



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

ÚPRAVY STŘIŽNÝCH POSTUPOVÝCH NÁSTROJŮ

ADJUSTMENTS SHEARING PROCEDURE TOOLS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jiří Dziuban

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2016

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Student:	Bc. Jiří Dziuban
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Strojírenská technologie a průmyslový management
Vedoucí práce:	Ing. Milan Kalivoda
Akademický rok:	2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Úpravy střižných postupových nástrojů

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Úvod.
2. Vliv použitých technologií obrábění na trvanlivost namáhaných součástí.
3. Rozbor materiálů pro výrobu součástí.
4. Vlivy chybné funkce střižného nástroje na kvalitu výrobku.
5. Prováděná nápravná opatření k odstranění chybných funkcí střižných nástrojů.
6. Technicko-ekonomické posouzení stavu před a po úpravě střižných nástrojů.
7. Diskuze.
- 8 Závěr.

Cíle diplomové práce:

Sériová výroba využívající střižné postupové nástroje vyžaduje jejich průběžné opravy, úpravy a zdokonalování. Na podkladě chybných nebo havarijních situací probíhá souběžně jejich vývoj. Problematika je doplněna o možnost zařazení moderních vícepolohových strojů.

Seznam literatury:

- Dvořák, M., Gajdoš, F. a Novotný, K. (2013): Technologie tváření, plošné a objemové tváření. CERM, s. r. o., Brno.
- Zemčík, O. (2003): Nástroje a přípravky pro obrábění. CERM, s. r. o., Brno.
- Píška, M. et al. (2009): Speciální technologie obrábění. CERM, s. r. o., Brno.
- Perníkář, J. a Tykal, M. (2006): Strojírenská metrologie II. CERM, s. r. o., Brno.
- Karpíšek, Z. (2007): Matematika IV: Statistika a pravděpodobnost. CERM, s. r. o., Olomučany.

Kolektiv autorů. (1997): Příručka obrábění, kniha pro praktiky. Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., Praha.

Imai, M. (2004): Kaizen. Computer Press, a. s., Brno.

Leinveber, J. a Vávra, P. (2006): Strojnické tabulky. ALBRA, Úvaly.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá stanovením a odstraněním příčin kvalitativních problémů při výrobě konektorů a drobných elektronických součástek pro automobilový průmysl. Zhotovení těchto komponentů se provádí tvářením ve střížných postupových nástrojích na rychloběžných i pomaloběžných lisech. Jsou zde popsána různá konstrukční řešení, úpravy střížníků, střížnic, ohybníků a lisovacích součástí. K těmto neplánovaným zásahům dochází v průběhu zavádění střížných postupových nástrojů do výroby, při kterém se řeší veškeré požadavky zákazníků na kvalitu konečných výrobků. Jsou zde uvedeny vlivy materiálů, povrchové úpravy a technologie výroby jednotlivých součástí na jejich funkčnost, trvanlivost a ekonomické dopady. Veškeré uvedené konstrukční či technologické změny při výrobě střížných postupových nástrojů jsou vyzorované z dlouholetých praktických zkušeností a většinu z nich lze úspěšně aplikovat i u jiných, typově podobných nástrojů.

Klíčová slova

Technologie výroby, tvářením, stříhání, úprava, konektory, kvalita, konstrukční řešení, střížný postupový nástroj.

ABSTRACT

This thesis explains how to determine and eliminate the causes of quality problems in the production of connectors and small electronic components for the automotive industry. The process of making these components is carried out by use of both high speed and low speed metal stamping presses. There are descriptions of the different designs of editing punches, stamping dies, trimming and molding tools and how unplanned issues can occur during the production process. It addresses all the customer requirements for quality end products, listing the type of material, finishes and technology used for the production of individual components as well as their functionality, durability, and economic impacts. All examples of changes in the design or technology of metal stamping presses are based on many years of practical experience and most of them can be successfully applied in other similar type of instrument production.

Key words

Production technology, forming, cutting, finishing, connectors, quality, design solutions, stamping dies.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DZIUBAN, J. *Úpravy střížných postupových nástrojů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 55 s. 24 příloh. Vedoucí diplomové práce Ing. Milan Kalivoda.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **ÚPRAVY STŘIŽNÝCH POSTUPOVÝCH NÁSTROJŮ** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum: 27. 5. 2016

Bc. JIŘÍ DZIUBAN

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto panu Ing. Milanu Kalivodovi za cenné připomínky, rady a věnovaný čas při vypracování diplomové práce.

Děkuji také firmě Beutlhauser Stanztec GmbH, zejména vedoucím firmy panu Robertu Wernsdorferovi a Martinu Lehmannovi, za možnost získání užitečných podkladů k diplomové práci.

Obsah

ABSTRAKT	4
ABSTRACT.....	4
PROHLÁŠENÍ.....	6
PODĚKOVÁNÍ	7
ÚVOD.....	10
1 Vliv použitých technologií obrábění na trvanlivost namáhaných součástí.....	11
1.1 Základní vztahy používané při konstrukci střížných nástrojů	11
1.2 Používané technologie obrábění při výrobě střížných nástrojů	13
1.3 Řezání (dělení a příprava materiálu).....	13
1.4 Soustružení.....	14
1.5 Konvenční a 3D frézování	14
1.6 Broušení	14
1.7 Elektroerozivní obrábění.....	16
1.8 Tepelné a chemicko-tepelné úpravy materiálů	17
1.9 Leštění, mikrotryskání, povlakování	17
2 ROZBOR MATERIÁLŮ PRO VÝROBU SOUČÁSTÍ	20
2.1 Konstrukční oceli	21
2.2 Nástrojové oceli	22
2.3 Slinuté karbidy.....	24
3 VLIVY CHYBNÉ FUNKCE STŘIŽNÉHO NÁSTROJE NA KVALITU VÝROBKU	25
3.1 Příčiny problémů střížných postupových nástrojů.....	25
3.2 Vliv typu konstrukce na kvalitu produkce	28
3.3 Systém údržby a oprav nástrojů.....	30
3.4 Vliv informačních a materiálových toků na kvalitu výroby	30
3.4.1 Počáteční stav řízení	31
3.4.2 Aktuální systém řízení materiálových toků	32
3.4.3 Navrhované řešení	32
3.4.4 Rentabilita navrhovaného řešení.....	34
4 PROVÁDĚNÁ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ K ODSTRANĚNÍ CHYBNÝCH FUNKCÍ STŘIŽNÝCH NÁSTROJŮ.....	36
4.1 Nástroj X01	36
4.2 Nástroj X02.....	42
4.3 Nástroj X03.....	44

5	TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSOUZENÍ STAVU PŘED A PO ÚPRAVĚ STŘIŽNÝCH NÁSTROJŮ.....	46
6	DISKUZE	48
	ZÁVĚR	50
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	51
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	52
	SEZNAM PŘÍLOH.....	54

ÚVOD

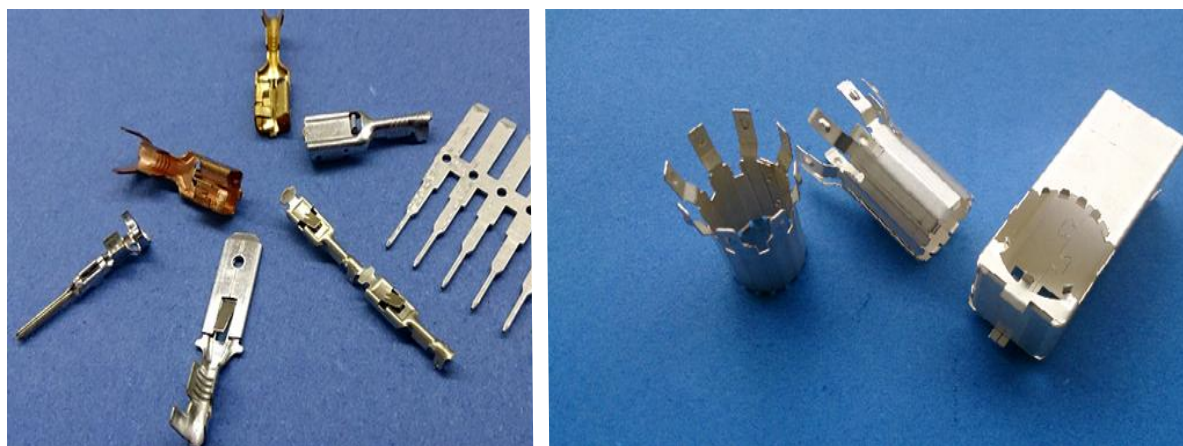
Ve vývoji automobilů, ale i ostatních produktů, které se staly samozřejmou součástí každodenního života, nastal v posledních letech veliký pokrok. Tento pokrok je patrný zejména z pohledu technické vybavenosti a různých funkcí, ke kterým jsou zapotřebí velice přesné a precizně zpracované elektronické součásti. Každý automobil, ale i například obyčejný kuchyňský spotřebič je dnes vybaven více či méně složitým počítačem s elektronickými obvody a množstvím kabeláže zapojené do funkčních celků pomocí konektorů.

K výrobě těchto konektorů se využívají zejména technologie stříhání, lisování, tváření a ta probíhá na střížných postupových nástrojích. Velice vhodným materiálem pro výrobu těchto konektorů jsou slitiny mědi a zinku popřípadě niklu a chromu, které mají vynikající elektrickou vodivost, korozivzdornost, lze je poměrně snadno tvářet a následně pokovovat. To se provádí pro zvýšení vodivosti a celkové trvanlivosti součástí zlatem, stříbrem apod. Zpracovávaný materiál je většinou pásovina tloušťky 0,15 až 1,00 mm dodávaná ve svitcích.

Střížné postupové nástroje používané k výrobě velice různorodých a často tvarově složitých konektorů (viz obr. 0.1) vyžadují preciznost a přesnost. To platí nejen pro zhotovování jednotlivých součástí nástrojů a jejich celků, ale i pro konstrukci a systémový sběr informací o konkrétních nedostatcích či problémech ve výrobním procesu.

Právě řešení různých kvalitativních i systémových nedostatků, které vznikly při zavádění výroby konektorů na střížných postupových nástrojích, je obsahem této diplomové práce. Na správnou funkci a vyhovující kvalitu hotových konektorů mají vliv především konstrukční řešení nástrojů, technologický postup výroby jejich jednotlivých součástí a použitý materiál.

Jako první se zde řeší právě vlivy technologií výroby na funkci částí nástrojů, jako jsou střížníky, střížnice, ohybníky apod. Následuje rozbor nejčastěji používaných materiálů pro tyto součásti a jejich vliv na kvalitu koncového produktu. Dále pak detailní pohled na problémy způsobené různými faktory a jejich technické i systémové řešení. Výsledkem jsou zavedené změny v nástrojích a technologické postupy, které zvýšily produktivitu i kvalitu produkce se současným snížením časové náročnosti při seřizování rozměrů výrobků a odstraňování jejich závad.



Obr. 0.1 Příklady tvarové různorodosti konektorů.

1 VLIV POUŽITÝCH TECHNOLOGIÍ OBRÁBĚNÍ NA TRVANLIVOST NAMÁHANÝCH SOUČÁSTÍ

Střížné postupové nástroje (viz Příloha 1) jsou konstruovány tak, aby bylo dosaženo ideálního poměru mezi cenou, výkonem a celkovou požadovanou trvanlivostí. Tyto parametry jsou závislé zejména na způsobu výroby a použitých materiálech pro jednotlivé funkční části nástrojů.

1.1 Základní vztahy používané při konstrukci střížných nástrojů

K tomu, aby byla správně zvolena konstrukce, materiál i rozmístění jednotlivých pracovních kroků ve střížném postupovém nástroji, které má zásadní vliv na trvanlivost namáhaných součástí a produktivitu koncové výroby, je nutné provést následující základní výpočty.

Na základě vztahu pro střížné napětí τ_s (viz vztah 1.1) a geometrických podmínek stříhu vyplývá vztah pro střížnou sílu $F_{stř}$ při děrování (viz vztah 1.2) [1].

Střížné napětí:

$$\tau_s = \sigma_1 = 0,77 \cdot R_m \quad (1.1)$$

Střížná síla:

$$F_{stř} = n \cdot L \cdot (S_0 - h_s) \cdot \tau_s = (1 \text{ až } 1,3) \cdot (S_0 - h_s) \cdot L \cdot 0,77 \cdot R_m \quad (1.2)$$

kde:	$F_{stř}$ [N]	-	střížná síla
	L [mm]	-	obvod střížníku
	S_0 [mm]	-	tloušťka materiálu
	h_s [mm]	-	hloubka vniknutí střížné hrany
	R_m [Mpa]	-	mez pevnosti v tahu
	n [-]	-	zvyšující koeficient ($n = 1 \sim 1,3$), vliv vnějších podmínek při stříhání (nerovnoměrnost tloušťky plechu, napjatosti, otupení střížných hran).

Celkovou střížnou sílu F_c při přesném vystřihování je nutné vypočítat součtem střížné, protlačovací a stírací síly (viz vztah 1.3) [2].

$$F_c = F_s + F_{st} + F_{pr} \quad (1.3)$$

kde:	F_c [N]	-	celková střížná síla
	F_s [N]	-	střížná síla
	F_{st} [N]	-	stírací síla
	F_{pr} [N]	-	protlačovací síla

Obecný vztah pro určení střižné síly F_s při stříhání paralelními noži (viz vztah 1.4) [2].

$$F_s = c_3 \cdot S \cdot \tau_s \quad (1.4)$$

kde: c_3 [-] - součinitel otupení břitu (1,1 – 1,3)
 S [mm²] - plocha stříhu
 τ_s [MPa] - mez pevnosti ve stříhu (80 – 85% R_m)

Stírací síla F_{st} (1.5) [2].

$$F_{st} = c_1 \cdot F_s \quad (1.5)$$

kde: c_1 [-] - součinitel stírání

Protlačovací síla F_{pr} se vypočítá ze vztahu 1.6 [2].

$$F_{pr} = c_2 \cdot F_s \quad (1.6)$$

kde: c_2 [-] - součinitel protlačování

Tab. 1.1 Hodnoty součinitelů c_1 a c_2 [2].

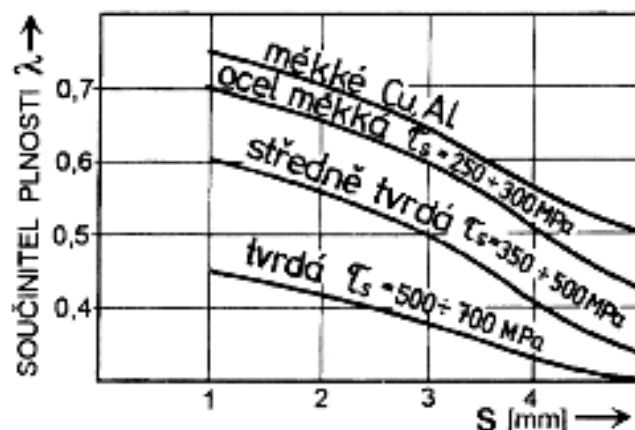
Materiál	Tloušťka mat.	c_1	c_2
Ocel	do 1 mm	0,02 – 0,12	0,005 – 0,08
	1 – 5 mm	0,06 – 0,16	
	nad 5 mm	0,08 – 0,20	
Mosaz	-	0,06 – 0,07	0,04
Slitiny Al	-	0,09	0,03 – 0,04

Pro volbu optimálního výkonu lisu, do kterého se nástroj upíná, je nutné vypočítat střižnou práci. Tu získáme ze vztahu (1.7) [1].

$$A = \lambda \cdot F_{s \max} \cdot S \quad (1.7)$$

kde: A [J] - střižná práce
 λ [-] - součinitel plnosti
 S [mm] - tloušťka materiálu
 $F_{s \max}$ [N] - maximální střižná síla

Hodnoty součinitele plnosti λ v závislosti na tloušťce stříhaného materiálu nalezneme v grafu na obr. 1.1.



Obr. 1.1 Graf součinitele plnosti λ v závislosti na tloušťce materiálu [1].

1.2 Používané technologie obrábění při výrobě střížných nástrojů

V nástrojárnách se nejčastěji používají následující technologie obrábění. Tyto technologie a sled jednotlivých operací mají přímý vliv buď na výslednou cenu a funkčnost, nebo na trvanlivost vyrobených součástí:

- řezání (příprava materiálu),
- soustružení,
- konvenční frézování (2D bez CNC řízení),
- 3D frézování,
- broušení rovinné,
- broušení do kulata,
- profilové broušení (PeTeWe),
- elektrojiskrové řezání,
- elektrojiskrové hloubení.

Výrobní postup a pořadí jednotlivých technologických operací se volí především v závislosti na obráběném materiálu, nebo času, za který se obráběná součást musí vyrobit.

1.3 Řezání (dělení a příprava materiálu)

Příprava polotovarů pro výrobu jednotlivých součástí nástrojů se provádí na různých dělicích strojích. V nástrojárnách se nejčastěji k tomuto účelu používají pásové pily (viz Příloha 2).

Materiál se ihned po uskladnění označí podle chemického složení barvou. Tím se zabrání případné záměně a následnému znehodnocení vyrobené součásti.

Dělení materiálu ovlivňuje pouze cenu, za kterou se součást vyrobí, a to zejména tím, jak přesně obsluha pily materiál nařeže. Čím větší bude přídavek na následné obrábění, tím větší je časová náročnost a množství odpadu.

Pásové pily jsou schopné dělit i velmi tvrdé materiály, které se následně brousí, a tam již každá desetina milimetru navíc znamená značné časové a tím i finanční ztráty.

1.4 Soustružení

Tento způsob obrábění se při výrobě střížných nástrojů využívá jen ve velmi malém měřítku. Stejně jako u dělení materiálů ovlivňuje soustružení hlavně časovou náročnost následné výroby, a to zvoleným přídavkem. Na trvanlivost vyrobených součástí má vliv pouze dodržení výkresových tolerancí. Jako příklad lze uvést správný tvar, nebo rozměr zápichů a rádiusů, které mají vliv na lomovou charakteristiku v přechodech mezi jednotlivými průměry.

1.5 Konvenční a 3D frézování

Klasické, neboli konvenční frézování se využívá zejména pro výrobu základních součástí střížných postupových nástrojů, jako jsou základové a kotevní desky, nebo jejich polotovarů.

Mnohem častěji se v nástrojárnách používá CNC frézek, a to zejména kvůli propojení se systémy CAD/CAM (viz Příloha 3). Tyto řídicí systémy umožňují 3D frézování komplikovaných tvarových součástí s dosažením vysokých rozměrových i tvarových přesností. Při využívání nejmodernějších obráběcích nástrojů lze frézovat i velmi tvrdé materiály a díky tomu nahrazuje frézování některé finančně náročnější technologie jako broušení či elektroerozivního hloubení.

Součásti nástrojů jako jsou ohybníky, ohýbací vložky a jiné části se zvýšeným dynamickým namáháním vyžadují dobrou kvalitu povrchu a malé narušení struktury materiálu. Proto je v některých případech vhodnější použití frézování místo například elektroerozivního obrábění.

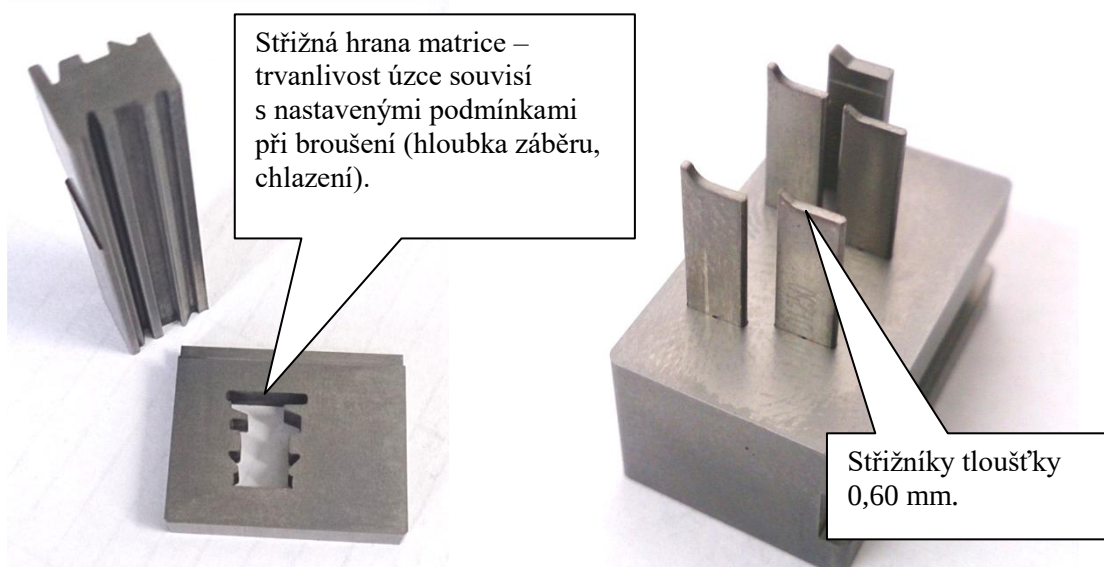
Příklad z praxe: Pokud má ohybník ztenčenou stěnu, která má rozměr v řádech desetin milimetru a je dynamicky namáhána, je trvanlivost frézované součásti několikanásobně vyšší než u téže součásti vyrobené elektroerozivním hloubením či řezáním. Nižší odolnost vůči opotřebení a náchylnost na trhliny u ztenčených stěn je způsobena tepelným narušením struktury a elektrochemickou korozí materiálu při elektroerozivním obrábění.

1.6 Broušení

Téměř každá součást střížných nástrojů je vzhledem k požadavkům na celkovou přesnost dokončována broušením. Trvanlivost takto obroběných součástí závisí zejména na správně zvolených podmínkách při obrábění. Materiál je při broušení tepelně namáhán, a proto se musí dbát na dostatečné chlazení a správně zvolenou hloubku záběru.

Pokud se brousí matrice (střížnice) a střížníky (viz obr. 1.2), je nutné zvolit hloubku záběru a chlazení tak, aby nedošlo vlivem tepla k poškození střížných hran. U jemných stříhů ze slinutých karbidů, kde je tloušťka stěny mnohdy v řádu desetin milimetru, se musí nastavit hloubka záběru do 0,002 mm a při dokončení nechat určitý čas brousit bez záběru. Takto zvolené podmínky zajišťují dobrý povrch součásti a funkční části bez tepelně narušených hran.

Takto zvolené podmínky zajistí i několikanásobné prodloužení trvanlivosti do opětovného otupení stříhů.



Obr. 1.2 Broušené plochy střížnic a střížníků.

Řezné podmínky a nastavení stroje při broušení mají značný vliv zejména na trvanlivost součástí ze slinutého karbidu. Při chlazení je nutné dbát na to, aby chladicí emulze byla přiváděna přímo do místa styku brousicího kotouče s obráběnou plochou. V opačném případě je vznikající teplo odváděno z velké části do obrobku, dochází k degradaci materiálu a tím i ke značnému snížení trvanlivosti obráběné součásti (viz Příloha 4) [3].

K přesnému obrábění složitějších tvarů se používá profilové broušení tzv. PeTeWe (viz Příloha 5). U tohoto způsobu broušení se obráběný profil promítá pomocí projektoru na displej. Na něm je umístěna projekce, což je transparentní výkres v určitém měřítku s požadovaným tvarem nejčastěji vygenerovaný z CAD softwaru. Takto se brousí velmi přesné tvarové střížníky malých rozměrů zejména ze slinutého karbidu. Profilovým broušením se někdy nahrazuje elektroerozivní řezání tenkých střížných součástí, a to vzhledem k výrazně delší trvanlivosti broušeného tvaru. Ta je způsobena jiným konstrukčním řešením součásti z hlediska pevnosti (viz obr. 1.3) i elektrochemickým působením na materiál obrobku při elektroerozivním řezání.



Obr. 1.3 Konstrukční řešení střížníku s upínací stopkou.

1.7 Elektroerozivní obrábění

Nepostradatelnou technologií a současně jednou z nejpoužívanějších při výrobě střížných nástrojů je elektroerozivní obrábění z anglického Electric Discharge Machining. Tímto způsobem lze vyrábět téměř jakékoli tvarové součásti z velice tvrdých materiálů, které by jiným způsobem nebylo možné vyrobit.

Tato nekonvenční metoda se rozděluje na dva základní způsoby obrábění, a to na elektroerozivní hloubení (EDM - Electric Discharge Machining) a elektroerozivní drátové řezání (WEDM – Wire Electric Discharge Machining).

Elektroerozivní hloubení se používá pro výrobu střížných nástrojů jen zřídka, a to zejména pro obrábění slepých otvorů nebo různých tvarových součástí ze slinutých karbidů. Tyto výrobky nesmí být vzhledem k požadované trvanlivosti namáhány příliš na tah a ohyb. Pokud je obráběná součást takto namáhána, nahrazuje se tvrdokov kaleným materiálem a místo hloubení se frézuje. Tento způsob elektroerozivního obrábění nachází nezastupitelnou roli zejména při výrobě forem pro vstřikování plastů, kde se využívá možnosti vyrobit téměř jakýkoli tvar do slepých otvorů. Díky tomu se stanice ve vstřikovací formě neskládají z tolika jednotlivých vložek a je tím zamezeno takzvaným přestřikům na plastových výliscích.

Elektroerozivní drátové řezání je nejčastěji používaná nekonvenční metoda pro výrobu střížných postupových nástrojů. Vzhledem k většinou kusové výrobě nástrojů se téměř všechny funkční namáhané části nástrojů, jako jsou střížníky, střížnice (matrice), ohybníky a ohýbací vložky řezou z předem nachystaných bloků buď jako polotovary, nebo hotové výrobky (viz Příloha 6).

Trvanlivost vyrobených součástí touto nekonvenční metodou je ovlivněna technologickými podmínkami při obrábění. Při elektroerozivním řezání tvrdokovu je materiál v místě řezu chemicky namáhán stykem s dielektrikem a tepelně namáhán, vzhledem k způsobu odběru materiálu - vyjiskřováním. Tím dochází k uvolňování pojícího kovu (kobalt) a následné elektroerozivní důlkové korozi (viz Příloha 7) [3].

Ke zmírnění těchto negativních jevů majících vliv na trvanlivost a výsledné vlastnosti obrobenej součásti se musí dodržovat doporučené postupy, které jsou dané výrobcí materiálů (viz Příloha 8) [3].

- Tepelně ovlivněné plochy v místě odběru materiálu se musí řezat na několik záběrů a to dle požadavků na povrch a funkčnost součásti (hrubování, dokončování).
- Vyrobené díly po obrábění odmagnetizovat.
- Pokud se reže více dílů z jednoho bloku, musí se použít u všech nejprve hrubý řez a následně řez na čisto. Díly nechat ponořené v dielektriku tak dlouho, než budou všechny hotové.
- Hotové obrobky pečlivě očistit vodou a nechat vysušit v troubě po dobu 1 hodiny při 100 °C.
- Dodržovat včasné výměny dielektrik a filtrů znečištěných kobaltem. U dielektrika pravidelně kontrolovat hodnoty pH, činné vodivosti, tvrdosti a obsahu chloridů.
- Čelní plochy např. u střížníků a matic by se měly brousit a to nejméně o 0,30 mm.

- Vyhýbat se při popisování dílů ze slinutých karbidů látkám obsahujícím rozpouštědla, která reagují s kobaltovým pojivem (lihové fixy, zvýrazňovače apod.).

V poslední době lze standardní druhy slinutých karbidů pro výrobu střížných postupových nástrojů nahradit takzvanými korozivzdornými slinutými karbidy, které byly vyvinuty a úspěšně testovány firmou CERATIZIT. Tyto patentované materiály nesou označení CF (z anglického corrosion free) a až stonásobné snížení náchylnosti ke korozi bylo dosaženo dodáním různých prvků, jako například měď, nebo paládium. Tyto materiály vyžadují zvýšenou kontrolu výše uvedené kvality dielektrika [4].

1.8 Tepelné a chemicko-tepelné úpravy materiálů

Pokud se vyrábí jednotlivé díly nástrojů tradičním způsobem, tj. příprava polotovaru z měkkého materiálu, je nutné z hlediska požadavků na trvanlivost součásti provést po základním obrábění tepelnou úpravu obrobku. Hlavní požadované mechanické vlastnosti u součástí pro střížné postupové nástroje jsou tvrdost a vnitřní houževnatost, které lze dosáhnout tepelnou úpravou materiálu kalením a žíháním [5].

- Kalení – ohřev na kritickou teplotu, který je závislý na obsahu uhlíku v materiálu, krátké setrvání na této teplotě a prudké ochlazení na vzduchu, ve vodě či v olejové lázni. Výsledná tvrdost je závislá na rychlosti ochlazení.
- Žíhání – rovnoměrné, pomalé ohřátí na určitou teplotu, výdrž na této teplotě a následné pomalé chladnutí v peci. Teplota ohřátí závisí na tom, jestli se jedná o žíhání s překrystalizací (normalizační), nebo bez překrystalizace (žádné fázové změny). Slouží k odstranění vnitřního pnutí materiálu.

Jako často používané chemicko-tepelné zpracování pro zvýšení trvanlivosti lze uvést cementování, nitridování a karbonitridování. Těchto procesů se využívá u ocelí s vysokou houževnatostí s poměrně nízkým obsahem uhlíku [5].

