na Bph.

Navařování samotné se vyžaduje zvýšené nároky na kvalitu práce svářeče a to jak z hlediska kvality samotného návaru, tak i z hlediska jeho tvaru a velikosti. Tyto skutečnosti ve svém důsledku výrazně ovlivňují jak spotřebu elektrod na navařené O.CE, tak i podmínky a pracnost dalšího opracování střížné vrstvy a tím i úroveň spotřeby obráběcích nástrojů. Pomoci by mohla vhodně konstruovaná pomůcka k zabránění stékání střížné hrany při navařování.

Zkouškami rovněž měřena průměrná spotřeba elektrod na navaření 1 kusu O.CE. U O.CE K.1.R. činila průměrná spotřeba 3,5 ks elektrod Ø2,5 mm. U O.CE K.2.R. činila průměrná spotřeba 3 ks elektrod Ø2,5 mm.

Elektroda	Cena za 1 kg	Cena za 1 ks	Cena návaru	
			K.1.R.	K.2.R.
CAPILLA 521 EHL	4 100 Kč	141 Kč	493,5 Kč	423 Kč
OK 85.58	495 Kč	17 Kč	59,50 Kč	51 Kč
OK 85.65	405 Kč	18,70 Kč	65,45 Kč	56,10 Kč

Tab.6 Srovnání ceny návaru různých typu elektrod

9.4 Obrábění nového typu O.CE s navařenou střížnou vrstvou

Při obrábění základního tělesa O.CE před navařením střížné vrstvy se projevila lepší obrobiteľnosť materiálu 11 700 a 12 050 oproti dosud používanému materiálu 19 436. Důsledkem je pak úspora na pracnosti a to na operacích řezání soustružení.

Rovněž použití silnostěnných trubek na výrobu základního tělesa přináší na stejných operacích PR a S, další úsporu pracnosti.

Při obrábění střížné vrstvy se projevily rozdílné podmínky dané dosahovanou rozdílnou tvrdostí navařené střížné vrstvy z důvodu použití rozdílných typů elektrod.

U O.CE kde byla střížná vrstva navařena elektrodou CAPILLA 521 EHL, lze střížnou vrstvu přetočit na soustruhu běžně dostupnými nástroji a dobrousit na míry na operacích Bph a Bo. Tato, z hlediska obrábění návaru a pracnosti, výhodná situace je na druhé straně znehodnocena sníženým množstvím počtu obnov střížné hrany z důvodu vyššího stupně opotřebení.

U O.CE kde byla střížná vrstva navařena elektrodou OK 85.58 a OK 85.65 šlo doposud v podmínkách, daných stupněm vybavenosti obráběcími nástroji, opracovat střížnou

vrstvu pouze broušením na Bph a Bo. Zatím co u operace Bph je nárůst pracnosti u nabroušení O.CE nového provedení oproti O.CE vyrobené z materiálu 19 436 o cca 20%, u operace Bo činí tento nárůst pracnosti o něco více než 100%.

Tuto situaci se podařilo vyřešit zajištěním a použitím nástrojů z kubického nitridu bóru a to ve dvou alternativách.

- a) CBN brusný kotouč R 200B 126 Ø50 x 10/10. Použitím tohoto kotouče lze výrazně ovlivnit jednicový čas při obrábění navařené střížné vrstvy na operaci Bo a dosáhnout snížení nárůstu pracnosti z více jak 100% na cca 20 až 25%, což i při vysoké ceně 1 ks kotouče – 1 690 Kč je velmi dobrý výsledek. Vzhledem k tomu, že kotouč je k dispozici pouze krátkou dobu nelze Doposud stanovit jeho trvanlivost a porovnat nákladnost CBN kotouče s klasickým brusným kotoučem na 1 ks (nebo jiný zvolený počet) ostříhů.
- b) CBN výměnná destička TPGN 11 0308. Destička byla upnuta do držáku NAREX 2020 PN 3856.2 a při provedených zkouškách se prokázalo, že lze bez problému předpracovat střížnou vrstvu o tvrdosti 59 HRC pro nabroušení na Bph a Bo tak zůstává pouze naostřit ostříhovací střížnici, to je pouze 0,2 - 0,3 mm na síle i na střížném průměru.

Pro krátkost doby pro kterou jsou destičky k dispozici, nebylo možno vyhodnotit jejich trvanlivost a tím současně i nákladnost na 1 ks (nebo jiný zvolený počet) ostříhů. Cena jednoho kusu destičky je 2 190 Kč. I když se zdá cena velmi vysoká, jeví se tento způsob obrábění jako nejvýhodnější, poněvadž na I O.CE dochází k úspoře pracnosti na opracování navařené vrstvy v rozsahu 30', což při daných mzdách cca 70 Kč/hod, odvodech mzdy 35% a výrobní režii 546% představuje snížení ceny na výrobu 1 ks O.CE o 311,05 Kč (35 + 12,25 + 263,80).

Operace	Klasické nářadí	Operace	CBN nářadí
S	x	S	10'
Bph	30'	Bph	20'
Bo	60'	Bo	30'
Celkem	90'	Celkem	60'

Tab. 7 Strojní časy

Dosavadní zkoušky prokázaly, že při výrobě O.CE je výhodnější použít CBN destičky než CBN brusný kotouč a to zejména z důvodu dosažené vyšší úspory na pracnosti při operaci Bo, ale i z důvodu rychlého zarovnání návaru na čele.

Použití CBN destiček n obrábění návarů dosahujících tvrdosti 55 HRC a více umožní řešit obdobně jako výrobu O.CE i výrobu dalších druhů kovacího nářadí, především děrovacích střížníků.

