

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Strojírenská technologie - technologie obrábění

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Výroba a oprava forem pro vstřikování plastů

Autor: **Jan HERZER**

Vedoucí práce: **Ing. Jaroslava Fulemová**

Akademický rok 2013/2014

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan HERZER**
Osobní číslo: **S12B0030P**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojírenská technologie-technologie obrábění**
Název tématu: **Výroba a oprava forem pro vstřikování plastů**
Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod, cíle řešení
2. Materiály používané pro výrobu forem
3. Technologie výroby forem
4. Technologie opravy forem
5. Požadavky kladené na strojní a nástrojové vybavení včetně technologických podmínek
6. Závěr

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:


Mádl,J.: Teorie obrábění. Praha, ČVUT 2002
Mádl,J.: Optimalizace řezných podmínek v teorii obrábění. Praha, ČVUT 1990
Sandvik Coromant: Technická příručka obrábění; 2005
Sandvik Coromant: Příručka obrábění; 1997
CIRP ANNALS Manufacturing Technology: (<http://www.cirp.net/>) a další
elektronické zdroje viz. knihovna.zcu.cz
Materiály výrobců nástrojů

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jaroslava Fulemová**
Katedra technologie obrábění
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jaroslava Fulemová**
Katedra technologie obrábění

Datum zadání bakalářské práce: **7. února 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. června 2014**

15.2. 
Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 7. listopadu 2013

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Prostřednictvím těchto řádků bych velmi rád poděkoval vedoucí mé práce Ing. Jaroslavě Fulemové za cenné rady a připomínky, p. Romanu Houdovi, p. Pavlu Divišovi a všem mým kolegům z Forem Tachov s.r.o. za to, že mi velmi ochotně pomáhali proniknout do tajů oprav forem pro vstřikování plastů a všem ostatním, jež se nepřímo podíleli na tvorbě mé bakalářské práce.

Největší dík bych ovšem chtěl věnovat mé rodině, a to za neutuchající optimismus a dlouhodobou podporu v mém studiu.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Herzer	Jméno Jan		
STUDIJNÍ OBOR	2301R016 „Strojírenská technologie – technologie obrábění“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Fulemová	Jméno Jaroslava		
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KTO			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Výroba a oprava forem pro vstřikování plastů			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2014
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	102	TEXTOVÁ ČÁST	58	GRAFICKÁ ČÁST	44
---------------	-----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářská práce obsahuje popis výroby a popis opravy forem pro vstřikování plastů založený na praktických zkušenostech. V práci je dále obsažen výčet nástrojových materiálů používaných pro výrobu forem a kapitola věnující se strojnímu a nástrojovému vybavení. Jejím cílem je přinést kompletní a podrobný soubor informací věnující se dané problematice, zejména pak opravě forem.
KLÍČOVÁ SLOVA	Vstřikovací forma, výroba, oprava, nástrojové materiály, technologie obrábění, strojní park, opravna forem, nástrojárna

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Herzer	Name Jan	
FIELD OF STUDY	2301R016 „Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Fulemova	Name Jaroslava	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Manufacture and repair of molds for plastic injection		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining Technology	SUBMITTED IN	2014
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	102	TEXT PART	58	GRAPHICAL PART	44
----------------	-----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Bachelor thesis contains a description of the manufacture and description of repair of injection molds based on practical experiences. The work also contains a list of tool materials used for production of molds and chapter devoted to the machinery and cutting tools. Its aim is to provide a complete and detailed set of information dealing with this issue, especially repair of injection molds.
KEY WORDS	injection mold, production, repair, tool materials, machining technology, machinery, repair shop of molds for plastic injection, tool shop

Obsah

1	Úvod	5
1.1	Formy Tachov s.r.o.	6
2	Materiály používané pro výrobu forem	8
2.1	Nástrojové oceli	8
2.1.1	W.Nr. 1.2516	8
2.1.2	W.Nr. 1.2210	8
2.1.3	W.Nr. 1.2343	9
2.1.4	W.Nr. 1.2826	9
2.1.5	W.Nr. 1.3343	10
2.1.6	W.Nr. 1.2363	10
2.1.7	W.Nr. 1.1730	11
2.1.8	W.Nr. 1.2312	11
2.1.9	W.Nr. 1.2767	12
2.1.10	W.Nr. 1.2085	12
2.1.11	W.Nr. 1.2311	13
2.1.12	W.Nr. 1.2738	13
2.1.13	W.Nr. 1.2344	14
2.1.14	W.Nr. 1.2162	14
2.2	Konstrukční oceli	15
2.2.1	W.Nr. 1.0503	15
2.2.2	W.Nr. 1.7131	15
2.3	Neželezné materiály	16
2.3.1	W.Nr. 2.0401	16
2.3.2	W.Nr. 2.0598	16

2.3.3	AMPCO a AMPCOLOY	16
3	Technologie výroby forem	18
3.1	Zadávání výroby	18
3.2	TPV	19
3.2.1	Konstrukce	19
3.2.2	Technologie	20
3.3	Výroba forem	20
3.3.1	Obráběcí operace	21
3.3.2	Výroba dezénů	22
3.3.3	Montáž	22
3.3.4	Lícování	23
3.3.5	Závěrečné úkony	24
4	Technologie opravy forem	25
4.1	Nabídkové řízení	25
4.2	Technická příprava a průběh opravy	26
4.3	Jednotlivé typy pracovních úkonů na opravně forem	26
4.3.1	Údržba	26
4.3.1.1	Zkouška chladicích okruhů tlakem	27
4.3.1.2	Průtoková a těsnicí zkouška	28
4.3.1.3	Čištění chladicích okruhů	28
4.3.1.4	Zkouška hydraulických zařízení	29
4.3.2	Praktický příklad demontáže a údržby	30
4.3.2.1	Údržba tvárnice	30
4.3.2.2	Údržba tvárníku	32
4.3.3	Doplňující informace k údržbě	35
4.3.4	Optimalizace vstřikovacích nástrojů	36

4.3.4.1	Korekce.....	37
4.3.5	Praktický případ optimalizace vstřikovacího nástroje	38
4.3.6	Modifikace vstřikovacího nástroje	40
4.3.7	Oprava forem.....	41
4.3.7.1	Oprava zástříků.....	41
4.3.7.2	Lícování.....	42
4.3.8	Časté závady chladicího systému	44
4.3.8.1	Poškozené či staré těsnící prvky	44
4.3.8.2	Špatně průchozí chladicí okruhy	45
4.3.8.3	Prasklý chladicí okruh	46
4.3.8.4	Špatně chlazený díl.....	46
4.3.9	Další časté závady vstřikovacích forem včetně způsobu opravy	46
5	Požadavky kladené na strojní a nástrojové vybavení včetně technologických podmínek	50
6	Závěr.....	54
7	Seznam použitých zdrojů informací	55
8	Přílohy	I
1.	Popis vstřikovací formy	II - XXII
2.	Přehled často používaných ručních nástrojů a chem. prostředků	XXIII - XXX
3.	Technické specifikace formy vyrobené ve firmě Formy Tachov s.r.o. .	XXXI - XXXIII
4.	Technický výkres vytvořený konstrukcí firmy Formy Tachov s.r.o. .	XXXIV – XXXV
5.	Technologický postup vytvořený firmou Formy Tachov s.r.o.	XXXVI – XXXVIII
6.	Harmonogram výroby	XXXIX – XL
7.	Tabulka pokynů pro údržbu	XLI – XLII
8.	Protokol o průtokové a těsnící zkoušce	XLIII – XLIV

Seznam zkratk a symbolů

CAD	Computer-aided design (počítačem podporované projektování)
CAM	Computer-aided manufacturing (počítačová podpora obrábění)
HSS	High speed steel (rychlořezná ocel)
MAG	Metal active gas (sváření v ochranné atmosféře aktivního plynu)
MIG	Metal inert gas (sváření v ochranné atmosféře inertního plynu)
TPV	Technická příprava výroby
SK	Slinutý karbid
W.Nr.	Werkstoff Nummer (číselné označení materiálu)

Al	Aluminium (hliník)
C	Carboneum (uhlík)
Co	Cobaltum (kobalt)
Cr	Chromum (chrom)
Fe	Ferrum (železo)
Mn	Manganum (mangan)
Mo	Molybdaenum (molybden)
Ni	Niccolum (nikl)
P	Phosphorus (fosfor)
Pb	Plumbum (olovo)
S	Sulphur (síra)
Sb	Stibium (antimon)
Si	Silicium (křemík)
Sn	Stannum (cín)
V	Vanadium (vanad)
W	Wolframium (wolfram)
Zn	Zincum (zinek)

Seznam použitých veličin

[°]	Úhel
[mm]	Rozměr
[°C]	Teplota
[kW]	Výkon
[t/m ²]; [atm]	Tlak

1 Úvod

- Vypracováno s použitím [21], [51]

Plasty. Jeden z největších fenoménů posledních dekad. Někteří na ně nedají dopustit, někteří jsou ve vztahu k nim neutrální a někteří proti nim dokonce brojí. Jedno máme však všichni společné. Bez nich bychom si náš život dokázali jen stěží představit. Udělejme si takový malý pokus. Ať už čtete tuto práci kdekoliv a v jakékoliv podobě, odvráťte na malou chvíli zrak od těchto řádků a porozhlédněte se okolo sebe. Velmi pravděpodobně budete mít někde po ruce psací potřeby, mobilní telefon, lampičku, láhev s pitnou tekutinou, v případě čtení elektronické podoby této práce PC a mnoho dalších věcí. Co mají zmíněné věci společného? Ať už celé, nebo z velké části byly vyrobeny právě z plastu.

Proč je plast takovým fenoménem mezi konstrukčními materiály? Odpověď na tuto otázku je vcelku jednoduchá. Plast jako materiál je odolný proti chemikáliím, je elektrickým izolantem a nepodléhá korozi. Díly vyrobené z tohoto materiálu jsou relativně levné (velmi závisí na celkovém konečném počtu vyrobených dílů) a lehké. Díky výrobní technologii těchto dílů se prakticky vždy předpokládá a je vhodná sériová výroba. Je možno vyrobit díly velmi rozmanitých tvarů, které by z jiných materiálů než z plastu nebylo snadné vyrobit. Kdykoliv je možno modifikací, či změnou výchozího materiálu, měnit mechanické a estetické vlastnosti dílu (např. více barevných variant pro jeden druh výrobku). Též je možno na dílu získat různé povrchové úpravy.

Pokud jsme zmínili kladné vlastnosti, nemůžeme opomenout ani ty záporné. Asi nejvíce diskutovaným je vliv na ekologii. Plast totiž podléhá velmi pomalému rozkladu, a pokud při současném tempu výroby vezmeme v potaz ještě lidský faktor v otázkách recyklace, panují oprávněné obavy, kam vše za pár let, či desetiletí dospěje. Dále je nutné ještě zmínit hořlavost plastů a špatnou odolnost vůči vyšším teplotám. Pozitiva však stále ve velké míře převyšují negativa.

Víceméně každý má alespoň minimální představu o tom, jak výroba plastových dílů probíhá. Přesto neuškodí si uvést zjednodušenou definici: Vstřikování plastů je technologie tváření plastů, při které je zpracováván materiál v podobě taveniny pod velkým tlakem vstříknut do uzavřené dutiny kovového nástroje. Díly, které lze touto technologií vyrobit, mohou mít charakter konečného výrobku či mohou být použity jako montážní součásti. Tato výroba probíhá na speciálních strojích, které se nazývají vstřikovací lisy. Tyto stroje pracují v neustále se opakujících tzv. vstřikovacích cyklech a na konci každého cyklu je vyroben jeden či více plastových dílů. Zmíněné cykly probíhají zcela automaticky a lidský zásah je nutný pouze v případě seřízení, či opravy stroje.

Pro výrobu jakéhokoliv plastového dílu technologií vstřikování plastů je však nejdříve nutné vyrobit kovový nástroj. Tento nástroj je označován jako tzv. vstřikovací forma. Pro každý jednotlivý typ plastového dílu musí být navržen a vyroben kompletně nový. Jejich konstrukce je velmi náročná a různorodá a odvíjí se od tvaru a velikosti dílu, jež má být vyráběn. Též volba konstrukčních materiálů použitých pro jejich výrobu závisí na mnoha faktorech. Výroba těchto vstřikovacích nástrojů je tak velmi náročná s ohledem na odbornost a též finanční prostředky. Z toho důvodu si výrobci a majitelé nástrojů velmi chrání své know-how.

Tato bakalářská práce se proto zabývá výrobou nástrojů nových, nástrojovými materiály používanými pro výrobu jednotlivých částí forem a zejména pak následnou opravou

nástrojů zatížených provozem. Závěr práce je věnován strojnímu parku a nástrojům. Cílem této bakalářské práce je podat objektivní a ucelené informace o této problematice, které jsou založeny na pětíměsíční praxi v oblasti opravy vstřikovacích nástrojů.

1.1 Formy Tachov s.r.o.

- Vypracováno s použitím [11]

Při tvorbě této bakalářské práce byla navázána úzká spolupráce mezi jejím autorem a tachovskou firmou Formy Tachov s.r.o. Je proto vhodné na následujících řádcích tuto firmu představit.