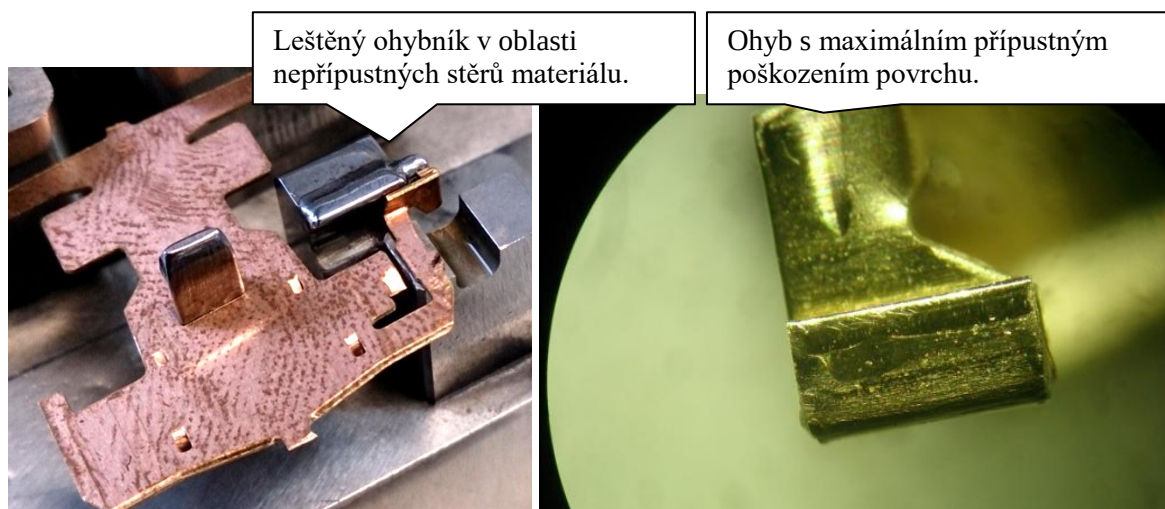
- Cementování – povrch oceli v tuhém stavu sycený uhlíkem (C) pro zvýšení tvrdosti povrchu a zachování houževnatého jádra (oceli - C do 0,25 %).
- Nitridování – sycení povrchu součásti dusíkem pro zvýšení meze pevnosti v tahu (R_m). Dále dochází ke zvýšení korozivzdornosti, meze únavy a tvrdosti.
- Nitrocementace – sycení povrchu dusíkem (N) a uhlíkem (C) pro zvýšení tvrdosti povrchu a zachování houževnatého jádra (oceli – C od 0,3 do 0,4 %).
- Karbonitridace – zvýšení obsahu dusíku (N) v povrchové vrstvě železných kovů s přidáním menšího množství uhlíku (C). Získá se odolná vrstva proti opotřebení s estetickou černě zbarvenou plochou.

1.9 Leštění, mikrotryskání, povlakování

Funkční části střížných postupových nástrojů se velmi často povrchově upravují. A to nejen kvůli prodloužení jejich trvanlivosti, ale zejména kvůli kvalitě vyráběných konektorů. Jelikož je materiál pro výrobu konektorů většinou pokovovaný, lze jeho povrch

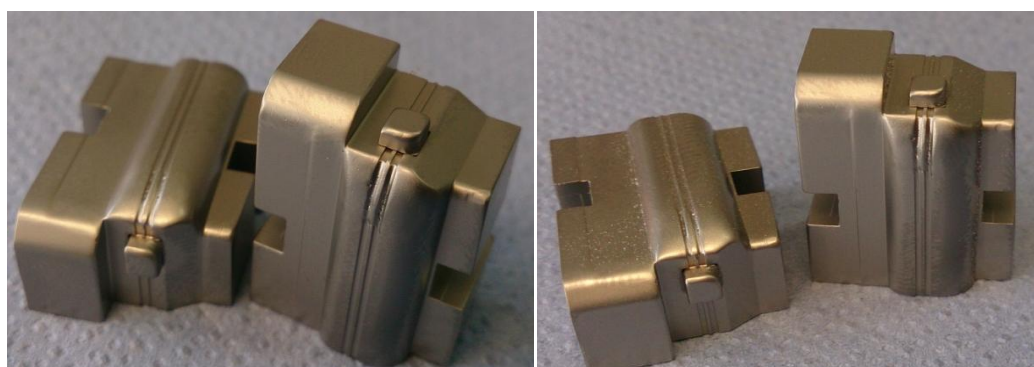
velmi snadno stříháním a následným ohýbáním poškodit (viz obr. 1.4). Vznikající stěry ochranného povrchu, nebo třísky materiálu jsou z hlediska funkčnosti a kvality konečného produktu nepřijatelné. Konektory do automobilů zajišťují veškeré bezpečnostní funkce a v případě zkratování může mít zdánlivý malý nedostatek na konektoru fatální následky. Z těchto důvodů se věnuje úpravě povrchů funkčních částí velká pozornost.

- Leštění – broušené ohybníky a podobné součásti působící na povrch materiálu se nejprve obrousí jemnozrnným brusným papírem na kov a následně se leští filcovými tělisky. Tato filcová těliska jsou upnuta do vysokorychlostní přímé stopkové brusky a jako lešticí prostředek se používá diamantová pasta různé zrnitosti.



Obr. 1.4 Leštěný ohybník v místě velkého tření s materiálem.

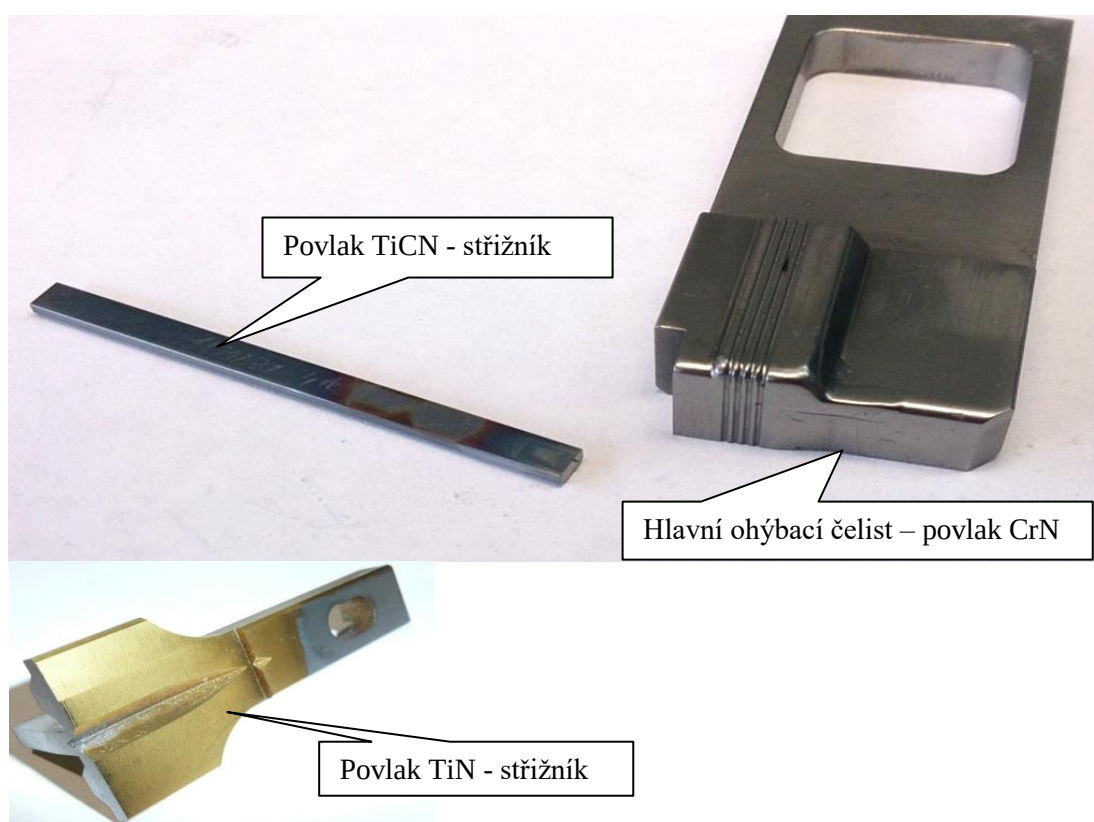
- Mikrotryskání – tato metoda podobná pískování se díky vývoji granulátů do otryskavacích zařízení používá nejen k čištění povrchů po elektrojiskrovém obrábění, ale lze s ní též upravovat kvalitu a tím i vlastnosti povrchu součástí, ukázka mikrotryskacích strojů je v Příloze 9. V některých případech lze nahradit i leštění a to tam, kde příliš hladký leštěný povrch součásti stírá cínovou povrchovou vrstvu tvářeného materiálu (viz obr. 1.5).



Obr. 1.5 Povrch hlavních ohýbacích čelistí upravený mikrotryskáním.

- Povlakování – tato povrchová úprava součástí nástrojů se používá především tam, kde vzniká velké tření mezi tvářeným materiálem a nástrojem. Povlakují se střížníky, ohybníky, stykové plochy různých pohybových mechanismů atd. Jedná se o nejlepší ochranu součástí proti opotřebení a vzhledem k propracovaným povlakům i proti výše zmíněným kvalitativním problémům s konektory. Před nanesením povlaků se musí součásti důkladně očistit, a pokud má být dosaženo snížení tření u tváření, tak i leštit. Nejčastěji používané povlaky pro střížné postupové nástroje jsou:
 - TiN – titan nitrid (povlak žluté barvy pro univerzální použití),
 - TiCN – titan karbon nitrid (barva modrošedá, tvrdší než TiN, vyšší odolnost proti opotřebení, ale nižší pracovní teplota),
 - TiAlN – titan hliník nitrid (hnědofialová barva, odolnost jako TiCN, ale lepší teplotní stabilita),
 - CrN – chrom nitrid (stříbrošedá barva, malá tvrdost, vhodný pro slitiny CuZn, CuSn),
 - DLC – vícevrstvé karbonové povlaky (Diamond Like Carbon – diamantu podobný karbonový povlak).

Na obrázku 1.6 jsou střížníky opatřené proti opotřebení povlakem TiCN, TiN a hlavní ohýbací čelist s povlakem CrN.

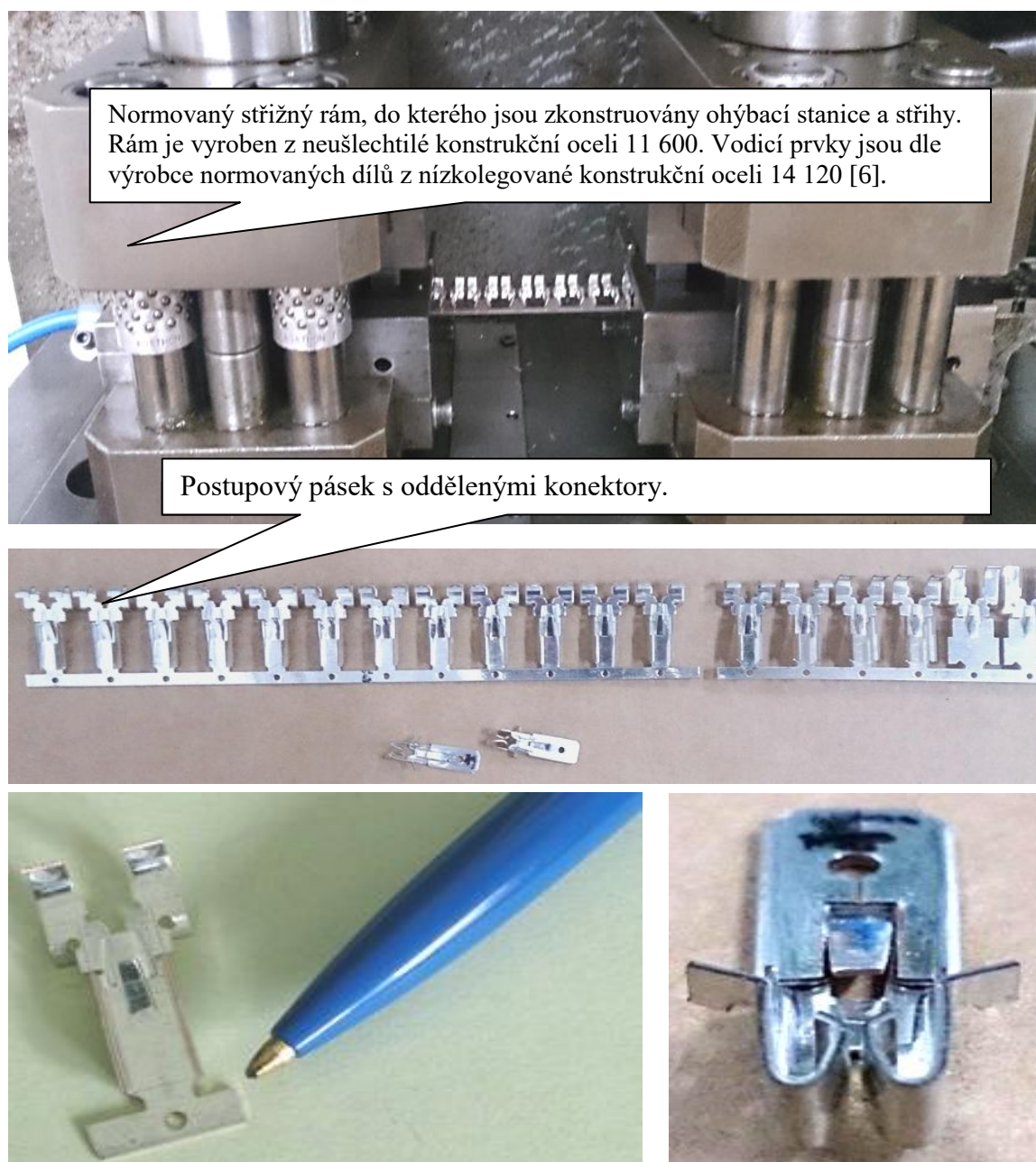


Obr. 1.6 Namáhané součásti nástrojů opatřené povlakem TiN, TiCN a CrN.

2 ROZBOR MATERIÁLŮ PRO VÝROBU SOUČÁSTÍ

Z hlediska funkce, výkonnosti, spolehlivosti i celkové životnosti střížného postupového nástroje je velice důležitá vhodná volba materiálu, ze kterého jsou jednotlivé části vyrobeny. Materiál pro jednotlivé součásti se volí dle aktuálních požadavků budoucí produkce koncového výrobku.

Jestliže je požadavek od zákazníka na malou roční produkci konektorů, volí se přiměřená cenová náročnost konstrukce nástroje a tím i zvolený materiál jednotlivých částí. Jsou to nejruznější stříhadla sestavená z normovaných dílů, která však při pozdější potřebě navýšení produkce způsobují nemalé problémy s nutností nákladných úprav (viz obr. 2.1).



Obr. 2.1 Jednoduchý střížný postupový nástroj vyrábějící konektory z předstříhaného materiálu.

2.1 Konstrukční oceli

Základní, méně namáhané součásti nástrojů, u kterých je kladen důraz na mechanické vlastnosti materiálu se vyrábí z konstrukčních ocelí. Jejich rozdělení dle označení a doporučeného použití je uvedeno v tabulce 2.1 [2].

Tab. 2.1 Konstrukční oceli a jejich rozdělení dle doporučeného použití při výrobě nástrojů [2].

Typ	Tvrdost [HRC]	Označení dle ČSN	Použití
Neušlechtilé		11 107, 11 110	Drobné součásti nástrojů.
		11 340, 11 370	Méně namáhané součástky, příločky apod.
		11 373, 11 353, 11 375, 11 423, 11 523	Svařování konstrukčních dílů.
		11 500, 11 600	Kliky, krycí (vodící) a upínací desky, pera a základové desky.
Zušlechťovatelné	50 - 58	12 060, 12 061	Stěrače, upínací hlavice a stopky, upínací opěrné vložky a dorazy nástrojů.
	43 - 48	12 040, 12 090, 13 180, 14 180	Listové, talířové a šroubové pružiny.
	45 - 46	14 260, 15 260	Velmi namáhané pružinové součásti.
Cementační	60 - 62	12 010, 12 020	Vodící prvky nástrojů, pouzdra.
	61 - 63	14 120, 14 220	Hlavní vodící prvky, sloupky, vodící pouzdra a součásti s velmi tvrdou cementační vrstvou.

Nejdůležitější základní součásti ovlivňující celkovou životnost střížných nástrojů vyráběné z konstrukčních ocelí jsou uvedené níže.

- Základové desky – někdy se z důvodu hmotnosti, nebo konstrukčního řešení rámu a vložených pracovních modulů nahrazuje ocel slitinami hliníku např. EN AW 7020 [7]. Při špatně zvoleném materiálu může základová deska vzhledem k velkým vibracím a cyklickému namáhání prasknout. Při návrhu konstrukce hlavního rámu nástroje je nutné dbát na správnou tloušťku základových desek (viz Příloha 10).
- Normované vodící prvky – vodící kolky, hlavní vodící pouzdra, dorazy, vodící hledáková i střížná pouzdra. Všechny tyto součásti jsou vyráběné jako normované díly. Jejich volba závisí na konstrukci každého nástroje a přesné materiálové specifikace jsou uvedeny v katalogích jednotlivých výrobců a dodavatelů. Životnost těchto součástí je dána funkcí a velikostí produkce jednotlivých nástrojů.

Příklad z praxe: U vyměnitelných střížných modulů se provádí neustálá evidence oprav vzhledem k provedeným zdvihům. Ze záznamů vyplynulo, že po provedení 100 miliónů zdvihů se neúměrně zkracoval interval mezi jednotlivým broušením a mnohem častěji se poškozovaly stříhy. Po výměně vodících prvků se interval vrátil k normálu tj. cca 3 milióny zdvihů od nabroušení do otupení. Takto se stanovil interval výměn po najetí každých 90 až 100 miliónů zdvihů.

- Dorazy – tyto součásti se opět dodávají jako normované díly, které se při montáži brousí na stavební výšku nástroje. Dodržení této výšky je z funkčního hlediska nezbytné a je nutné dodržet toleranci $\pm 0,005$ mm. Při špatně provozovaném nástroji (nedodržení správné lisovací síly na stroji viz Příloha 11) se tyto dorazy vymačkají a funkce nástroje je poškozena [8]. To se projevuje náhodnými deformacemi vyráběných konektorů, nebo kolísáním jejich rozměrů. Opotřebované dorazy se musí po určité době vyměnit, nebo přebrousit. Po přebroušení je nutné opět obnovit výšku dorazů na výkresový rozměr podložením, nebo navařením materiálu (TIG, laser - viz Příloha 12).

2.2 Nástrojové oceli

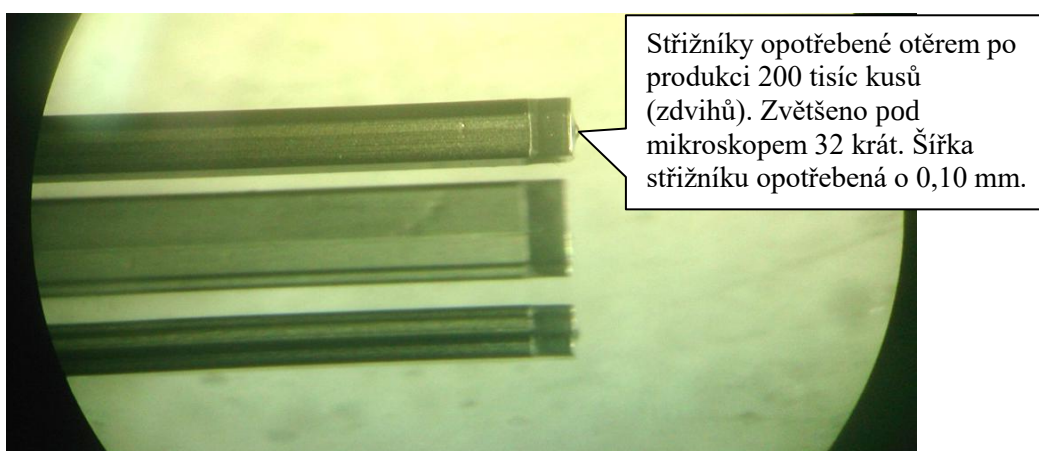
Z těchto uhlíkových, středně a vysoce legovaných ocelí třídy 19 se vyrábí většina funkčních částí střížných nástrojů, jako jsou kotvici a opěrné desky, střížníky, střížnice, ohybníky, tvarové razníky atd. Rozdělení nástrojových ocelí dle označení a doporučeného použití je v tabulce 2.2 [2].

Tab. 2.2 Rozdělení nástrojových ocelí dle použití při výrobě střížných nástrojů [2].

Typ	Označení dle ČSN	Použití
Ledeburitické a subledeburitické	19 436, 19 437, 19 438, 19 571, 19 572, 19 581	Střížné nástroje s dobrými střížnými podmínkami a malými požadavky na houževnatost.
Nízkolegované	19 312, 19 422, 19 713	Vhodné pro výrobu střížníků vzhledem k velké rozměrové stálosti.
Pro velké tlaky	19 614, 19 655, 19 662	Pro stříhání při velkých silách a citlivosti na vylamování břitů.
Odolné proti rázu	19 356, 19 421	Všude, kde je třeba odolávat velkým rázům a při stříhání tvrdých materiálů.
Uhlíkové oceli	19 132, 19 152, 19 191, 19 192, 19 221, 19 222	Pro málo namáhané střížné nástroje
Odolné proti rázu a ohybu	19 452, 19 732, 19 733, 19 740	Střížné nástroje vystavené rázům, namáhání v tlaku a ohybu.

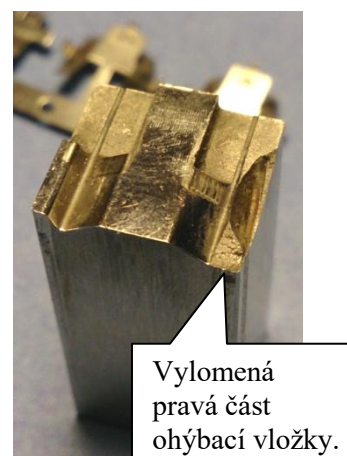
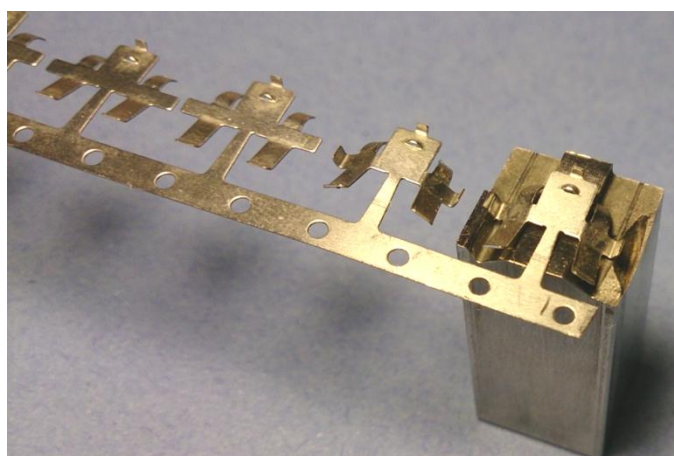
Na volbě vhodného typu materiálu pro určitý díl závisí nejen výsledná funkce jednotlivé součásti, ale i následná funkce celého střížného nástroje. Jednotlivé typy ocelí se musí vhodně kombinovat, a to vždy vzhledem k funkci jednotlivých tvarovacích nebo stříhacích stanic v nástroji.

- Střížníky a střížnice – zvolená nástrojová ocel musí odpovídat tloušťce i složení stříhaného materiálu. Materiál používaný pro výrobu konektorů je většinou slitina mědi a zinku (CuZn), nebo mědi a cínu (CuSn) s různými povlaky (cín, zlato, stříbro). Například pokud se stříhá konektor ze slitiny mědi a cínu (CuSn), je stříh velice namáhán na otěr (viz obr. 2.2), a proto se musí zvolit otěruvzdorný materiál či povlak střížníku.



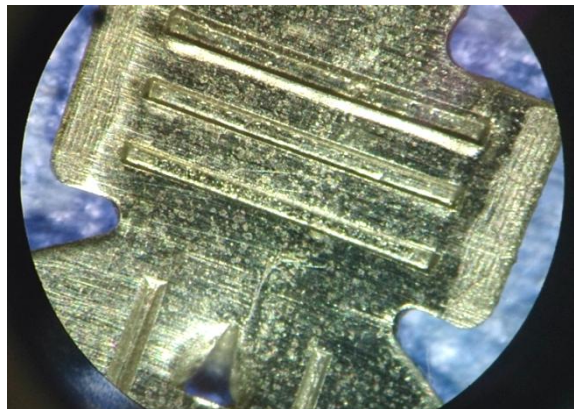
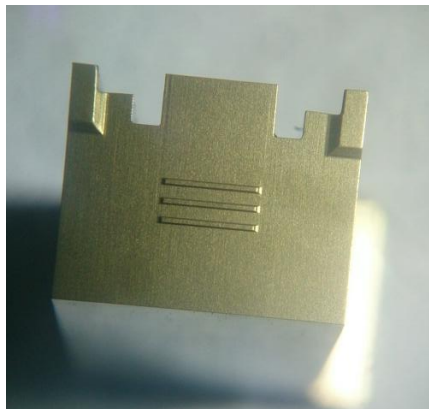
Obr. 2.2 Střížníky namáhané na otěr.

- Ohybníky – u těchto součástí je nutné se zaměřit na tloušťku ohýbaného materiálu a způsobu, jakým se konektor tvaruje. Materiál ohybových součástí by měl mít dobrou odolnost vůči rázům a zároveň mít pevnost v ohybu. Příklad častého poškození vlivem malé pevnosti v ohybu vzhledem k funkci je na obr. 2.3.



Obr. 2.3 Poškození ohýbací vložky vlivem malé pevnosti v ohybu.

- Razníky – tyto součásti jsou z pravidla namáhané především na tlak a vytváří se jimi různé prolisy na konektorech (viz obr. 2.4). S tím se musí počítat při jejich konstrukci a volbě materiálu.

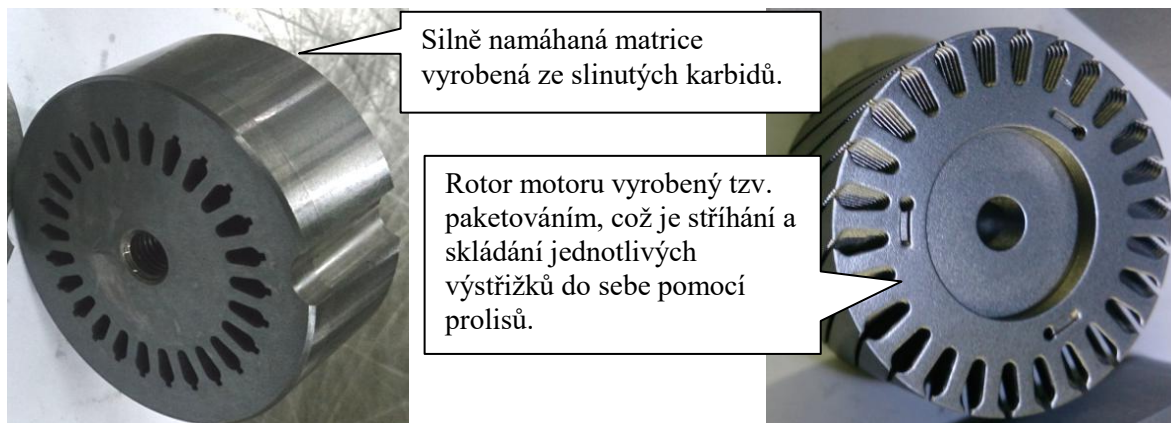


Obr. 2.4 Razník prolisu drážkování, které je nutné pro kvalitní spojení vodičů kabelu s konektorem.

2.3 Slinuté karbidy

Vzhledem k masivní produkci a požadavkům na trvanlivost nástrojů se nejvíce namáhané střížníky, střížnice i razníky často vyrábí ze slinutých karbidů. Tyto materiály jsou tvořeny z hlavní části karbidem wolframu (WC) a kobaltem (Co), který slouží jako pojivo. Dle použití a požadovaných vlastností je složení doplněno ještě o další karbidy titanu (Ti), tantalu (Ta), niobu (Nb), zirkonu (Zr) atd. Pro účely střížných postupových nástrojů je požadována velká pevnost, otěruvzdornost a to při zachování houževnatosti. Těmto požadavkům nejlépe odpovídají slinuté karbidy skupiny K.

Vzhledem k neustálému vývoji v oblasti materiálů jsou výrobci schopni dodávat slinuté karbidy, které přesně odpovídají jejich použití a splňují velmi vysoké nároky na trvanlivost vyrobených součástí (viz obr. 2.5). Jako příklad lze uvést výrobce CERATIZIT s jejich patentovanými slinutými karbidy s označením CF (corrosion free) viz výše kapitola 1.7 [4].



Obr. 2.5 Velmi namáhaná střížnice ze slinutého karbidu o průměru 55 mm a hotový výstřižek.