10 VÝSLEDKY ZKOUŠEK

Zkouškami bylo prokázáno, že stanovené cíle i teoretická východiska k řešení výroby O.CE na ostřih výkovků K.1.R. a K.2.R. pro automobily značky ŠKODA mají racionální základ a že lze výrobu O.CE realizovat z jiného materiálu i jinou technologii při současném snížení nákladů na ostřih 1 kusu výkovku, ať již z titulu snížení ceny nástroje, či zvýšení jeho životnosti.

Ze zkoušek lze vyvodit následující závěry:

- a) na výrobu O.CE pro ostřih výkovku K.1.R. i K.2.R. lze jako výchozí materiál pro základní těleso použít materiál 11 700 a to nejlépe silnostěnné trubky
- b) na základní těleso O.CE lze elektrickým obloukem bez předehřevu navařit střižnou vrstvu a to nejlépe elektrodou OK 85,65 2,5 do vybrání 5 mm na průměru v délce 5 mm.
- c) střižnou vrstvu o tvrdosti cca 59 HRC lze opracovat do střižné hrany soustružením za pomoci CBN destiček a naostření provádět na Bph a Bo
- d) při výrobě O.CE lze vypustit operaci kalení a popuštění
- e) nový typ O.CE dosahuje výrazně vyšší životnost do konečného vyřazení nástroje

11 NOVÝ ZPŮSOB VÝROBY O.CE K.1.R. A K.2.R.

Na základě závěrů ze zkoušek viz kapitola 10 navrhuji, aby se ostříhovací střížnice pro výše uvedené výkovky vyráběla z materiálu 11 700 dle následujících technologických postupů.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP			POČET: 1
Kolo 1. rychlosti ŠKODA			
MATERIÁL: Trubka			
JAK.: 11 700	ROZ.: Ø152,4;t=20	KS: 1	VÝKRESU: 4 - 7389
NÁZEV SOUČÁSTI			
OPERACE	STROJ	ČAS/ KS	Popis práce
1.	PR	35´	Řezat na délku 29 mm.
2.	S	110´	Ø 150n6 čistě a hotově. Ostatní hotově včetně odlehčení 5°. R2 a sražení 25°.
3.	Ozn	10´	Označit kolo 1.Rychlosti 261 * 4 – 7389. Označit materiál.
4.	Sv	15´	Navářit střížnou vrstvu elektrodou OK85.65 Ø2,5 mm.
5.	S	10´	Střížný Ø117+0,1 – b 0,3 mm. Sílu hotově
6.	Bph	20´	Sílu přerovnat
7.	Bo	30´	Střížný Ø117+0,1 na míru hotově. Střížnou hranu upravit.
8.	Kon		Kontrola

TECHNOLOGICKÝ POSTUP			POČET: 1
Kolo 2. rychlosti ŠKODA			
MATERIÁL: Trubka			
JAK.: 11 700	ROZ.: Ø139,7;t=20	KS: 1	VÝKRESU: 4 - 7398
NÁZEV SOUČÁSTI			
OPERACE	STROJ	ČAS/KS	Popis práce
1.	Pila Rámo- vá	30´	Řezat na délku 29 mm.
2.	Hrotový soustruh	100´	Ø 135n6 čistě a hotově. Ostatní hotově včetně odlehčení 5°. R2 a sražení 25°.
3.	Označení popis	10´	Označit kolo 2.Rychlosti 261 * 4 – 7398. Označit materiál.
4.	Svařovna	15´	Navařit střižnou vrstvu elektrodou OK85.65 Ø2,5 mm.
5.	Hrotový soustruh	10´	Střižný Ø117+0,1 – b 0,3 mm. Sílu hotově
6.	Bruska ho- rizontální	20´	Sílu přerovnat
7.	Bruska otvorová	30´	Střižný Ø103+0,1 na míru hotově. Střižnou hranu upravit.
8.	Kontrola		Kontrola

11.1 Cena nástroje pro K.1.R. vyrobené novým způsobem

a) cena materiálu

- materiál 11 700 trubka Ø152,4, t=20, l=34 mm =2,2 kg
- průměrná cena materiálu 19 436 =19 Kč/kg
- výsledná cena vstupního materiálu =41,80 Kč/1ks

b) cena obrábění

- mzda celkem =340,50 Kč
- 35% odvod z mezd =119,18 Kč
- režie výrobní 546% =1374,40 Kč
- výsledná cena obrábění =1834,08 Kč

c) celková cena nástroje $41,80+1834,08=$ 1875,88 Kč/1ks

13.1.1 Náklad na ostříh jednoho kusu výkovku K.1.R. při použití nově vyrobené O.CE

Nástroj O.CE vyrobená z materiálu 11 700 s navařenou střížnou vrstvou elektrodou OK 85.65 dosáhla v průběhu zkoušek průměrnou životnost 5 905 ostříhů do obnovy a celková životnost O.CE do vyřazení dosáhla počtu 41 335 ostříhů.

Při ceně O.CE 1875,88 Kč pak náklad z titulu nástroje na ostříh 1 ks výkovku K.1.R. představuje 0,05 Kč.