Obr. 1.1: Hlavní vchod do Forem Tachov s.r.o. [11]

Vznik firmy Formy Tachov s.r.o. se datuje do roku 1995, kdy došlo k odtržení divize nástrojárny od firmy Strojplast Tachov. Formy Tachov s.r.o. čerpají z více než čtyřicetileté praxe v oblasti vývoje, konstrukce, výroby a servisu technologicky komplikovaných vstřikovacích forem, a to jak sériového, tak i prototypového charakteru. Na provozní ploše 4 400 m² je zaměstnáno přibližně 130 velmi kvalifikovaných a zkušených pracovníků. Výrobní kapacita této firmy činí 146 000 hodin ročně a kapacita CAD/CAM pracoviště činí 20 500 ročně. Roční obrat této firmy je přibližně 7 200 000 EUR.

Mezi hlavní divize této firmy patří divize nástrojárny a divize opravy. Tržby divize nástrojárny jsou z 50% tvořeny automobilovým průmyslem, 40% průmyslem přepravních obalů a zbylých 10% připadá na různé technické výlisky. Ročně se zde vyrobí okolo 50 nových nástrojů. Tržby divize opravy jsou z 60% tvořeny generálním servisem, z 30% akutním servisem a zbylých 10% připadá na běžný servis.



Tabulka 1: Vývoj počtu vyrobených nových forem do roku 2012 [11]

Dlouhodobou vizí této firmy je se stát úspěšným, renomovaným, důvěryhodným a dlouhodobým partnerem zákazníků v oblasti inovace a poskytování služeb komplexní péče o vstříkovací formy.

2 Materiály používané pro výrobu forem

2.1 Nástrojové oceli

2.1.1 W.Nr. 1.2516

- Vypracováno s použitím [16], [24], [41]

Ocel s širokou oblastí použití, zejména tam, kde je vyžadováno jednoduché tepelné zpracování. Její hlavní devízou je, že při kalení do průměrů 15 mm u ní dochází k minimálním tvarovým a rozměrovým deformacím. Díky tomu jsou sníženy náklady na budoucí technologické operace, jež mají tyto deformace odstranit. Mezi mechanické vlastnosti této oceli patří vysoká tvrdost, vysoký řezný výkon, dobrá houževnatost a dobrá rezistence vůči opotřebení.

Použití ve vstřikovacích formách: Kalené vyhazovače

Chemické složení oceli W.Nr. 1.2516								
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Ni [%]	Cr [%]	Mo [%]	W [%]	V [%]
Min [%]	1,15	0,20	0,15	-	0,15	-	0,90	0,07
Max [%]	1,25	0,35	0,30	-	0,25	-	1,10	0,12

Tabulka 2: Chemické složení oceli W.Nr. 1.2516

2.1.2 W.Nr. 1.2210

- Vypracováno s použitím [16], [20], [24], [32]

Chrom – vanadová ocel, jež se vyznačuje dobrou houževnatostí při zachování vysoké tvrdosti, dobrou řezivostí, dobrou obrobiteľnosť a tiež rezistencií vůči opotřebení. Je však obtížněji tvárná za tepla.

Použití ve vstřikovacích formách: Kalené vyhazovače

Chemické složení oceli W.Nr. 1.2210											
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Co [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	1,10	0,20	0,15	0,50	-	-	0,07	-	-	-	-
Max [%]	1,25	0,40	0,30	0,80	-	-	0,12	-	-	0,030	0,030

Tabulka 3: Chemické složení oceli W.Nr. 1.2210

2.1.3 W.Nr. 1.2343

- Vypracováno s použitím [16], [20], [24], [32]

Chrom – molybden – křemík – vanadová ocel, jež se vyznačuje velmi dobrou houževnatostí, dobrou tvárností za tepla, dobrou obrobiteľnosťou ve stavu žíhaném na měkko, vysokou pevností za tepla, malou citlivostí vůči prudkým změnám teploty a vysokou rezistencí vůči vzniku trhlinek z tepelné únavy. Tato ocel je však velmi odolná proti popouštění, proto je potřeba použít vyšších popouštěcích teplot.

Použití ve vstřikovacích formách: Kalené + nitridované vyhazovače, vtoková vložka, tvarové vložky, mezidesky

Chemické složení oceli W.Nr. 1.2343											
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Co [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,36	0,30	0,90	4,80	-	1,10	0,25	-	-	-	-
Max [%]	0,42	0,50	1,20	5,50	-	1,40	0,50	-	-	0,030	0,030

Tabulka 4: Chemické složení oceli W.Nr. 1.2343

2.1.4 W.Nr. 1.2826

- Vypracováno s použitím [16], [24], [32], [48]

Ocel pro práci za studena, jež se vyznačuje vysokou houževnatostí, dobrou pružností v popuštěném stavu a dobrou rezistencí proti opotřebení.

Použití ve vstřikovacích formách: Vtoková vložka

Chemické složení oceli W.Nr. 1.2826											
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Co [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,58	0,80	0,80	0,20	-	-	-	-	-	-	-
Max [%]	0,65	1,20	1,00	0,40	-	-	-	-	-	0,030	0,030

Tabulka 5: Chemické složení oceli W.Nr. 1.2826

2.1.5 W.Nr. 1.3343

- Vypracováno s použitím [16], [20], [24], [41]

Rychlořezná ocel, jež se vyznačuje vysokým výkonem a vyšší houževnatostí. Snadno se obrábí broušením, oproti jiným rychlořezným ocelím je však více náchylnější na oduhličení povrchu.

Použití ve vstřikovacích formách: Vtoková vložka

Chemické složení oceli W.Nr. 1.3343											
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Co [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,86	-	-	3,80	6,00	4,70	1,70	-	-	-	-
Max [%]	0,94	0,40	0,45	4,50	6,70	5,20	2,00	-	-	0,030	0,030

Tabulka 6: Chemické složení oceli W.Nr. 1.3343

2.1.6 W.Nr. 1.2363

- Vypracováno s použitím [16], [20], [24], [32]

Mangan – chrom – vanadová ocel, jež se vyznačuje dobrou rezistencí vůči otěru, vysokou houževnatostí, dobrou obrobiteľnosť a minimálnými rozměrovými deformacemi při tepelném zpracování, díky čemuž jsou minimalizovány náklady na budoucí technologické operace, jež mají za cíl tyto deformace odstranit.

Použití ve vstřikovacích formách: Vtoková vložka

Chemické složení oceli W.Nr. 1.2363											
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Co [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,90	0,40	0,20	4,80	-	0,90	0,10	-	-	-	-
Max [%]	1,05	0,70	0,40	5,50	-	1,20	0,30	1,00	-	0,035	0,035

Tabulka 7: Chemické složení oceli W.Nr. 1.2363

2.1.7 W.Nr. 1.1730

- Vypracováno s použitím [10], [16], [20], [24]

Nástrojová ocel pro práci jak za tepla, tak i za studena, jež se vyznačuje vysokou houževnatostí, dobrou obrobitelností v žíhaném stavu, dobrou tvárností za tepla a rezistencí vůči vzniku trhlin při tepelném zpracování. I při značné povrchové tvrdosti si ocel ponechává odolnost proti rázům.

V oblasti výroby forem pro vstřikování plastů se jedná o jeden z nejpoužívanějších konstrukčních materiálů.

Použití ve vstřikovacích formách: Upínací deska, boční sloupky, kotevní deska, mezidesky, středící kroužky

Chemické složení oceli W.Nr. 1.1730											
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Co [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,40	0,60	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-
Max [%]	0,50	0,80	0,40	-	-	-	-	-	-	0,035	0,035

Tabulka 8: Chemické složení oceli W.Nr. 1.1730

2.1.8 W.Nr. 1.2312

- Vypracováno s použitím [16], [20], [24], [32], [41]

Chrom – mangan – molybdenová ocel, jež se vyznačuje dobrou pevností a tvárností za tepla, dobrou obrobitelností jak ve stavu žíhaném na měkko, tak i ve stavu zušlechtěném (díky zvýšenému obsahu síry) a také dobrou leštitelností. Ocel je vhodná pro kalení na vzduchu či v oleji a je velmi dobře prokalitelná. Taktéž je vhodná pro cementování, nitridování a tvrdochromování.

Materiál se standardně dodává v zušlechtěném stavu, a pokud není vyžadována vyšší tvrdost, není nutné jej dále tepelně zpracovávat.

Použití ve vstřikovacích formách: Upínací deska, mezidesky, rám pro tvarové vložky, vyhazovací deska

Chemické složení oceli W.Nr. 1.2312											
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Co [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,35	1,40	0,30	1,80	-	0,15	-	-	-	-	0,05
Max [%]	0,45	1,60	0,50	2,00	-	0,25	-	-	-	0,030	0,10

Tabulka 9: Chemické složení oceli W.Nr. 1.2312

2.1.9 W.Nr. 1.2767

- Vypracováno s použitím [6], [16], [20], [24], [32]

Chrom – nikl – wolfram – molybdenová ocel, jež se vyznačuje velmi dobrou houževnatostí při namáhání tlakem a rázy, velmi dobrou rezistencí vůči opotřebením, horší tvárností za tepla a také horší obrobiteľností. Je vhodná ke kalení v oleji či na vzduchu přičemž je dosaženo velké prokalitelnosti a vysoké tvrdosti povrchu. Při tepelném zpracování vykazuje velmi dobrou stálost rozměrů.

Ocel je také velmi vhodná pro leštění, leptání, či dezénování povrchových ploch.

Použití ve vstřikovacích formách: Mezidesky, tvarové vložky

Chemické složení oceli W.Nr. 1.2767											
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Co [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,40	0,15	0,10	1,20	-	0,15	-	3,80	-	-	-
Max [%]	0,50	0,45	0,40	1,50	-	0,35	-	4,30	-	0,030	0,030

Tabulka 10: Chemické složení oceli W.Nr. 1.2767

2.1.10 W.Nr. 1.2085

- Vypracováno s použitím [16], [20], [24], [32]

Korozivzdorná ocel, s vysokým obsahem chromu. Vyznačuje se vysokou rezistencí vůči opotřebením, velmi dobrou rezistencí vůči mechanickým poškozením a také velmi dobrou lešitelností. Vzhledem ke zvýšenému obsahu síry je tato ocel také velmi dobře obrobiteľná.

Ocel se standardně dodává v zušlechťeném stavu a většinou se u ní, krom případů kdy je nutné zvýšení tvrdosti, neprovádí další tepelné zpracování.

Použití ve vstřikovacích formách: Mezidesky, rámy pro tvarové vložky pro vstřikování chemicky agresivních materiálů

Chemické složení oceli W.Nr. 1.2085											
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Co [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,28	-	-	15,00	-	-	-	-	-	-	0,05
Max [%]	0,38	1,00	1,00	17,00	-	-	-	1,00	-	0,030	0,1

Tabulka 11: Chemické složení oceli W.Nr. 1.2085

2.1.11 W.Nr. 1.2311

- Vypracováno s použitím [16], [20], [24], [32], [41]

Chrom – mangan – molybdenová ocel, jež se vyznačuje dobrou pevností a tvárností za tepla, dobrou obrobiteľnosť, tiež dobrou houževnatostí, rozměrovou stálostí a dobrou prokalitelností. Je také vhodná pro cementování a nitridování povrchu.

Materiál se standardně dodává v zušlechtěném stavu a většinou se u ní, krom případů kdy je nutné zvýšení tvrdosti, neprovádí další tepelné zpracování.

Použití ve vstřikovacích formách: Mezidesky

Chemické složení oceli W.Nr. 1.2311											
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Co [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,35	1,30	0,20	1,80	-	0,15	-	-	-	-	-
Max [%]	0,45	1,60	0,40	2,10	-	0,25	-	-	-	0,035	0,035

Tabulka 12: Chemické složení oceli W.Nr. 1.2311

2.1.12 W.Nr. 1.2738

- Vypracováno s použitím [16], [20], [24], [32], [41]

Chrom – mangan – nikl – molybdenová ocel, mezi jejíž vlastnosti lze zařadit dobrou pevnost a tvárnost za tepla, dobrou obrobiteľnosť ve stavu žíhaném na měkko, dobrou prokalitelnost či vhodnost pro nitridaci, cementování a tvrdochromování. Tato ocel se tiež vyznačuje velmi vysokou homogenitou struktury, díky čemuž je vhodná pro leštění.

Ocel je schopná zušlechtění do velkých hloubek, čímž je zaručena rovnoměrná pevnost v celém průřezu dílu.

Použití ve vstřikovacích formách: Tvarová deska, tvárníky, tvárnice

Chemické složení oceli W.Nr. 1.2738											
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Co [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,35	1,30	0,20	1,80	-	0,15	-	0,90	-	-	-
Max [%]	0,45	1,60	0,40	2,10	-	0,25	-	1,20	-	0,035	0,035

Tabulka 13: Chemické složení oceli W.Nr. 1.2738

2.1.13 W.Nr. 1.2344

- Vypracováno s použitím [16], [20], [24], [32], [41]

Chrom – molybden – vanado – křemíková ocel vyznačující se velmi dobrou houževnatostí, odolností vůči otěru (větší než u oceli W.Nr. 1.2343), vysokou pevností za tepla, velmi dobrými plastickými vlastnostmi jak za normálních, tak i za zvýšených teplot, dobrou odolností vůči vzniku trhlinek způsobeným tepelnou únavou (avšak menší než u oceli W.Nr. 1.2343), dobrou obrobiteľnosť ve stavu žíhaném na měkko, dobrou tvárností za tepla či dobrou leštitelností. Oproti oceli W.Nr. 1.2343 je však více senzitivní na prudké změny teploty.

Ocel je velmi dobře prokalitelná a vhodná k nitridaci.