3 VLIVY CHYBNÉ FUNKCE STŘIŽNÉHO NÁSTROJE NA KVALITU VÝROBKU

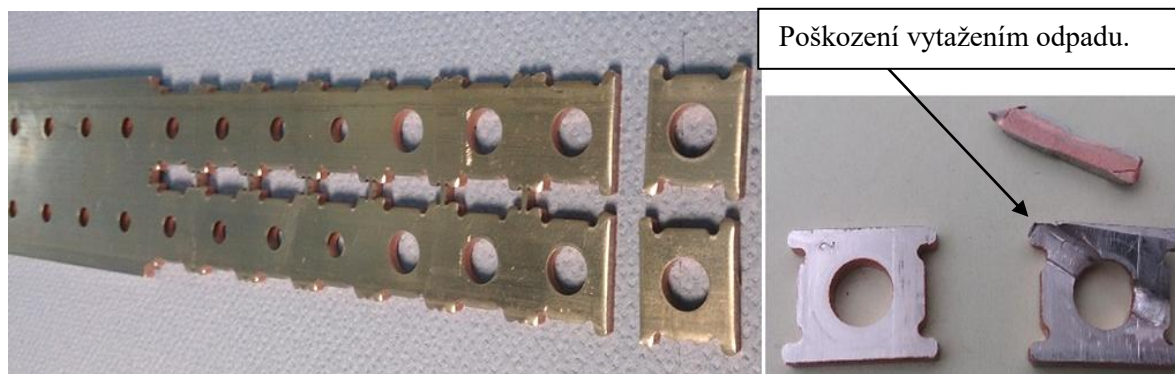
Kvalita výrobků produkovaných střížnými postupovými nástroji je vzhledem k funkci těchto produktů velice sledována. Konečným produktem jsou v tomto případě elektrické konektory a jemné elektronické součástky převážně dodávané pro automobilový průmysl. Jelikož se automobilová elektroinstalace skládá z mnoha jednotlivých elektro-obvodů komunikujících navzájem mezi sebou a fungující společně jako počítač, má i nepatrná změna v přenosu signálu vlivem chybného propojení konektorem podstatný vliv na výsledné funkce automobilu. Jednotlivé řízené oblasti se týkají ve větší, či menší míře bezpečnosti nejen posádky, ale i lidí mimo vozidlo (systém rozpoznání chodců, adaptivní tempomat, parkovací senzory, čidla pro měření složení výfukových plynů atd.). Z výše uvedených důvodů je nezbytně nutné vyrábět konektory s přesností v řádu 10^{-2} až 10^{-3} mm a vyhnout se jejich poškození, nebo skrytým vadám těchto součástí majících vliv na celkovou životnost a odolnost.

Nejčastější problémy se střížnými nástroji, které zásadně ovlivňují kvalitu a produkci vyráběných konektorů jsou následující:

- opady – odstřižený materiál nedrží ve střížnici,
- časté nadměrné opotřebení střížných hran, poškozování ohybníků,
- materiál neprochází nástrojem,
- náhodné deformace konektorů,
- nestálé rozměry,
- stírání ochranné povrchové vrstvy materiálu,
- třísky, otlaky na povrchu konektorů.

3.1 Příčiny problémů střížných postupových nástrojů

- Odpady – jedna z nejčastěji se vyskytujících příčin poškození konektorů při produkci je vytahování odstřížků (odpadů) do pracovního prostoru nástroje (viz obr. 3.1).



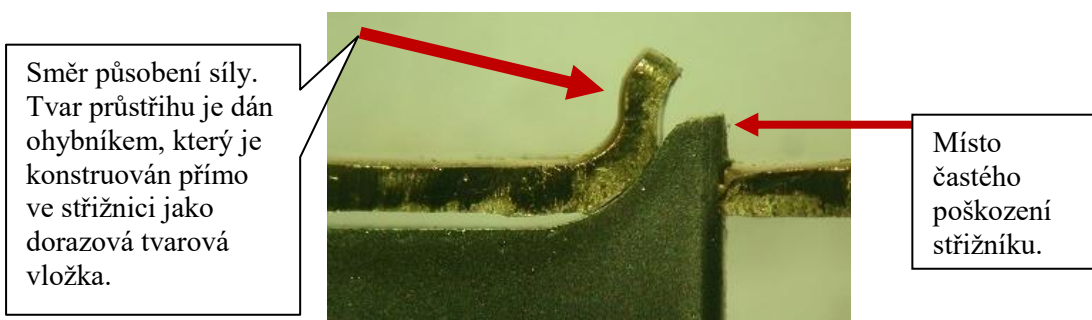
Obr. 3.1 Postupový pásek a poškozený produkt vytaženým odpadem ze střížnice.

U jednotlivě odstříhovaných součástí jako je na obrázku 3.1 je velice problematické odhalit toto poškození, a to vzhledem k tomu, že podobné výlisky se většinou nekontrolují kamerovým systémem a rychlost vyobrazené produkce je 700 kusů za minutu. Hotové kusy pak putují pásovým dopravníkem přímo do připraveného obalu.

Příčiny vytahování odpadů jsou většinou následující:

- velká střížná mezera,
 - velké množství mazacího oleje,
 - nedodržení minimální hloubky vniknutí střížníku do střížnice,
 - přílišné odbroušení střížnice (odstranění střížné fazety nebo protikužele),
 - špatná funkce odsávacího zařízení (malý podtlak).
- Časté poškození střížných hran – tento problém nastává buď chybnou konstrukcí nástroje, nebo nedodržením technologických postupů při údržbě a broušení nástrojů viz kapitola 1.6. U seřizování a upínání nástrojů je nutné dbát na stanovené a praxí ověřené postupy.
 - Při upínání do lisu se nástroj nejprve srovná tak, aby byl rovnoběžně s čelní hranou beranu lisu v toleranci 0,02 – 0,10 mm (dle velikosti střížného nástroje). Následně se sjede do stříhu (dolní úvrať), čímž se vodicími prvky srovnají obě poloviny nástroje (stříhy jsou ve správné vzájemné poloze) a teprve nyní je možno nástroj přitáhnout diagonálně úpinkami k beranu a spodnímu stolu lisu.
 - Pokud je nástroj tvořen střížnými moduly, je po vložení nutné vždy nejdříve utáhnout jednu část modulu a teprve po najetí do stříhu utáhnout zbytek.
 - Při údržbě a demontáži střížných modulů pečlivě kontrolovat vodicí prvky (kolky, pouzdra, ložiska). Dbát na čistotu a přesnou montáž střížných částí.

Na obrázku 3.2 je často poškozený střížník vlivem nevhodné konstrukce. Střížník o rozměrech 0,60 x 4,00 mm je již během stříhu velmi namáhán tlakem směrem do střížné hrany střížnice a tím vzniká časté otupení a tvorba otřepů na konektoru. Zpracováváný materiál je slitina mědi tloušťky 0,40 mm (viz Příloha 13).



Obr. 3.2 Střížník namáhaný tlakem směrem do pracovní hrany střížnice.

- Deformace konektorů, nestálé rozměry – tyto závady jsou většinou způsobené špatně provedenou údržbou nástrojů a nedodržením základních funkčních vlastností střížných postupových nástrojů daných jejich konstrukcí.

Zjištění příčin takových chyb je jednou z časově nejnáročnějších činností při seřizování a opravách střížných postupových nástrojů. To je způsobeno zejména četností dané deformace, nebo špatného rozměru, která nastane například jednou za 2000 kusů. Konektory na nosném pásku jsou navíjeny na papírové, nebo plastové cívky v několikatisícových dávkách a prochází přes kontrolní kamery, které při jakékoli odchylce od nastavených hodnot zastaví stroj. Výše uvedené střížné postupové nástroje pracují na rychloběžných lisech rychlostí od 100 do 1300 zdvihů za minutu, a pokud například každých 10 minut kamera zastaví stroj z důvodu deformace, je trvalá produkce nemožná.

Nejčastěji se objevující příčiny deformací konektorů a kolísání jejich rozměrů:

- chybné nastavení lisu (posuv, uvolňování materiálu, výška beranu, lisovací síla),
 - nastavení vedení materiálu v nástroji i před ním,
 - nedostatečné mazání zpracovávaného materiálu,
 - poškozená funkce vyhazovačů v ohýbacích stanicích (prasklé, přídřené, nečistoty na dosedacích plochách),
 - seřizování rozměrů na k tomu nevhodných stanicích v nástroji,
 - nedodržování základních předepsaných postupů pro seřizování rozměrů,
 - opotřebované razníky, které jsou důležité pro následné ohýbání a tvarování celého konektoru.
- Poškození povrchové vrstvy konektorů a narušení materiálu – konektory jsou vzhledem ke své funkci vyráběné buď přímo z materiálů opatřených povrchovou úpravou pokovováním drahými kovy, nebo se lisují ze základní slitiny a následně se jako polotovary, nebo již hotový produkt opatří ochranným povrchem. Vzhledem k poměrně častému optickému poškození konektorů, které je z velké části důvodem zákaznických reklamací, se na tuto kvalitativní část klade velký důraz.

Obzvláště nebezpečné jsou z hlediska dlouhodobého zachování funkčnosti trhliny v ohybech konektorů, nebo třísky a stěry materiálu na jejich funkčních částech (viz Příloha 14). Namontovaný konektor s narušeným materiálem v ohybu se vlivem vibrací, které při provozu automobilu vznikají, dále narušuje a v průběhu času se může úplně přerušit elektrický obvod, nebo dojít ke zkratu. To může způsobit poškození finančně velice náročných celků. K těmto defektům při výrobě konektorů dochází z důvodů:

- otupení střížných částí nástrojů,
- nevhodný druh mazacího oleje či jeho množství,
- špatný povrch ohýbacích částí,

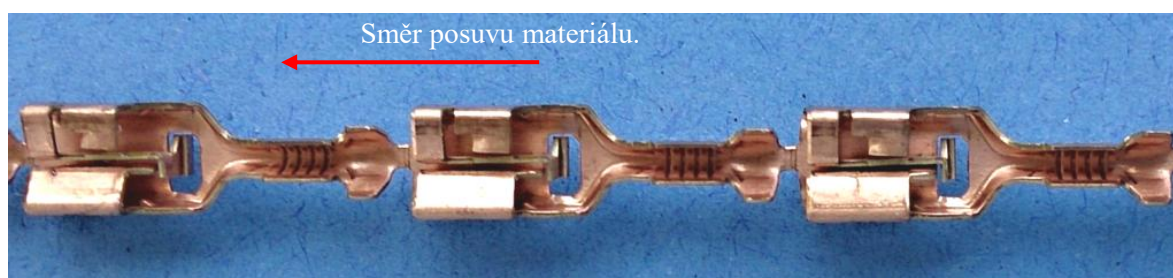
- zpracováváný materiál v krajní mezi tolerance požadovaných vlastností,
- nevhodné konstrukční řešení postupu tváření celého konektoru.

3.2 Vliv typu konstrukce na kvalitu produkce

Nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím kvalitu budoucí produkce u nového střižného nástroje je jeho konstrukce. Ta by měla být navrhována zejména z pohledu roční vytíženosti nástroje s co nejjednodušším řešením. Velmi často se nástroj konstruuje podle staršího již ověřeného vzoru s menšími úpravami. Tyto změny se aplikují podle toho, jaké byly, nebo jsou problémy s kvalitou vyráběných konektorů na původním nástroji, ale i dle aktuálních požadavků zákazníka na konečný výrobek.

Vzhledem ke konstrukci postupu jednotlivých tvářecích kroků v nástroji, a s tím spojenými problémy s kvalitou, lze rozdělit výrobu na 2 základní typy:

- konektory umístěné podélně na nosném pásku spojené v řadě za sebou jako na obrázku 3.3,



Obr. 3.3 Konektory umístěné podélně ve směru pohybu nosného pásku.

- konektory na nosném pásku umístěné kolmo ke směru posuvu materiálu nástrojem (viz obr. 3.4).

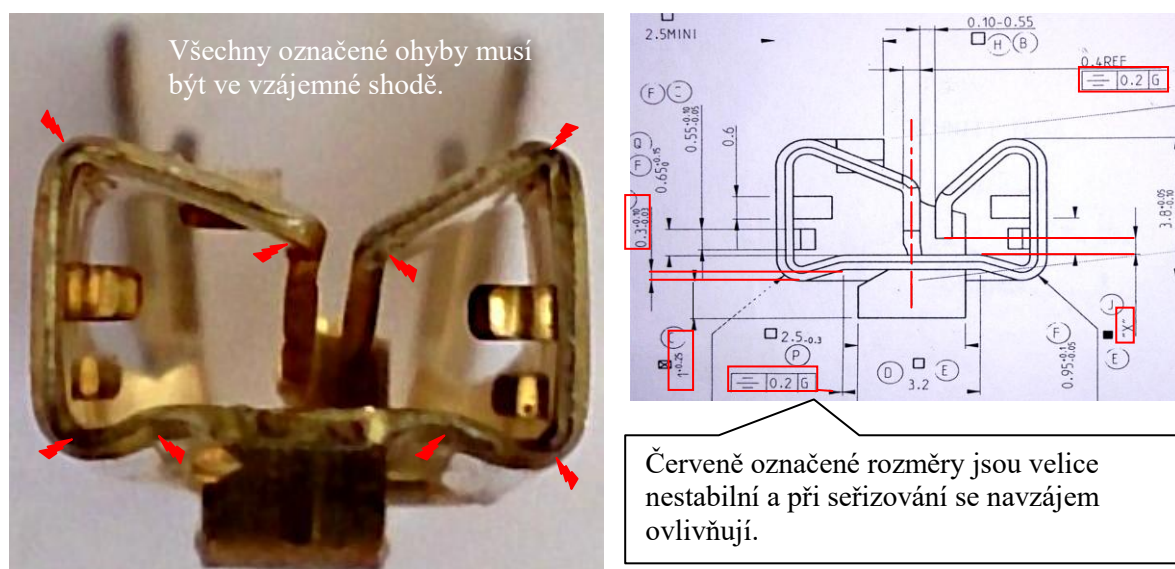


Obr. 3.4 Konektory umístěné kolmo ke směru pohybu nosného pásku.

Výše popsané typy postupu tváření konektorů mají své opodstatnění v dalším zpracování (např. pokovování jen určité pracovní části) a při konečné montáži. Tou může být automatizovaná kabeláž do různých svazků s následnou aplikací do plastových výlisků.

Právě z důvodů částečně či plně automatizovaného dalšího zpracování jsou zadané rozměrové a tvarové specifikace nosného pásu. Těmito specifikacemi jsou například šířka, zvlnění, symetrie hledákového otvoru, nebo tzv. šavovitost nosného pásu na 1 m délky. Některé nosné pásy mají prolisy, které slouží pro posuv do dalšího stroje pomocí ozubených posuvových kol, a proto musí být tyto prolisy taktéž přesně specifikovány.

- Nástroje s konektory umístěné podélně ve směru zpracování – tato konstrukce se používá většinou u konektorů, které se následně pokovují po celém jejich povrchu a většinou mají plochou funkční část (viz Příloha 14). U složitěji tvarovaných konektorů, jako je na obrázku 3.3, není tato konstrukce příliš vhodná zejména z důvodu potřeby kalibrovat rozměry uvnitř těchto tvarů. Výsledný rozměr pak závisí na mnoha vzájemně se ovlivňujících parametrech nastavení a jejich seřízení vykazuje zbytečně velkou časovou náročnost a rozměrovou nestabilitu. Detail rozměrové a tvarové náročnosti vnitřních rozměrů konektoru z obr. 3.3 je na obrázku 3.5.



Obr. 3.5 Rozměrově a tvarově složitý vnitřní tvar konektoru.

Výroba konektoru na obr. 3.5 byla zvolena podélně vzhledem k duplicitě nástroje a tím i návaznosti na již zavedené následné zpracování. Kompletní popis řešení výroby tohoto konektoru je obsahem dalších kapitol.

- Nástroje s konektory umístěné na nosném pásu kolmo ke směru posuvu materiálu – takto koncipované střížné nástroje jsou vhodnější pro rychle jedoucí a zároveň tvarově složitější nástroje. Problematické vnitřní rozměry lze kalibrovat různými trny, které se zasunou do konektoru a podle nich se ustaví výsledný tvar a rozměry. Pohyb těchto kalibračních trnů je realizován pomocí kulisy, která ovládá zasunutí a vysunutí kalibračního trnu ve správný čas.

Další nespornou výhodou této koncepce je jednodušší vedení materiálu a udržení správné pozice konektoru v každém kroku tváření pomocí jednoduchých hledáků.

Díky výše uvedeným důvodům jsou při produkci celkově stabilnější rozměry. K jejich kontrole se používají kamerové systémy (viz Příloha 15), které sledují nejdůležitější odchylky ze směru pohledu jako na obrázku 3.5. Rozměry z tohoto směru nelze u předchozí podélné koncepce nástroje kamerovými systémy kontrolovat, což způsobuje nemalé problémy při produkci.

3.3 Systém údržby a oprav nástrojů

Pro dlouhodobé udržení kvality vyráběných konektorů je nezbytné vytvoření určitého systému údržby a oprav střížných postupových nástrojů. Správné časové nastavení preventivních kontrol vyžaduje úzkou spolupráci s plánováním, jak výroby samotných konektorů v lisovně, tak i náhradních dílů v nástrojárně.

Každý nástroj musí být vybaven aktuální průvodní dokumentací, ve které jsou veškeré základní informace.

- Technická data nástroje – vnější rozměry, zdvih, počet zdvihů za minutu, pracovní tlaky na lisu, posuv. Tato data je výhodné doplnit o fotodokumentaci, ze které je zřejmé upnutí nástroje, způsob zapojení periférií (odvíječky, navíječky). Případně je zobrazeno i základní nastavení hlídání nástroje (světelná či tlaková čidla, kamery).
- Návod k seřizování - kompletní informace o základních částech nástroje jako jsou průměry hledáků, střížníků, vnější i vnitřní průměry hledákových a střížných pouzder, stavební výška nástroje.

Dále by měl návod obsahovat pracovní postup pro seřizování jednotlivých rozměrů s upozorněním na možné kvalitativní problémy a popis, jakým způsobem se musí jednotlivé vyměňované části nástroje upravit, aby nedocházelo k defektům při výrobě konektorů. Informace o seřizování a rozměrech rozpracovaného konektoru na jednotlivých stanicích nástroje jsou dány dlouhodobými zkušenostmi při odstraňování závad. U každého návodu je přiložen list pro popis aktuálních problémů a zlepšovacích návrhů.

Hlavním smyslem popisu jasných pracovních postupů je, aby všichni pracovníci seřizovali dané rozměry stejným způsobem. Pokud se tyto postupy dodržují, objevují se při produkci stále stejné závady, které není problém poměrně rychle odhalit a odstranit. Jestliže se tyto postupy nedodržují, nebo nejsou vůbec stanoveny, dochází v produkci k velikým časovým ztrátám. To hlavně z toho důvodu, že každý pracovník dojde k potřebným výsledkům jiným způsobem (ne vždy vhodným) a ty mohou být příčinou nahodilých deformací konektoru, kolísání rozměrů, nahodilé neprůchodnosti materiálu nástrojem, v nejhorším případě přetížení určité pracovní stanice a její destrukci. Část pracovního postupu vypracovaného pro německou firmu s fotodokumentací destrukce po jeho nedodržení je v Příloze 16.

3.4 Vliv informačních a materiálových toků na kvalitu výroby

Kvalitu výsledných produktů neovlivňuje pouze technický stav samotných střížných nástrojů, ale i celkový systém řízení firmy. Na plynulém chodu tohoto systému od objednání náhradního dílu až po dostupnost veškerých potřebných věcí pro kvalitní údržbu

a opravy nástrojů závisí kvalita střížných postupových nástrojů i výsledná produkce dodávaná zákazníkovi.

Vývoj systému informačních a materiálových toků středně velkého podniku se 120 zaměstnanci s návrhem řešení problémů je popsán v následujících kapitolách.

3.4.1 Počáteční stav řízení

Vzhledem k malé strojní výbavě lisovny (10 lisů) a malým materiálovým tokům, nebylo nutné zavádět žádný složitější softwarový systém. Řízení výroby včetně plánování bylo poměrně snadno realizováno schopnými vedoucími pracovníky a rozdělením kompetencí mezi obsluhu strojů. Každý pracovník měl na starosti určitý počet lisů a periférií. K těmto strojům byly přiřazené střížné postupové nástroje. Tato obsluha se starala o chod stroje, údržbu, zajišťování náhradních dílů k nástrojům a tím poskytovala nejnutnější informace pro management lisovny.

Lisy byly vybaveny dodatečnými moduly k ovládacím panelům (viz obr. 1), ty zajišťovaly elektronické hlídání nástrojů i strojů samotných proti poškození a kontrolu pracovních časů s informacemi z jakého důvodu stroj neprodukoval, nebo byl v poruše. Jednotlivé moduly nebyly propojeny do sítě a daly se z nich pouze pomocí paměťových karet vyčíst základní informace jako např. číslo zakázky, výrobní dávka, čas, za který byla zakázka vyrobena, nastavení stroje pro určitý střížný nástroj a chybová hlášení.



Obr. 3.6 Control-system-pas-6000, dodatečný modul k ovládacímu panelu od firmy Systeme + Steuerungen GmbH [9].

Nástrojárna byla určena pro výrobu nových střížných nástrojů pro různé zákazníky a náhradních dílů pro vlastní lisovnu. Vzhledem ke kusové výrobě byla veškerá odpovědnost za čas i technologický postup obrábění náhradních dílů a součástí nástrojů převedena na obsluhu strojů. Konstrukce posílala do dílny pouze výkres a tam už si obsluha strojů postupně určila co, a jakým způsobem se bude vyrábět. Tento způsob chodu dílny je zcela závislý na odbornosti, morálce a motivaci pracovníků a může fungovat opravdu jen v malém týmu angažovaných lidí.

3.4.2 Aktuální systém řízení materiálových toků

Lisovna zvýšila počet lisů z 10 na 23 s jasně definovanou roční produkcí, která je podložena zákaznickými objednávkami. Zákazníky jsou velké koncerny a automobilky, které mají vysoce propracovaný systém řízení a plánování, proto se i lisovna musela stát v oblasti plánování součástí jejich systému, aby byla schopna dodávat požadované množství v přesně definovaném čase. Tomu odpovídají i požadavky na dodavatele materiálů a služeb pro lisovnu s nástrojárnou.

Všechny moduly dodatečně aplikované k ovládacím panelům lisů jsou nyní propojeny do sítě a software se vylepšil na sběr více dat online. Všechna tato data jsou stažena do centrálního počítače. Pro názornost, rychlou orientaci všech pracovníků i ostatních, jsou nejdůležitější informace spuštěny na velké obrazovce. Pracovníci ihned podle barvy stroje na obrazovce vidí, jestli je stroj v provozu, seřizuje se, nebo stojí z určitého důvodu. Kromě názorné vizualizace jsou hned vedle ikony stroje informace o objemu zakázky, kolik je z ní již hotovo a kolik hodin zbývá do konce. Na základě těchto jednoduchých dat se lze velmi rychle rozhodnout jaké priority oprav, nebo produkce zvolit.

Sklad materiálu pro výrobu i sklad střížných nástrojů má svůj samostatný software, který však není propojen s ostatními do sítě. Do tohoto skladového softwaru musí obsluha stroje, nebo určený pracovník ručně zadávat objednávky na požadovaný materiál atd.

Nástrojárna má nově zavedený samostatný software SAGE OFFICE LINE EVOLUTION 2012 [10], který opět není propojen s ostatními do sítě. Každý pracovník má svoje přiřazené číslo a pod tímto číslem se eviduje do systému. U každé vyráběné součásti je výkres a seznam s čárovými kódy přiřazenými jednotlivě ke každé obráběcí operaci (elektrojiskrové řezání, frézování, broušení atd.). Tento systém zaručuje poměrně dokonalý přehled o průběhu zakázky včetně velmi rychlé lokace vyráběné součásti. V současnosti je velkou nevýhodou závislost správné funkce celého systému na obsluze strojů. Například pracovníci mají přístup k doplňování časů, a tudíž tím zkreslují celkové výstupní hodnoty. Degradace tohoto systému je tím větší, že neexistuje žádný technolog, který by zadával jasný technologický postup výroby s přiřazenými časy ke každé operaci. Jednotlivé úseky si sami určují, co a jak budou dělat bez ohledu na čas i cenu vyrobené součásti. Tímto se z celého softwaru stává pouhé počítadlo strojních hodin a dobrý lokalizátor obrobků.

V nástrojárně je i sklad náhradních dílů a spojovacího materiálu pro střížné nástroje, který slouží jako podpora montážního a dokončovacího oddělení. Objednávání náhradních dílů i chybějícího spojovacího materiálu je zcela neřízené a závislé pouze na uvážení pracovníků, kteří tyto součásti potřebují ke své práci.

Všechna výrobní oddělení potřebují textilní utěrky pro udržování všeobecné čistoty a příjemného pracovního prostředí. Ty jsou dodávány firmou MEWA, která využívá systému KANBAN. Podle průběžného spotřebovávaného množství je nastaven interval výměny znečištěných utěrek za čisté. Tímto způsobem je i zachován pozitivní vztah k ekologii v mnohdy ne moc ekologickém provozu (speciální oleje, maziva, lubrikanty atd.).

3.4.3 Navrhované řešení

Největší nedostatky v řízení hmotných toků jsou v nástrojárně, která svými problémy brzdí i poměrně dobrý systém v lisovně, a to např. nedodáním požadovaného náhradního

dílu. Nedodání požadované součásti způsobí zastavení stroje, a tím výpadek, který má v nejhorším případě za následek i zastavení výrobní linky v automobilce. Tento zdánlivě malý problém v nástrojárně může přerůst v obrovský finanční problém pro firmu.

Ve skladě náhradních dílů se zavede poměrně jednoduchý systém evidence a odpisů dílů. Na základě zkušeností a odebraného množství se zvolí minimální stavy pro konkrétní náhradní díly, při jejichž dosažení se automaticky objedná výroba nových. Tento systém řízení (KANBAN) zajišťuje jistotu zásoby náhradních dílů a zároveň minimální množství na skladě.

Sklad spojovacího materiálu lze například ve spolupráci s firmou WURTH také jednoduše řídit systémem KANBAN. Ke každé položce v regále je přiřazen čárový kód. Ten se při odebrání materiálu naskenuje do systému, který si externí firma sama kontroluje a při určitém minimálním množství na položku automaticky doplňuje.

Zavede se nová pracovní pozice technologa. Ten ve spolupráci s konstrukcí vytvoří pro každou objednanou součást technologický postup s přiřazenými časy k jednotlivým operacím. Technologický postup může upravovat s přihlédnutím k vytižení jednotlivých oddělení nástrojárny. Takto se vytvoří jasně dané normativy, za jak dlouho se jaká součást vyrobí. Poměrem těchto časů a časů skutečných, dodaných ze systému, se pak může stanovit výkonnost jednotlivých pracovišť. Pokud některá pracoviště vykazují dlouhodobě malou výkonnost (úzká místa), analyzují se příčiny a zavedou protipatření. Tyto, technologickým softwarem přiřazované časy, jsou velmi důležité pro stanovení konečné ceny výrobků a zároveň slouží i jako normativ pro obsluhu strojů.

Řídicí a kontrolní systém v lisovně je třeba propojit se skladovým softwarem, ve kterém jsou i informace o množství náhradních dílů. Tím se zautomatizuje objednávání materiálů pro lisovnu a bude možné rychle zjistit, jestli jsou náhradní díly objednané i jejich aktuální stav na skladě.

Hlavním řešením řízení materiálových toků v této firmě je využít celého softwarového vybavení a zajistit jeho propojenost s ostatními systémy. Tato nepropojenost je hlavním problémem firmy, protože množství různých systémů vede k nevyužívání jejich potenciálu a k hromadění vzájemných nesrovnalostí.

Dalším možným řešením by bylo zakoupení jednoho softwaru, který je složen z modulů určených pro jednotlivá oddělení, jako je např. MES HYDRA [11]. To je komplexní výrobní informační systém, označovaný jako MES - Manufacturing Execution System.

MES HYDRA funkcionalitou svých více než osmnácti volitelných modulů plně pokrývá oblast výroby, lidských zdrojů a řízení kvality. Všechna data se ukládají do jedné databáze, lze je jednoduchým způsobem vyhodnocovat z mnoha různých pohledů a poskytovat informace přehledným, uživatelsky příjemným způsobem [12].

Hlavní výhodou tohoto softwaru je jednoduchost pro obsluhu. Ke každé oblasti výroby je přiřazen terminál, na kterém se každý pracovník eviduje do systému svou čipovou kartou. Tato elektronická karta slouží ke všem činnostem pracovníků ve firmě, jakými jsou příchod a odchod do zaměstnání, evidence zaměstnance na určitou zakázku, zakoupení obědů atd.

Výhodou v porovnání s předešlým řešením informačních toků je jednoduchost zadávání do systému, která je zárukou minimálního zkreslení výstupních informací způsobených

špatnými vstupy. Čím jednodušší je systém (tzv. jednokliková údržba) pro uživatele, tím menší je odpor pracovníků při zavádění takových řídicích a plánovacích systémů ve firmě.

3.4.4 Rentabilita navrhovaného řešení

Rentabilita částečné reorganizace a zakoupení nového řídicího systému, nebo propojení stávajících systémů je poměrně velká. Z praxe lze uvést následující příklady:

- V lisovně se vyrábí zakázky podle předepsaného plánu. Ten je stanoven obchodníky a vedoucím dílny. Střížný nástroj s vysokou prioritou výroby se během produkce opotřebuje a je nutné jej seřídit, popřípadě kompletně naostřit. Tento zásah je poměrně časově náročný (1 - 2 směny). Po seřízení a spuštění stroje do produkce zjistí obsluha, že dochází materiál a zadá požadavek do skladového systému. Pracovník ve skladě, který má za povinnost sledování těchto objednávek, po několika hodinách odpoví, že požadovaný materiál není na skladě. Tím, že každý systém pracuje samostatně bez vzájemného propojení, se ztratilo cca 20 hodin práce, která mohla být věnována na opravu jiného stroje s nižší prioritou, avšak ten by mohl vyrábět.
- Nedostatkem náhradních dílů dochází ke znehodnocování nástrojů nestandardními zásahy a postupně k neúměrnému prodlužování seřizovacích časů, které jsou těmito zásahy způsobeny. Chybějící náhradní díl může způsobit dlouhodobý výpadek produkce. Požadované konektory nejsou dodány včas zákazníkovi, což způsobí zastavení důležité výrobní linky v automobilce a vzhledem k dodávkám JUST IN TIME, dochází řetězovou reakcí k mnohamilionovým škodám.
- Poměrně hodně problémů dokáže způsobit i chybějící KANBAN systém ve skladě spojovacího materiálu. Ve firmě je několik střížných nástrojů původně z Anglie a Belgie. Tyto nástroje jsou kompletně vyrobeny v palcích a to včetně šroubů. Pokud se například na začátku noční směny před víkendem stane, že se poškodí šroub, který drží přitlačnou desku, pak je v případě nemožnosti jeho výměny ztráta minimálně 2 směny. Z malé opravy na 2 minuty se kvůli takové drobnosti, jakou je šroub za 10 centů, stává velký problém v hodnotě několika tisíc eur.
- Chybějící technologické oddělení v nástrojárně a nemožnost kontroly výrobních časů způsobuje až několikanásobné prodražení výrobků. Například ložisková pouzdra ze slinutých karbidů, která se nakupují jako normované díly za cca 2 eura/kus se nechají řezat na elektroerozivní řezačce. Takto vyrobená pouzdra stála firmu cca 160 eur/kus.