11.2 Cena nástroje pro K.2.R. . vyrobené novým způsobem

a) cena materiálu

- materiál 11 700 Ø139,7, t=20, l=34 mm =1,89 kg
- průměrná cena materiálu 19 436 =19 Kč/kg
- výsledná cena vstupního materiálu =35,91 Kč/1ks

b) cena obrábění	
• mzda celkem	=296,5 Kč
• 35% odvod z mezd	=103,78 Kč
• režie výrobní 546%	= <u>1279,40 Kč</u>
• výsledná cena obrábění	= <u>1679,68 Kč</u>
c) celková cena nástroje	35,91+1679,68= <u>1715,59 Kč/1ks</u>

13.2.1 Náklad na ostříh jednoho kusu výkovku K.2.R. při použití nově vyrobené O.CE

Nástroj O.CE vyrobený shodně jako O.CE pro K.1.R. s použitím shodné celkové životnosti a při ceně O.CE 1757,58 Kč pak náklad z titulu nástroje na ostříh 1 ks výkovku K.2.R. představuje 0,04 Kč.

Při výpočtu nákladů na ostříh 1 ks výkovku K.1.R. a K.2.R. je abstrahováno od nákladů na obnovy O.CE a to jak v bodech 9.1.1. a 9.2.1., tak i v bodech 13.1.1. a 13.2.1. . A to z důvodu nestejného počtu obnov do úplného vyřazení u stávajícího a nového provedení O.CE a vzhledem k možnosti lepšího srovnání číselných hodnot. Pro přesnost však uvádím i náklad na 1.obnovu O.CE K.1.R. i K.2.R., který je u stávajícího i nového provedení shodný.

a) Náklad na obnovu O.CE K.1.R. (20' na Bph)

• mzda	21,60 Kč
• 35% odvod z mezd	7,56 Kč
• výrobní režie 546%	92,50 Kč
• náklad celkem	<u>121,66 Kč</u>

b) náklad na obnovu O.CE K.2.R. (15' na Bph)

• mzda	16,25 Kč
• 35% odvod z mezd	5,69 Kč
• výrobní režie 546%	69,33 Kč

- náklad celkem 91,27 Kč

Tyto náklady násobené počtem obnov se pak promítnou do zvýšení nákladů na ostřih 1 ks výkovku u stávajícího a navrhovaného provedení O.CE.

12 SROVNÁNÍ STÁVAJÍCÍHO A NAVRHOVANÉHO ZPŮSOBU VÝROBY NÁSTROJE O.CE

12.1 Srovnání z hlediska ceny O.CE

Pokud budeme považovat za relativně konstantní hodnoty 35 % odvodu z vyplacených mezd a 546 % výrobní režie, pak za rozhodující faktory ovlivňující cenu lze považovat cenu vstupního materiálu a cenu práce (pracnost výrobku).

Tab. 8 cena vstupního materiálu – rozdíl je ovlivněn
změnou kvality profilu materiálu

O.CE	stávající stav	navrhovaný stav	rozdíl
K.1.R.	432 Kč	41,80 Kč	-390,20 Kč
K.2.R.	328 Kč	35,90 Kč	-292,10 Kč

Tab. 9 cena práce – rozdíl je ovlivněn změnou technologie
a tím i sníženou pracností

O.CE	stávající stav	navrhovaný stav	rozdíl
K.1.R.	1979 Kč	1834,10 Kč	-144,90 Kč
K.2.R.	1878,50 Kč	1679,70 Kč	-198,80 Kč

Tab. 10 výsledná cena O.CE

O.CE	stávající stav	navrhovaný stav	rozdíl
K.1.R.	2411 Kč	1875,90 Kč	-535,10 Kč
K.2.R.	2206,50 Kč	1715,60 Kč	-490,90 Kč

Výsledky jednoznačně prokazují, že navrhovaný způsob výroby O.CE je výrazně levnější než stávající. Ve skutečnosti to však ještě neznamená, že je výhodnější. Toto lze

potvrdit až srovnáním ceny a životnosti O.CE a zjištěním toho, jaký je z titulu nástroje O.CE náklad na ostřih jednoho kusu výkovku.

12.2 Srovnání z hlediska životnosti O.CE do obnovy i celkového vyřazení

Zvýšení životnosti O.CE bylo jedním z hlavních cílů při komplexním řešení výroby O.CE a jeho prvotním motivem.

- a) Životnost do obnovy O.CE K.1.R. i K.2.R. u stávajícího provedení je průměrně 1500 ks ostřihů. U navrhovaného provedení byla zkouškami dosažena průměrná životnost O.CE 5905 ks ostřihů, to znamená zvýšení o cca 394 %.
- b) Životnost do vyřazení O.CE K.1.R. i K.2.R. u stávajícího provedení dosahovala životnost O.CE průměrně 9000 ks. U navrhovaného provedení byla zkouškami dosažena životnost do vyřazení O.CE 41 335 ks, což představuje zvýšení o cca 459 %.

Tab. 11 Porovnání životnosti O.CE

O.CE	Stávající stav		Navrhovaný stav		Rozdíl	
	do obnovy	do vyřazení	do obnovy	do vyřazení	do obnovy	do vyřazení
K.1.R.						
K.2.R.	1 500	9 000	5 905	41 335	+4 405	+ 32 335

Porovnáním životnosti O.CE pro ostřih výkovku K.1.R. i K.2.R., potvrzuje, že navrhovaným způsobem výroby O.CE s navařenou střížnou vrstvou vhodnou elektrodou lze dosáhnout podstatného zvýšení životnosti nástroje O.CE pro dané typy výkovku a analogicky i pro typy další.

12.3 Srovnání nákladů na ostřih 1. kusu výkovku

Vzhledem k rozdílnému počtu možných obnov stávajícího a navrhovaného způsobu výroby O.CE a při skutečnosti, že cena obnovy stávajícího i navrhovaného typu O.CE je shodná, použití pro srovnání nákladů na ostřih jednoho výkovku u obou typů O.CE hodnoty nezahrnují obnovy.