Použití ve vstřikovacích formách: Tvarové vložky

Chemické složení oceli W.Nr. 1.2344											
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Co [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,37	0,30	0,90	4,80	-	1,20	0,90	-	-	-	-
Max [%]	0,43	0,50	1,20	5,50	-	1,50	1,10	-	-	0,030	0,030

Tabulka 14: Chemické složení oceli W.Nr. 1.2344

2.1.14 W.Nr. 1.2162

- Vypracováno s použitím [16], [20], [24], [32]

Cementační ocel, jež je legována manganem a chromem. Mezi její vlastnosti lze zařadit dobrou tvárnost za tepla, dobrou obrobiteľnosť či dobrou leštitelnost. Díky cementování je zvýšena povrchová tvrdost, rezistence proti opotřebení, ale při tom je zachováno houževnaté jádro.

Použití ve vstřikovacích formách: Středící elementy

Chemické složení oceli W.Nr. 1.2162											
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Co [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,18	1,10	0,15	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Max [%]	0,24	1,40	0,35	1,30	-	-	-	-	-	0,030	0,030

Tabulka 15: Chemické složení oceli W.Nr. 1.2162

2.2 Konstrukční oceli

2.2.1 W.Nr. 1.0503

- Vypracováno s použitím [1], [6], [10], [16], [20], [24]

Nelegovaná konstrukční ušlechtilá uhlíková ocel, jež se ve stavu zušlechtěném, či normalizačně žíhaném používá pro středně namáhané strojní součásti. Optimálních mechanických vlastností je u této oceli dosaženo kalením s následným popuštěním.

Použití ve vstřikovacích formách: Středící kroužek

Chemické složení oceli W.Nr. 1.0503										
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,42	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-
Max [%]	0,50	0,80	0,40	0,40	-	0,10	-	0,40	0,045	0,045

Tabulka 16: Chemické složení oceli W.Nr. 1.0503

2.2.2 W.Nr. 1.7131

- Vypracováno s použitím [16], [20], [24], [32]

Konstrukční ušlechtilá slitinová ocel, jež je legovaná manganem a chromem. Vyznačuje se dobrou tvářitelností za tepla, dobrou obrobitelností a též dobrou svařitelností. Ocel je vhodná pro cementování, nitridování či nitrocementování, čímž se výrazně zvýší její povrchová tvrdost, rezistence vůči otěru, ale přesto je zachováno houževnaté jádro.

Použití ve vstřikovacích formách: Středící elementy, vodící elementy

Chemické složení oceli W.Nr. 1.7131										
-	C [%]	Mn [%]	Si [%]	Cr [%]	W [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	P [%]	S [%]
Min [%]	0,14	1,00	0,17	0,80	-	-	-	-	-	-
Max [%]	0,19	1,30	0,37	1,10	-	-	-	-	0,035	0,035

Tabulka 17: Chemické složení oceli W.Nr. 1.7131

2.3 Neželezné materiály

2.3.1 W.Nr. 2.0401

- Vypracováno s použitím [16], [22], [24], [35]

Jedná se o jednu z nejběžněji používaných mosazí, často označovanou jako slitina MS 58. Tato mosaz se vyznačuje velmi dobrou obrobiteľnosťou (díky zvýšenému obsahu olova), velmi dobrou tvárností za tepla či menší vhodností pro tváření za studena. Jako všechny slitiny mědi se vyznačuje dobrou odolností proti korozi a proto se v nástrojařské praxi používá zejména jako konstrukční materiál částí chladicího systému.

Použití ve vstřikovacích formách: Zátky, přípojky, přepážky, chladicí trysky, spojky hadic propojující jednotlivé chladicí okruhy

Chemické složení materiálu W.Nr. 2.0401							
Cu [%]	Zn [%]	Pb [%]	Al [%]	Fe [%]	Ni [%]	Sn [%]	Ostatní [%]
57 - 59	Zbytek	2,5 – 3,5	do 0,05	do 0,3	do 0,3	do 0,3	do 0,1

Tabulka 18: Chemické složení materiálu W.Nr. 2.0401

2.3.2 W.Nr. 2.0598

- Vypracováno s použitím [9], [16], [24], [37], [39]

Jedná se o slitinu mědi a zinku, jež odolává vysoké statické zátěži a navíc se vyznačuje vysokou rezistencí vůči otěru a opotřebení. V nástrojařské praxi se často používá jako konstrukční materiál vodících elementů, většinou v kombinaci s tuhými grafitovými výplněmi, jež zajišťují samomaznost.

Použití ve vstřikovacích formách: Vodící lišty, kluzná pouzdra, kluzná ložiska

Chemické složení materiálu W.Nr. 2.0598										
Fe [%]	Si [%]	Mn [%]	Ni [%]	P [%]	Al [%]	Cu [%]	Pb [%]	Sb [%]	Sn [%]	Zn [%]
1,5 - 4	do 0,1	2,5 - 5	do 3	do 0,03	3 - 7	60 - 67	do 0,2	do 0,03	do 0,2	Zbytek

Tabulka 19: Chemické složení materiálu W.Nr. 2.0598

2.3.3 AMPCO a AMPCOLOY

- Vypracováno s použitím [9], [23], [39]

Jedná se o speciální měděné slitiny, jež se vyznačují korozivzdorností, výbornou rezistencí vůči opotřebení, výbornými kluznými vlastnostmi při zachování dobrých pevnostních vlastností. Jejich hlavní devízou je však vynikající tepelná vodivost. Díky tomu se často používají jako konstrukční materiál tepelně velmi namáhaných částí, či těch částí forem, k jejich dostatečnému chlazení by byl zapotřebí velmi komplikovaný a tím pádem velmi drahý chladicí systém. Nevýhodou používání těchto materiálů je jeho velmi obtížné elektroerozivní obrábění. K elektroerozivnímu obrábění je nutno použít grafit s obsahem

mědi, například grafit C 200, nebo grafit C 3, kde je opal elektrody kolem 15% (tzn., že na 100 mm jiskřené hloubky se z elektrody opálí 15 mm a tvar by pak byl o 15 mm nedojiskřený) a 1 dm³ tohoto grafitu stojí přibližně 10 000 Kč. U běžně používaného grafitu (například EDM 150, nebo EDM 180) se cena za 1 dm³ pohybuje přibližně okolo 1 200 Kč.

Použití ve vstříkovacích formách: Vodicí pouzdra, vodicí lišty, jádra, pouzdra vyhazovačů, tvarové vložky



Obr. 2.1: Tvarové vyhazovače vyrobené ze slitiny AMPCOLOY [12]

3 Technologie výroby forem

3.1 Zadávání výroby

Zadávání výroby nové formy předchází výběrové řízení na výrobce. Každá oslovená firma obdrží technický výkres vylisku, který obsahuje tolerované rozměry, vzhledová místa, kudy nesmí probíhat dělicí rovina vylisku, či místa kde mohou zůstat stopy po vtocích či vyhazovačích.

Jako první se zakázky chopí tzv. cenaři, jejichž pracovní náplní je danou zakázku nacenit. Ti mívají k dispozici databázi všech modelů vylisků a jejich forem, které se kdy v jejich firmě vyráběly, a tak mohou vyhledávat podobnosti mezi nově zadaným projektem a projekty již realizovanými. Do cenové kalkulace se zahrnují například následující náležitosti.

- a) Pracnost CAD/CAM
- b) Pracnost výroby
- c) Použitý materiál

Lze kalkulovat s tím, že životnost formy bývá okolo 1 000 000 zdvihů s výjimkou čelistových forem, kde je životnost udávána zhruba na 500 000 zdvihů. Je-li požadavek na množství kusů menší než výše uvedené životnosti forem, je možné použít méně odolné oceli, a tím i snížit náklady na výrobu. Nástrojových ocelí je nepřeborné množství a záleží jen na konstruktérovi a daných požadavcích na formu, které z těchto ocelí si vybere. Některé firmy, jako například automobilky, však mívají už v požadavcích i přímo určené typy ocelí, či výrobce ocelí, z kterých se pro ně bude forma vyrábět.

Do této kategorie spadá také grafit, jež se používá na výrobu elektrod pro elektroerozivní obrábění.

- d) Násobnost formy, což znamená, kolik vylisků vypadne z formy během jednoho lisovacího cyklu
- e) Zda se jedná o nástroj se systémem horkých vtoků, či nikoliv
- f) Zisk, který bývá zpravidla do 10%.

Při sestavování ceny vychází cenaři také ze svých zkušeností. Neexistuje totiž žádná technická dokumentace, podle které by se dala cena celkem přesně vypočítat. Vypočítají-li nižší cenu, než je výsledná cena výrobní, může se dokonce stát, že i výroba bude ztrátová.

Zakázka je získána ve chvíli, kdy je sepsána smlouva se zadavatelem.

3.2 TPV

Po obdržení zakázky a podepsání smlouvy jako první začíná na zakázce pracovat TPV. Ta se skládá z konstrukce a technologie.

3.2.1 Konstrukce

Společně s výkresem výlisku obdrží konstrukce tzv. specifikaci formy (*příloha č. 3*). Jedná se formulář, ve kterém zadavatel uvádí důležité informace o budoucím nástroji, jako například:

- Na jakém druhu vstříkovacího lisu bude forma v budoucnu lisovat
- Z jakého materiálu bude díl lisován
- Jaký druh vyhazování má být ve formě použit
- Maximální počet chladicích okruhů
- Zda se použije systém horkých vtoků, popřípadě jaký jeho druh
- Umístění a počet vtoků do tvarové dutiny
- Je-li povrch dílu dezénovaný, a jaký druh dezénu bude případně použit
- Z jakých materiálů má být nástroj vyroben
- Násobnost formy
- Požadovaná životnost formy
- Maximální rozměry nástroje

Po důkladném prostudování obdrženého výkresu výlisku konstruktér na základě svých zkušeností zjišťuje, zda díl bude dobře odformovatelný. Není-li tomu tak, upozorňuje zadavatele na budoucí možná rizika, jež by mohla při výrobě nastat, a zároveň navrhuje úpravy na výlisku, které z jeho pohledu pomohou k bezproblémovému odformování. Tato fáze se nazývá **oponentura** a probíhá do doby, než konstruktér a zadavatel naleznou optimální řešení.

V další fázi se konstruktér zabývá zaformováním výlisku do „železa“. Vytvoří 3D model formy sestávající se z jednotlivých pozic, pro které následně rozkreslí a vyhotoví 2D výkresovou dokumentaci určenou do výroby (*příloha č. 4*). Zároveň s výkresovou dokumentací zhotoví materiálovou rozpisku, kterou předává na obchodní oddělení dané firmy a podle které nákupčí objednává materiál u dodavatelů. Dále konstruktér vypracovává 2D výkres sestavy formy, podle kterého nástrojaři postupují při její kompletaci. Konstruktér samozřejmě také vypracovává veškeré popisové štítky, které musí být na formě připevněny a které obsahují důležité informace o nástroji či slouží jako návod pro zapojení například hydrauliky, chladicích okruhů, případně koncových spínačů.

V každé formě se také vyskytují některé normalizované díly (tzv. normálie), jako jsou například středící elementy, vodící elementy, netvarové vyhazovače, přípojky chlazení atd. Tyto díly konstruktér nenavrhuje, ale vybírá je z katalogů normálií pro vstříkovací formy. Mezi výrobce a dodavatele těchto normálií lze zařadit například firmy HASCO či MEUSBURGER.

3.2.2 Technologie

Technologie má za úkol pro jednotlivé pozice vytvořit programy na obráběcí stroje a rozpracovat výrobní postupy (*příloha č. 5*) tak, aby u každé pozice byl na přiloženém formuláři rozepsán jednotlivý sled operací na konkrétních strojích a také časy, za které se tyto operace musí stihnout provést. Každá provedená operace musí projít kontrolou, aby se zamezilo pokračování výroby na vadném kusu. Čas (peníze), které technologie přiřadí jednotlivým operacím, v celkovém součtu nesmí přesáhnout cenu, která je uvedena v cenové kalkulaci výroby, jinak by byla výroba ztrátová. Jestliže přesto bude výroba formy provedena nad rámec přiřazených časů (peněz), výroba se stává neziskovou nebo prodělečnou. Technologie má také za úkol k operacím na elektroerozivních strojích modelovat elektrody, jimiž se vyjiskřují tvarové dutiny v tvarových vložkách nebo v tvarových deskách. Zpravidla je dobré plánovat výrobu formy tak, aby se napřed zhotovily tvarové věci, které se tepelně zpracovávají a jsou časově náročnější na výrobu, a teprve poté ostatní části formy. Ideální totiž je, aby se pokud možno všechny vyráběné díly jedné formy sešly k montáži v jeden konkrétní termín. Naplánování výroby musí proběhnout tak, že jsou dány termíny, kdy mají být díly formy připravené k montáži, kdy má být sestavená forma připravena ke zkušebnímu odstříku a samozřejmě, kdy má být hotová forma předána odběrateli. Veškeré plánování výroby musí být učiněno tak, aby pokud možno nevznikly žádné problémy a prodlevy ve výrobě.

3.3 Výroba forem

Podle vydaných postupů, jež vydala technologie, výrobní dispečer vypracuje časový harmonogram (*příloha č. 6*) výroby hlavních (zpravidla tvarových) pozic formy. Podle tohoto harmonogramu jsou pak mistři výroby povinni řídit vlastní výrobu. Tzn., že na jednotlivých strojích zadávají a kontrolují průběh jednotlivých operací, včetně délky jejich trvání. Každou ukončenou operaci je obsluha stroje, nebo nástrojař povinen pod příslušným (jedinečným) kódem, jež je uveden v technologickém postupu, zapsat do interního systému. V tomto systému je pak možno po zadání čísla konkrétní zakázky zjistit veškerá data a informace týkající se této zakázky, jako například:

- Aktuální průběh zakázky
- Veškeré proběhlé výkony pracovníků na jednotlivých pozicích
- Informace o nákupu materiálu
- Informace o kooperacích
- Veškeré technologické postupy
- Smlouvy
- Podklady z TPV
- Informace o dodavatelích

V praxi je velmi často používaný například systém *WorkPLAN*.