Držák koncového vedení nástroje by podle technologa a správného postupu výroby pro takovou součást, měl být nejprve hrubován z měkkého materiálu, pak tepelně upraven a následně se funkční plochy obrobí dokončovacími metodami. Jelikož si na dílně volí pracovníci postup podle sebe, byl celý držák řezán z tvrdého materiálu na elektroerozivní řezačce a následně se funkční plochy brousily. Cena takto vyrobené součásti se pohybovala okolo 400 eur/kus místo cca 50 eur/kus při výrobě standardním technologickým postupem.

Z výše uvedených příkladů je zřejmé, že zavedením spolehlivého a přehledného systému výroby a informačních toků lze firmě ušetřit mnoho finančních prostředků.

Zavedení systému, který funguje, má i obrovský motivační přínos pro všechny pracovníky.

Pozitivní přínos je hlavně ve zpřehlednění výroby jako takové a odstranění zbytečných víceprací kvůli špatně zvolené technologii obrábění či neúplným informacím. Není nic horšího než pociťovat zbytečnost své práce ve firmě, kterou ovládá chaos a neodbornost vedení. Zavedení sofistikovaného výrobního systému přináší velmi dobré pracovní prostředí a motivaci všech zainteresovaných stran.

Následná spokojenost všech pracovníků a soustředěnost na zlepšování výrobních výsledků prostřednictvím začlenění každého jednotlivce (zlepšovací programy, odměna za každý užitečný návrh) zajišťuje do budoucna vysokou produktivitu, návratnost investic do reorganizace a konkurenceschopnost firmy.

Vysvětlení pojmů:

- KANBAN – systém řízení vyvinutý v Japonsku firmou Toyota. V překladu znamená karta nebo štítek. Myšlenka pochází z aplikace zásad organizace činností supermarketů ve výrobě. Na každém zboží je připevněn lístek, který se při prodeji nechá na pokladně. Tyto lístky pak umožňují jednoduchým způsobem kontrolovat objem prodeje. Ve stanovených časových intervalech se posílají do skladu, kde se na jejich základě doplňují zásoby na prodejnu. Pokud zboží chybí ve skladě, posílá se lístek dál do výroby. Hlavní cíl této metody ve firmě je udržovat co nejmenší skladové zásoby a na každém stupni výroby podporovat takzvanou výrobu na výzvu, což zlepšuje i včasné plnění termínů [13].
- JUST IN TIME – řídí plynulost toku materiálu, aby se dostal na požadované místo právě včas, metoda používá princip tahu. To znamená, že se vyrábí jen tolik, kolik je nutné, kolik požaduje zákazník, nebo trh (táhne poptávkou). Cílem je jednosměrný materiálový tok při dodržování skupinové technologie a standardizace [13].
- MES - Manufacturing Execution System - výrobní informační systém, který propojuje informační systémy se systémy technologických procesů. Mezi základní funkce tohoto systému patří správa výrobních zdrojů, postupů, plánování a řízení výroby, sběr dat a výkonnostní analýzy [14].

V současné době se některé z výše navrhovaných řešení, nebo jejich kombinace, postupně zavádí do systému řízení a plánování výroby v popisované firmě. Tyto systémy se pozitivně projevují na kvalitě údržby střižných postupových nástrojů a tím i na kvalitě celkové výroby konektorů.

4 PROVÁDĚNÁ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ K ODSTRANĚNÍ CHYBNÝCH FUNKCÍ STŘIŽNÝCH NÁSTROJŮ

Střížné postupové nástroje jsou konstruovány na základě podkladů od zákazníka. Jako podklad slouží buď výkresová dokumentace konečného výrobku (konektoru), nebo kompletní zadání včetně základní konstrukce střížného postupového nástroje, u kterého se pak konstruuje pouze jednotlivé detailní výrobní kroky.

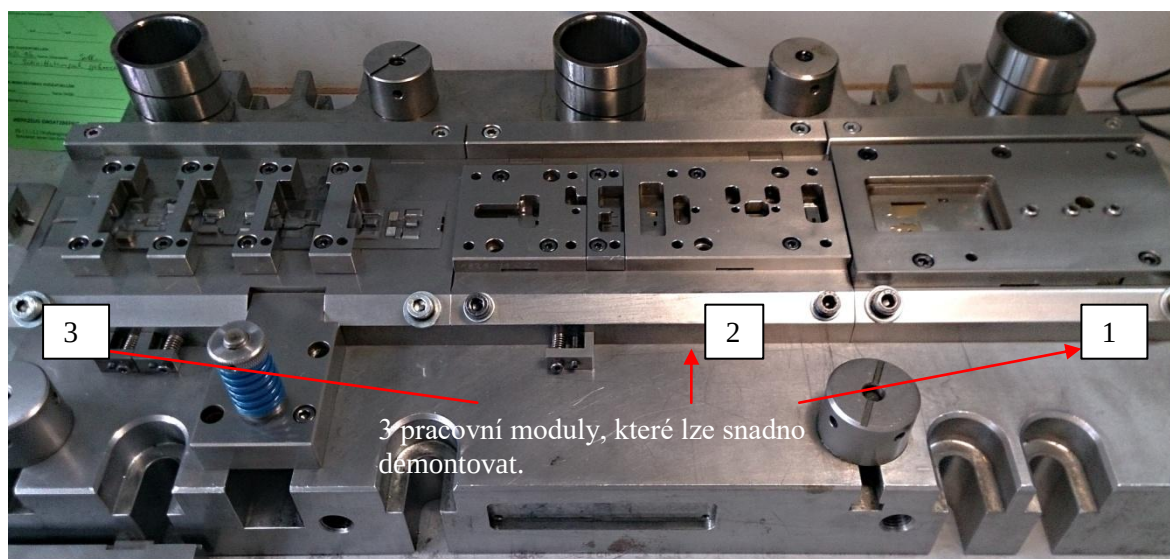
Nový zkompletovaný nástroj se před zavedením do normálního výrobního procesu musí odzkoušet a vyrobit první vzorová produkce. Ta se konzultuje se zákazníkem a dořeší se veškeré kvalitativní změny výsledného produktu a s tím i spojené konstrukční změny nástroje. Vzhledem k mnohdy složitým tvarům konektorů je většinou první produkce rozměrově i tvarově odlišná od teoretických představ konstruktérů a potýká se s celou řadou kvalitativních problémů. Proto je zavádění nových, nebo i duplicitních střížných postupových nástrojů do výroby poměrně zdoluhavý a technicky náročný proces. Příklad takového vývojového procesu je uveden v následujících kapitolách. Vzhledem k citlivým firemním údajům jsou čísla nástrojů změněna.

4.1 Nástroj X01

Tento střížný postupový nástroj byl vyroben jako duplicita velice problémového nástroje produkujícího již řadu let v jiné firmě. Vyrobením nového nástroje se měly odstranit problémy s kvalitou a výpadky dodávek původní produkce.

Podkladem pro konstrukci byl pouze skutečný postupový pás, jeho model v CAD softwaru (viz Příloha 17) a výkresová dokumentace konektoru. Z konkurenčních důvodů nebylo nástrojárně poskytnuto více informací.

Postupový pásek má podélnou koncepci (viz kap. 3.2), která neumožňuje přesné vedení rozpracovaného materiálu v nástroji při složitých ohybech. Výhodou je konstrukce vkládaných pracovních modulů (viz obr. 4.1), díky které je při seřizování a údržbě dobrý přístup ke všem pracovním částem nástroje.



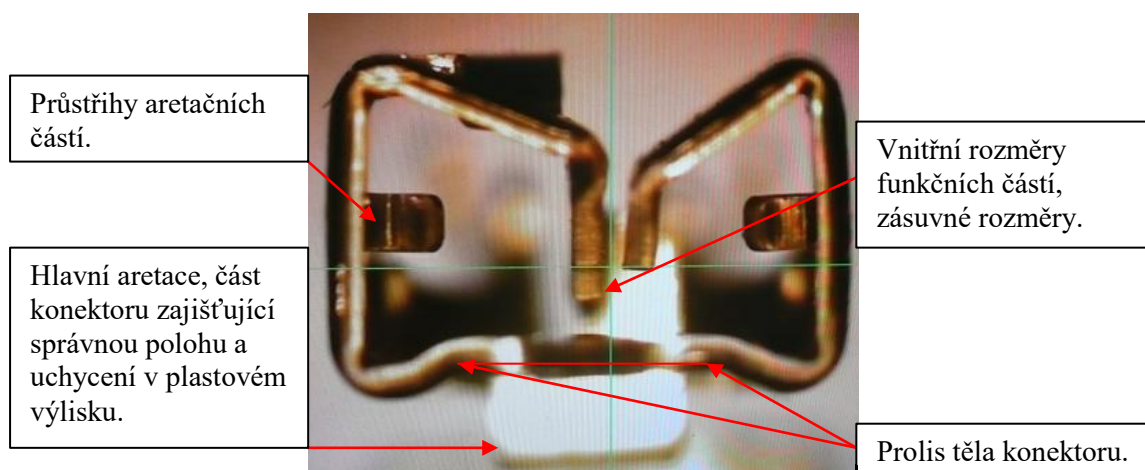
Obr. 4.1 Spodní část nástroje X01s pracovními moduly 1, 2, 3.

Řešený nástroj na obr. 4.1 má následující technické parametry:

- vnější rozměry 225 x 335 x 625 mm,
- výška zdvihu 32,00 mm,
- posuv 22,00 mm,
- pracovní tlak 150 - 170 kN,
- rychlost 450 zdvihů za minutu,
- výška vstupu materiálu 89,70 mm,
- stavební výška 69,80 mm,
- zpracovávaný materiál CuZn30, CuSn – 0,39 x 23,50 mm.

Produkce konektorů je realizována na rychloběžném lisu BRUDERER BSTA 25.

Po kompletaci a upnutí do lisu se přistoupilo ke vzorování nástroje. První vyrobené konektory nebyly vůbec ve shodě s výkresovou dokumentací a ukázaly na několik závažných konstrukčních problémů. Nejzávažnějším nedostatkem byl chybějící prolis přední části a celkově zdeformovaný tvar těla konektoru. Popis těchto částí je na obr. 4.1.



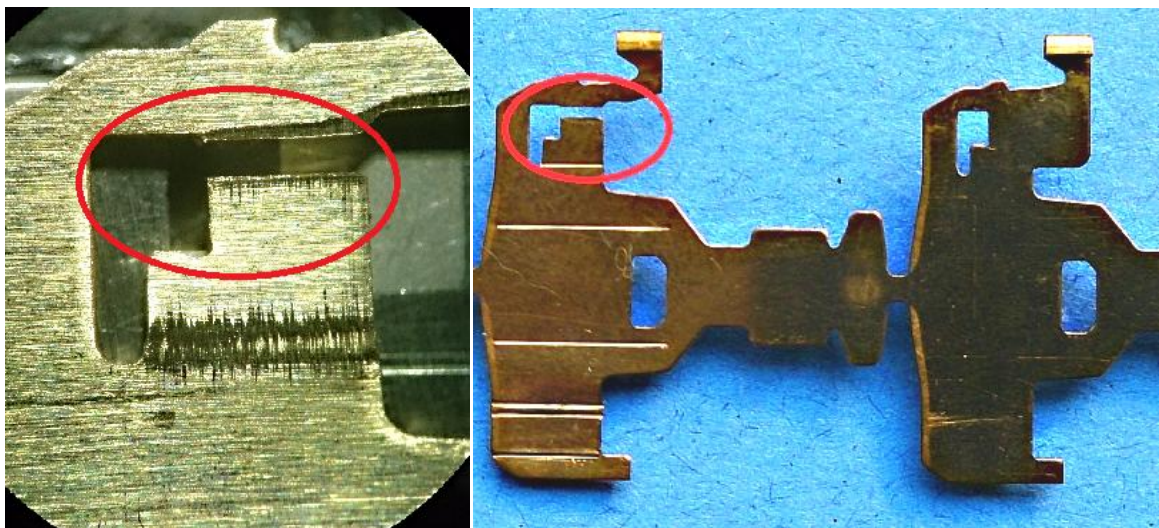
Obr. 4.2 Popis některých částí konektoru.

- Chybějící prolis těla konektoru – tato část se lisuje v poslední stanici druhého modulu, který lze vidět na obr. 4.1. Po analýze postupového pásku (viz Příloha 18) se zjistilo, že v tomto pracovním kroku je vše v pořádku a defekt vzniká ve 3. modulu při dalších lisovacích krocích.

Příčina tohoto problému byla v nedostatečné podpoře prolisu konektoru v každém kroku 3. modulu. Následující spodní vložky, které slouží k dosednutí při dalším tváření, musí kopírovat prolisovaný tvar. Tím se zabrání zpětnému narovnání prolisu a současně se udržuje správná pozice při ohýbání. Oprava se realizovala navařením spodních vyhazovacích i pevných vložek a obrobením na rozměry dané prvním prolisem (viz Příloha 18).

- Deformovaný tvar – základní chybou byla absence pomocného předrážení (viz Příloha 19). Tyto tvarové výstupky na razníku o rozměrech 0,18 x 0,20 mm půlkruhového profilu vytvoří cca 0,10 mm hluboké drážky v materiálu a pomáhají docílit požadovaný a stabilní tvar těla konektoru. Touto úpravou se stabilizovaly všechny ohyby popsané na obr. 3.5 včetně zásuvných rozměrů. Ty nebylo v původním stavu vůbec možné dle zadaných rozměrů na výkrese seřadit.

První varianta umístění předrážení byla na razníku, který sloužil současně jako stěrač stříhu hlavní aretace (viz poloha 1. varianty Příloha 19). Byla vyrobena oboustranná tvarová vložka, která se do tohoto poměrně robustního stěrače vložila a zajistila zápusťnými šroubky. Toto řešení se při vzorování 1. produkce ukázalo jako nevhodné. Při trvalém provozu se po každých cca 20 tisících kusech ulomil střížník hlavní aretace. Střížník má tvar písmene L a v poškozené části má šířku 0,30 mm. Pozice tohoto stříhu na konektoru je na obrázku 4.3.



Obr. 4.3 Detail stříhu hlavní aretační části konektoru.

Střížník se poškozoval vlivem tlaku materiálu, který se při stříhání aretace a současném lisování pomocných drážek natlačil na stěnu tenkého střížníku a ten se po určité době ulomil. Z tohoto důvodu musel být zkonstruován razník na vhodnějším místě (viz Příloha 19).

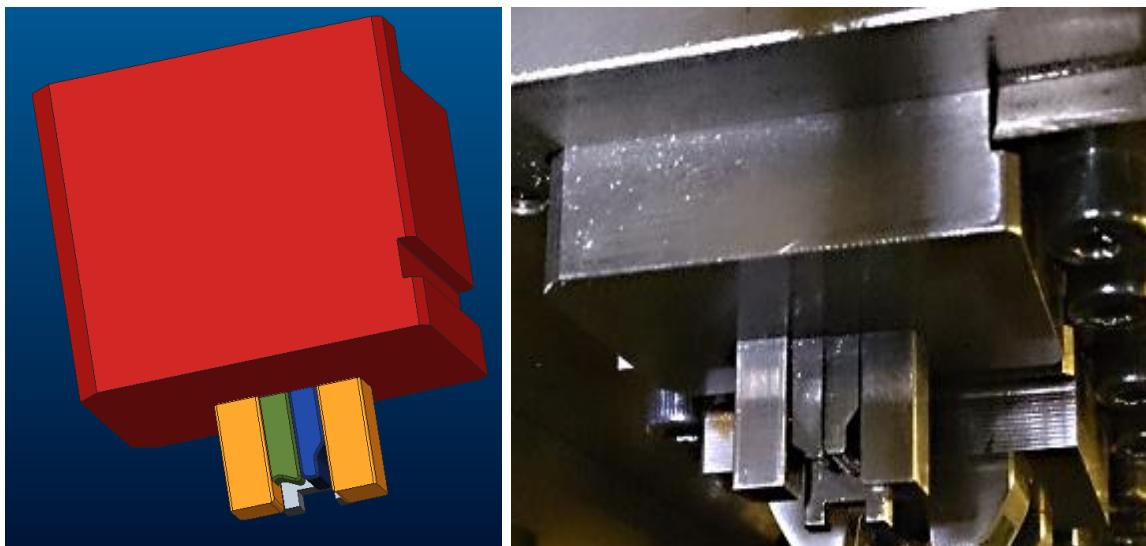
- Dalším problémem, který bránil v předání nástroje do trvalé produkce, bylo stírání materiálu na ohybu hlavní aretace. Tato část konektoru se ohýbala ve 3 krocích a jako 1. varianta opravy bylo vyleštění ohybníků a aplikace předrážení. Po této změně se problém vyřešil pouze částečně, protože dle druhu zpracovávaného materiálu se objevovaly trhliny v ohybu a náhodné deformace způsobené odlomením ohnuté části konektoru. Problém se vyřešil přidáním 4. kroku ohýbání a změnou prvního ohybu (viz Příloha 20).
- Stříhy – v průběhu zkušební výroby se projevil problém s častým otupením jemných stříhů (viz Příloha 13). Tvarové střížníky jsou poměrně malé a mají tvarové střížné plochy, proto při obnově tvaru na profilové brusce docházelo k velkým časovým ztrátám.

Střižnice je složená ze tří částí s tvarovými razníky, které dávají průstřihům výsledný tvar. Broušení této části vyžaduje taktéž časově náročné použití profilové brusky.

Problém s častým otupením stříhu se vyřešil obroušením přední části střižníku (střižná hrana) o 0,04 mm do hloubky 2,00 mm. Tím se zvětšila střižná vůle, ale současně se zachovaly pozice v držáku střižníků i pozice vedení ve střechači. Před touto úpravou bylo nutné naostřit nástroj každých cca 80 tisíc kusů. Po úpravě se trvanlivost do otupení střižníků pohybuje okolo 750 tisíc kusů.

- Jedním z posledních řešených konstrukčních problémů s tímto střižným nástrojem bylo kolísání zásuvných rozměrů a symetrie hlavní aretační části. Výsledné rozměry byly velice závislé na seřízení jednotlivých kroků a značně nestálé.

Nejlepším východiskem k odstranění výše zmíněných problémů bylo zkonstruování nové kalibrační stanice na konci nástroje (viz obr. 4.4). Touto pracovní stanicí lze jemně kalibrovat tvar těla konektoru i jeho zásuvné rozměry.



Obr. 4.4 Kalibrační stanice na konci střižného nástroje.

Velkou výhodou zvolené konstrukce tohoto nástroje je nejen možnost jednoduchého demontování jednotlivých modulů přímo na lisu, ale i seřizování rozměrů pomocí šroubků a posuvných kulis (viz Příloha 21).

Jednotlivé kulisy jsou popsány a označeny laserem. Popis naznačuje funkci a vliv dané části s označením směru pohybu ohybníku v závislosti na směru pootočení seřizovacího šroubku.

Aby se veškeré rozměry nastavovaly stále stejným a ověřeným způsobem, byl vypracován kompletní návod pro seřízení nástroje. Tento návod obsahuje základní technické informace o nástroji, doporučené nastavení seřizovacích kulis a postup k odstranění kvalitativních problémů. Tato dokumentace byla vypracována na základě dlouhodobých zkušeností se seřizováním a opravami tohoto střižného nástroje. Jelikož se jedná o výrobu konektoru v Německu, je celá tato dokumentace v německém jazyce (viz Příloha 22).

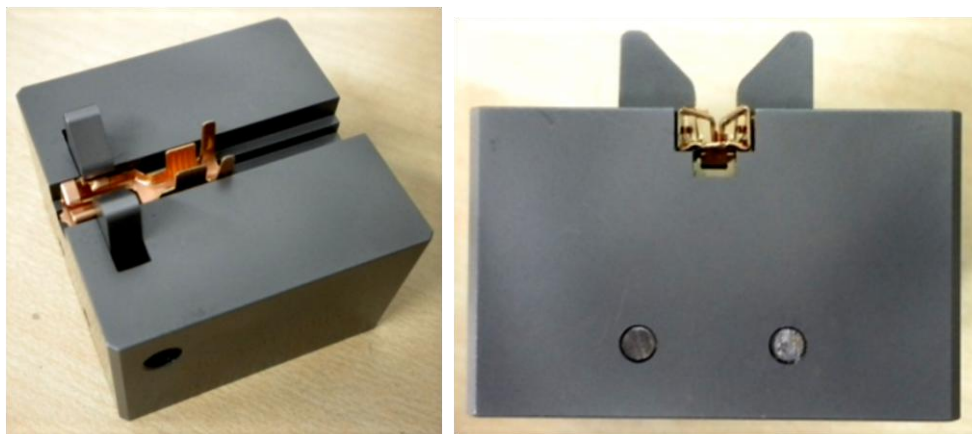
Nástroj X01 je konstruovaný pro výrobu 3 druhů konektorů, které se liší pouze v zadní krimpové části. Takzvané krimpy slouží k mechanickému uchycení drátu a izolace vodiče. Každý druh tohoto konektoru se vyrábí ze tří různých materiálů (viz výše) a podle toho se liší i celkové nastavení a chování nástroje. Produkce ze základního materiálu bez povrchové úpravy způsobuje rychlejší otupení stříhů a opotřebování ohybníků. To se řeší úpravou povrchu funkčních částí a různými povlaky (viz kapitola 1.9). Pokud je stříhaný materiál opatřený povrchovou úpravou, v tomto případě cínem, je trvanlivost pracovních stanic nástroje vyšší, ale velmi často se objevuje problém se stíráním cínu na funkčních částech konektoru. Podle druhu materiálu, ze kterého jsou konektory vyráběné, se liší i jejich rozměrová stabilita. Ta se po všech konstrukčních úpravách střížného nástroje ukázala jako hlavní problém.

Jako nejvíce nestabilní, a z pohledu zákazníka nepřijatelné, se projevilo kolísání symetrie aretační části a zásuvných rozměrů (viz výkres na obr. 3.5). Kolísání těchto rozměrů se podařilo v rámci tolerancí ustálit díky výše zmíněným konstrukčním úpravám nástroje.

Vzhledem ke složitému tvaru a danému úhlu pohledu, ze kterého se tento konektor musí měřit, nastaly poměrně velké problémy s měřením symetrie. Tyto rozměry se měří na kamerovém systému s měřícím softwarem v pozici jako na obrázku 4.2. Jelikož jsou aretační a vnitřní části hlouběji než boční stěny na čele konektoru, od kterých se odchylka symetrie měří, dochází u sebemenšího naklonění konektoru při měření k velkým odchylkám. Při produkci docházelo k velkým neshodám mezi jednotlivým měřením, které bylo způsobené zejména lidským faktorem. Mnohdy byla produkce zastavena i na několik dní a vyhozeno mnoho tisíc dobrých kusů než se podařilo dokázat, že konektor vyhovuje předepsaným tolerancím.

Po mnoha jednáních s oddělením kvality bylo stanoveno, že se nástroj předá do produkce při splnění určitých podmínek. Hlavní podmínka byla, že se symetrie musí pohybovat ve středním pásmu tolerančního pole. Dle výkresové dokumentace je dána tolerance symetrie 0,20 mm, a ta musí být dodržena na padesáti různých kusech jdoucích po sobě. Toto měření se opakovalo ze začátku každých 10 tisíc kusů, následně každých 50 tisíc kusů a to při celkovém objemu vzorové produkce 1 milion kusů.

Vzhledem k neustálým nesrovnalostem s měřením byl navržen, zkonstruován a vyroben upínací přípravek pro měření. Díky němu byla zajištěna opakovatelnost správné polohy upnutého konektoru (viz obr. 4.5).



Obr. 4.5 Upínací přípravek pro měření.

Měření konektorů v tomto upínacím přípravku prokázalo, že hlavním důvodem kolísání symetrie mimo toleranční pole bylo chybné ustavení součásti na měřicí kameře. Na obrázku 4.6 je vlevo tabulka s hodnotami naměřenými bez přípravku a vpravo s upínacím přípravkem.

Symmetriemessungen PN 0-0-2 (max. 0,20) 04.02.2016				Symmetriemessungen PN 0-0-2 (max. 0,20) 04.02.2016			
1	0,037	rechts		26	0,101	rechts	
2	0,125	rechts		27	0,143	rechts	
3	0,081	rechts		28	0,129	rechts	
4	0,101	rechts		29	0,122	rechts	
5	0,096	rechts		30	0,211	rechts	
6	0,030	rechts		31	0,066	rechts	
7	0,088	rechts		32	0,141	rechts	
8	0,098	rechts		33	0,108	rechts	
9	0,057	rechts		34	0,087	rechts	
10	0,085	rechts		35	0,093	rechts	
11	0,115	rechts		36	0,097	rechts	
12	0,105	rechts		37	0,098	rechts	
13	0,154	rechts		38	0,158	rechts	
14	0,114	rechts		39	0,066	rechts	
15	0,113	rechts		40	0,122	rechts	
16	0,179	rechts		41	0,115	rechts	
17	0,165	rechts		42	0,133	rechts	
18	0,208	rechts		43	0,089	rechts	
19	0,136	rechts		44	0,113	rechts	
20	0,171	rechts		45	0,094	rechts	
21	0,091	rechts		46	0,204	rechts	
22	-0,020	rechts		47	0,085	rechts	
23	0,117	rechts		48	0,199	rechts	
24	0,133	rechts		49	0,075	rechts	
25	0,098	rechts		50	0,113	rechts	
MW	0,113	rechts	(Mittelwert)	MW	0,044	rechts	(Mittelwert)
MAX	0,211	rechts	(Maximalwert)	MAX	0,129	rechts	(Maximalwert)
MIN	-0,020	rechts	(Minimalwert)	MIN	0,001	rechts	(Minimalwert)
DIFF	0,231	rechts	(Streuung Symmetrie)	DIFF	0,128	rechts	(Streuung Symmetrie)
SCHW	0,115	rechts	(Schwankung Versatz)	SCHW	0,064	rechts	(Schwankung Versatz)
Naměřené hodnoty symetrie bez použití upínacího přípravku.				Naměřené hodnoty symetrie při použití upínacího přípravku.			

Obr. 4.6 Porovnání měření bez použití upínacího přípravku a s ním.

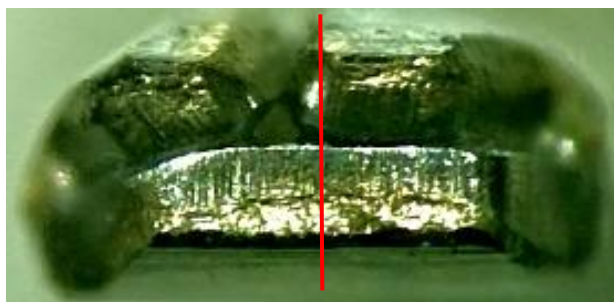
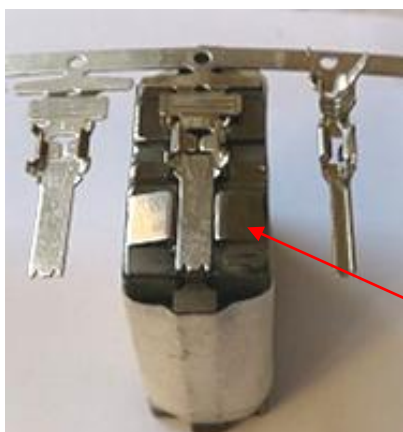
Pro jednoduchou a rychlou kontrolu rozměrů při trvalé produkci bylo vyrobeno několik kontrolních pomůcek, jako například měrky pro zásuvné rozměry a jednoduchý kalibr na měření šířky a výšky těla konektoru.

V současné době je již střížný nástroj X01 předán do produkce. Díky návodu na seřizování nástroje vyrobil s využitím minimálních seřizovacích časů již několik zakázek o celkovém objemu 4 miliónů kusů.

4.2 Nástroj X02

Nástroj X02 byl taktéž zkonstruován jako duplicita jiného nového nástroje, který ve firmě již 2 roky vyrábí a má vysoké roční vytížení. Původní nástroj vyrábí dvě varianty konektoru ze tří různých materiálů. Duplicitní střižný nástroj X02 byl plánován pro jednu z variant konektoru, a také jako náhradní produkce v případě oprav, nebo výpadků původního nástroje.