Tab. 12 Nákladnost na ostřích 1. kusu

O.CE	stávající stav	navrhovaný stav	rozdíl
K.1.R.	0,27 Kč	0,05 Kč	-0,22 Kč
K.2.R.	0,25 Kč	0,04 Kč	-0,15 Kč

Z uvedeného srovnání vyplývá, že nákladnost na ostřích 1 ks výkovku klesla u K.1.R: na 18,5 % původních nákladů a u K.2.R. na 16 % původních nákladů.

13 ZHODNOCENÍ

Komplexní řešení výroby O.CE na ostřích výkovku K.1.R. a K.2.R. pro automobily značky Škoda, spočívají ve změnách kvality i profilu vstupního materiálu, konstrukci i technologie výroby, plně odráží již dříve uvedená teoretická východiska k řešení problematiky ostříhu tohoto druhu výkovku

Při zkouškách v provozní praxi byla ověřena možnost a také výhodnost navrhovaného řešení, přinášející vysokou míru úspor nákladů na ostřích výkovků a řadu dalších pozitivních důsledků. Základní ukazatele vyjadřující ekonomickou výhodnost řešení jsou patrné ze srovnání stávajícího a navrhovaného stavu výroby O.CE, které je uvedeno v bodě č.14. Chci upozornit na další pozitivní důsledky nově navrhovaného řešení, které nejsou na první pohled patrné, ale mají významný ekonomický vliv.

- a) Nově navrhované řešení lze aplikovat i na další typy O.CE pro ostřích rotačních výkovků, jako jsou například ložiskové kroužky, matice, závitová hrdla, kuželová hrdla, příruby, kulisy atd.
- b) Snadnější obrobiteľnosť navrhovaného materiálu 11 700 vede nejen k úspore na operaciach PR a S, ale také súčasne ovplyvňuje i životnosť pilových listů a soustružnických nožů.
- c) Skutečnost, že při navrhovaném řešení se nemusí provádět operace kalení a popouštění, vede jednak k úspore pracovní síly, jednak ke značné úspore elektrické energie.
- d) Zvýšená životnosť nástroje O.CE mezi obnovami nástroje odstraňuje nutnosť výměny nástroje v průběhu pracovní směny při kutí výkovku a tím předchází ztrátám, které vznikali z titulu prostojů.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo komplexní řešení výroby ostříhovací střížnice na ostřih výkovku ozubených kol 1. a 2. rychlosti pro automobily značky Škoda.

Na základě studia odborné literatury, poznání stávající praxe a konzultace s vedoucím TPN, jsem provedl návrh změn konstrukce i technologie výroby a současně zkouškami ověřil možnost realizace navržených změn.

Na výrobu nové O.CE bude použit materiál 11 700 oproti materiálu 12 050 a to z důvodů vysoké životnosti do následné obnovy O.CE ale také kvůli počtu možných obnov střížnice viz Příloha 5.

Při rozboru stávající technologie jsem vycházel z podkladů TPN podniku, včetně norem času, technických výkresů, technologických postupů a dalších podkladů a zkušeností.

Při návrhu nového způsobu výroby O.CE jsem spolupracoval s pracovníky TPN.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Vladimír Hašek a kol : Kování
Praha , SNTL , 1965
- [2] Novotný : Tvářecí nástroje
VUT Brno , 1992
- [3] Forejt : Teorie svařování a nástroje
VUT Brno , 1991
- [4] Jan Leinveber : Strojnické tabulky
Scienta , 1999, ISBN 80-7183-164-6
- [5] Macháček, Novotný: Speciální technologie-plošné a objemové tváření
VUT Brno, 1992
- [6] Kuncipal a kol.: Teorie svařování
Praha, SNTL 1986
- [7] Jech J. : Tepelné zpracování oceli
Praha, SNTL 1983
- [8] Materiálové listy oceli třídy 19 – Vosendorf, THYESSEN,
MARATHON EDELSTAHL,
VERKAUFSGESELLSCHAFT, 1992
- [9] Katalog – přídatných materiálů pro svařování, Vamberk, ESAB, 2004
- [10] Katalog – Trubky, Ostrava – Vítkovice, PJ 4000 – Vítkovice – trubky
- [11] Katalog – svařovací materiál WELCO 2004
- [12] Katalog – speciální svářecí materiály, Bielefeed, Capilla
- [13] Katalog – technologie navařování materiálu, Bielefeed, Capilla

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Bo	- Bruska otvorová
Bph	- Bruska horizontální
CBN	- Kubický nitrid boru
D.CE	- Děrovací střížnice
D.IK	- Děrovací střížník
HRC	- Zkouška tvrdosti podle Rockwella
K	- Kalírna
KO	- Kovací objímka
Kon	- Kontrola
KZS	- Kovací zápustka spodní
KZH	- Kovací zápustka horní
K.1.R.	- Kolo první rychlosti
K.2.R.	- Kolo druhé rychlosti
O.CE	- Ostříhovací střížnice
O.IK	- Ostříhovací střížník
Ozn	- Označení, popis
Pr	- Pila rámová
PS	- Pěchovadlo spodní
S	- Soustružení
Sv	- Svářeč
TPN	- Technická příprava nástrojárny
M	- Moment [N.mm]
P,F	- Síly [N]
l	- Rameno síly [mm]

- T - Síla na hřbetu nože [N]
- τ_{PS} - Pevnost ve stříhu [MPa]
- ε - tloušťka stříhaného materiálu [mm]
- s - hloubka vniknutí materiálu [mm]
- χ - součinitel pro ocel [1]
- A - práce [J]
- σ_{PT} - pevnost materiálu [MPa]
- O - odvod výronku
- S - tloušťka výronku [mm]