Tímto postupem se postupně provedou všechny operace uvedené v technologickém postupu, až je díl hotový připravený k montáži.

3.3.1 Obráběcí operace

Při třískovém obrábění na obráběcích strojích se výroba velkých dílů většinou řídí dle následujících pravidel. Nejdříve dochází k tzv. „zúhlování“ polotovaru na požadovaný rozměr, což znamená, že frézujeme 6 jeho stran tak, aby vůči sobě měly požadovaný úhel (zpravidla 90°). Při této operaci dochází také podle požadavků technologa k výrobě různých technologických drážek, jež slouží pro upínání obrobku na dalších obráběcích strojích, či vrtání a řezání závitů pro zátěžová oka, jež slouží k přemísťování obrobku jeřábem.

Další operací bývá zpravidla horizontální vrtání chladicích okruhů, případně dalších otvorů nebo závitů po obvodě polotovaru. Neprovádí se však vrtání přesných otvorů, jelikož polotovar má na sobě ještě přídavky.

Následující obráběcí operací je zpravidla hrubování polotovaru. Podle toho, jestli je díl tepelně zpracováván nebo není, se určuje, s jakým přídavkem se díl vyhrubuje. Je-li díl tepelně zpracováván (kalen), hrubování se zpravidla provádí na dvakrát s mezižháním k odstranění vnitřního pnutí, aby se díl po kalení nezkroutil. Podle velikosti dílu je při prvním hrubování ponecháno přibližně 2 – 4 mm přídavku, při druhém hrubování je ponecháno přibližně 1 – 2 mm přídavku. Je-li díl naopak nekalený, je hrubován pouze jednou a po hrubování se nechá tzv. „vystárnout“ na vzduchu, což znamená, že se ponechá ležet např. na paletě po dobu 2 – 3 dnů.

Po hrubování velkých tvarových dílů a desek přichází na řadu broušení rovinných ploch. Brusič musí dbát na to, aby přídavek rovnoměrně odebral z každé strany. Vzhledem k tomu, že díl může být zdeformovaný, musí zvolit vhodný způsob upnutí tak, aby dosáhl oboustranného přebroušení celých ploch. Způsoby upnutí jsou buď přímo na elektromagnetickou desku brusky, kdy si brusič může volit sílu přitáhnutí obrobku, nebo pomocí zpravidla 3 (dle známého pravidla, že na 3 bodech je vždy dosaženo stability) tzv. lamelových bloků.



Obr. 3.1: Lamelové bloky [52]

Po broušení už dochází k finálnímu třískovému a elektroerozivnímu obrábění. Na tvarové věci dostává obsluha obráběcího stroje od TPV programy, včetně soupisu použitých nástrojů, které si musí ve výdejně vyzvednout, naměřit a pod konkrétními čísly naskládat do zásobníku nástrojů v obráběcím stroji. Na každém dílu je však kromě operací, na něž je

zapotřebí programů vyhotovených v TPV, také nutné provést i podstatně jednodušší operace, jako jsou různé výběry, otvory, závity, osazení atd. Ty si již obsluha programuje sama u obráběcího stroje. Tyto operace jsou rozepsány ve výrobním postupu. V případě elektroerozivního obrábění se podle zadání TPV vyrobí elektrody, na jejichž výrobu se používá z důvodu lepší obrobiteľnosti a možnosti frézování i slabých žeber nejčastěji grafit EDM 150, či EDM 180. S hotovou elektrodou obdrží obsluha elektroerozivní hloubičky i nájezdy v osách, ve kterých se bude jiskření provádět. Jiskření se používá jen u těch výběrů, které nelze klasickým třískovým obráběním zhotovit.

3.3.2 Výroba dezénů

Trendem dnešní doby je, že velká většina plastových dílů nemá na vzhledových plochách hladký povrch, ale povrch je opatřen určitou strukturou. Tato struktura se nazývá dezén a na dílu vzniká již při jeho výrobě. Stejná struktura je totiž vytvořená i na tvarových plochách formy (většinou v tvárnici) a roztavený materiál ji pouze dokonale okopíruje.

Dezénování tvarových ploch tvoří při výrobě vstřikovacích forem samostatnou kapitolu. Neprobíhá totiž v nástrojárně, ale vždy probíhá v kooperaci u firem, jež se zaměřují právě na tuto problematiku. Vysvětlení je jednoduché. Zatímco tuzemských výrobců vstřikovacích nástrojů existuje nepřeborné množství, výrobou dezénů se zabývá jen pár subjektů. Z toho důvodu si tito výrobci velmi střeží své know-how a je prakticky nemožné z běžně dostupných zdrojů získat o této problematice podrobnější informace.

V praxi se lze setkat s třemi typy dezénů. Prvním typem je dezén tryskaný, jež je vytvářen otryskáním konkrétních tvarových ploch tryskací směsí. Druhým typem je dezén leptaný (v praxi označován také jako dezén chemický), jež je vytvářen leptáním tvarových ploch a posledním typem dezénu je tzv. dezén laserovaný, kdy je struktura na tvarových plochách vytvářena pomocí laseru.

3.3.3 Montáž

Po dokončení výroby jednotlivých pozic (dílů) formy začíná jejich montáž, kdy podle výkresové sestavy nástrojaři skládají díly v jeden celek. Nejdříve se nástrojaři věnují chlazení jednotlivých pozic, u kterých je nutné pomocí záslepek, přepážek, chladicích věží (vše dle výkresové dokumentace) určit směr průtoku chladicího média. Každý chladicí okruh musí mít označený vstup a výstup a musí být zabráněno úniku chladicího média mimo okruh. U každé pozice musí být navíc provedena tlaková (těsnící) a průtoková zkouška, která se zapisuje do k tomu určených protokolů (viz. kapitoly 4.3.1.1 a 4.3.1.2). Dalším úkolem nástrojařů, ještě před vlastní montáží, je popsání všech dílů formy tak, aby při demontáži a opětovné montáži byla poloha všech dílů ve formě jednoznačně určena.

Následuje leštění tvarových ploch na jednotlivých pozicích. Velký důraz je kladen na pevnou část formy (tvárnici), která je na výlisku vzhledová a často se i dezénuje (plochy, které se budou dezénovat, se leští smirkem o zrnitosti 400). Stejně důležité je i leštění žeber v odjezdové části formy (tvárník), protože špatně vyleštěná žebra mohou způsobit problémové vyjímání výlisku. Poté se přistupuje k montáži tvarů, včetně všech pojízdných tvarových dílů (čelisti atd.), do rámu tvárnice a tvárníku. Nástrojař v té době velmi spolupracuje s brusiči, jelikož je důležité, aby díly do sebe pasovaly s předepsanou vůlí, která vlivem výrobních nepřesností nemusí být stoprocentně zachována. Nezřídka se musí materiál také navařovat. Po montáži tvárníku a tvárnice se pak přistupuje k montáži vyhazování v odjezdové straně formy a k montáži mezidesky topení se zabudovaným systémem horkých vtoků (je-li ve formě přítomný) v pevné straně formy. Jednotlivé trysky systému horkých

vtoků se zarovnávají s tvarovou dutinou v tvárnici tím způsobem, že se topení zapojí, trysky se zahřejí, čímž se prodlouží, a v té chvíli se ručně zarovnají s tvarovou dutinou. Pojízdná či pevná strana formy je kompletně sestavena až po montáži upínacích desek, které slouží k upnutí formy na vstřikovací lis. Sestava formy je hotová a forma putuje na tzv. tuširovací lis.

3.3.4 Lícování

Úkolem lícování formy je dosáhnout co nejlepšího napojení ploch dělicí roviny výlisku mezi tvárnici a tvárníkem. To znamená, že plochy na sebe musí při uzavření formy dosedat tak, aby mezi nimi nemohla protékat tavenina (max. mezera, kdy nedochází k tvorbě zástříků je udávána 0,02 mm). K tomu se používá signální tzv. tuširovací barva, podle které nástrojař může vyhodnocovat lícovací obraz dělicí roviny. Postupuje se tak, že se nabarví jedna strana formy, ta se při velkém tlaku (vyvinutým tuširovacím lisem) při sjetí formy obtiskne na protilehlou stranu a tím nástrojaři ukáže, kde na sebe plochy dosedají a kde ne. Ten situaci vyhodnotí, a buď pokračuje v odbrušování dělicí roviny v místech výskytu barvy tak, aby dosedová plocha mezi oběma částmi formy byla co nejvíce zabarvena, nebo plochu, kde ke kontaktu nedochází, navaří materiálem a celý postup opakuje. Lícování je ukončeno ve chvíli, kdy dělicí rovina mezi pevnou a pojízdnou stranou formy po celém obvodu výlisku, včetně různých vnitřních dosedů, na sebe patřičně dosedá. Je však ještě nutné naměřit dosedy a příločky u pohyblivých částí formy.

Veškeré nedostatky přehlédnuté při lícování se zaručeně projeví na vzhledu lisovaného dílu.



Obr. 3.2: Lícování formy na tuširovacím lise o síle 200 tun [12]

3.3.5 Závěrečné úkony

Nalícováním formy práce nástrojařských techniků nekončí. Formu je nutné kompletně celou rozebrat, vyčistit od brusného prachu, který vznikl při lícování a následně důkladně promazat a opětovně složit. Poté se přistupuje k montáži všech periferií. Mezi ty patří například veškeré části hydraulických zařízení, jako jsou hydraulické válce a rozvody, přípojky chladicích okruhů, hadice chladicích okruhů, veškerá čidla jako jsou například koncové dorazy a všechny ostatní náležitosti, jejichž přítomnost při lícování nebyla nutná, avšak pro správnou funkci nástroje je nezbytná. V této chvíli je také nutné opět provést zkoušky chladicích okruhů. Při montáži se totiž chladicí okruhy testovaly jen u každé pozice zvlášť, ale nyní je nutné vyzkoušet formu jako celek. Jedním z posledních pracovních úkonů je proměření všech elektrických zařízení, jako je systém horkých vtoků (topení) a různá čidla, aby byla ověřena jejich správná funkčnost.

Na konci této fáze je forma připravena k provedení zkušebních odstříků. Po nich následuje proces optimalizací, jež je popsán v kapitole 4.3.4.

4 Technologie opravy forem

Uvedme si pro začátek malý příklad. Pokud si pořídíte nový automobil, bude samozřejmě ve vašem zájmu, aby vydržel provozuschopný co nejdéle. Budete proto pravidelně chodit na garanční prohlídky, kde bude automobil procházet údržbou, a v případě jakékoliv poruchy vyhledáte autorizovaný servis. V případě vstřikovacího nástroje je to naprosto stejné.

Pokud si zákazník pořídí vstřikovací formu, je samozřejmě v jeho zájmu, aby funkčnost tohoto nástroje byla po celou dobu plánovaného provozu stoprocentní a plastové výlisky vyrobené tímto nástrojem tak dosahovaly potřebné kvality a rozměrových a geometrických tolerancí. Jako na jakémkoliv jiném nástroji, tak i u vstřikovací formy může dojít k různým závadám. Tyto závady mohou vzniknout několika způsoby. Za prvé to může být nedodržení technologických pokynů při ošetřování formy během výrobních procesů, tzn. promazávání kluzných částí formy, jako jsou vyhazovače, vodící čepy, pouzdra, případně ložiska. Za druhé to může být únavou materiálu, tzn., kdy se může zlomit vyhazovač, různá tenká žebra v tvarových dutinách, nebo může dojít k zaoblení ostrých hran či různým mechanickým závadám, které se projevují na vzhledu plastového výlisku. Za třetí se může jednat o chybu lidského faktoru, tzn., kdy neodbornou manipulací, či neodborným zásahem do formy dojde k jejímu poškození. Vzniklou závadu je samozřejmě nutné odstranit a pro tento případ existuje **opravna forem**.

Pracovní náplní opravny forem však není jen oprava vzniklých závad na formách, ale také údržba či provedení různých modifikací a optimalizací. Opravna forem může fungovat buď jako samostatný subjekt, či jako přidružené pracoviště výroby nových forem, či lisoven. V případě přidružení opraven k lisovnám se však většinou jedná o opravnu, která má omezené kapacity a prostředky. Velmi výhodný je naopak případ přidružení opravy k výrobním zařízením. Opravna má pak teoretickou možnost využívat strojní park přidružené výroby a v případě opravy forem v ní vyrobených má nespornou výhodu v tom, že má k dispozici veškerou technickou dokumentaci týkající se těchto forem.

4.1 Nabídkové řízení

V případě výskytu závady, či jakékoliv jiné situace vyžadující služby opravny forem, je z pohledu vlastníka nástroje prvním krokem zkontaktování opravy. Buď konkrétní opravy, se kterou má zadavatel dlouhodobou smlouvu, či vícero opraven dle jeho uvážení. Oslovený opravce vyhotoví nabídku cenové kalkulace a termín zhotovení vlastní opravy. Zadavatel tuto nabídku vyhodnotí, porovná dle svých zkušeností a případně odsouhlasí, vznesení námitek či vybere konkrétního opravce. Následně zadavatel zašle opravci objednávku na opravu, která zároveň slouží jako smlouva o díle mezi oběma subjekty. Objednávka musí obsahovat cenu za opravu a termín zhotovení, případně další navzájem dohodnuté podmínky, jako je například splatnost faktury, hrazení dopravy, kontaktní osoby a jiné. Od této doby již běží opravci lhůta na provedení vlastní opravy formy.