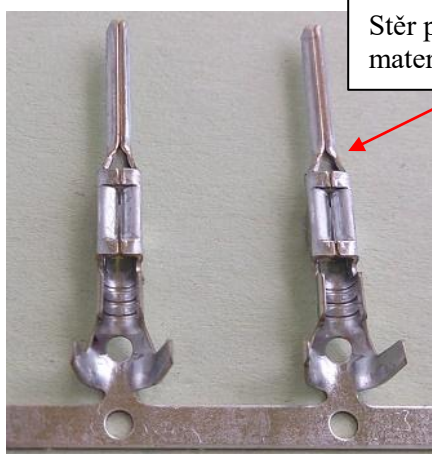
Původní střižný nástroj se při zavádění do výroby potýkal s mnoha obtížemi. Nejzávažnějšími problémy při vzorování byly náhodné deformace, stěry materiálu v přechodu mezi přední funkční částí a tělem konektoru, a kolísání tvaru složené špičky (viz obr. 4.7).



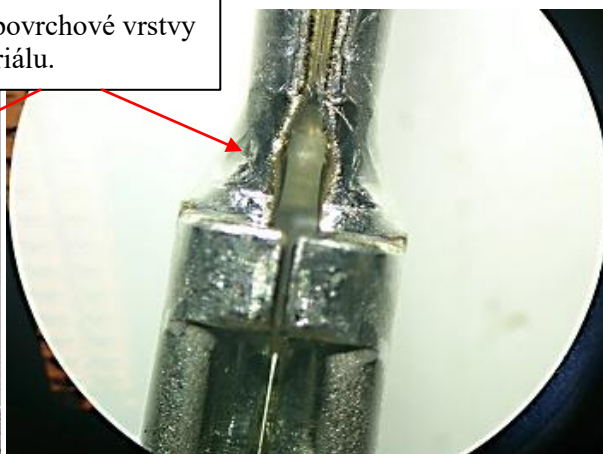
Původní konstrukce hlavních ohýbacích čelistí. Časté kolísání špičky složené mimo osu.

Obr. 4.7 Složení špičky mimo osu vlivem špatného ustavení při ohybu.

Konektor má v místě přechodu mezi jeho hlavními částmi poměrně málo materiálu na ohyb, a proto je při tomto tvarování přechod velmi namáhán. To způsobuje vznik stěrů nebo třísek (viz obr. 4.8). Tato vada se u nového nástroje podařila téměř odstranit. Změna spočívala především ve změně hlavního střihu v rozvinutém tvaru tak, aby v přechodu bylo více materiálu na ohyb. Nezbytnou úpravou byla též konstrukce předrážení pomocných drážek, které ohyb v namáhaném místě ulehčí.



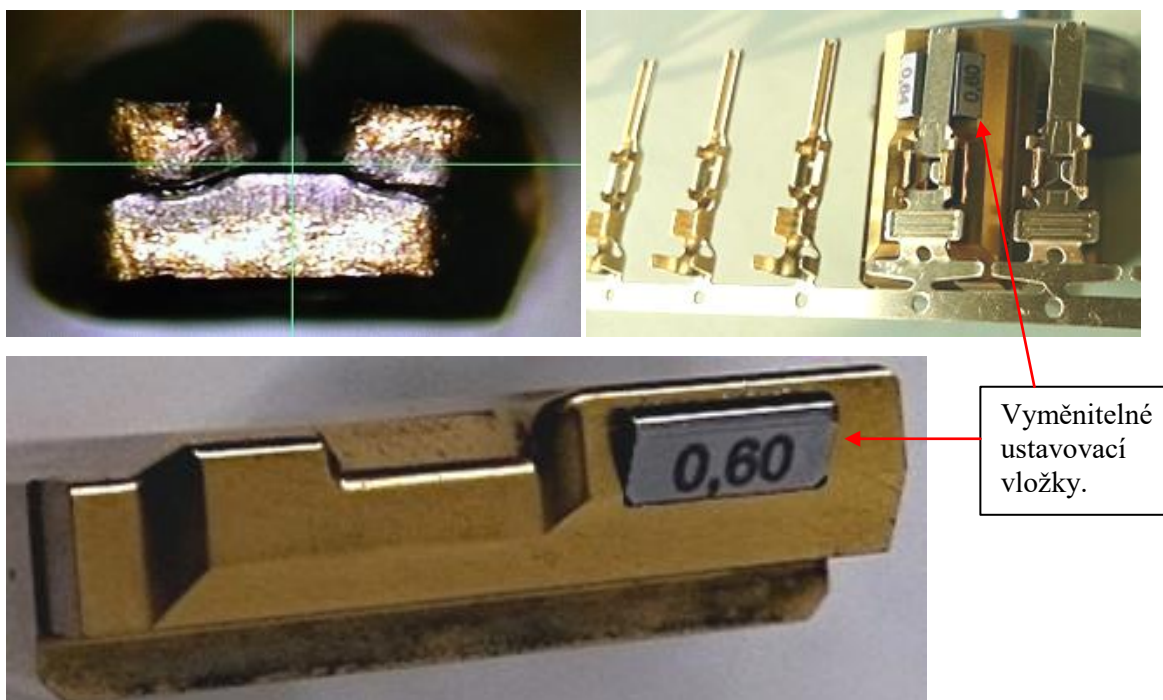
Stěr povrchové vrstvy materiálu.



Obr. 4.8 Stěry materiálu v přechodu mezi funkční částí a tělem konektoru

Hlavní konstrukční úprava u nástroje X02 byla ve změně ohýbacích čelistí. Původní čelisti byly v celku s ustavovacím vedením, které ovlivňuje mnoho rozměrů i tvarových odchylek hotového konektoru. Úpravy původních ustavovacích vedení byly velice časově i technologicky náročné. Díly bylo nutné navařit laserem a přesně brousit na profilové brusce. Vzhledem k tomu, že nebyl vždy použitý brousicí kotouč s ostrým rohem, vznikal v přechodu mezi plochou čelisti a ustavovacím vedením rádius. Plochý výstřižek se deformoval o tento rádius a každá strana ohýbané součásti se tvarovala v jiný čas. Při rychlosti nástroje 800 zdvihů za minutu má tento detail podstatný vliv na tvarování celého konektoru a vznik náhodných deformací jako na obrázku 4.8.

Proto byly navrženy a vyrobeny ohýbací čelisti s vyměnitelnými vložkami (viz obr. 4.9). U tohoto řešení odpadá problém s rádiusem mezi plochou čelisti a ustavovacím vedením. Vložky jsou vyrobené ve dvojicích a odstupňované po 0,020 mm tak, aby mezi nimi byl stále stejný rozměr. Díky tomu lze pomocí ustavovacího vedení (vložek) posouvat ohýbaný konektor mimo osu celé pracovní stanice a takto docílit požadovaného tvaru špičky jako na obrázku 4.9.



Obr. 4.9 Nové řešení hlavních ohýbacích čelistí.

Po vyvzorování nového střížného nástroje X02 a odsouhlasení veškerých změn zákazníkem se nechala většina pracovních částí povlakovat. Hlavní ohýbací čelisti mají nyní povlak TiN (titan nitrid), který brání předčasnému opotřebení čelistí a vzniku stěru materiálu.

Vzhledem k velkému ročnímu vytížení nástroje X02 je nutné dbát na správnou údržbu a seřizování rozměrů. Proto byl vytvořen návod k seřizování rozměrů se základními informacemi o nástroji. Část tohoto návodu v německém jazyce s popisem výše uvedené funkce ohýbacích čelistí je v Příloze 23.

4.3 Nástroj X03

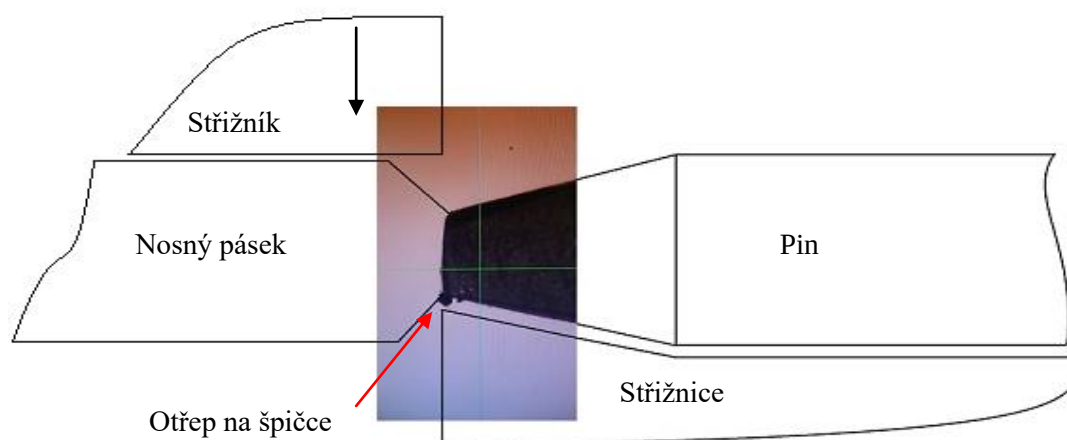
Vzhledem ke stále měnícím se nárokům na kvalitu výroby, je nutné neustále vytvářet nové úpravy střížných postupových nástrojů. Příkladem je téměř 20 let starý střížný nástroj X03. Konstrukce tohoto stříhadla je vzhledem k účelu použití poměrně jednoduchá a pracovní stanice jsou zkonstruovány do univerzálního střížného rámu, který je uveden v kapitole 2.

Nástroj pracuje rychlostí 200 zdvihů za minutu a je upnutý na malém pomaloběžném lisu. Zpracovávaným materiálem jsou předstříhané piny (dlouhé konektory jehlicovitého tvaru) na nosném pásku opatřené stříbrnou povrchovou vrstvou (viz obr. 4.10). Tyto piny jsou v nástroji odstříhávány na jednotlivé kusy.



Obr. 4.10 Piny na nosném pásku.

Velké kvalitativní problémy jsou hlavně s dodržением požadavku na čistý stříh špičky (viz obr. 4.10). Na špičce zůstává po oddělení od nosného pásku vždy malý ořep. Se zákazníkem byla dojednána výjimka na tuto výkresovou specifikaci. Ořep na špičce byl stanoven na maximální velikost 0,03 mm. Tento rozměr lze však posuzovat velmi individuálně, a proto je produkce často přerušována. Schematický náčrt stříhu špičky, se vzniklým ořepem, je na obrázku 4.11.

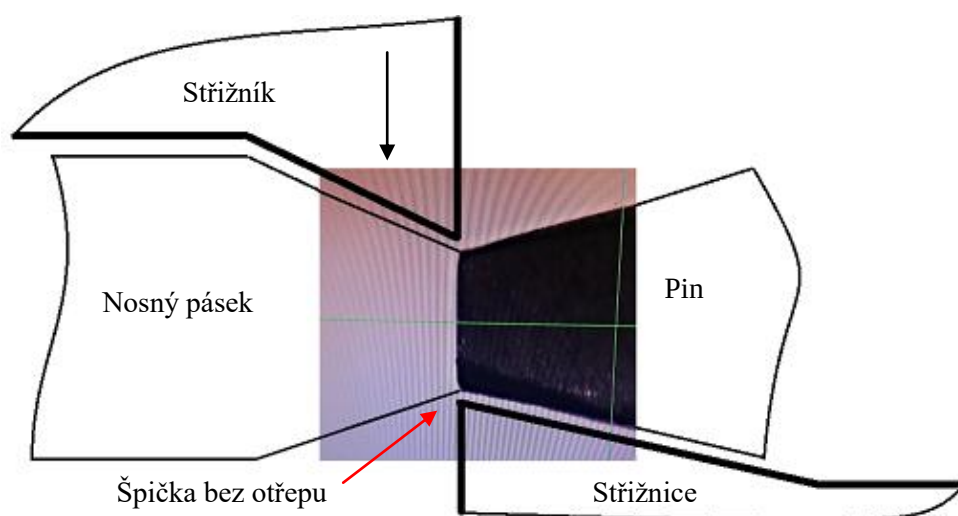


Obr. 4.11 Původní stříh špičky pinu.

První pokusy o odstranění otřepu na špičce pinu, spočívaly ve vymezení střižné mezery. Střižná mezera se buď zvětšovala, nebo zmenšovala posouváním střižníku. Toto řešení bylo někdy úspěšné. Většinou se tím otřepy udržovaly v určité snesitelné míře při malém množství produkce.

Při bližším prozkoumání se došlo k závěru, že stříh na obrázku 4.11 neplní základní funkci. Střižník najíždí shora a jako první ohne nosný pásek přes hranu střižnice. V místě ohnutí se materiál natrhne, nebo téměř odlomí a teprve pak přijde na řadu pracovní hrana střižníku. Ta už jen strhne narušený materiál na špičce pinu a způsobí otřep.

Řešením bylo nabroušení střižníku ve tvaru prolisu, který je na nosném pásku v místě stříhu (viz obr. 4.12). Tato změna byla úspěšně vyzkoušena a po produkci několika desítek tisíc kusů zavedena do výkresové dokumentace.



Obr. 4.12 Změna tvaru střižníku, odstranění otřepu.

Dalším problémem, který se týká všeobecně všech střižných nástrojů je držení odpadů ve střižnici. Tento problém, jehož příčiny jsou popsány v kapitole 3.1, je velice častým jevem. Proto se na řešení a předcházení tohoto problému klade veliký důraz již při konstrukci nástrojů. Nejúčinnějším řešením je konstrukce zajištění odpadu ve střižnici pomocí drážek. Tyto drážky jsou vyrobeny elektroerozivním řezáním a to tak, že se udělá zářez do vnitřní stěny střižnice v hloubce 0,005 – 0,010 mm pod úhlem 5 – 10° (viz obr. 4.13).

Drážka pro
zajištění odpadu ve
střižnici.



Obr. 4.13 Zajištění odpadu ve střižnici pomocí drážky.

5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSOUZENÍ STAVU PŘED A PO ÚPRAVĚ STŘIŽNÝCH NÁSTROJŮ

Vývoj střižných postupových nástrojů a jejich zavádění do produkce je nejen finančně nákladné, ale i časově velmi náročné. Proto je nutné věnovat velkou pozornost veškerým problémům a jejich řešení ve výrobě. Pokud je v lisovně zaveden informační systém se zpětnou vazbou, jako jsou zlepšovací návrhy, informační listy, elektronické zapisování závad a řešení, je tento systém během několika let nepřebornou zásobárnou nápadů a různých realizovaných konstrukčních změn. Veškeré tyto úpravy nástrojů lze pak zpětně dohledat i s jasným doložením o vlivu na produkci určitého nástroje. Sledováním takové databáze informací získává firma zkušenosti a může se pak vyhnout problémům, jaké nastaly například u nástroje X01.

- Střižný nástroj X01 – tento nástroj byl velmi vhodně zkonstruován s robustním rámem, do kterého jsou jednoduchým způsobem vloženy pracovní moduly. Tyto moduly jsou navíc vybaveny posuvnými kulisami, pomocí kterých lze snadno posunout ohybníky a tím seřizovat rozměry. Výše uvedené kladné vlastnosti nástroje byly již předem dány od zákazníka a v konstrukci se navrhovaly pouze pracovní stanice uvnitř modulů.

Vzhledem k malým zkušenostem s podobnými druhy střižných nástrojů byl postup tváření konektoru volen nevhodně. Nástroj si vyžádal mnoho stovek pracovních hodin, než bylo možné poslat první ověřovací sérii (500 kusů) zákazníkovi ke schválení.

Ověřovací série se prováděla u tří variant konektorů ze tří druhů materiálů. Celkový seřizovací čas nástrojaře strávený na ověřovací sérii byl okolo 1000 hodin. Po dokončení ověřovacích sérií bylo zákazníkem požadováno několik podstatných rozměrových úprav konektoru. Jelikož byly během času nasbírány zkušenosti s opravami tohoto nástroje, byl celkový seřizovací čas nástrojaře na nové ověřovací sérii 350 hodin. Celkem tedy jen seřizování ověřovací série trvalo zhruba 1400 hodin. Nástroj se seřizoval v Německu a firma si za hodinu práce nástrojaře účtuje 40 Eur. To znamená, že pouhé seřízení malé ověřovací série stálo 56 000 Eur. V ceně je započtena pouze práce nástrojaře, takže skutečné náklady byly ještě mnohem vyšší. Z výše uvedeného vyplývá, že je opravdu nutné zaměřit se na sběr dat o nástrojích a díky nim volit správnou konstrukci střižného nástroje. Po odsouhlasení malé ověřovací série u zákazníka se přešlo k zavedení nástroje do produkce. Tento proces se všemi nutnými konstrukčními úpravami je již popsán v kapitole 4.1.

Seřizování první vzorové výroby bylo vzhledem k množství postupně se objevujících závad poměrně komplikované. Avšak seřizovací čas nástrojaře již nebyl tak velký a to vzhledem ke zkušenostem a jasně daným pravidlům při seřizování. Hlavní výpadky produkce byly způsobeny zadáváním různých konstrukčních změn a nových dílů nástroje do výroby. Díky zkušenostem z ručních úprav dílů v ověřovací sérii se vědělo, jaký vliv budou mít určité změny na výsledný konektor. Cenu konstrukčních úprav nástroje nelze přesně vyčíslit, ale profesionálním odhadem se bude pohybovat okolo 20 000 Eur.

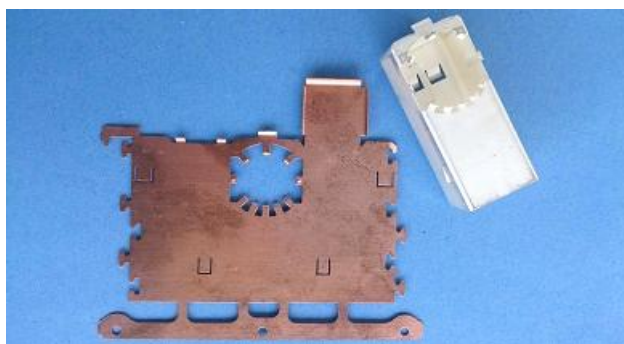
I přes vysoké náklady na uvedení tohoto střižného nástroje do provozu, se vývoj vyplatil. A to vzhledem ke vzniklým škodám při přerušení práce montážních linek

v automobilce, které by se mohly přihodit v případě výpadků původního střížného nástroje.

- Nástroj X02 – konstrukce tohoto nástroje byla opět zvolena s ohledem na dobrý přístup při seřizování. Podobně jako nástroj X01 se i tento střížný nástroj skládá z rámu a jednoduše vložených pracovních modulů. Jelikož téměř totožný nástroj byl již delší dobu ve výrobě, podařilo se vyvarovat většině chyb z minulosti. Jediný problém nastal při kompletaci nástroje. Při elektroerozivním řezání bloku prvního pracovního modulu se použil nulový bod u spodní části rozdílně oproti horní části. Touto chybou došlo kvůli součtu tolerancí k posunu střížníků proti střížnicím. Při zkušebním složení nástroje na stole do sebe pomocí šroubových svěrek, došlo k poškození všech stříhů a nutným opravám. Vzhledem k dobře naplánované a promyšlené konstrukci se podařilo ověřovací sérii vyrobit ještě ten den, kdy byl střížný nástroj upnut do lisu. Tento nástroj je v lisovně trvale na stroji a zastavuje se jen při nutných údržbách a seřizování. Jeho roční produkce je okolo 70 miliónů kusů.
- Nástroj X03 – toto stříhadlo má minimální roční vytížení, které se pohybuje v řádu 10 000 kusů. Z toho důvodu se do konstrukčních změn neinvestuje a hledá se vždy co možná nejjednodušší řešení problému. Takové řešení je uvedeno na obrázku 4.12. Samotná úprava trvala okolo 1 hodiny, ovšem dojít k tomuto řešení zabralo několik dní. Pokud by existovala ve firmě nějaká informační databáze úprav nástrojů, mohl by být výsledný čas několikanásobně menší.

V současné době se ve firmě vytvořila pracovní pozice, která má za úkol odstraňovat různé kvalitativní problémy při produkci konektorů. Dalším jejím úkolem je navrhování a zavádění konstrukčních úprav nejen u nových vzorovaných nástrojů, ale především u starých a problémových střížných nástrojů. Postupem času se vytváří návody k seřizování, díky kterým se odstraňování příčin různých defektů mnohonásobně urychluje.

Dalším pozitivním vývojem ve firmě je zavádění nových lisů od firmy BIHLER. Tyto technicky vysoce propracované pomaloběžné lisy vyrábí tvarově rozmanité konektory větších rozměrů. Převážně se jedná o zpracování materiálu, který je předstříhán na rychloběžném lisu BRUDERER a opatřen ochranným povlakem (viz obr. 5.1). Zavádění těchto lisů vyžaduje dlouhodobou přípravu a odborné zaškolení pracovníků. Do lisů BIHLER se upínají speciální střížné a ohybové moduly. Stroje jsou vybaveny vícepolohovými pracovními rameny, které lze přestavět do různých variant. Takto je možné vyrábět výlisky, které jinou technologií v této firmě vyrobit nelze (viz Příloha 24) [15].



Obr. 5.1 Předstříhaný materiál a konektor vyrobený na lisu BIHLER.

6 DISKUZE

- Největší vliv na funkci střížných postupových nástrojů má jejich konstrukční řešení. Vhodnost volby pro konkrétní výrobu je nutné posoudit ze všech možných pohledů:
 - technologický postup stříhání a lisování (jednotlivé pracovní kroky),
 - volba vhodného lisu (velikost, výkon, možnosti periférií),
 - možnost jednoduchého seřizování při zachování rozměrové stability (nastavovací kulisy se schematickým popisem funkce),
 - snadná montáž a demontáž jednotlivých dílů, tvar součástí s možností jen jediné polohy montáže (systém poka-yoke),
 - zajištění montážního příslušenství pro výrobu (kompatibilita s mechanickými částmi lisů, speciální upínky atd.).
 - Další důležitou stránkou mající vliv na trvanlivost a funkčnost střížných nástrojů je dodržování výrobních a systémových postupů. Sled veškerých procesů, od návrhu nástroje až po jednání se zákazníkem ohledně připomínek k ověřovací sérii konečných výrobků, je třeba standardizovat. Správné nastavení a dodržování standardů ve firmě vytváří dobře fungující systém (viz kapitola 3.4.3).
- Jako příklad lze uvést rozdělení střížných nástrojů ve firmě do skupin podle lisů, na kterých vyrábí. Tyto skupiny pak používají stejné upínací pomůcky, kontrolní kamery, mazací oleje, navíječky a odvíječky materiálu. Díky tomuto rozdělení je možné vhodně plánovat výrobu při minimální spotřebě seřizovacích časů.
- Konstrukční změny stávajících nástrojů – způsob a rozsah jejich úprav je nutné pečlivě zvážit a vždy projednat se všemi lidmi, kteří již s takovým nástrojem pracují. Možností je též pečlivá analýza kvalitativních problémů a jejich řešení, které se objevily v historii konkrétního nástroje. To je však možné pouze za předpokladu, že jsou tyto informace k dispozici.

Příklad z praxe: Nástroj X04 vyrábějící plochý konektor (viz Příloha 14) pochází z jiné firmy, odtud byl před časem v rámci spolupráce transferován do současné produkce. Stáří tohoto nástroje je zhruba 25 let. Podklady k seřizování a řešení problémů s nástrojem chyběly. Základní informace, které byly k dispozici ohledně kvalitativních problémů, se týkaly rozměrových výjimek a reklamací na stěr materiálu a otlaky.

Hlavní problémy, které se při produkci objevily, bylo kolísání polohy otvoru na funkční části konektoru, vytahování odpadů z tohoto stříhu do pracovního prostoru nástroje a stěry materiálu v této oblasti (viz Příloha 14).

Kolísání polohy se podařilo odstranit výměnou opotřebovaných vodicích prvků a správným nastavením stroje (uvolňování materiálu při vyjíždění hledáků).

Odpady byly částečně vyřešeny již z předešlé produkce v původní firmě. Byla zkonstruována střížnice s bočními otvory směřujícími pod určitým úhlem směrem dolů. Přivedený tlakový vzduch způsoboval podtlak, který odsával odstřížky do odpadní nádoby.

Stěry materiálu se odstranily vyleštěním pracovních částí ohybníků a jejich povlakováním. Toto řešení bylo účinné jen u určitých zpracovávaných materiálů. Některé materiály se při delší produkci postupně nanášejí (nalepují) na pracovní části ohybníků a způsobují nepřípustné stěry. Úpravy povrchů je nutné častěji opakovat, což způsobuje změnu tvaru ohybníků a tím i další kvalitativní problémy s konektory.

Vzhledem ke vzrůstajícím seřizovacím časům a přerušování produkce z důvodu výše uvedených příčin byla navržena konstrukční změna nástroje. Ta spočívala v přemístění problematického posledního stříhu otvoru na začátek nástroje.

Byl zkonstruován držák se třemi střížníky, které jsou vybaveny vyhazovači kvůli odpadům. Tato poměrně jednoduchá ale finančně nákladná úprava se ukázala jako problematická. A to z toho důvodu, že se v předešlé firmě započalo v rámci úspor se změnou šířky zpracovávané pásoviny. Nástroj vyrábí 4 varianty konektoru ze tří druhů materiálů, ale změny jejich šířky byly aplikovány jen u některých z nich. Z těchto důvodů se u jedné konektorů stříhá v krajních polohách plný materiál a u některých jen část (viz obr 6.1).



Obr. 6.1 Různé šířky zpracovávaného materiálu a problematický stříh.

Tato zdánlivá maličkost má veliký význam v dalším hlavním stříhu. U materiálu č. 1 na obrázku 6.1 je v dalším kroku střižená celá kontura rozvinutého tvaru konektoru, zatím co u materiálu č. 2 pouze krimpová a přechodová část.

Z výše uvedených důvodů bylo velmi problematické ustavování konektoru při dalších tvarových krocích. Zajištění správných pozic ve všech krocích bylo vyřešeno konstrukcí nových ohybníků s vestavěnými hledáky.

Postupně se musely konstrukčně upravit všechny pracovní stanice v nástroji u 4 variant konektorů. To si vyžádalo poměrně velké finanční náklady a mnoho seřizovacích hodin při zavádění konstrukčních změn do výroby.

Závěr: Těmito náročnými a složitými úpravami se podařilo vyřešit problém s vytahováním odpadů na konci nástroje. Kolísání polohy otvoru a stěry materiálu se nepodařilo zcela odstranit. Vznik těchto defektů velmi záleží na tom, z jakého materiálu se aktuální produkce vyrábí. Výše popsany nástroj je názorným příkladem toho, kdy jednoduchá změna způsobí v konečném důsledku velké problémy.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce je poukázat na složitost problematiky úprav střížných postupových nástrojů a popis oblastí, které mají zásadní vliv na kvalitu výsledné produkce.

V první části je popsán vliv použitých materiálů a technologií obrábění při výrobě střížných nástrojů a jejich jednotlivých částí. Dále jsou všeobecně popsány hlavní problémy při produkci konektorů. Tento popis je doplněn o názornou prezentaci příčin chybných funkcí střížných nástrojů z praxe s jejich dopadem na kvalitu konečných produktů. Součástí je i popis řízení materiálových a informačních toků. Je navrženo řešení nevyhovujícího systému řízení nástrojárny, který má taktéž vliv na kvalitu konečných produktů a tím i na spokojenost zákazníka.

Hlavním praktickým řešeným úkolem bylo úspěšné zavedení nástroje X01 do produkce. Celý proces tohoto složitého vývoje trval s menšími přestávkami 2 roky a ve stručnosti je uveden v kapitolách 4.1 a 5.1. Výsledkem je střížný nástroj schopný produkce o objemu několika miliónu kusů bez nutnosti větších zásahů. Součástí řešení kvalitativních požadavků bylo vypracování kompletní dokumentace pro seřizování a opravy tohoto nástroje. Vzhledem k problematickému měření vyrobených konektorů v hromadné produkci, bylo nutné navrhnout a zkonstruovat upínací přípravek (viz obr. 4.5). Tato pomůcka zajišťuje stále stejnou polohu konektoru při měření na profilovém projektoru nebo měřicí kameře. Dalšími navrženými a v praxi zavedenými pomůckami byly měrky na měření zásuvných rozměrů a kalibr ke kontrole výšky a šířky těla konektoru.

Průběžně s nástrojem X01 se řešily kvalitativní problémy a navrhovaly konstrukční úpravy i u jiných nástrojů. Výčet několika kvalitativních problémů s názorným popisem jejich řešení je součástí kapitol 4.2 a 4.3. Popis těchto problémů s jejich výsledným řešením lze zobecnit a velice snadno aplikovat u funkčně podobných střížných nástrojů. Součástí popisovaných nástrojů bylo opět vytvoření jasných postupů a návodů. Částečné ukázky těchto užitečných podkladů k jednotlivým nástrojům jsou uvedeny v Příloze 16, 22 a 23.