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1 - Prostorová krystalová mřížka trojklonná
- Obr. 2 - Krystalový element trojklonný
- Obr. 3 - Krystalový element s nestejnými parametry
- Obr. 4 - Krystalové elementy
- Obr. 5 - Schéma orientace krystalových mřížek
- Obr. 6 - Schéma krystalové mřížky
- Obr. 7 - Křivka ochlazování při krystalizaci
- Obr. 8 - Stříhání rovnoběžnými noži
- Obr. 9 - Průběh stříhu
- Obr. 10 - Schéma vzniku a šíření trhliny
- Obr. 11 - Části střížné plochy
- Obr. 12 - Průběh střížné síly
- Obr. 13 - Názvosloví
- Obr. 14 - Vůle mezi noži
- Obr. 15 - Pec na ohřev pro stříhání
- Obr. 16 - Lis LKO 315
- Obr. 17 - Lis LE 250
- Obr. 18 - Schéma stříhání
- Obr. 19 - Vůle mezi průstřižníkem a průstřižnicí
- Obr. 20 - Základní tvary průstřižnice
- Obr. 21 - Průstřižnice s okrajem
- Obr. 22 - Stírač výronku
- Obr. 23 - Diagram k určení vůle
- Obr. 24 - Roztřídění jednotlivých stříhadel po ostříhovací lisy

Obr. 25 - Svařování lisovníku na kování šroubu

Obr. 26 - Průstřižnice s navařenými funkčními hranami

Obr. 27 - Ostřihovací střižnice

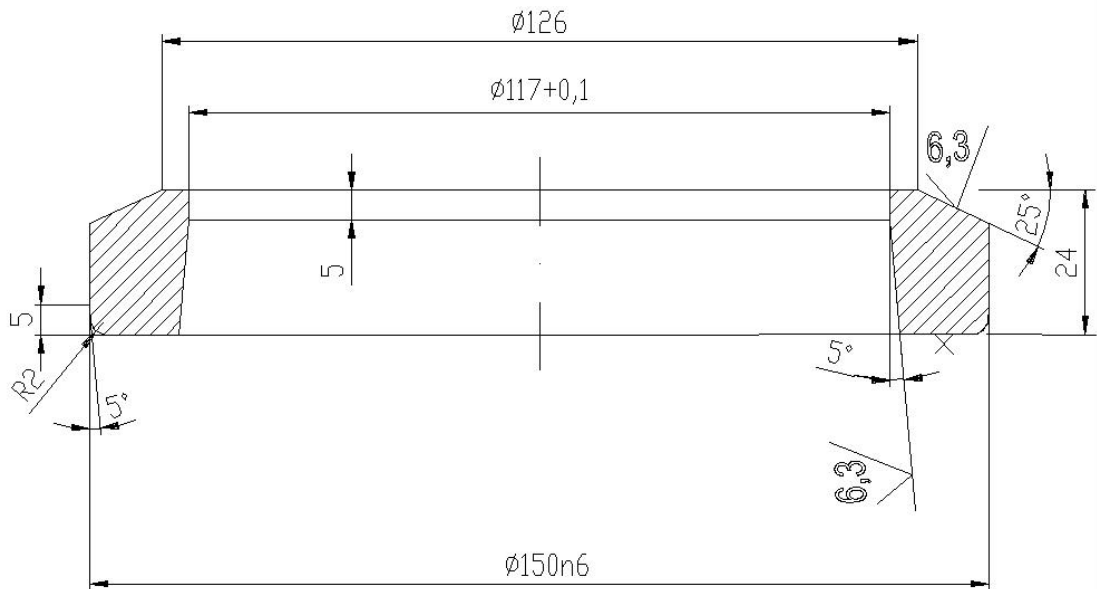
SEZNAM TABULEK

- Tab. 1 - Střížná vůle pro stříhání tyčí
- Tab. 2 - Strojní hodnoty
- Tab. 3 - Úprava průstřížnice
- Tab. 4 - Chemické složení a druhy elektrod
- Tab. 5 - Technologické informace o tepelném zpracování
- Tab. 6 - Srovnání ceny návarů různých typů elektrod
- Tab. 7 - Strojní časy
- Tab. 8 - Cena vstupního materiálu
- Tab. 9 - Cena práce
- Tab. 10 - Výsledná cena ostříhovací střížnice
- Tab. 11 - Porovnání životnosti ostříhovací střížnice
- Tab. 12 - Nákladnost na ostříh 1. kusu výkovku

SEZNAM PŘÍLOH

- [Příloha P1] Dílenský výkres O.CE K.1.R.
stávající provedení
- [Příloha P2] Dílenský výkres O.CE K.2.R.
stávající provedení
- [Příloha P3] Dílenský výkres O.CE K.1.R.
navrhované provedení
- [Příloha P4] Dílenský výkres O.CE K.2.R.
navrhované provedení
- [Příloha P5] Grafické znázornění porovnání životnosti O.CE navařované
různými druhy elektrod.
- [Příloha P6] Charakteristika použitých elektrod – CAPILLA 521 EHL
- [Příloha P7] Charakteristika použitých elektrod – OK 85.58
- [Příloha P8] Charakteristika použitých elektrod – OK 85.65