4.2 Technická příprava a průběh opravy

Prvním krokem při zadání formy do opravy je zjištění všech vadných dílů, které se musí opravit nebo vyměnit. Forma se musí rozebrat a opravárenští technici musí zjistit stav a rozsah poškození a navrhnout řešení opravy, tzn., které díly je potřeba vyrobít zcela nové a které díly se ještě dají opravit. Technická příprava výroby má za úkol připravit dílenské výkresy vadných nebo poškozených dílů, včetně vyhotovení pracovních postupů na obráběcí stroje a naplánovat časový harmonogram postupu opravy formy. V případě, že vadný díl byl vyroben ve stejné firmě, jež nyní provádí opravu, výkresová dokumentace je zpravidla k dispozici. Pokud byl ovšem vadný díl vyroben v jiné firmě, než nyní provádí opravu, se získáním výkresové dokumentace bývá problém a situaci je nutno řešit tak, že vadný díl se nechá proměřit (např. na 3D měřicím přístroji) a na základě naměřených hodnot se vytvoří nová výkresová dokumentace. Po opětovném sestavení formy s již opravenými nebo novými díly může být forma odeslána do zkušebny forem, kde dojde ke zhotovení zkušebních odstříků a provede se důkladná kontrola těchto dílů. Ve většině případů však ke zkoušení opravených forem nedochází, jelikož na opravárenské techniky tlačí čas a ti tak musí vsadit na svoje zkušenosti a za svoji práci ručit i bez těchto zkušebních odstříků.

4.3 Jednotlivé typy pracovních úkonů na opravě forem

4.3.1 Údržba

Základní kámen dlouhodobé životnosti vstříkovací formy je samozřejmě údržba. Tento úkon probíhá v pravidelných intervalech po najetí určitého počtu zdvihů formy, či v případě akutní potřeby mimo plánované termíny. Jedná se poměrně o jednoduchý pracovní úkon, při němž dojde k rozebrání, zkontrolování, vyčištění, promazání kluzných částí a odzkoušení funkčnosti ať už celé formy, či jen určité její části (dle přání zákazníka). Údržba je nejčastěji se vyskytujícím pracovním úkonem na opravě forem a výrazně se podílí na životnosti formy.

Ve skutečnosti je situace ovšem trochu odlišná. Velmi často je údržba ze strany majitele a provozovatele formy podceňována a je prováděna jen v případech akutní nutnosti. Dochází k tomu z jednoduchého důvodu. Provozovatel se velmi často nachází v situaci, kdy forma již má najetý počet cyklů vyžadující údržbu, avšak v rámci zajištění nepřetržitosti výroby je nucen tuto údržbu odkládat na dobu neurčitou. Nejen, že se tím snižuje životnost formy a výrazně se zvyšuje riziko potenciálního vzniku závad, ale i následné budoucí náklady na opravu formy se zvyšují. Zvýšené náklady na údržbu jsou však pro provozovatele přijatelnější než přerušování výroby.

V tabulce, jež je přílohou (*příloha č. 7*) této bakalářské práce je uveden praktický příklad pokynů pro údržbu vstříkovacích nástrojů po najetí určitého počtu zdvihů. Toto doporučení bylo vyhotoveno firmou Formy Tachov s.r.o. a vztahuje se na vstříkovací nástroje vyrobené touto firmou. V tabulce jsou zmíněny některé údržbové postupy a zkoušky vstříkovacích nástrojů, a proto je jim věnován prostor v následujících řádcích.

4.3.1.1 Zkouška chladicích okruhů tlakem

Tato zkouška se provádí pro kontrolu těsnosti chladicích okruhů. Je součástí jakéhokoliv pracovního úkonu na vstřikovací nástroji, kdy je nějakým způsobem do těchto okruhů zasaženo. Může se jednat například o údržbu formy, demontáž formy (kompletní či částečnou), výměnu O-kroužků, opravu zátek chlazení, přetěsnění závitů na náustcích či jakoukoliv opravu chladicího systému. Postup této zkoušky je následující.

- 1) Propojení chladicích okruhů příslušnými hadicemi tak, aby do vzniklého systému vedl jeden vstup a jeden výstup. Lze propojit všechny či jen konkrétní chladicí okruhy.
- 2) Na výše zmíněný vstup a výstup se připojí tlakovací přístroj.
- 3) Pomocí tlakovacího přístroje se do systému přivede voda, která se nechá proudit tak dlouho, než se ze systému vytlačí veškerý vzduch. To, že je systém dokonale odvzdušněn, se pozná podle toho, že výstupní proud neobsahuje vzduchové bubliny.
- 4) Zastavení průtoku a uzavření výstupu systému pomocí vodovodního kohoutu.
- 5) Pomocí tlakového přístroje se zvýší tlak vody v chladicím systému. Výše tlaku závisí jen na zkušenostech a subjektivním pocitu technika, jež zkoušku provádí (přibližně 10 atm).
- 6) Z manometru, jež je částí tlakovacího přístroje, se odečte těsnost systému tak, že stálost tlaku značí těsnost a pokles tlaku značí netěsnost. Dále je také nutné provést optickou kontrolu, zda se na některých částech formy neobjevily kapky vody.
- 7) Povolení vodovodního kohoutu a odpuštění tlaku z chladicího systému.
- 8) Vyfouknutí zbytkové vody v systému pomocí stlačeného vzduchu.

Pokud je po provedení zkoušky konstatována těsnost chladicích okruhů, je vše v pořádku a může se přistoupit k dalším pracovním úkonům. Pokud je však shledána netěsnost, je nutná okamžitá náprava problému a opětovné provedení tlakové zkoušky.

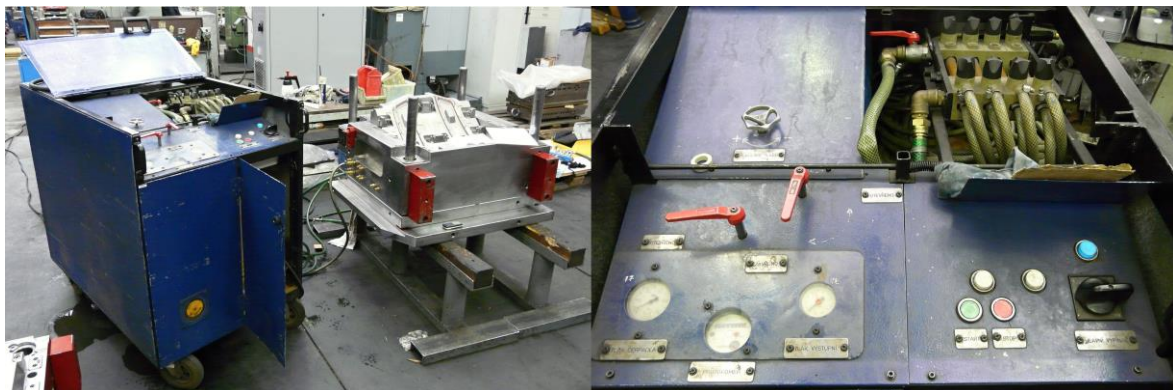


Obr. 4.1: Tlakovací přístroj [14]

4.3.1.2 Průtoková a těsnicí zkouška

Další zkouškou, jež se velmi často provádí, je průtoková a těsnicí zkouška chladicích okruhů. Provádí se v některých případech údržby, v případě požadavku zákazníka, či v případě podezření na špatnou průchodnost chladicích okruhů. Postup je následující.

- 1) Připojení průtokového přístroje pomocí hadic na konkrétní chladicí okruh formy (okruhy se vždy testují jednotlivě).
- 2) Zapnutí průtokového přístroje, čímž se do chladicího okruhu formy začne vhnět voda.
- 3) Vyčkání ustálení průtokového tlaku vody v chladicím okruhu. Tento tlak se odečte z manometru, jež je součástí ovládacího panelu průtokového přístroje.
- 4) Z dalšího ukazatele na hlavním panelu se odměří počet litrů, jež okruhem proteče za jednu minutu.
- 5) Optická kontrola formy kvůli případným závadám chladicího okruhu.
- 6) Zaznamenání hodnot z bodu 3, 4 a 5 do příslušného protokolu (*Příloha č. 8*).
- 7) Vypnutí přístroje, odpojení přístroje a vyfouknutí zbytkové vody pomocí stlačeného vzduchu.
- 8) Vyhodnocení naměřených hodnot.



Obr. 4.2: Průtokový přístroj včetně pohledu na ovládací panel [12]

4.3.1.3 Čištění chladicích okruhů

Tento pracovní úkon se provádí na žádost zákazníka, či v případě akutní potřeby. Chladicí okruhy jsou při něm pročištěny a odvápněny pomocí koncentrované kyseliny citronové. Postup je následující.

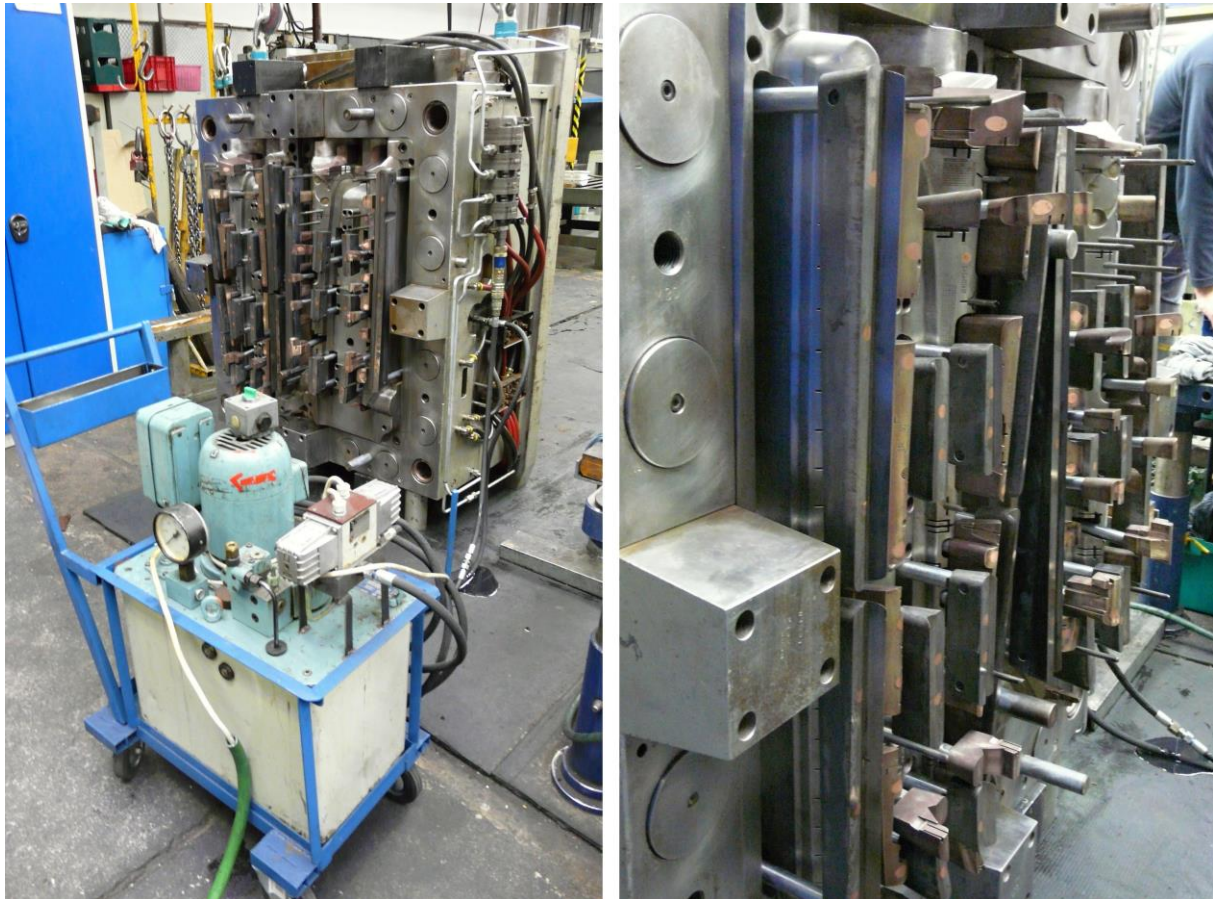
- 1) Propojení jednotlivých chladicích okruhů pomocí hadic tak, aby do vzniklého systému vedl jeden vstup a jeden výstup.
- 2) Na výše zmíněný vstup a výstup se připojí zásobník s koncentrátem kyseliny citronové. Součástí tohoto zásobníku je také čerpadlo.
- 3) Zapnutí čerpadla, což způsobí průtok kyseliny systémem.
- 4) Po důkladném propláchnutí následuje vypnutí čerpadla a koncentrát se v systému nechá po určitou dobu odstát. Tato doba se pohybuje v jednotkách hodin.
- 5) Odpojení přístroje a důkladné propláchnutí systému vodou.
- 6) Vyfouknutí zbytkové vody pomocí stlačeného vzduchu.

4.3.1.4 Zkouška hydraulických zařízení

Tato zkouška se provádí vždy, když je nějakým způsobem zasaženo do systému hydrauliky. Cílem je odzkoušení chodu hydraulických zařízení a zkontrolování těsnosti hydraulických okruhů. Princip této zkoušky je následující.