Názorně byl v této práci uveden vývoj konkrétních nástrojů s pozitivním i negativním výsledkem. Popis tohoto vývoje dává nahlédnout do velmi rozmanité problematiky výroby konektorů na střížných postupových nástrojích. Řešení různých problémů nejsou nikdy jednoznačná a vyžadují velmi dobrou spolupráci mezi všemi pracovníky, kteří se na výrobě podílí. Každá zpětná informace, nebo návrh na konstrukční zlepšení přináší nemalé finanční i časové úspory.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. FOREJT, M. a PÍŠKA, M. *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 2006. 226 s. ISBN 80-214-2374-9.
2. BOBČÍK, Ladislav. *Střížné nástroje pro malosériovou výrobu*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1983. 213 s. Redakce báňské a strojírenské literatury. (04-229-83).
3. CERATIZIT, *Hratmetall im Werkzeugbau ist Vertrauenssache: hard material matters*. Deutschland: CERATIZIT, 2013.
4. HARD MATERIAL SOLUTIONS BY CERATIZIT: INOVACE NOVÁ RODINA CF SORT. *WWW.CERATIZIT.COM: NOVÁ RODINA CF SORT* [online]. Mamer (Luxembourg): CERATIZIT S.A. 2015 [vid. 2016-05-07]. Dostupné z: http://www.ceratizit.com/uploads/tx_extproduct/files/GD_KT_PRO-0612-0514_SCS_ABS_V1.pdf
5. LIŠKA, J. a ŠANTORA, J. a VOTRUBA, J. *Tepelné zpracování*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964. 248 s. D-15 40334.
6. Normálie STEINEL. *Normálie STEINEL* [online]. 2016 [vid. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.penta-edm.cz/normalie-steinel/>
7. BE Group: Produkty. *BE Group: Produkty* [online]. [vid. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.begroup.com/cz/BE-Group-Czech-Republic/Produkty/Hlinik-1/znaeni-hliniku-a-jeho-slitin-v-stav/>
8. DZIUBAN, Jiří. *Konstrukce a výroba střížného nástroje*. Brno 2014. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 50 s. 6 příloh. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.
9. SYS. *Systeme+steuerungen* [online]. [vid. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://systeme-steuerungen.com/de/produktgruppen/control-system-pas-6000>
10. Kontrollieren Sie Ihre Prozesse. *SAGE* [online]. [vid. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.sage.de/produkte/erp/fuer-10-bis-200-mitarbeiter/sage-100-erp-software>
11. AUTOMA. *Časopis pro automatizační techniku* [online]. [vid. 2016-05-20]. Dostupné z: http://automa.cz/index.php?id_document=41369
12. SYSTEM ON LINE. *S přehledem ve světě informačních technologií* [online]. [vid. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/mes-manufacturing-execution-systems.htm>
13. JUROVÁ, Marie. *Řízení výroby 1*, vyd. Novotný Zdeněk, Brno, ISBN 80-214-2031-6., 2001.
14. MEScentrum.cz. *MES* [online]. [vid. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://mescentrum.cz/o-projektu/co-mes>
15. Bihler. *BIHLER* [online]. [vid. 2016-05-20]. Dostupné z: http://www.bihler.de/BihlerPDF/Produkte/Maschinen/RM-NC_GRM-NC/RM-NC_GRM-NC_eng.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
C	[-]	uhlík
CAD/CAM	[-]	computer-aided design / Computer-aided manufacturing
CF	[-]	corrosion free
CNC	[-]	Computer Numerical Control
Co	[-]	kobalt
CrN	[-]	chrom nitrid
CuFe60	[-]	Označení chemického složení svařovacího drátu. Měď + 60 % železa.
CuSn	[-]	Materiál pro výrobu konektorů – bronz (slitina mědi a cínu).
CuZn	[-]	Materiál pro výrobu konektorů – mosaz (slitina mědi a zinku).
CuZn30	[-]	Slitina mědi a zinku (30 % zinku)
DLC	[-]	povlak - obecný název pro amorfni směs grafitu a uhlíku
EDM	[-]	Electric Discharge Machining
EN AW 7020	[-]	označení druhu hliníku
MES	[-]	Manufacturing Execution System
N	[-]	dusík
Nb	[-]	niob
pH	[-]	vodíkový exponent (potential of hydrogen)
Pn	[-]	Part number – číslo varianty konektoru
Ta	[-]	tantal
Ti	[-]	titan
TiAlN	[-]	titan hliník nitrid
TiCN	[-]	titan carbon nitrid
TIG	[-]	Tungsten inert gas – svařování v ochranné atmosféře (argon) wolframovou elektrodou.
TiN	[-]	nitrid titanu
WC	[-]	karbid wolframu
WEDM	[-]	Wire Electric Discharge Machining
Zr	[-]	zirkon

Symbol	Jednotka	Popis
A	[J]	střížná práce
c	[-]	koeficient
c_1	[-]	součinitel stírání
c_2	[-]	součinitel protlačování
E	[MPa]	Yongův modul pružnosti v tahu
F_{pr}	[N]	protlačovací síla
F_s	[N]	střížná síla
$F_{s \max}$	[N]	maximální střížná síla
$F_{stř}$	[N]	stírací síla
h	[mm]	hloubka
h_s	[mm]	hloubka vniknutí střížné hrany
k_s	[MPa]	střížný odpor
L, l	[mm]	délka
n	[-]	koeficient otupení
R_m	[MPa]	mez pevnosti v tahu
s	[mm]	dráha
S	[mm ²]	plocha stříhu
s	[mm]	tloušťka materiálu
S_0	[mm]	tloušťka materiálu
λ	[-]	součinitel plnosti
σ_1	[MPa]	deformační odpor
σ_p	[MPa]	přetvárný odpor
τ_{ps}	[MPa]	pevnost ve stříhu
τ_s	[MPa]	střížný odpor, mez pevnosti ve stříhu

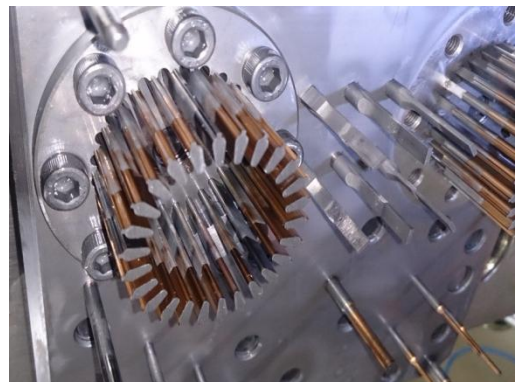
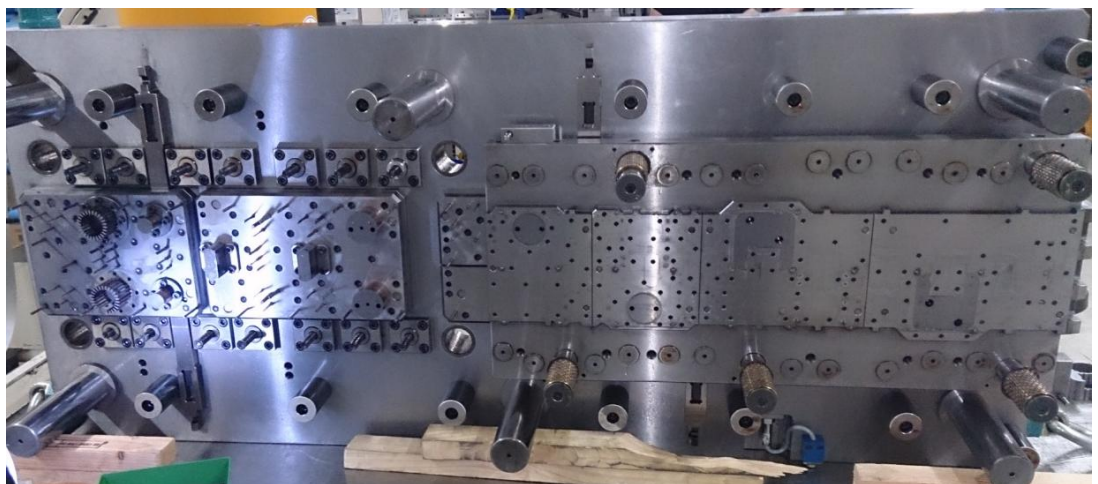
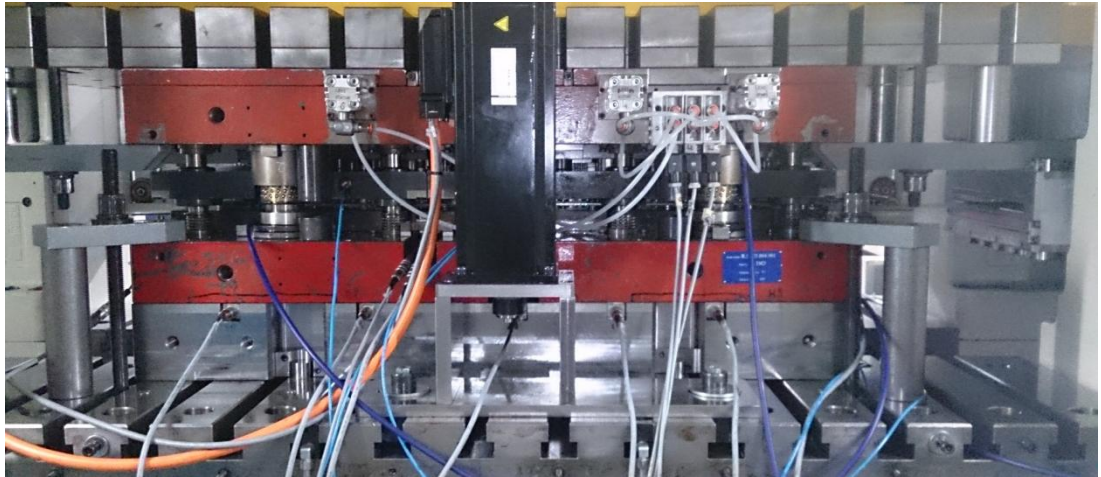
SEZNAM PŘÍLOH

- | | |
|------------|--|
| Příloha 1 | Střížný postupový nástroj vyrábějící hlavní části elektromotoru pro pohon stěračů předních skel - tzv. paketování. |
| Příloha 2 | Pásová pila KLAEGER HBS 265 v oddělení přípravy materiálu. Každý materiál je dle druhu označen příslušnými barvami. |
| Příloha 3 | 3D frézování pomocí systému CAD/CAM na CNC frézce HERMLE UWF 802 H. |
| Příloha 4 | Doporučení při broušení tvrdokovu – katalog od dodavatele a výrobce Ceratizit. |
| Příloha 5 | Profilová CNC bruska AMADA GLS 5T a klasické PeTeWe PFS 3 D. |
| Příloha 6 | Elektroerozivní drátová řezačka AGIE CHARMILLES a tvarový střížník se střížnicí. |
| Příloha 7 | Reakce slinutého karbidu při elektroerozivním obrábění – důlková koroze. |
| Příloha 8 | Doporučené postupy výrobce pro odstranění problémů při elektroerozivním obrábění. |
| Příloha 9 | Mikrotryskání se speciálními granuláty pro úpravu povrchů, PEENMATIC MIKRO 620 S. |
| Příloha 10 | Základové desky ze slitiny hliníku. Univerzální rám nástroje, který má více přestavbových modulů – lze vyrábět více druhů konektorů. |
| Příloha 11 | Dynamická korekce výšky beranu a drážka pro kontrolu nastavení lisovací síly. |
| Příloha 12 | Obnova opotřebovaných dílů. Navaření chybějícího materiálu laserem. Laserová svářečka ROFIN. |
| Příloha 13 | Velice namáhaný, často otupený, nebo poškozený stříh aretační části konektoru. |
| Příloha 14 | Nepřípustné poškození materiálu v oblasti funkční části konektoru. |
| Příloha 15 | Kamerový kontrolní systém od firmy OTTO Vision. |
| Příloha 16 | Pracovní postup seřizování rozměrů konektoru vypracovaný pro německou firmu. |

- Příloha 17 Model postupového pásku pro nástroj X01.
- Příloha 18 Spodní část 3. modulu nástroje X01 a konektorová zásuvka do automobilu.
- Příloha 19 Umístění pomocných předrážení.
- Příloha 20 Stěr materiálu na hlavní aretační části konektoru.
- Příloha 21 Kulisy pro posouvání jednotlivých ohybníků.
- Příloha 22 Návod k seřizování nástroje X01.
- Příloha 23 Část návodu k seřizování nástroje X02.
- Příloha 24 Speciální lis BIHLER.

PŘÍLOHA 1

Střížný postupový nástroj vyrábějící hlavní části elektromotoru pro pohon stěračů předních skel - tzv. paketováním.



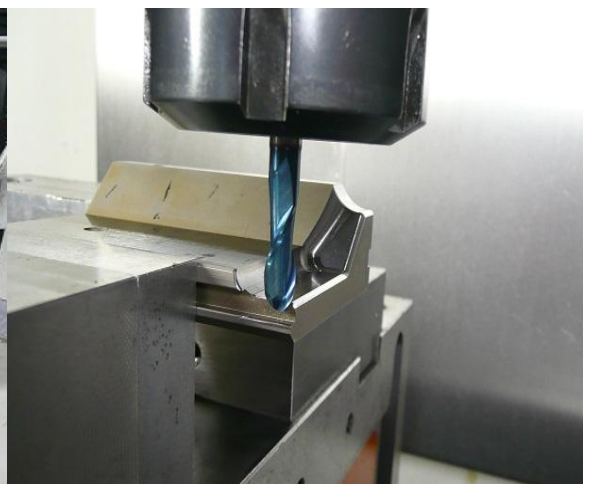
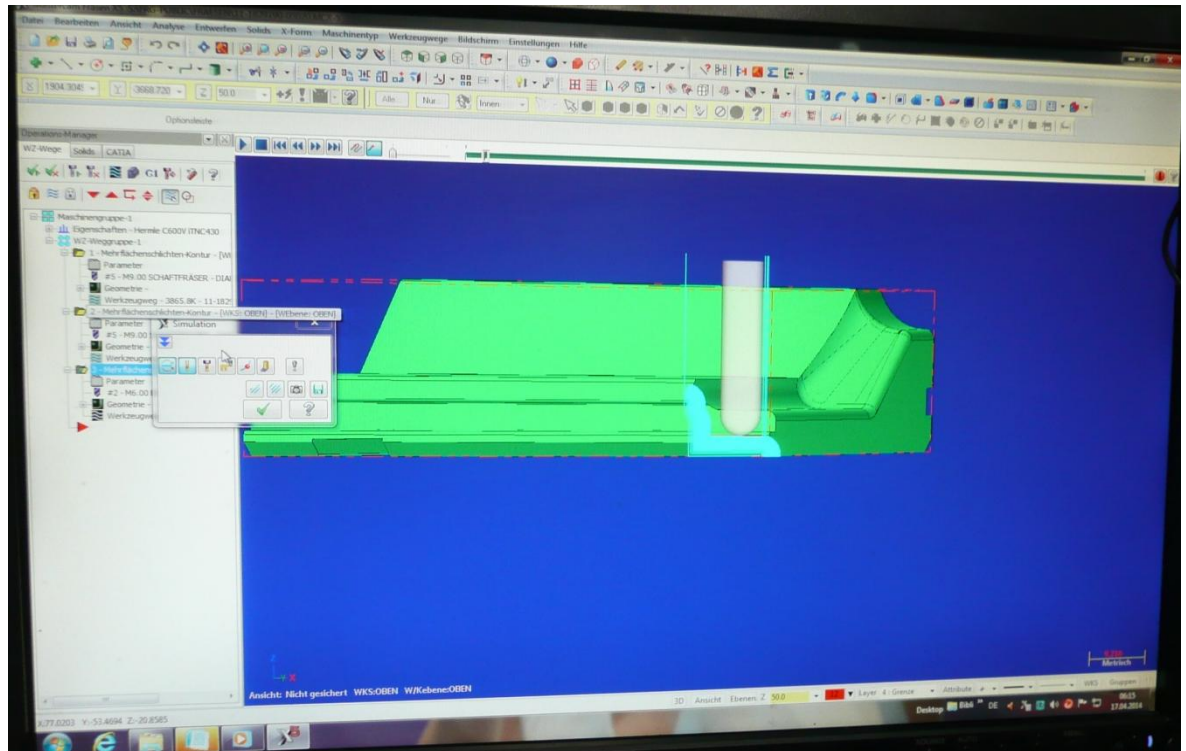
PŘÍLOHA 2

Pásová pila KLAEGGER HBS 265 v oddělení přípravy materiálů. Každý materiál je dle druhu označen příslušnými barvami.



PŘÍLOHA 3

3D frézování pomocí systému CAD/CAM na CNC frézce HERMLE UWF 802 H.



PŘÍLOHA 4

Doporučení pro broušení slinutého karbidu – katalog od dodavatele a výrobce Ceratizit [3].

Hartmetall im Werkzeugbau ist Vertrauenssache



Bei der Kühlung ist immer darauf zu achten, dass das Kühlschmiermittel auch tatsächlich „am Ort des Geschehens“ auftrifft um die optimale Kühlwirkung zu erzielen. Ist dies nicht der Fall können Schädigungen des Hartmetalls die Folge sein.

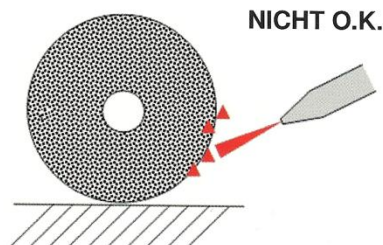


Abb. 21: „Falsche“ Anwendung von Kühlschmiermitteln

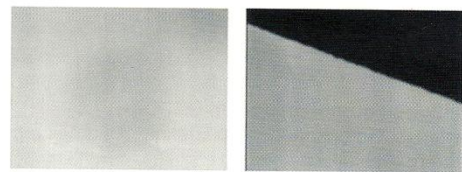


Abb. 25: Optimale Oberfläche bei richtiger Kühlung

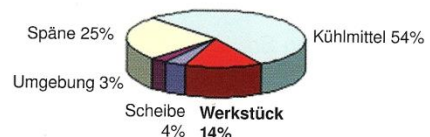


Abb. 26: Wärmeaufnahme bei gut abgestimmter Kühlung

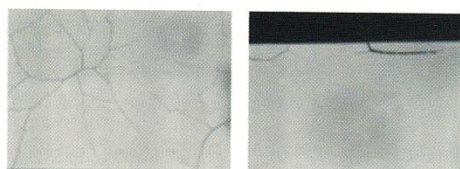


Abb. 22: Mögliche Auswirkungen mangelhafter Kühlung

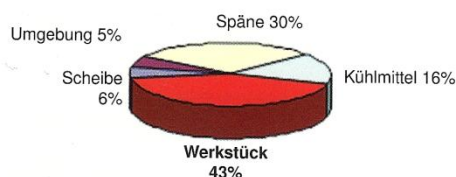
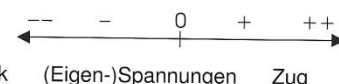
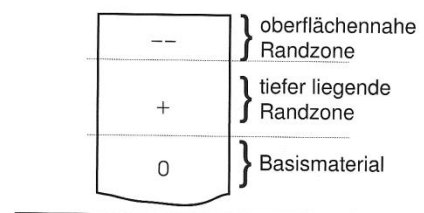


Abb. 23: Wärmeaufnahme bei schlecht abgestimmter Kühlung

3.1.3 Eigenspannungen

Bei der Schleifbearbeitung von Hartmetall werden in den obersten Schichten Druckeigenspannungen eingebracht, die das Biegebruchverhalten in Abhängigkeit vom Bauteilquerschnitt beträchtlich beeinflussen können.



Druck (Eigen-)Spannungen Zug

Abb. 27: Ausbildung von Spannungen beim Schleifen von HM-Bauteilen

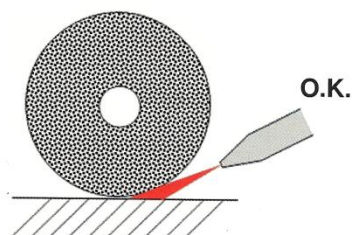


Abb. 24: „Richtige“ Anwendung von Kühlschmiermitteln

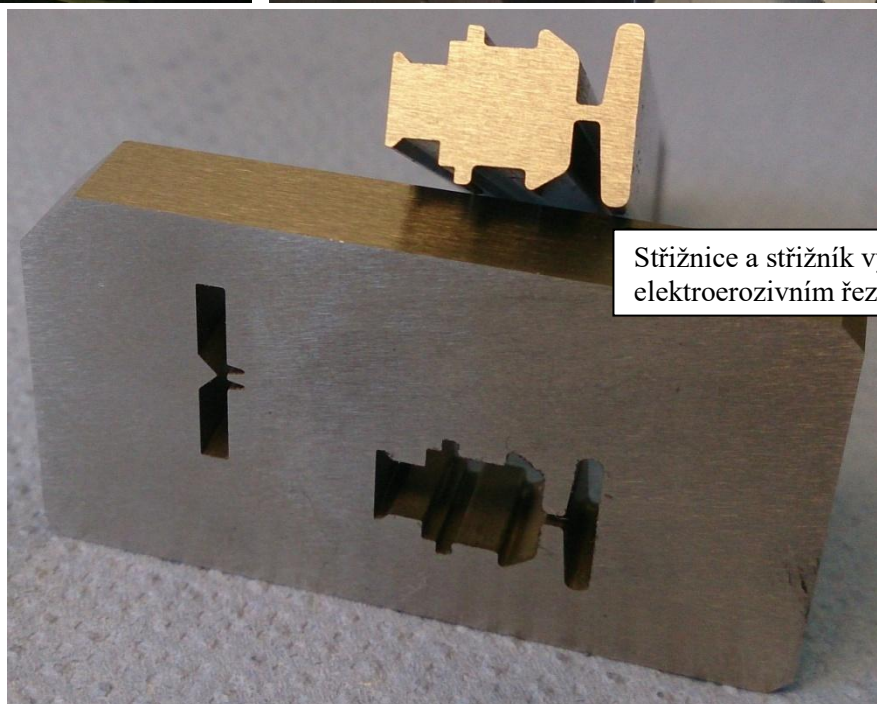
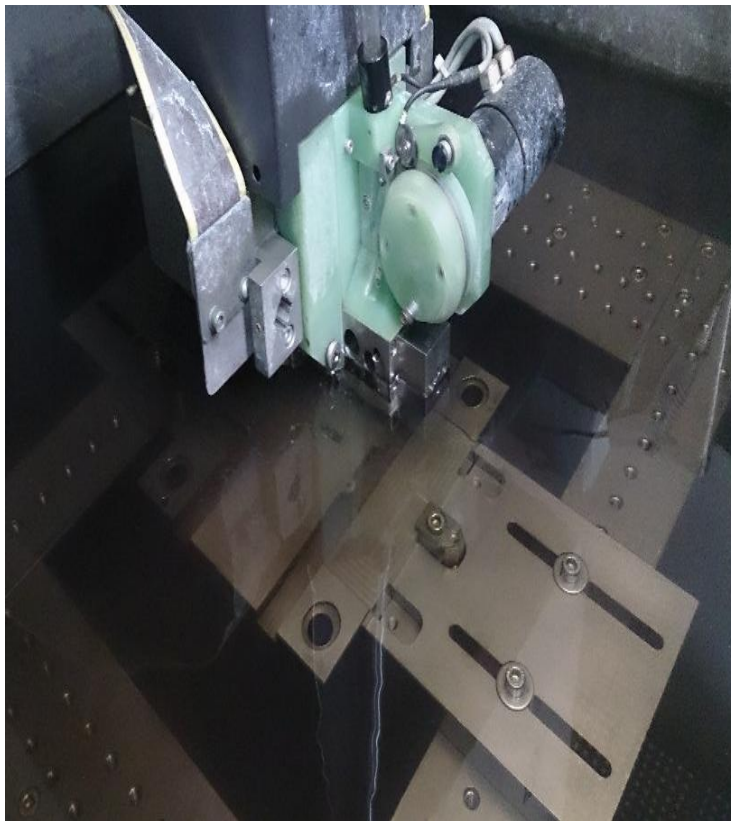
PŘÍLOHA 5

Profilová CNC bruska AMADA GLS 5T a klasické PeTeWe PFS 3 D.



PŘÍLOHA 6

Elektroerozivní drátová řezačka AGIE CHARMILLES a tvarový střížník se střížnicí.



Střížnice a střížník vyrobené elektroerozivním řezáním.

PŘÍLOHA 7

Reakce slinutého karbidu při elektroerozivním obrábění – důlková koroze [3].

Hartmetall im Werkzeugbau ist Vertrauenssache



3.2.1.4 Elektrochemische Reaktion, Lochfraß / Korrosion

Die Themen Lochfraß und Korrosion können nicht voneinander getrennt werden, da beide Faktoren mit dem Korrosionsprozess einhergehen und sowohl auf erodierten als auch auf nicht erodierten Flächen des Werkstückes auftreten. Flecken und Löcher an erodierten Flächen werden als Lochfraß bezeichnet. Die besondere Problematik ist, dass die Löcher (Kobaltauslösungen) sehr oft nicht zu erkennen sind und erst bei einer anschließenden Weiterbearbeitung durch Schleifen, Polieren oder – noch schlimmer – im Einsatz auftauchen.

Abb. Nr. 33 zeigt das typische Erscheinungsbild von Lochfraß, der deutlich ohne Lupe oder Mikroskop zu erkennen ist. Interessanterweise finden wir auch an nicht erodierten Flächen diesen Lochfraß bzw. Kobaltauslösungen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Hartmetall teilweise aus dem Bindemetall Kobalt besteht, das magnetisch ist. Aus diesem Grund werden Schmutzpartikel vom Werkstück angezogen. Was in Folge zu beschleunigter Korrosion und durch die Vibration der Schmutzpartikel auf der Oberfläche zu einem lokalen mechanischen Verschleiß führt.

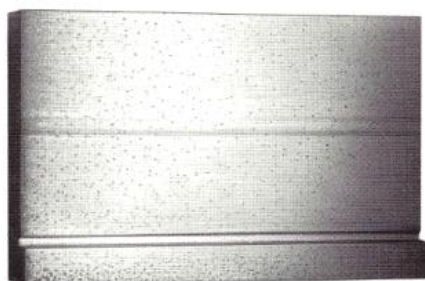


Abb. 33: Erscheinungsbild von Lochfraß

Was ist Lochfraß?

Abb. Nr. 34 zeigt uns dasselbe Erscheinungsbild, jedoch diesmal im Querschnitt. Die Bindemetallphase (Kobalt) wird durch einen elektrochemischen Prozess im Dielektrikum bis zu einer Tiefe von 20 µm aus dem Hartmetall herausgelöst.

Ursache für diesen Prozess ist eine nicht ausreichende Spülung des Schnittspalts und meist ein zu hoher Leitwert des Dielektrikums.



Abb. 34: Erscheinungsbild von Lochfraß im Querschnitt, 1000-fach

Interessanterweise finden wir dieses Phänomen auch an der nicht erodierten Stirnseite des Werkstückes, wobei die Bindemetallphase bis zu einer Tiefe von 40 µm herausgelöst werden kann. Dies ist in erster Linie auf einen zu hohen Leitwert des Dielektrikums zurückzuführen, sowie auf die im Vorfeld beschriebenen elektrostatischen und magnetischen Bedingungen.

Die Kobaltauslösungen sind nicht immer ohne Mikroskop erkennbar, die Oberfläche scheint also optisch in einwandfreiem Zustand zu sein. Durch Mikrorisse eingedrungenes Dielektrikum löst das Kobalt auf, die Wolframcarbid stehen ohne festen Halt (Bindemetall) an der Oberfläche, so dass in diesem Bereich das Hartmetall seine Festigkeit und Zähigkeit verloren hat. Stirnflächen sollten daher unbedingt nachgeschliffen werden, was von den meisten Werkzeugbauern bis zu einer Tiefe von 0,5 mm praktiziert wird.

PŘÍLOHA 8

Doporučené postupy výrobce pro odstranění problémů při elektroerozivním obrábění [3].

Hartmetall im Werkzeugbau ist Vertrauenssache



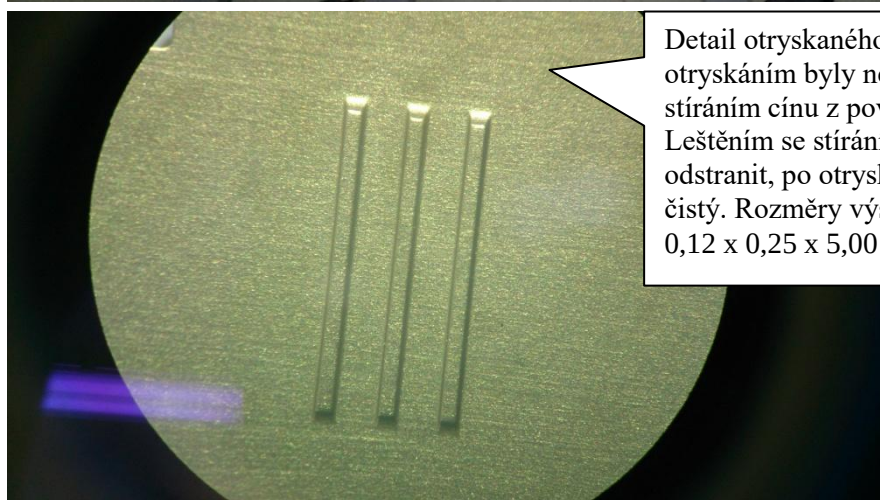
3.2.1.5 Vorschläge zur Behebung von Problemen (Erodiertips):

- ♦ Thermisch beeinflusste Zone muss mit einer ausreichenden Anzahl von Nachschnitten entfernt werden.
- ♦ **Achtung beim Startlocherodieren:**
Es sollten keine Bohrungen in Hartmetall „geschossen“ werden.
Bei richtiger Anwendung sind diese Anlagen jedoch wichtige Werkzeuge für den Werkzeugbau.
- ♦ **Hartmetall ist magnetisch:** Teile vor dem Erodiere entmagnetisieren
- ♦ **Prinzip der „Minimal Injection“:**
In vielen Firmen wird entgegen der Betriebsanleitung der Spüldruck der oberen und der unteren Düse gleich eingestellt. Dies hat zur Folge, dass die beiden Wasserstrahlen im Schnittspalt aufeinandertreffen und so ein Ausspülen der Partikel unmöglich ist („Schmoren im eigenen Saft“).
Die Folge ist eine sofortige Zunahme des Leitwertes im Dielektrikum, die Auswirkungen eines zu hohen Leitwertes sind uns allen bekannt - erhöhte Korrosion!