1,6

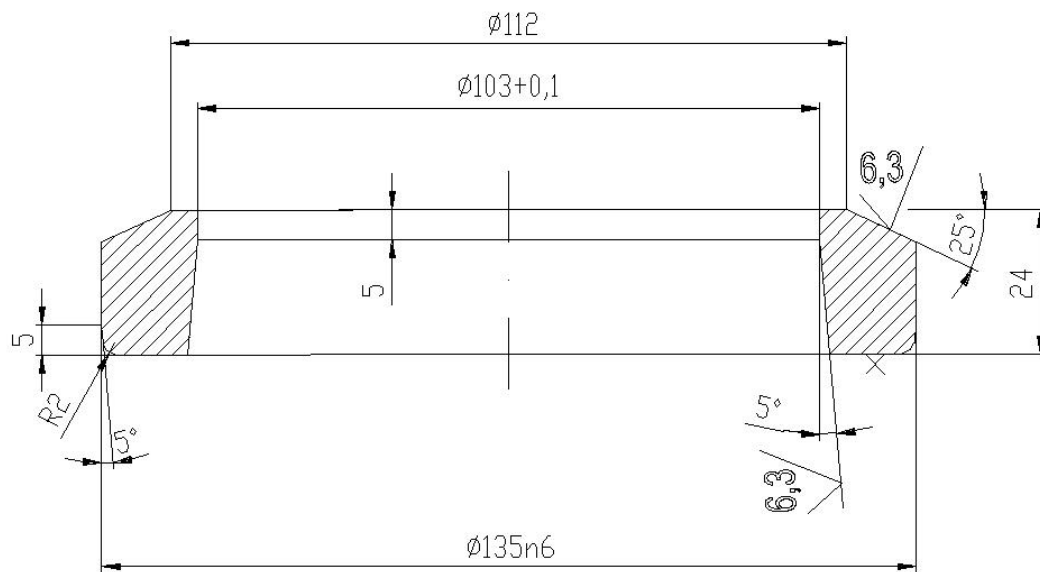


KOLO 1..RCHL. HN. - 261* 4 - 7289

KALIT A POPOŠTĚT NA 55+2HRC

Index	Změna	Datum	Podpis	UTB Zlín		Skupina:
Materiál:	19 436	TO	Hmotnost kg	Měř.:	1:1	
Polotovár:	$\varnothing 155 - 30$	C.SN	TR.C			
Polanský Petr						
		10.08.2006				
Název	OSTŘIHOVACÍ SCE			List	PŘÍLOHA 1	

1,6 ✓/✓

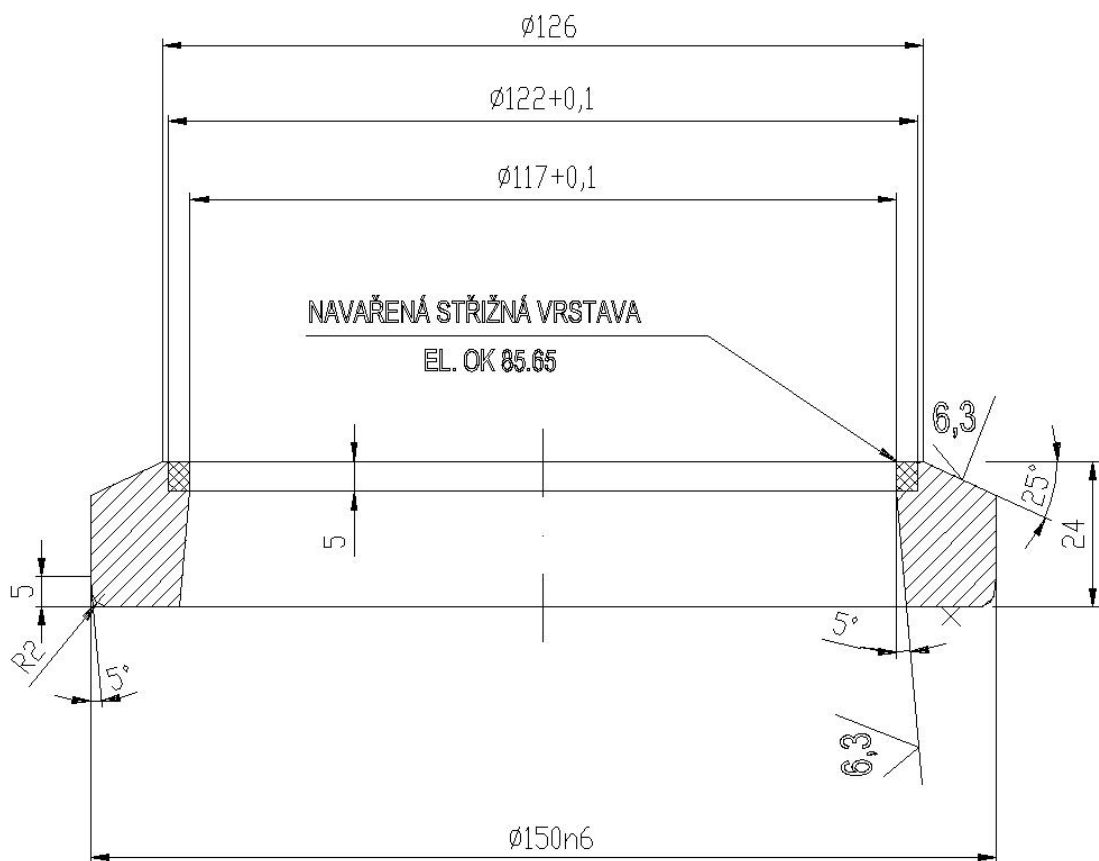


KOLO 2..RCHL. HN. - 261* 4 - 7298

KALIT A POPOŠTĚT NA 55+2HRC

Index	Změna	Datum	Podpis	UTB Zlín		Skupina:
Materiál: 19 436				TO	Hmotnost kg	Měř.: 1:1
Polotovár: Ø140 - 30					C.SN	TR.C
	Polanský Petr					
		10.08.2006				
Název	OSTŘIHOVACÍ SCE			List	PŘÍLOHA 2	