- 1) Připojení hydraulického agregátu na vstup a výstup hydraulického systému.
- 2) Pomocí ovládacího zařízení na agregátu se několikrát uvede do pohybu hydraulické zařízení (vyhazovače, čelisti atd.).
- 3) Optická kontrola těsnosti systému.
- 4) Odpojení agregátu

Na následujících fotografiích je zdokumentována zkouška hydrauliky. Fotografie vlevo znázorňuje připojení agregátu k tvárníku vstřikovací formy a fotografie vpravo znázorňuje vyjeté vyhazování, jehož pohyb je ovládán právě tímto agregátem.



Obr. 4.3: Zkouška hydraulických zařízení [12]

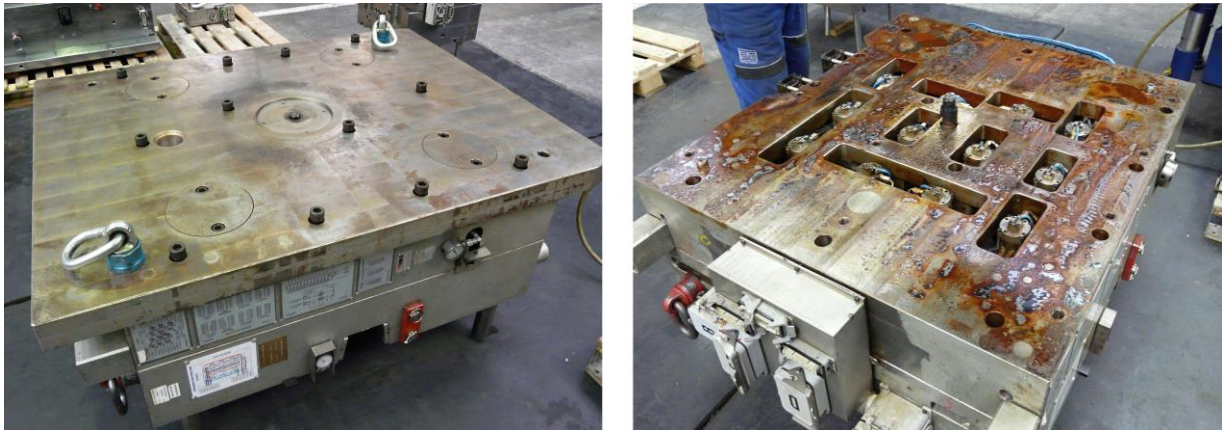
4.3.2 Praktický příklad demontáže a údržby

V této kapitole je fotograficky zdokumentován a okomentován kompletní průběh údržby vstříkovacího nástroje. Vstříkovací nástroj se před údržbou nacházel ve velmi špatném technickém stavu. Důvodem tohoto stavu byl nevhodně zvolený zpracovávaný materiál, který při vstříknutí do dutiny formy tzv. zplyňoval (vznítíl se a tím došlo ke vzniku napálenin na tvarových plochách). Tyto napáleniny tak bylo nutné odstranit. Dále bylo nutné zkontrolovat stav topení, vyhazování a hydrauliky.

Tato kapitola též názorně demonstruje kompletní demontáž vstříkovací formy.

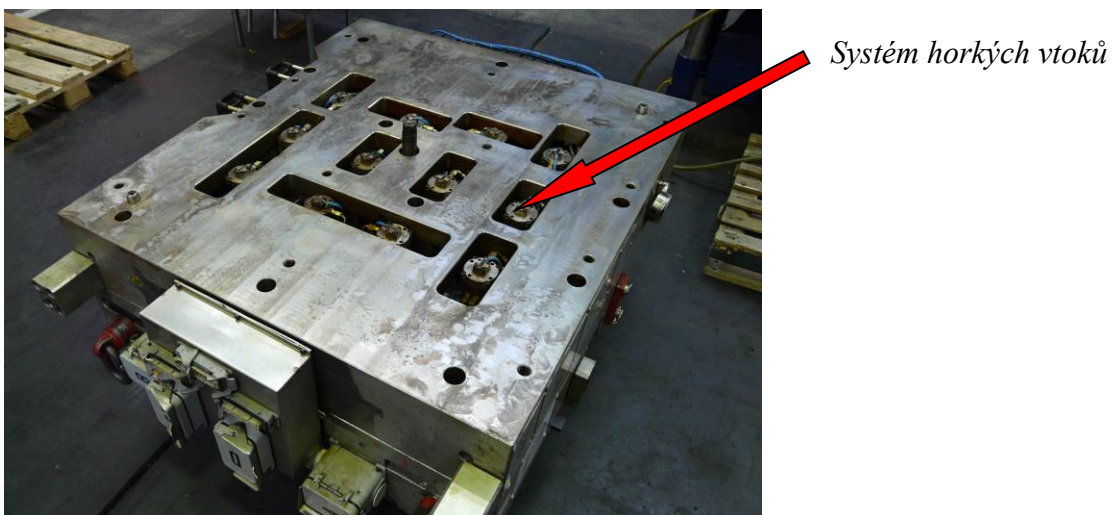
4.3.2.1 Údržba tvárnice

- 1) Demontáž upínací desky a odstranění rzi (za pomoci brusných roun a čisticích prostředků popsanych v příloze č. 2) vyskytující se na mezidesce topení.



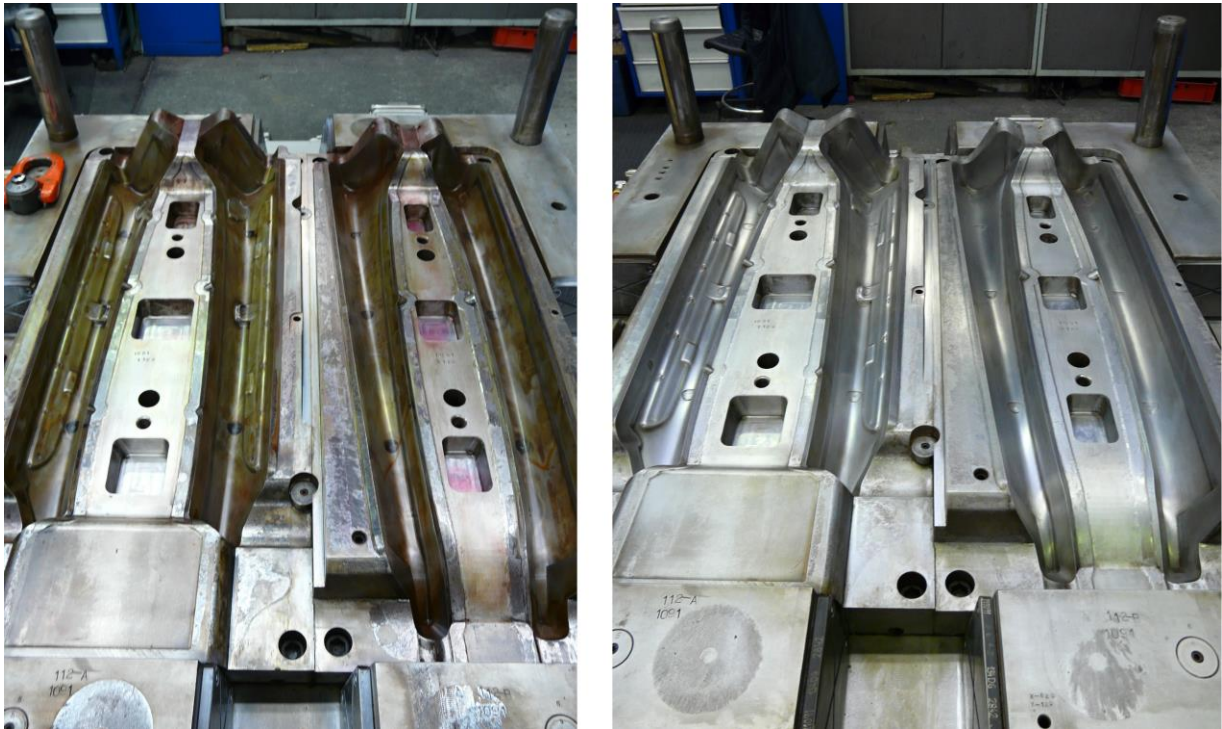
Obr. 4.4: Upínací deska připravená k odejmutí z formy (levá část obr.) a rez vyskytující se na mezidesce topení (pravá část obr.) [12]

- 2) Optická kontrola systému horkých vtoků: Při této kontrole se zjišťuje zejména to, zda tento systém není zalitý zpracovávaným materiálem, k čemuž může dojít v případě závad, či uvolnění některých spojů a z toho pramenící netěsnosti. V tomto případě byl systém v naprostém pořádku.



Obr. 4.5: Mezideska topení po odstranění rzi a provedení kontroly topení [12]

- 3) Opětovná montáž upínací desky, otočení formy pomocí jeřábu a důkladné očištění tvarových ploch: Jelikož se nejednalo o leštěné plochy, pro čištění bylo opět možno použít brusná rouna v kombinaci s čisticími prostředky popsány v příloze č. 2.



Obr. 4.6: Tvarové plochy tvárnice před a po údržbě [12]

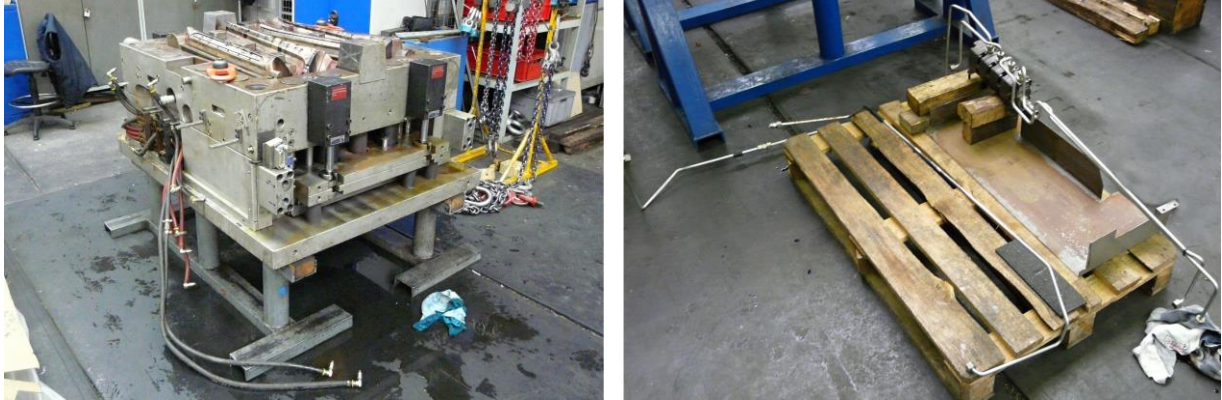
- 4) Proměření topení pomocí multimetru: Tento úkon se provádí vždy až jako poslední, aby bylo zjištěno, zda v průběhu údržby nebylo topení poškozeno.
- 5) Uskladnění tvárnice a zajištění ochrany vůči prachu.



Obr. 4.7: Tvárnice po provedené údržbě připravená pro expedici zákazníkovi [12]

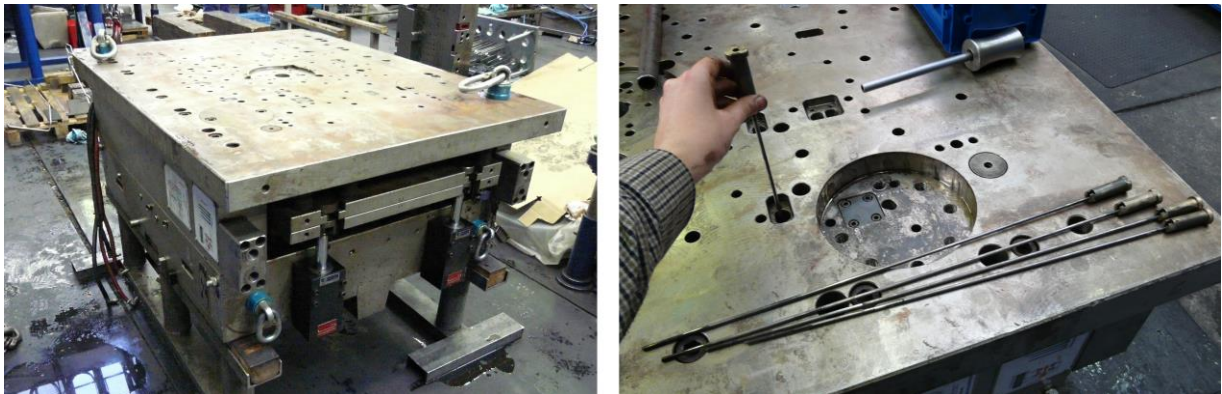
4.3.2.2 Údržba tvárníku

- 1) Odpojení rozvodů hydrauliky a hadic pro propojení chladicích okruhů: Tento úkon se vždy provádí jako první. Hadice a rozvody totiž propojují různé části formy, které by jinak nebylo možné demontovat.



Obr. 4.8: Odpojení hadic a rozvodů hydrauliky [12]

- 2) Otočení formy za pomoci jeřábu a započnutí postupné demontáže: V tomto případě bylo prvním krokem vyjmutí jader trubkových vyhazovačů, které byly přítlačnými destičkami ukotveny v upínací desce.