Daher ist folgende Vorgehensweise zu überprüfen:
Die obere Düse muss mit einem deutlich höheren Druck ausgestattet sein, um den Spalt freizuspülen. Der Druck der unteren Düse ist zu reduzieren, da dieser nur zum Freispülen der Drahtführungen dient.
- ♦ **Arbeitsfolge beachten:**
Werden aus einem Block mehrere Teile geschnitten so ist danach zu trachten zunächst bei allen Teilen den Schruppschnitt durchzuführen, danach bei allen Teilen den ersten Nachschnitt usw. Würde man nämlich das erste Teil unverzüglich fertig schneiden, so wäre dieses Teil mit der fertigen Oberfläche so lange dem Wasser, und damit der Gefahr der Korrosion ausgesetzt, bis alle anderen Teile fertig geschnitten sind. Bei Beachtung der richtigen Arbeitsfolge kann so die Gefahr von Korrosion drastisch reduziert werden.
- ♦ Leitwert ständig beachten < 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sehr wichtig ist, die Bearbeitung nicht zu starten, wenn der Leitwert nur mit Mühe gehalten werden kann.
- ♦ Konservieren nach dem Erodieren: Die beste Methode, um die Werkstücke richtig zu konservieren, ist diese mit normalem Wasser zu reinigen, saubest zu trocknen (in einem Ofen ca. 1 Stunde bei 100°C) Achtung: auf keinen Fall nach abgeschlossener Arbeit Wassertank entleeren und Teile im Tank belassen, wegen der zunehmenden Rückstandskonzentration in den eintrocknenden Wassertropfen.
- ♦ Dielektrikum sauber halten und früh genug wechseln, es ist nachgewiesen, dass die Filter Kobalt nicht vollständig ausfiltern können
- ♦ Prüfen Sie das Wasser regelmäßig auf: pH-Wert, Leitwert, Härte, Chloride
- ♦ Hochqualitatives, heißsostatisch nachverdichtetes und qualitätskonstantes Hartmetall verwenden
- ♦ Stirnflächen müssen nach dem Erodieren nachgeschliffen werden. Ca. 0,3 mm sind ausreichend, damit jegliche Beschädigung im Bereich der Schnittkanten entfernt wird.
- ♦ **Beschriftung der Hartmetallsegmente:**
Achtung auf Stifte mit Lösungsmittel, die das Kobalt angreifen.

PŘÍLOHA 9

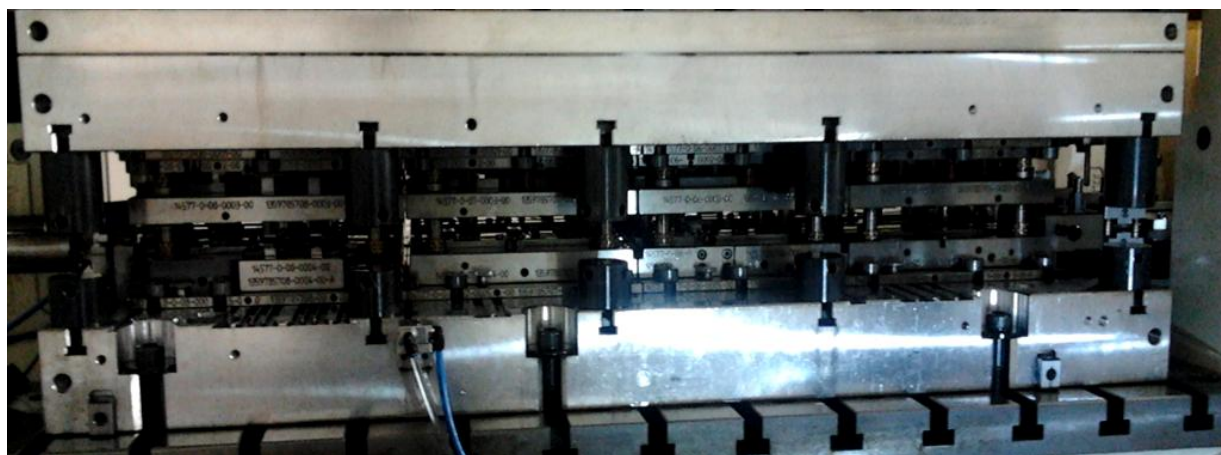
Mikrotryskání se speciálními granuláty pro úpravu povrchů, PEENMATIC MIKRO 620 S.



Detail otryskaného razníku. Před otryskáním byly neustálé problémy se stíráním cínu z povrchu materiálu. Leštěním se stírání cínu nepodařilo odstranit, po otryskání razníku byl povrch čistý. Rozměry výstupků jsou 0,12 x 0,25 x 5,00 mm.

PŘÍLOHA 10

Základové desky ze slitiny hliníku. Univerzální rám nástroje, který má více přestavbových modulů – lze vyrábět více druhů konektorů.



PŘÍLOHA 11

Dynamická korekce výšky beranu a drážka pro kontrolu nastavení lisovací síly.



PŘÍLOHA 12

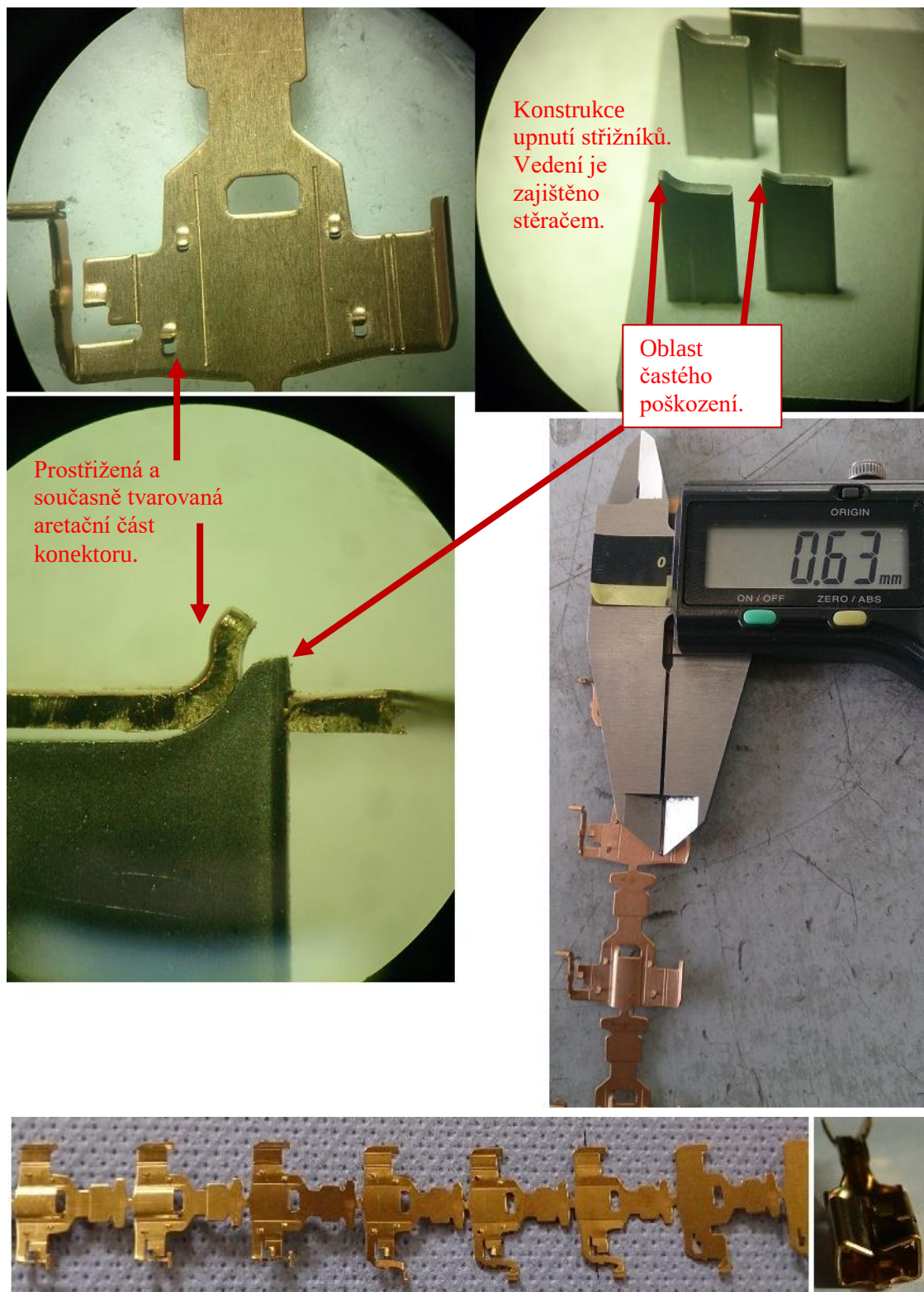
Obnova opotřebovaných dílů. Navaření chybějícího materiálu laserem. Laserová svářečka ROFIN.



Navařování materiálu laserem s ukázkou nastavení hodnot při použití přídatného drátu s označením CuFe60 o průměru 0,30 mm.

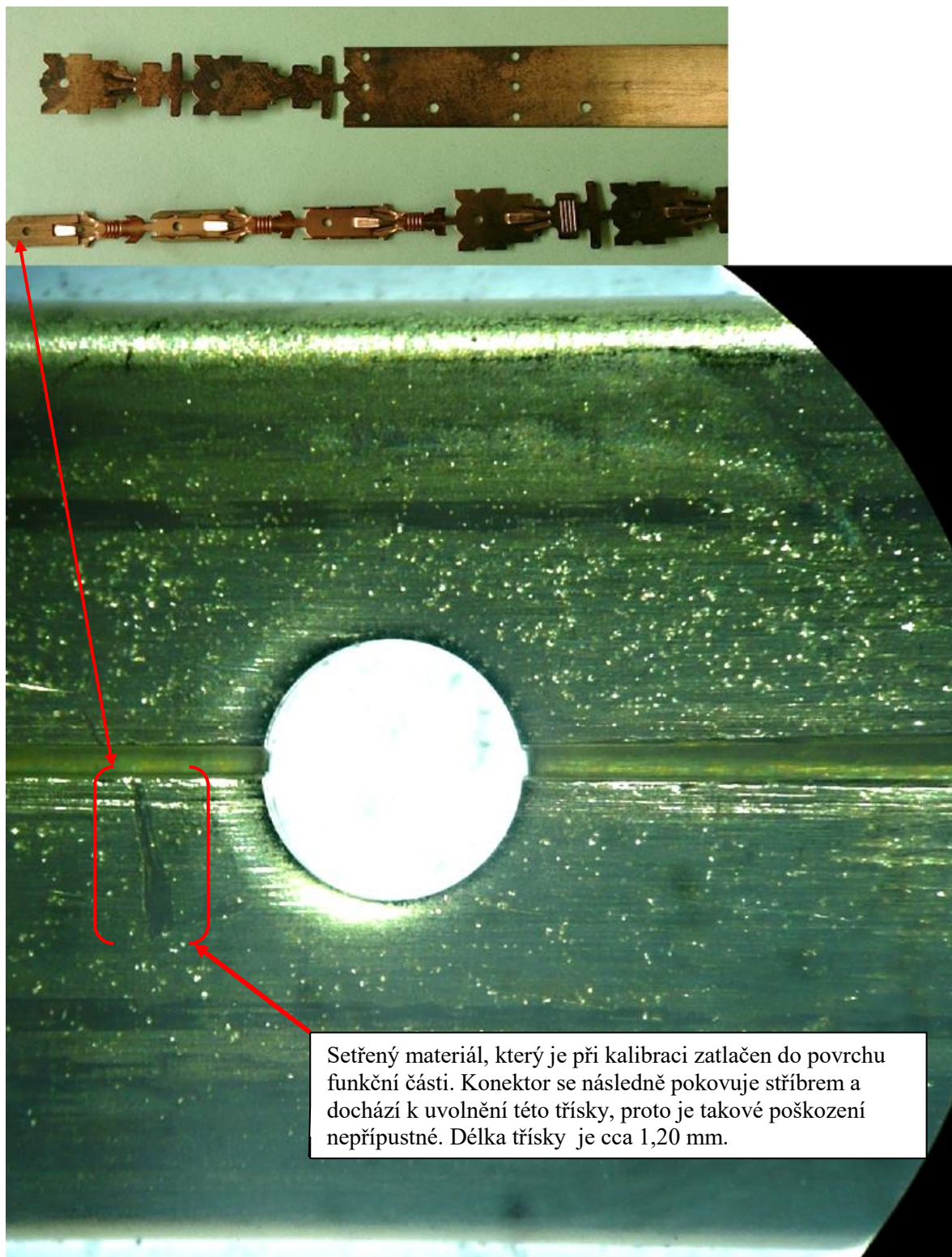
PŘÍLOHA 13

Velice namáhaný, často otupený, nebo poškozený stříh aretační části konektoru.



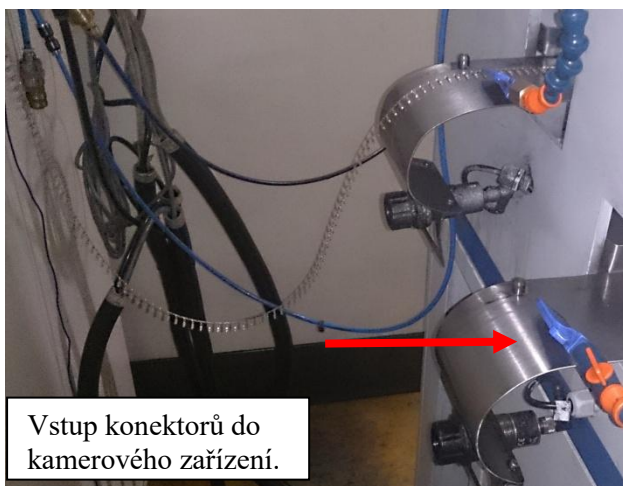
PŘÍLOHA 14

Nepřípustné poškození materiálu v oblasti funkční části konektoru.



PŘÍLOHA 15

Kamerový kontrolní systém od firmy OTTO Vision.



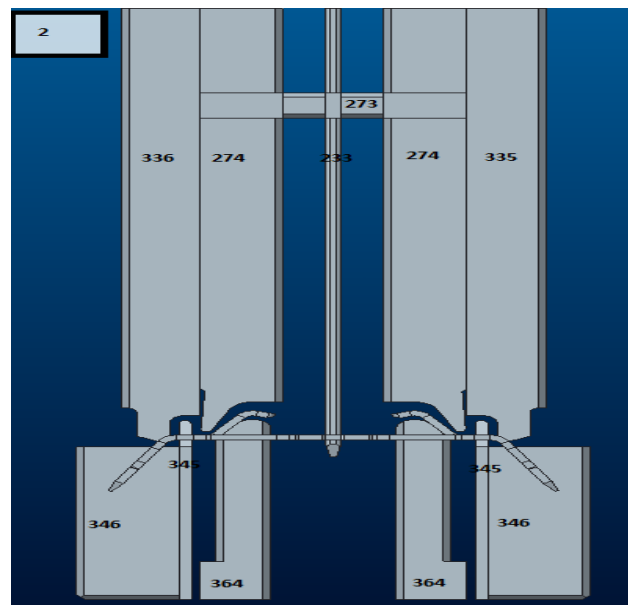
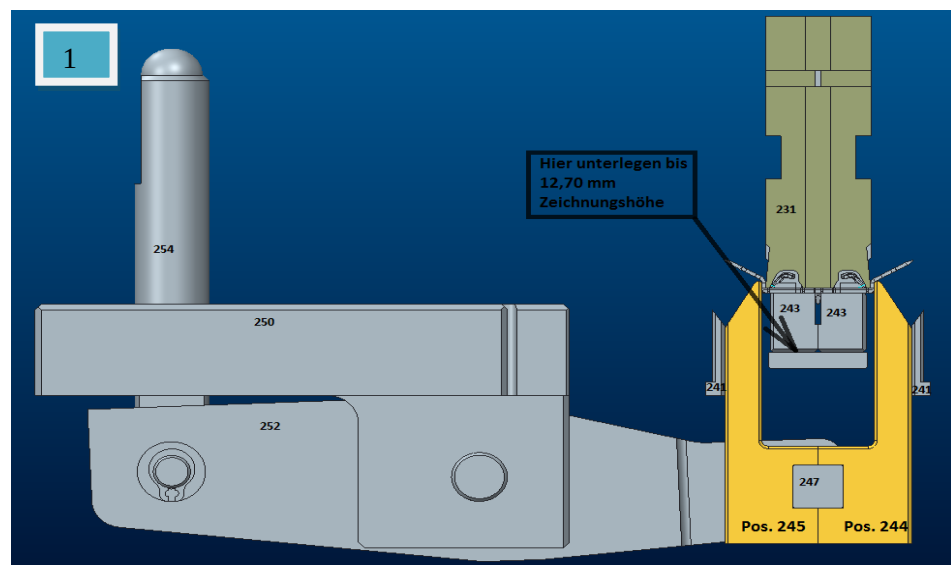
PŘÍLOHA 16 – 1/3

Pracovní postup seřizování rozměrů konektoru vypracovaný pro německou firmu.

Anweisung für WKZ. 000001

Gap-size: muss nur 1 von 3 offen sein, Öffnungsmaß 0,01 mm bis 0,06 mm.
Es werden auch nur 2 bei Kamera gemessen!

Maß kann man bei U-ing durch Einsätze einstellen (Bild 1). **Einsätze nie über die Zeichnungshöhe 12,7 mm unterlegen!!** – sonst bekommt man einen Abdruck beim Basisteil und der **Biegestempel** oben kann **brechen!!** Weitere Möglichkeit zum einstellen ist die Station vor der „Zangenstation“ (Bild 2). Hier kann man die Einsätze unten unterlegen bis 21,60 mm Höhe – Bei kleinerer Nachstellung.

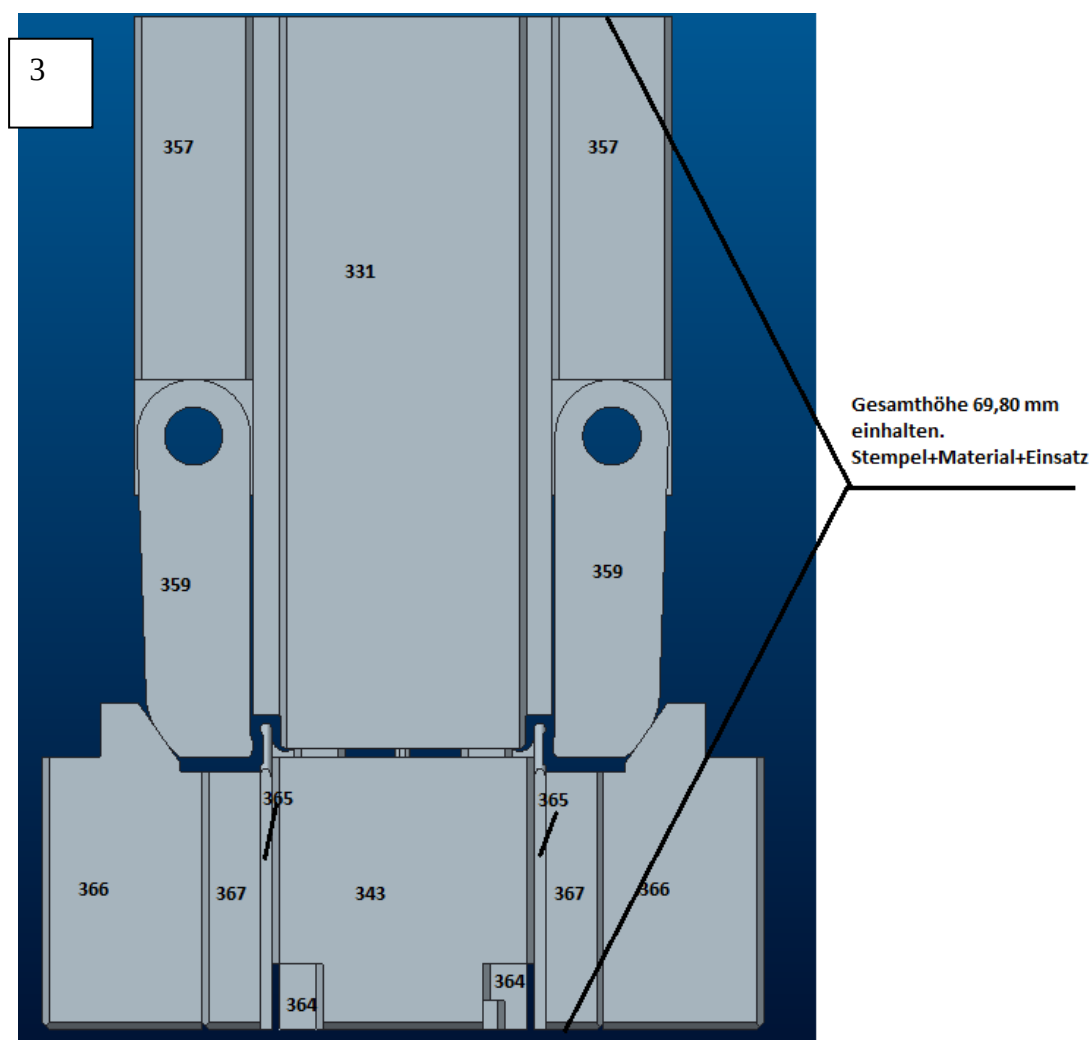


Hier ist das Unterlegen der Einsätze (Pos. 364) bis zu eine Höhe von 21,60 mm möglich.

PŘÍLOHA 16 - 2/3

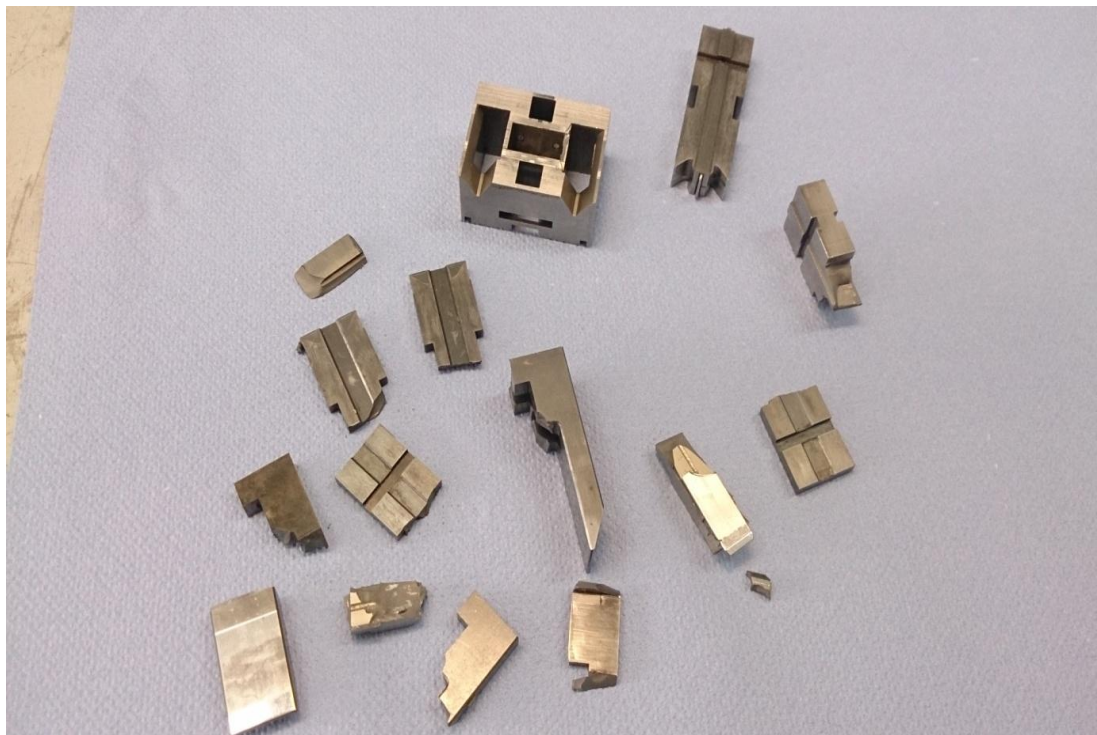
Pracovní postup seřizování rozměrů konektoru vypracovaný pro německou firmu.

Pins: Die kann man bei „Zangenstation“ einstellen. Durch die Zangen unterlegen und Gegeneinsätze zurückschieben ist die Rechtwinkligkeit und Gesamtbreite von Pins einstellen möglich (Bild 3). Wenn man die Zange Unterlegt, werden die Pins breiter und die Pinhöhe kleiner. Mit verschieben der Steuerstempel (Pos. 366) ist nur die Pinhöhe einzustellen.

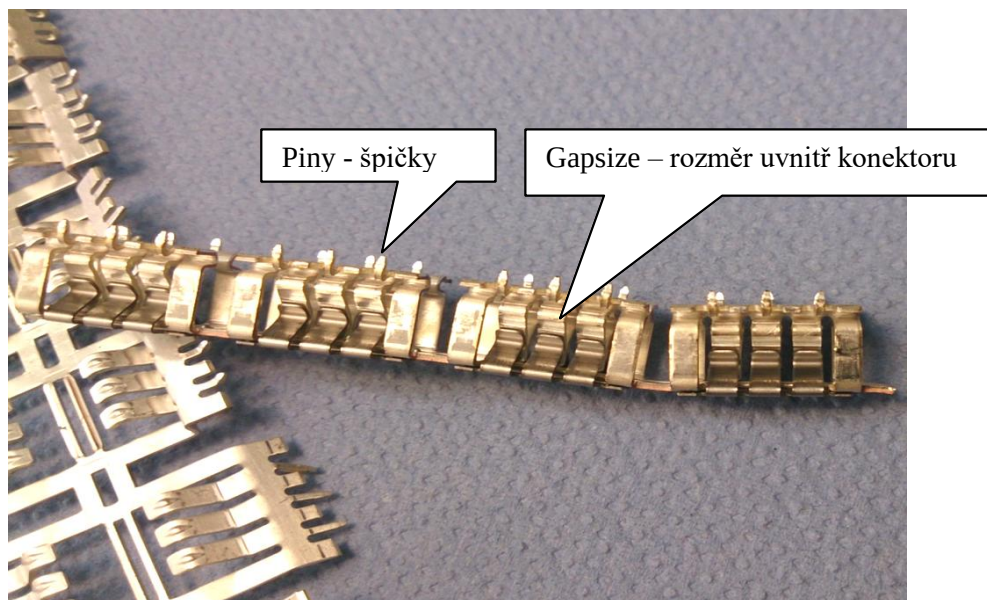


PŘÍLOHA 16 - 3/3

Pracovní postup seřizování rozměrů konektoru vypracovaný pro německou firmu.



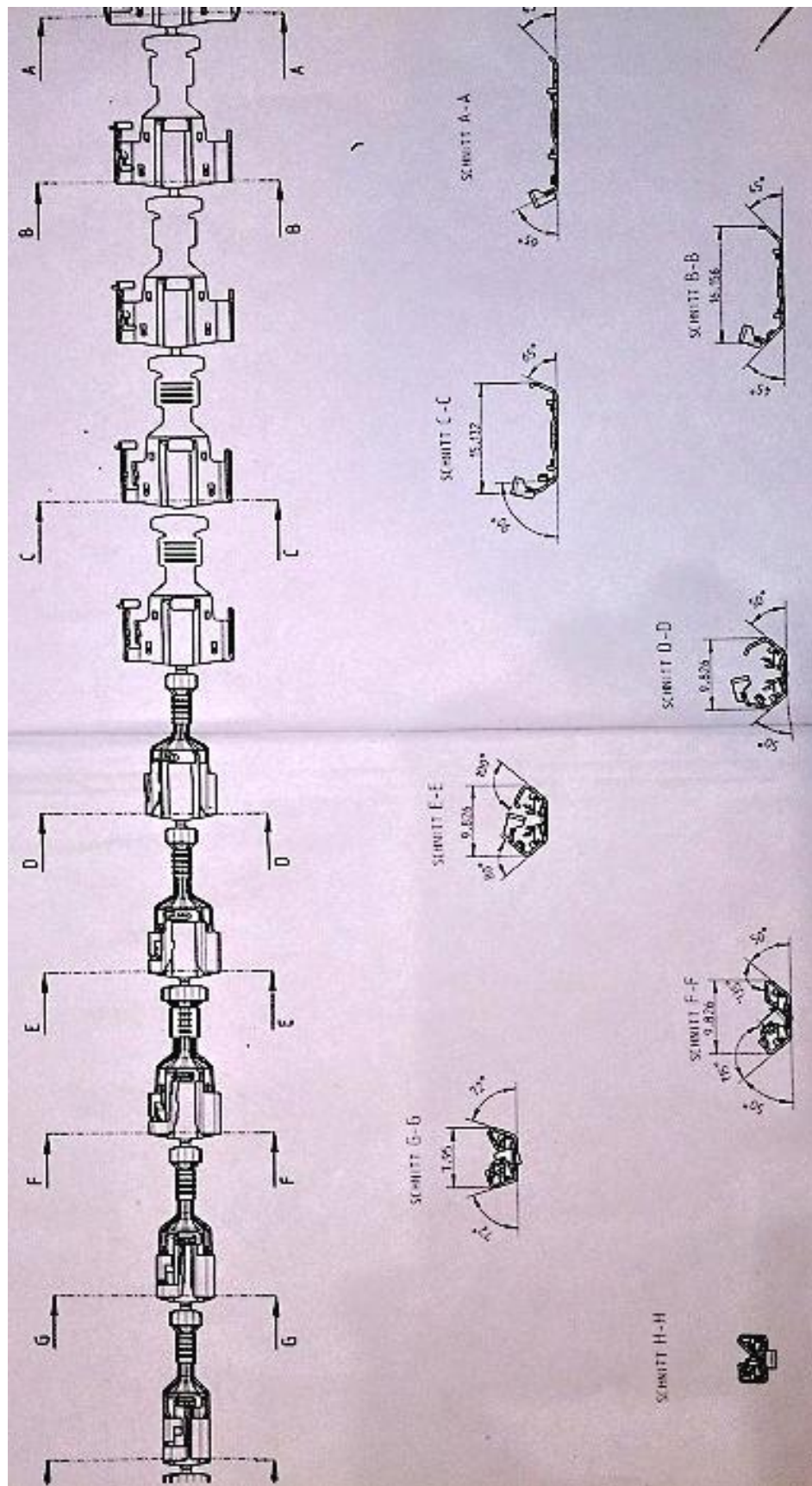
Nedodržení pracovního postupu z obr. 1 v příloze 16/1 vedlo k destrukci celé pracovní stanice a škodě cca 1000 Eur.