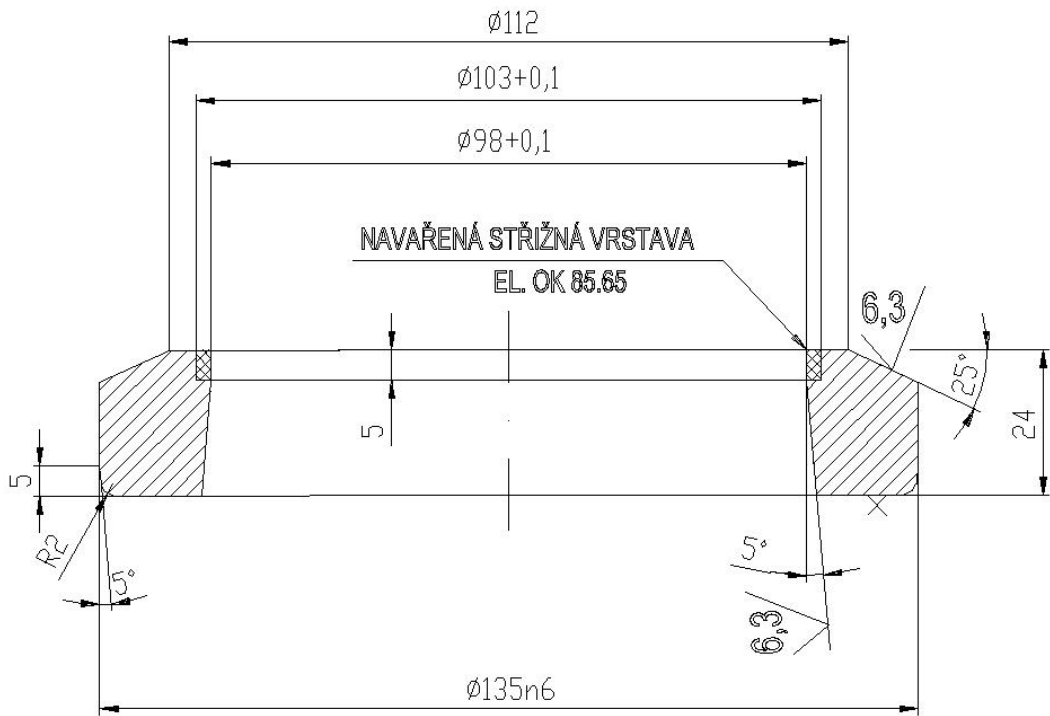
1,6 ✓✓✓



KOLO 1..RCHL. HN. - 261* 4 - 7389

Index	Změna	Datum	Podpis	UTB Zlín		Skupina:
Materiál:	11 700	TO		Hmotnost kg	Měř.:	1:1
Polotovar:	Ø155 - 30			C.SN	TR.C	
	Polanský Petr					
		10.08.2006				
Název	OSTŘIHOVACÍ SCE			PŘÍLOHA 3		
				List		