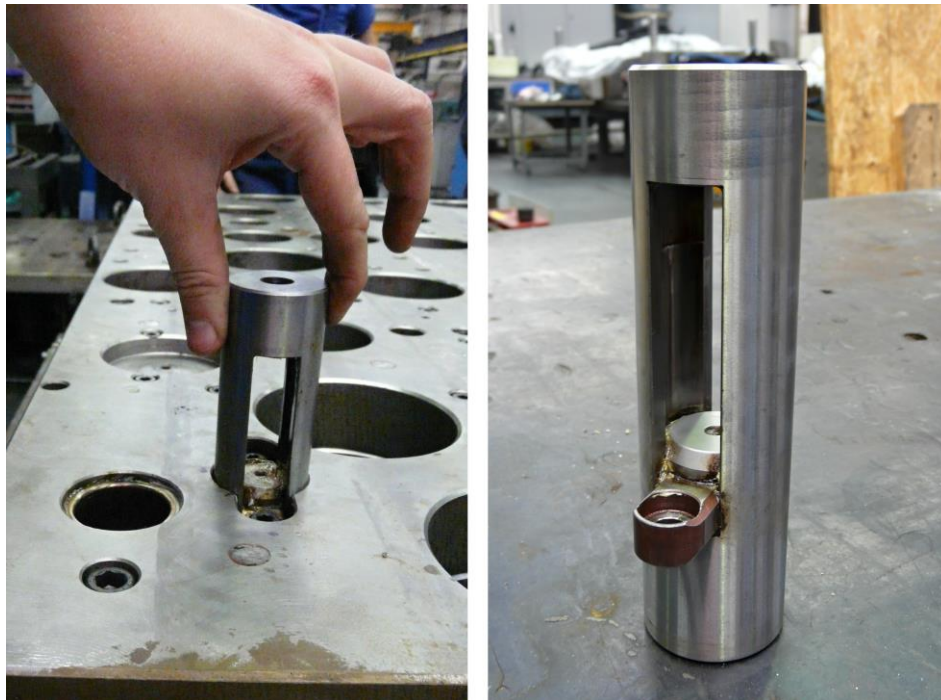
Obr. 4.9: Otočení formy (levá část obr.) a vyjmutí jader trubkových vyhazovačů (pravá část obr.) [12]

- 3) Povolení šroubů upínací desky a její odejmutí spolu s bočními sloupky.



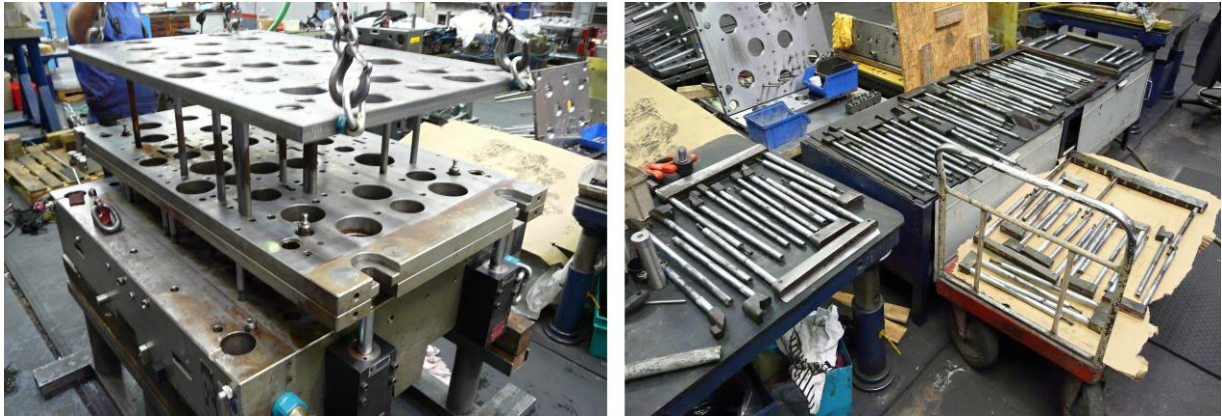
Obr. 4.10: Odejmutí upínací desky spolu s bočními sloupky [12]

- 4) U velké části vstřikovacích nástrojů je vyhazovací systém jednostupňový, avšak u této konkrétní formy byl systém dvoustupňový. Z toho důvodu bylo nutné v dalším kroku odšroubovat a vyjmout tahače, která oba stupně spojují.



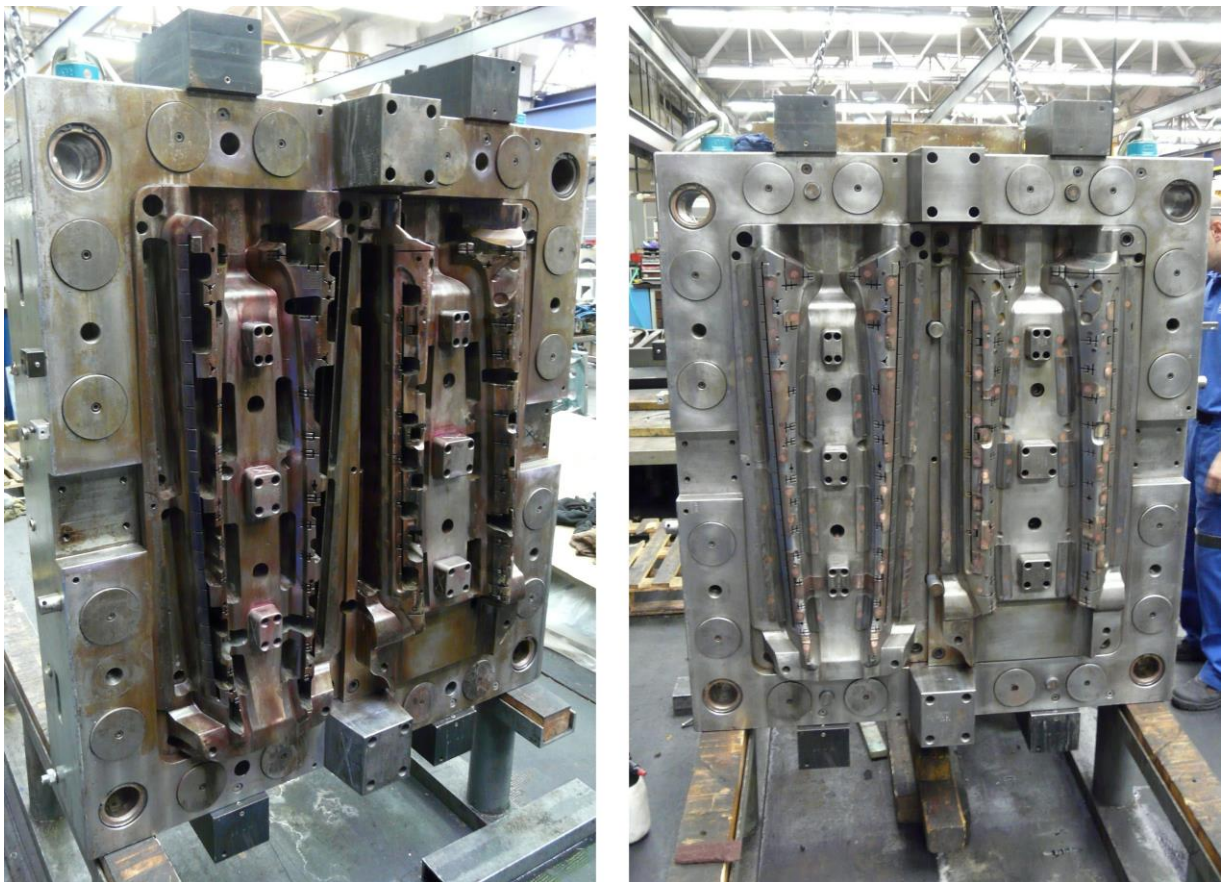
Obr. 4.11: Vyjmutí tahačů dvoustupňového vyhazování (levá část obr.) a detailní pohled na tahač (pravá část obr.) [12]

- 5) Demontáž obou stupňů vyhazování a vyjmutí vyhazovačů z formy.



Obr. 4.12: Demontáž vyhazovacího systému (levá část obr.) a pohled na vyjmuté vyhazovače (pravá část obr.) [12]

- 6) Po vyjmutí vyhazování byla forma opět jeřábem otočena tak, aby měl technik přístup k tvarovým plochám a dířům pro vyhazovače. Obojí bylo nutné opět za pomoci brusných rouh a čistících prostředků důkladně vyčistit.



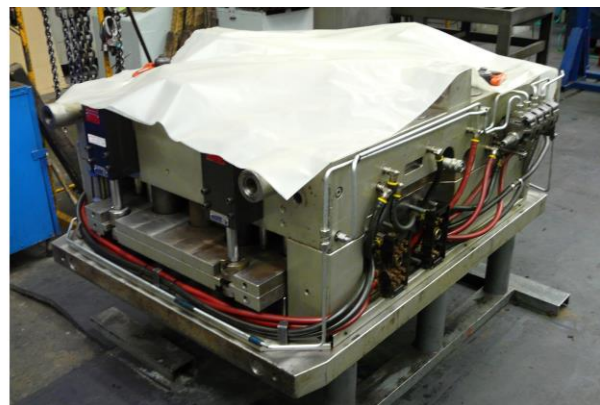
Obr. 4.13: Tvarové plochy před (levá část obr.) a po provedení údržby (pravá část obr.) [12]

- 7) Očištění vyhazovačů, jader trubkových vyhazovačů, kotevních a vyhazovacích desek, upínací desky spolu s bočními sloupky a všech dalších zašlých dílů.



Obr. 4.14: Vyhazovače před (levá část obr.) a po provedení údržby (pravá část obr.) [12]

- 8) Nakonec byla forma opětovně zkompletována, provedena zkouška na tlak, zkouška hydrauliky (viz Obr. 4.3), byla ochráněna igelitem proti prachu a připravena k expedici zákazníkovi.



Obr. 4.15: Opětovná kompletace formy (levá část obr.) a forma připravená k expedici zákazníkovi (pravá část obr.) [12]

4.3.3 Doplnující informace k údržbě

Stejně jako při jakémkoliv jiném zásahu do vstříkovacího nástroje, tak i při údržbě je důležité, aby technik, jež ji provádí, postupoval velmi obezřetně. Existuje totiž reálné riziko poškození citlivých částí ať už náhodou či nedbalostí. Může se jednat například o poničení ostrých hran na čelistech či tvarových vyhazovačích, poničení dělicí roviny, ale asi největším rizikem je poničení dezénovaných tvarových ploch. Tyto části je tedy nutné důkladně ochránit, k čemuž se nejčastěji používají různé textilie, igelity či kartony.

Další zajímavou informací je například časová náročnost kompletní údržby. U menších nástrojů se pohybuje v řádu jednotek hodin, kdežto u komplikovanějších a rozměrově větších nástrojů údržba může trvat až několik desítek hodin. Například údržba tvarové plochy na Obr. 4.13 zabrala 10 hodin práce.

Závěrem je důležité podotknout, že neexistují žádná konkrétní nařízení, jak má údržba vstříkovacího nástroje probíhat. Její průběh vždy stanovuje pověřený technik, který také ručí

za správnost, kompletnost a kvalitu provedení. Na opravně forem totiž většina pracovních úkonů probíhá v takovém časové tísni, že často dochází k situaci, že „dodělaná“ forma prakticky okamžitě putuje z technikova pracovního stolu na nákladní automobil, jež ji expeduje k zákazníkovi. Na dodatečné kontroly tak již nezbývá čas. Tento fakt se však netýká jen údržby, ale i jakýchkoliv jiných pracovních úkonů na opravně forem.

4.3.4 Optimalizace vstřikovacích nástrojů

Optimalizace vstřikovacích nástrojů mohou probíhat jak na nástrojárně, kdy se většinou jedná o optimalizace forem nových, tak i na opravně forem, kde se většinou optimalizují formy zatížené provozem. V obou případech je však postup optimalizace totožný. Vzhledem k tomu, že tato bakalářská práce je primárně zaměřena na opravu a i v této kapitole uvedený názorný příklad optimalizace probíhal na opravně forem, je tato kapitola uvedena právě v části *Technologie opravy forem*.

I přes to, že konstrukční návrhy vstřikovacích nástrojů jsou dnes takřka ze všech hledisek dokonalé a promyšlené do nejmenších detailů, na každém novém nástroji je ještě nutné provést určité zásahy. Důvodem je zajištění stoprocentní funkčnosti nástroje a odstranění neduhů vzniklých výrobními nepřesnostmi, nedostatečným slícováním tvarových dílů při montáži, či drobnými chybami konstruktéra při návrhu nástroje. Právě tyto úpravy se nazývají optimalizace.

Následující tabulka uvádí seznam častých nedostatků, s nimiž je možné se na opravně forem setkat a jež je nutné u nově vyrobeného vstřikovacího nástroje optimalizovat.

Závada	Optimalizace
Dření na zkušebním odstříku při vyhazování z formy	Dření na zkušebním odstříku je viditelné poškození dílu, ke kterému dochází při vyhazování z formy o různé ostřiny na tvarových plochách, špatně vyleštěná místa, či nepřesně vyrobené vyjímací úkosy. Řešením je například doleštění či odjehlení konkrétních míst.
Zástříky na zkušebním odstříku	Viz. kapitola 4.3.7.1
Nedoleštěná místa na tvarových plochách	Doleštění do požadovaného stavu.
Přesazení tvarů	Přesazení tvarů znamená, že tvary na pevné a odjezdové části formy jsou vůči sobě vzájemně posunuty, k čemuž může dojít například špatným najetím obrobku. Jediným řešením je naměření odchylky a následné navaření s doobrobením (tam, kde je odebráno příliš železa), nebo pouze doobrobení (tam, kde železo přebývá) v inkriminovaných místech tak, aby se obnovil požadovaný tvar výlisku.