Konektor vyráběný výše uvedeným střížným nástrojem.

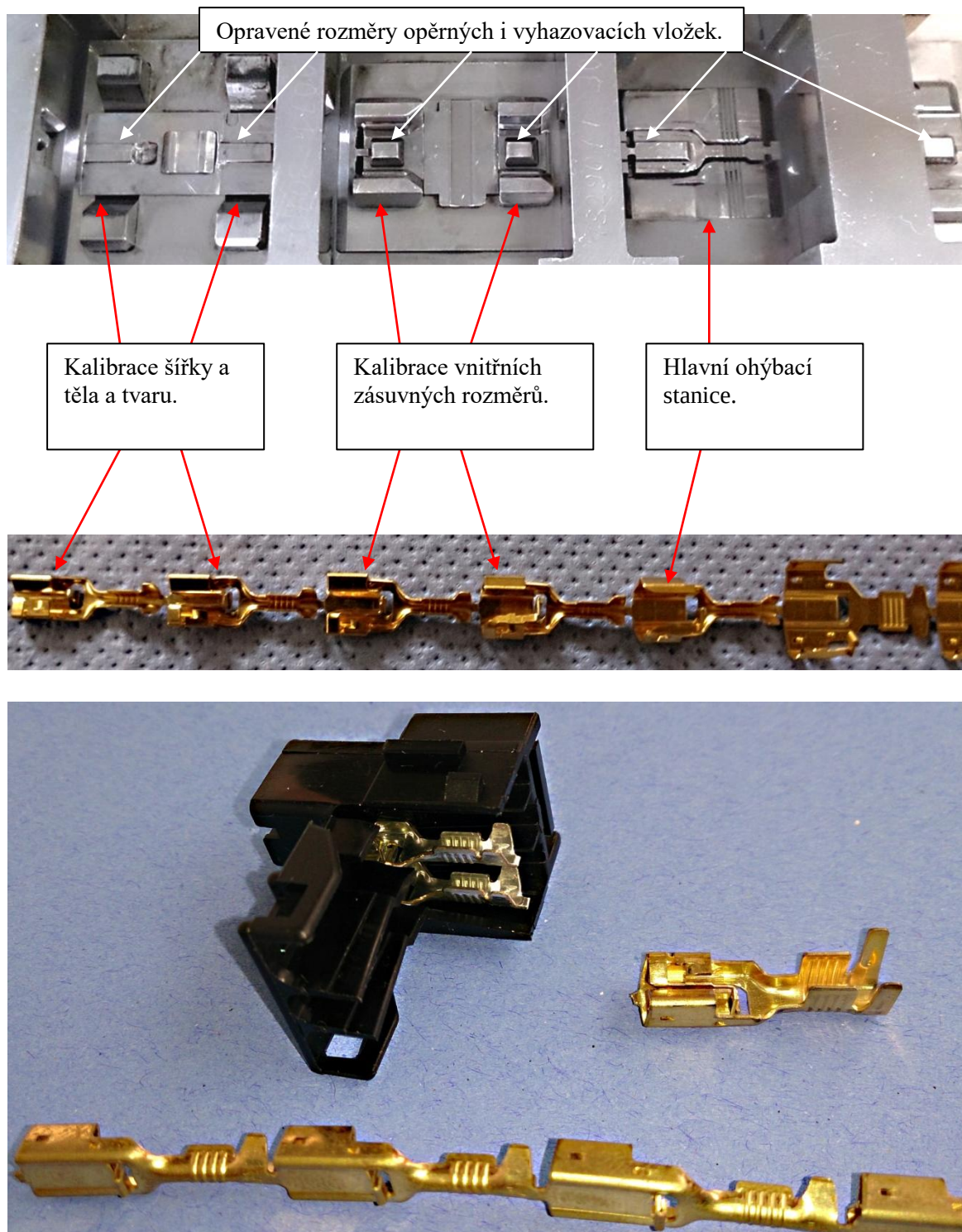
PŘÍLOHA 17

Model postupového pásku pro nástroj X01.



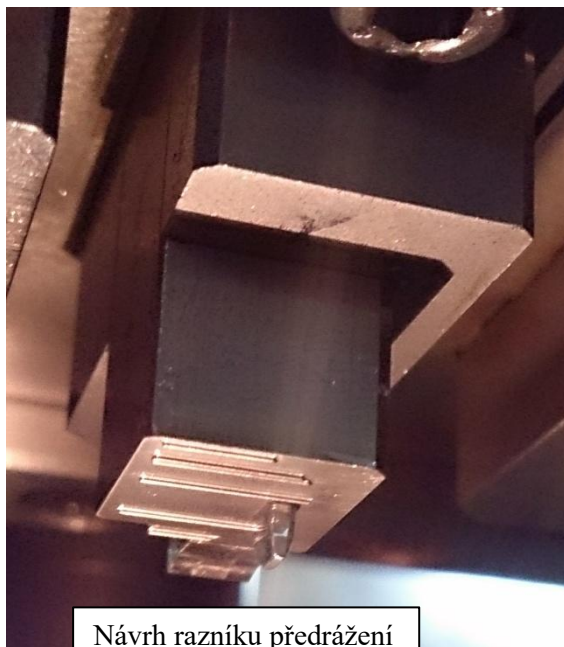
PŘÍLOHA 18

Spodní část 3. modulu nástroje X01 a konektorová zásuvka do automobilu.

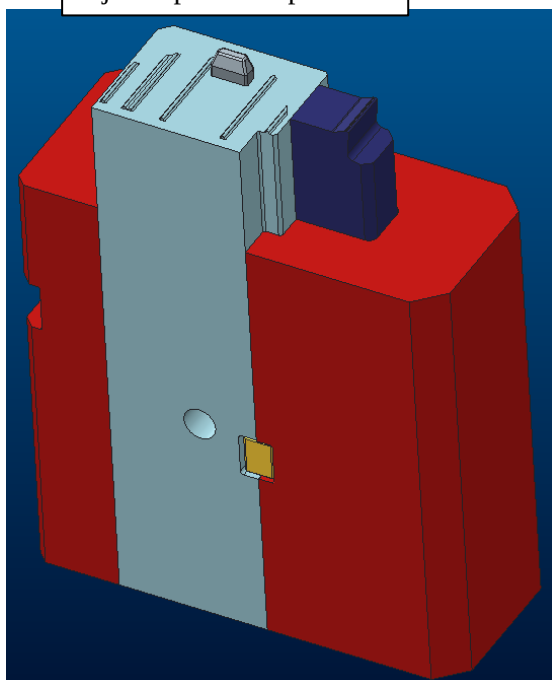


PŘÍLOHA 19

Umístění pomocného předrážení.



Návrh razníku předrážení
a jeho aplikace v praxi.

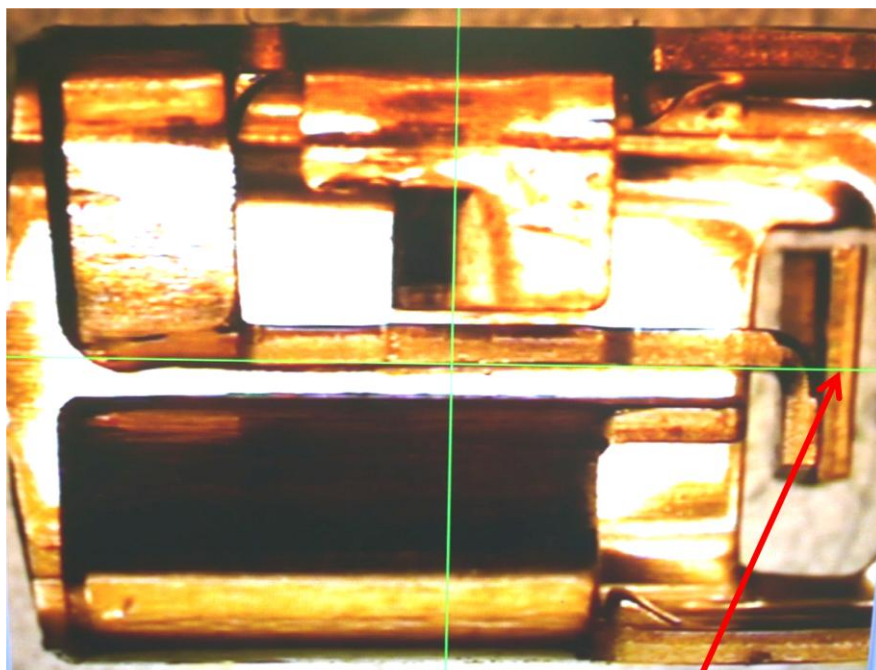


První
varianta
umístění
pomocného
předrážení.

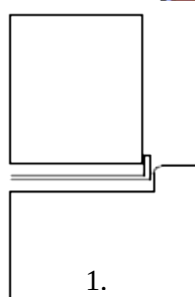
Výsledná
varianta
umístění
pomocného
předrážení.

PŘÍLOHA 20

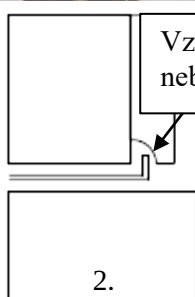
Stěr materiálu na hlavní aretační části konektoru.



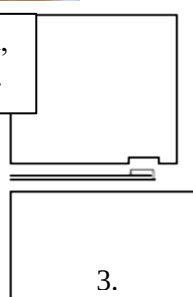
Nepřípustný stěr materiálu (tríska) na hlavní aretační části konektoru.



1.



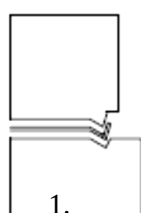
2.



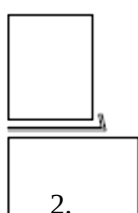
3.

Vznik stěru, nebo třísky.

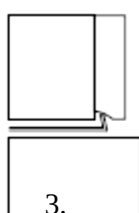
Schématické znázornění původního postupu ohýbání aretační části.



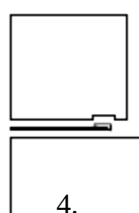
1.



2.



3.

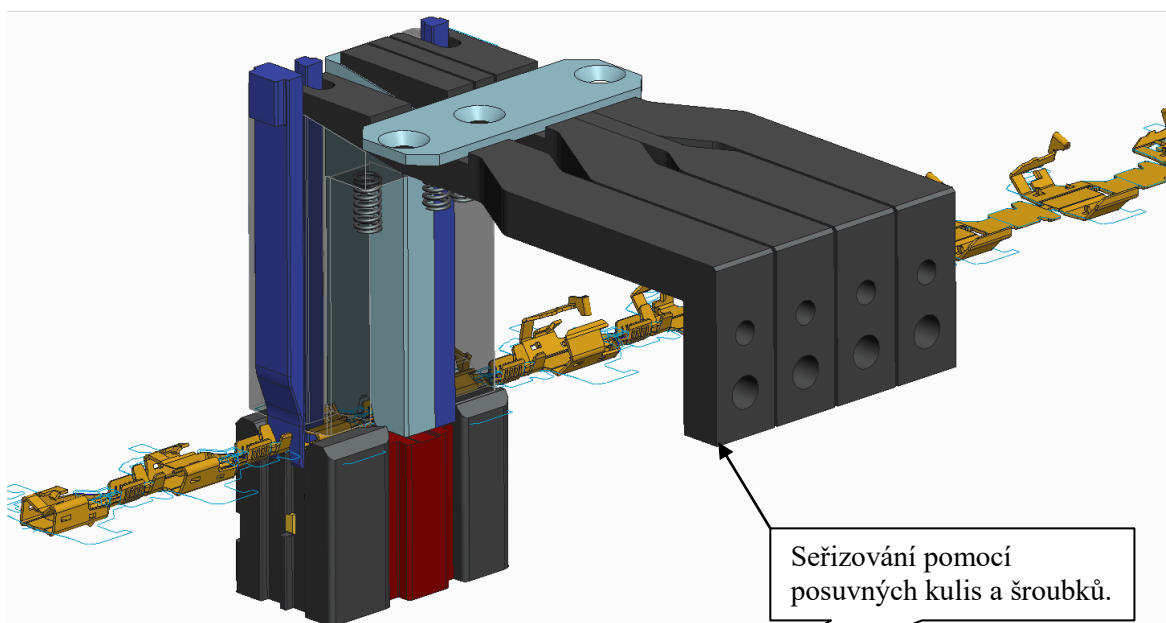


4.

Schématické znázornění nového postupu ohýbání aretační části.

PŘÍLOHA 21

Kulisy pro posouvání jednotlivých ohybníků.



PŘÍLOHA 22 - 1/6

Návod k seřizování nástroje X01.

ANWEISUNG FÜR WKZ. X01

Allgemein

Hubhöhe:	32 mm
Vorschub:	22,0 ± 0,05 mm
Presskraft:	150 - 170 kN
Hubzahl:	450 Hub/min
Material Einlaufhöhe:	89,70 mm
Wkz. Einbauhöhe:	69,80 mm
Lochstempel:	Ø2,52 x 53 mm
Lochbüchse:	Ø2,56 / Ø10k5 x 18,80 mm
Fänger:	Ø2,50 x 60 mm
Fängerbüchse:	Ø2,52 / Ø9,5k5 x 18,80 mm

- Lifting muss man beidseitig kontrollieren - das bedeutet Fänger Einlauf und auch Auslauf kontrollieren. Material darf nur, wenn Sucher in Fänger Büchse ist, frei sein!!!

1. Modul

- Matrizen müssen Zeichnungshöhe **18,80 mm** haben. Lochstempel ist wegen Abfälle dachgeschliffen. Sucher dürfen maximal **0,02 mm** eingelaufen sein. Schnittstempeln in Länge **52 – 53 mm** halten, sonst kommen Abfälle hoch. Wegen Abfälle kann man bei Schnittstempel dachschleifen, oder Punkte mit Laser aufschweissen. TE-logo kontrollieren, ob eingelaufen oder ausgebrochen ist.

PŘÍLOHA 22 - 2/6

Návod k seřizování nástroje X01.

ANWEISUNG FÜR WKZ. X01

2. Modul

- Sickenstempel darf nicht eingelaufen oder beschädigt sein, sonst kommen Probleme mit zusammenbiegen. Wenn Sickenstempel neu ist, muss man bei fertigem Teil auf die Risse achten!
- Rastfeder Biegestempel müssen gut poliert sein. **Rastfedermass Pos. 92, Mass $1^{+0,25}$ mm** kann man mit erstem Biegestempel einstellen (OT und UT gleichmässig versetzen). Fertige Biegestelle auf die Risse kontrollieren. Risse kann man mit grösserem Radius auf 1. Biegestempel beseitigen.
- Rastfeder Einstellstation **UT1** muss gut poliert und nicht eingelaufen sein. Mit Schraube **UT1** kann man Rechtwinkel bei Rastfeder einstellen. Einstellfunktion ist auf dem Werkzeug gezeichnet. Der Winkel muss $90^\circ \pm 3^\circ$ eingestellt sein. Gute Einstellung ist wichtig für weiter kontakt formen.
- Kasten Prägestation ist besonders wichtig für die gute Kastenmasse und gesamte Kastenform. Das Mass $0,30^{+0,10}_{-0,03}$ mm Pos. 93 sollte man beim Minimum halten.
- Rasthacken (4x) müssen scharf und nicht beschädigt sein, sonst kommen überall Spannbildungen.
- Wenn Wkz. mehrmals Verstanzen ist, muss man immer die Fänger auf Beschädigung kontrollieren und Lochen sauber machen. Fänger sind dann meistens ein bisschen rausgezogen, die muss man wieder zurück klopfen.

ANWEISUNG FÜR WKZ. X01

3. Modul

- Gabelfänger und Fänger dürfen nicht beschädigt oder zu viel eingelaufen sein. Biegestempel und Biegeeinsätze sollten poliert sein.
- Alle Lifter müssen schön laufen und nicht eingelaufen oder beschädigt sein.
- Biegestempel und Sicken auf Beschädigung kontrollieren.
- Bei 1. Station 2. Biegung kann man mit Einsatz versetzen **Steckmass links und Symmetrie ändern.**
- Draht und Isokrimp Breite sollte auf dem Uing fertig gemacht worden.
- Lifter im Uing Kastenstempel muss gut gefedert sein. Wenn der Kontakt mit Stempel hochgezogen ist, bekommen wir **Probleme mit Symmetrie Schwankungen und Steckmassen.**

Schraubeneinstellungen OT (Oberteil)

- **OT1** - Der Stempel biegt gesamtkontakt vor. **Kastenhöhe hinten links** ist hier fertig gemacht. Lifter oben funktioniert auch als Abstützung für Steckmass Bereich. Funktion und Drehrichtung ist auf Wkz. gezeichnet.
- **OT2** - V-stempel für **ISOkrimp**. Funktion und Drehrichtung ist auf Wkz. gezeichnet.
- **OT3** - V-stempel für **Drahtkrimp**. Funktion und Drehrichtung ist auf Wkz. gezeichnet.
- **OT4** - Der Stempel macht **fertige Steckmass** und Beziehung zwischen Steckmass links und rechts. Lifter oben funktioniert auch als Abstützung. Funktion und Drehrichtung ist auf Wkz. gezeichnet.
- **OT5** - Kalibration für **Steckmass rechts**. Funktion und Drehrichtung ist auf Wkz. gezeichnet.
- **OT6** - Kalibration für **Steckmass und Kastenhöhe vorne links**. Beim Einstellen muss man auf die Symmetrie und Rastfeder mass Pos. 92 achten. Funktion und Drehrichtung ist auf Wkz. gezeichnet.

ANWEISUNG FÜR WKZ. X01

Schraubeneinstellungen UT (Unterteil)

- **UT1** - Hier ist die **Rastfederbiegung fertig** gemacht. Die Winklereinstellung sollte $90^\circ \pm 3^\circ$ sein. Leichten Abdruck vom Biegestempel ist erlaubt.
Achtung! Wenn Rastfeder schon zu viel gebogen ist, kann Wkz. verstanzen. Vorbiegung beeinflusst Symmetrie und Symmetrie Schwankungen. Funktion und Drehrichtung ist auf Wkz. gezeichnet.
- **UT2** - 1. Zusammenbiegung. Bei dieser Einstellstation ist **Kastenbreite vorgebogen**. Es spielt immer mit UT3 zusammen. Hier muss man die **Kastenbreite** zwischen **7,20 – 7,50 mm** halten (ist bei jedem PN gleich). Das muss so eingestellt sein, dass bei UT3 keine Schabstelle gemacht worden.
- **UT3** - Bei dieser Station ist die Kastenbreite gefertigt. Meistens sind aus dieser Station alle Masse fertig gemacht (Symmetrie, Steckmasse, Kastenhöhe, Kastenbreite).



ANWEISUNG FÜR WKZ. X01

Probleme und Lösungen

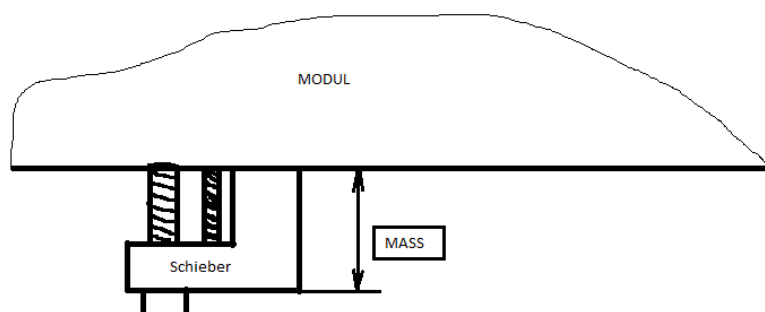
- **Risse bei Kasten unten** - Sicken sind zu tief geprägt, oder zu scharfe Kanten bei Biegestempel. Sicken Prägungen kann man um 0,03 mm weg schleifen. Nach dem muss man immer auf Kastenform achten.
- **Swage Draht und Iso** - Swagestempel und Swageeinsätze nach Zeichnung ausmessen bzw. unterlegen.
- **Risse bei Rastfeder (Zeichnung Detail D)** - 1. Biegestempel ist zu scharf (mit rote Stein einen grösser Radius anbringen. Manchmal ist zu viel auf einmal gebogen (mit Musterstreifen vergleichen und je nach dem einstellen).
- **Spänne bei Rastfeder** - Zu wenig vorgebogen und dann auf einmal gefertigt (mit Musterstreifen vergleichen und Zeichnungspositionen 51, 50 ausmessen. 2. Biegung versätzen und 3. Biegung gut polieren.
- **Nockenschnitt** - Bei Spanbildung Matrize und Schnittstempel auf eingelaufen kontrollieren, alles muss Masse nach Zeichnung haben.
- **Schabstelle und Spänne bei Kasten hinten** - Zu wenig auf U-ing, oder UT2 vorgebogen, je nach dem einstellen.
- **Symmetrie und Steckmasse** - Dieses Bereich ändert sich immer zusammen. Mit Steckmass ändert sich auch Symmetrie. „X“-Mass ist meistens bei OT4 fertig gemacht und das kann man auch bei OT5 kleiner machen. „Y“-Mass ist mit zusammen Einstellung OT1 und OT4 fertig gemacht. So ist auch die ganze Symmetrie eingestellt (spielt beide immer zusammen). Bei OT6 ist die feine Einstellung möglich.

PŘÍLOHA 22 - 6/6

Návod k seřizování nástroje X01.

ANWEISUNG FÜR WKZ. X01

WKZ. X01 - Stellschrauben Grundeinstellung



Stelle	PN: 1	PN: 2	PN: 3
OT1	18,70 mm	18,50 mm	18,37 mm
OT2	16,80 mm	16,05 mm	15,80 mm
OT3	16,34 mm	16,34 mm	16,33 mm
OT4	18,63 mm	18,66 mm	18,53 mm
OT5	19,08 mm	19,05 mm	19,22 mm
OT6	18,44 mm	17,50 mm	16,64 mm
UT1	17,30 mm	17,32 mm	17,30 mm
UT2	18,25 mm	18,30 mm	18,34 mm
UT3	18,05 mm	18,10 mm	18,10 mm
U-ing Schraub	Drahtmass	Drahtmass	Drahtmass

PŘÍLOHA 23

Část návodu k seřizování nástroje X02.

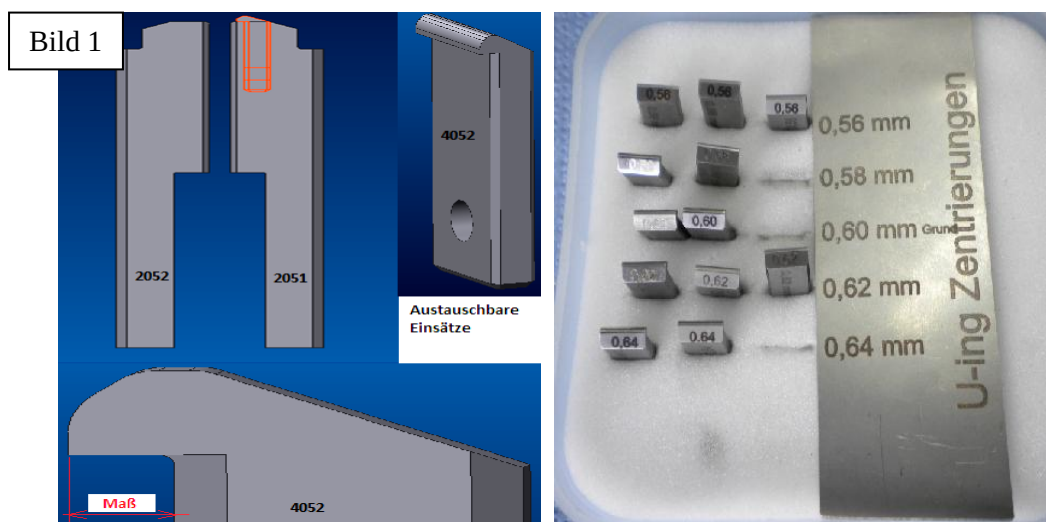
ANWEISUNG FÜR WKZ. X02

2. Modul – 1. Biegemodul

- Fänger und Fängerbuchse dürfen nicht eingelaufen oder sonst beschädigt sein.
- **Säbelstation** – darf nicht zu viel eingelaufen sein, sonst bekommt man Probleme mit Säbel Einstellung (reagiert zu schnell/ langsam oder schwankt).
- Alle Lifter müssen Zeichnungshöhe haben und gut laufen. Auf die eingelaufene Druckplatte achten.
- Swage Einsätze und Stempel immer an Verschleiß kontrollieren. **Stempel nie über Zeichnungshöhe unterlegen!!**
- **Kastenschnitt** muss sauber geschnitten werden – gegen Musterstreifen vergleichen.
- Bei alle Einsätze sind Ein/Auslauf Radien schön und sauber gemacht bzw. poliert.
- **U-ing Station** – Einzelteile dürfen nicht eingelaufen sein. Backen müssen sauber poliert und angepasst werden. Die sollten maximal **0,02 mm** Spiel haben und **Zentrierungen (Bild 1)** Pos. 4052 müssen genau auf Tab angepasst werden (Überlappung). **Gesamthöhe und gleichmäßige** Laufweg immer behalten!!

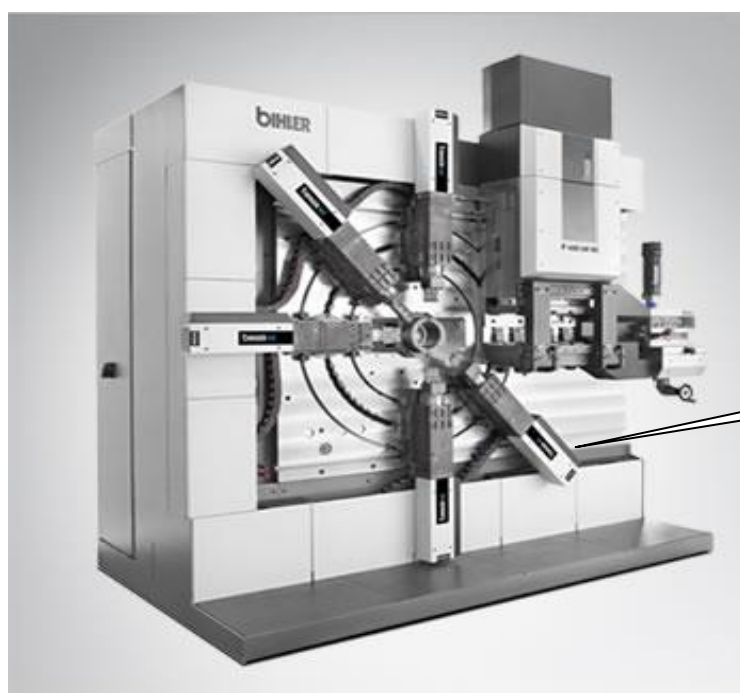
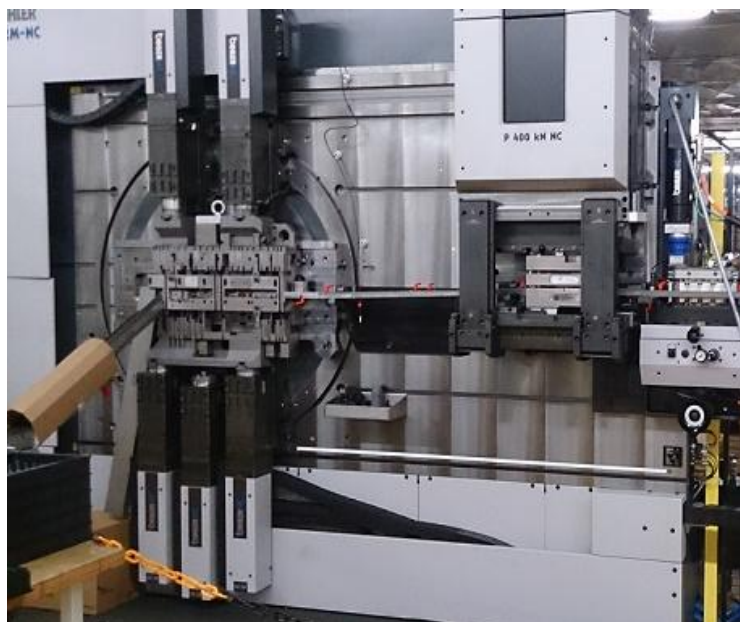
U-ing Einstellung – auf Zeichnungsmaß von Drahtbreite.

Zentrierungen Pos. 4052 sind maßlich nach 0,02 mm geteilt, dass man die Tabbiegestelle schieben kann. Grundmaß (Stufe) die Zentrierungen ist 0,60 mm (beidseitig), zwischen den Zentrierungen muss man immer das Maß von Tabbreite behalten!! **Beispiel:** Wenn man auf einer Seite **0,62 mm** Zentr. einbaut, dann muss auf der zweiten Seite **0,58 mm** eingebaut werden.



PŘÍLOHA 24

Speciální lis BIHLER.



Polohovatelná ramena.