1,6 ✓✓

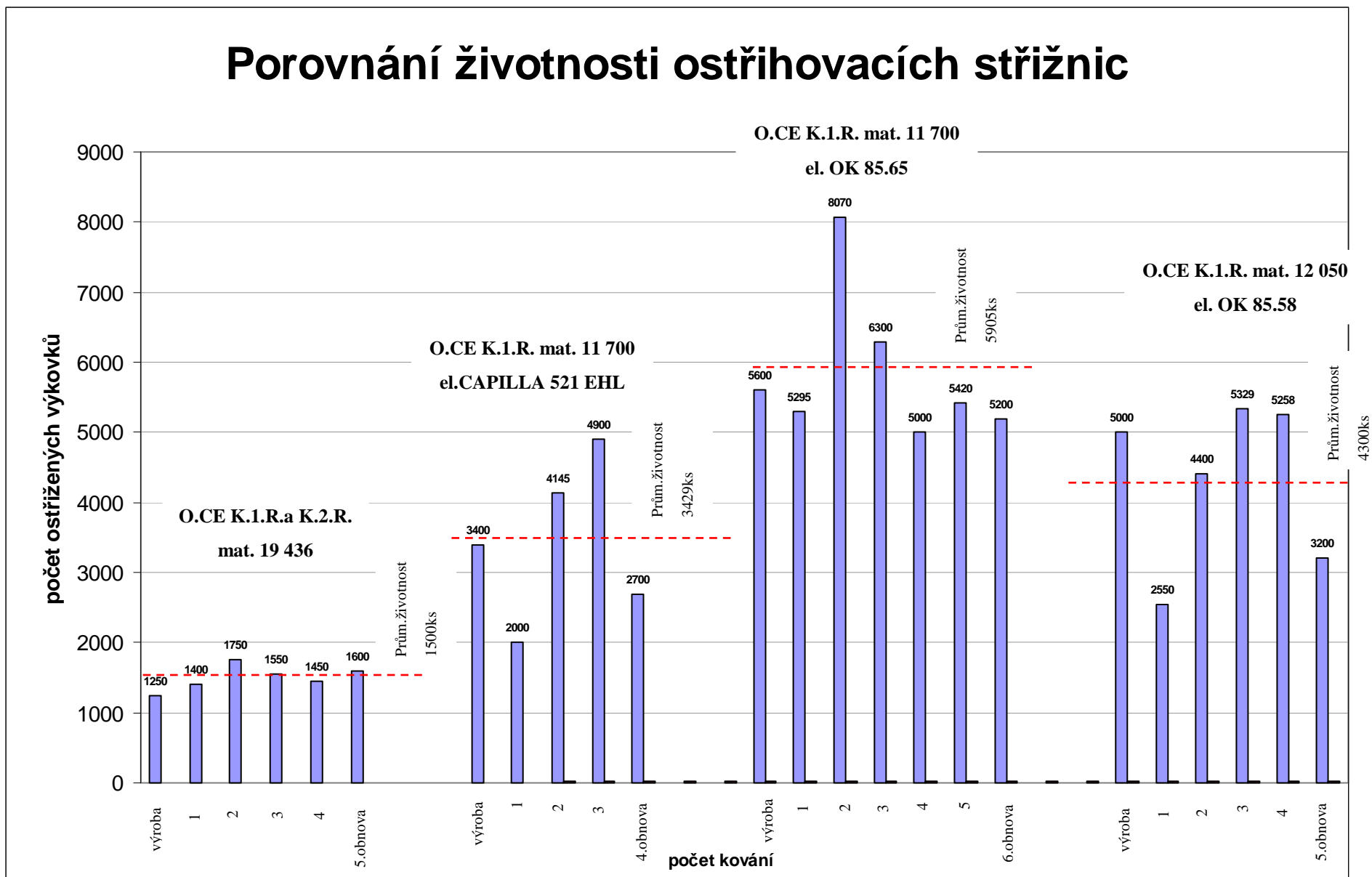


KOLO 2..RCHL. HN. - 261* 4 - 7398

Index	Změna	Datum	Podpis	UTB Zlín		Skupina:
Materiál: 11 700			TO	Hmotnost kg	Měř.: 1:1	
Polotovár: $\varnothing 140 - 30$				C.SN	TR.C	
Palanský Petr						
			10.08.2006			
Název OSTŘIHOVACÍ SCE				List PŘÍLOHA 4		

PŘÍLOHA P 5:

Porovnání životnosti ostříhovacích střížnic



PŘÍLOHA P 6:

CAPILLA 521 EHL

Speciální materiál extra odolný proti tepelnému zatížení spolu s rázovým.

zápustky, děrovací trny, ostříhy za tepla

třískové obrábění je možné.

- tvrdost: 30 – 37 HRC, po tepelném vytvrzení 40 – 45 HRC (při 700 – 900°C)
- bod tavení 1355°C
- postup navařování konzultovat s dodavatelem

PŘÍLOHA P 7:

OK 85.58



Obal: bazický

Klasifikace, certifikace

ČSN 05 5010

DIN 8555

Pro navařování nástrojů a zařízení pracujících za vysokých teplot, kde je požadovaná vysoká odolnost vůči abrazi při stálé vysoké tvrdosti do 600°C a dobré houževnatosti.

Typické chemické složení svarového kovu [%]:

C	Si	Mn	Cr	W	Co	Nb
0,35	1,0	1,0	1,8	8,0	2,0	0,8

Typická tvrdost (1. – 3. vrstva):

po navaření 42 – 50 HRC, (předehřev a interpass cca 450°C), po popouštění 55 HRC, po zakalení a popouštění 53 – 57 HRC

Tepelné zpracování:

předehřev 300 – 500°C, žhánání na měkko 850°C, s ochlazováním do 650°C, rychlostí do 10 1°C/1h, dále na vzduchu, popouštění 550°C/2-3h, kalení 1100 – 1150°C, olej nebo vzduch

Opracování: broušením

Parametry svařování

Ø d x l [mm]	proud [A]	Svarový kov/1kg elektrod [kg]	Počet elek- trod/1kg svař.kovu [ks]	Výkon nava- řování [kg/h]	Doba hoření [s]	Napětí [V]
2,5 x x350	70-110	0,65	72	0.9	53	23
3,2 x 350	100-150	0,63	45	1.3	62	23
4,0 x 350	130-190	0,63	29.5	1.7	75	23

Svařovací proud: ~, = (+) napětí na prázdko min. 70V **Teplota přesoušení: 200°C/2h**

PŘÍLOHA P 8:

OK 85.65



Obal: bazický

Klasifikace, certifikace

ČSN 05 5010

DIN 8555

Elektroda pro navařování řezných a střížných nástrojů z nástrojových ocelí, vrtáků a raznic. Navařené střížné hrany mohou být použity bez popouštění. Pro tvářecí nástroje a velké střížné nástroje je doporučeno nežíhat. K odstranění vzniku trhlin by měl být zvolen přede-
hřev 400 – 500°C. Nejvyšší tvrdosti navařený kov dosahuje po dvojnásobném popouštění.

Typické chemické složení svarového kovu [%]:

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W
0,9	1,5	1,3	4,5	7,5	1,5	1,8

Typická tvrdost (3. vrstva):

po navaření (59 – 61 HRC, (přede-
hřev a interpass cca 450°C), po popouštění 65 - 67 HRC,
po žíhání 37 - 40 HRC

Tepelné zpracování:

Kalení 1230 – 1250°C, ochlazování na vzduchu, žíhání na měkko 750 – 770°C/2-3h,
ochlazení na vzduchu, popouštění 525°C/2 x 1h, ochlazení na vzduchu

Parametry svařování

Ø d x l [mm]	proud [A]	Svarový kov/1kg elektrod [kg]	Počet elek- trod/1kg svař.kovu [ks]	Výkon nava- řování [kg/h]	Doba hoření [s]	Napětí [V]
2,5 x x350	80-110	0,55	67	0.8	67	23
3,2 x 350	100-150	0,57	40	1.1	82	23
4,0 x 350	120-190	0,58	26.5	1.4	97	25

Svařovací proud: ~, = (+) napětí na prázdno min. 70V **Teplota přesoušení: 200°C/2h**