<p>Špatné tečení taveniny do dutiny nástroje</p>	<p>Ke špatnému tečení taveniny do dutiny může docházet z různých důvodů. Na vině může být například špatné odvodušnění formy. V tomto případě stačí buď pročistit stávající kanálky odvodušnění, či vyrobit kanálky nové. Ke špatnému tečení může docházet také v případě, že byl špatně navržený vtokový systém. V takovém případě je nutné do tohoto systému zasáhnout výrazněji, například úpravou rozměrů rozváděcích kanálů či změnou vnitřního průměru vtokové vložky.</p>
<p>Zkušební odstřík je obtížně odformovatelný</p>	<p>Řešením je odstranění příčin (špatné vyjímací úkopy, groty na tvarových plochách, špatně vyleštěné plochy v žebrech aj.), či přidání vyhazovače do konkrétního místa.</p>
<p>Deformace zkušebního odstříku při vyhazování z formy</p>	<p>K této situaci dochází tehdy, když odstřík zůstává tzv. „viset“ na některých tvarových částech formy, zatímco se jej vyhazování snaží z formy vyjmout. Tím je způsobena deformace dílu, která v krajních případech může skončit až perforací odstříku vyhazovačem. Řešením je buď přidání vyhazovače do inkriminovaného místa, či odstranění příčiny (groty, špatně vyleštěná místa aj.) zaseknutí dílu.</p>
<p>Deformace zkušebního odstříku</p>	<p>K deformaci dílu dochází tehdy, je-li v odstříku z nějakého důvodu vnitřní pnutí. Nejčastějším způsobem, jak tuto závadu odstranit je přidání výztuh v podobě žeber, která deformovanou část odstříku zpevní. Jelikož se v tomto případě jedná již o velký zásah do nástroje, je nutné tento krok konzultovat se zadavatelem.</p>

Tabulka 20: Nejčastější druhy optimalizací na opravně forem

4.3.4.1 Korekce

Po provedení optimalizace nového nástroje je zajištěna jeho stoprocentní funkčnost a zároveň na zkušebním odstříku nejsou patrné žádné deformace či viditelné závady. Přesto je nutné provést ještě další zásahy do formy. U dílu totiž stále není zajištěno, že jeho rozměry korespondují s tolerovanými rozměry uvedenými v technické dokumentaci. Pro dosažení tolerovaných rozměrů je tak nutné na konkrétních tvarových plochách provést buď jemné dobroušení (v případě nutnosti zvětšení rozměru), či navaření s následným dobroušením (v případě nutnosti zmenšení rozměru). Tyto úpravy se nazývají **korekce**, po jejich provedení

je získán díl korespondující s technickou dokumentací a tím je optimalizace formy dokončena.

4.3.5 Praktický případ optimalizace vstřikovacího nástroje

Pro praktický příklad optimalizace byl vybrán nástroj tuzemského výrobce automobilů, který sloužil k produkci vnitřní výplně předních dveří pro novou Škodu Rapid. Požadavkem zadavatele bylo odstranění žebér na rubové straně dílu, která na lícové straně vytvářela nežádoucí (byť pouhým okem těžko viditelné) prolisy.

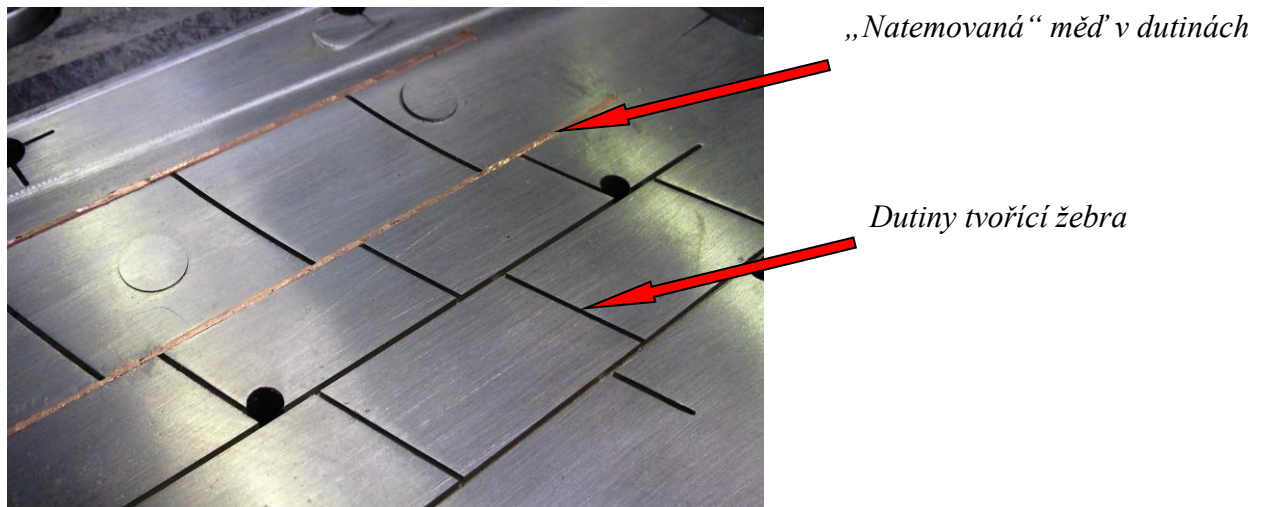


Obr. 4.16: Vnitřní výplň dveří včetně detailního pohledu na žebra, jež bylo nutné odstranit [12]

Prvním krokem byl samozřejmě návrh způsobu, jakým bude žebrování na dílu odstraněno. Jelikož žebra jsou nástrojem vytvářena pomocí jiskřených výběrů, bylo nutné tyto výběry zaslepit. K dispozici se nabízela dvě řešení. Prvním bylo dutiny zavařit, následně zabrousit a zaleštit tak, aby svary byly sjednoceny s okolní tvarovou plochou. Druhým řešením pak bylo do dutin „natemovat“ měď, po čemž by stejně jako u svarů následovalo

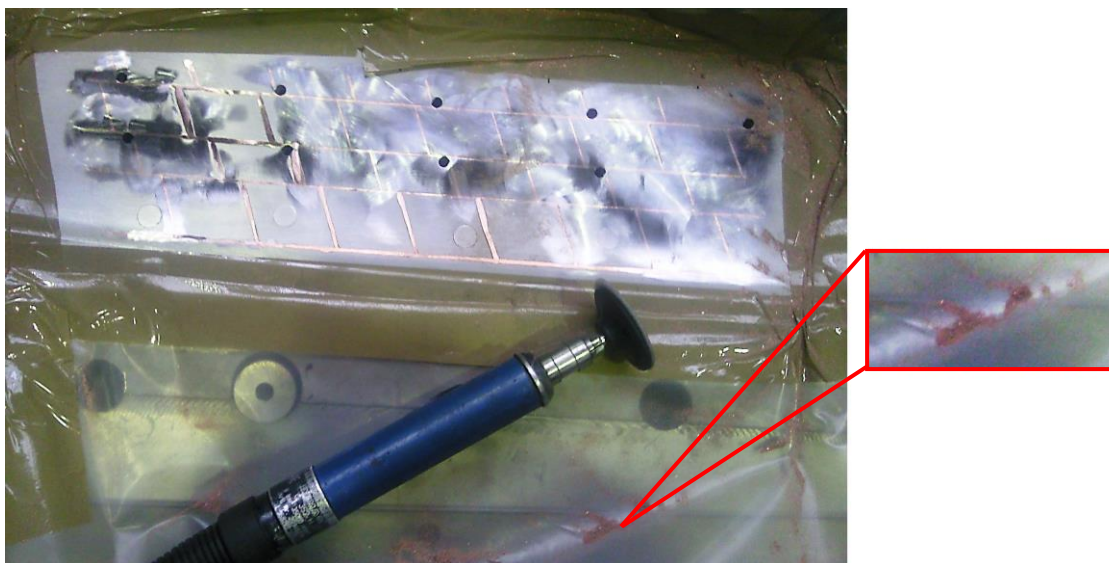
zabroušení a zaleštění. Konzultací mezi opravárenskými technikami a technologem bylo vzhledem k jednoduchosti zvoleno druhé řešení „natemování mědi“. Postup optimalizace byl následující.

- 1) Důkladné ochránění okolních ploch igelitem (viz. Obr. 4.18): Při „temování“ mědi a zejména pak při jejím zabrušování vzniká velké množství drobných třísek a je samozřejmě nežádoucí, aby se tyto třísky dostaly do citlivých míst nástroje, jako jsou například otvory pro vyhazovače atd.
- 2) „Natemování“ měděných plátek do dutin za pomoci malého kladiva: Při tomto kroku bylo velmi důležité zbytečně neudeřit kladivem do citlivých míst, jako jsou např. vyhazovače či dělicí rovina. Technik provádějící optimalizaci proto musel být velmi opatrný.



Obr. 4.17: Temování mědi do dutin tvořící žebra [12]

- 3) Zabroušení žebrování (pomocí pneumatické rotační mikrobrusky) do roviny s okolní tvarovou plochou: Také v tomto kroku musel být technik velmi obezřetný, jelikož plocha musela být zbroušena co nejrovnoměrněji a nesměly vzniknout rýhy, či jiné defekty.



Obr. 4.18: Zabrušování mědi. Na tomto obrázku je také patrná ochrana formy igelitem vůči měděným třískám, jež je možno vidět na detailu obrázku. [12]

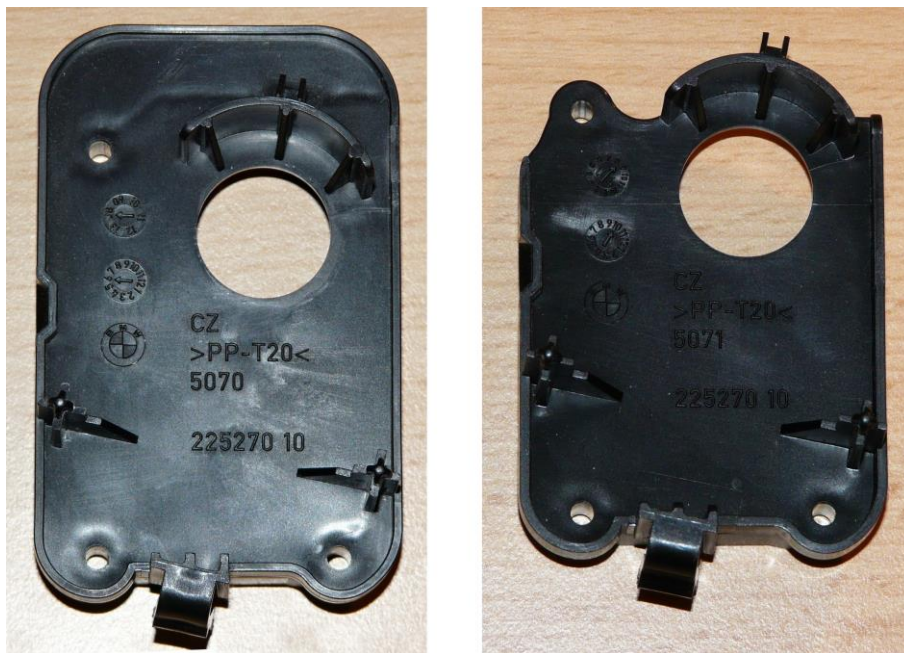
- 4) Ruční dobroušení tvarové plochy pomocí brusných kamenů o zrnitosti 240 a brusného oleje *Zinolin B2*.
- 5) Zkušební odstříky nebylo vzhledem k charakteru optimalizace nutné provádět, a proto posledním krokem byla příprava nástroje k expedici zadavateli zakázky.

Závěrem této kapitoly není od věci podotknout zajímavost týkající se tohoto konkrétního nástroje. Jedná se o jedinou formu pro výrobu vnitřní výplně předních dveří, kterou automobilka vlastní a tudíž v každé nové Škodě Rapid lze nalézt díl v této formě odstříknutý. Pokud jako čtenář této práce daný automobil vlastníte, či k němu máte volný přístup, sám/sama se můžete přesvědčit o tom, jestli se jedná o automobil vyrobený před, či po provedení výše demonstrované optimalizace, která probíhala v prosinci 2013.

4.3.6 Modifikace vstřikovacího nástroje

V praxi často dochází k situacím, kdy od zadavatele zakázky přijde požadavek na určité změny vyráběného plastového dílu. Stává se tak proto, že teprve při zástavbě či používání dílu došlo ke zjištění, že mohl být například lépe tvarově řešen, nebo dochází k častým poškozením dílu v namáhaných místech. Jestliže zadavatel požaduje dílčí změny, které je možné zajistit úpravou stávajících tvarových vložek, řeší se situace tak, že konstruktér navrhne či upraví tvarové vložky, případně vyhazovače, pokud není zapotřebí i jiných úprav nástroje. Tyto navržené změny se pak zhotoví buď na obráběcích strojích či pomocí jiných operací, jako je například navařování a následné tiskové nebo elektroerozivní obrábění.

Každá vynucená modifikace nástroje, jíž je nutno provést, s sebou pro jeho majitele přináší jisté nepříjemnosti. Nástroj je nutno odstavit na určitou dobu z výrobního procesu a majitel (zadavatel) též za provedení modifikace nese v plné výši finanční odpovědnost. V jeho zájmu proto je se snažit případným modifikacím předejít, a to již ve fázi výroby nástroje. Bývá proto častou praxí, zejména u velkých zakázek, že při zadání výroby nové formy si zadavatel nejdříve nechá vyrobit malý zkušební nástroj, kde případné modifikace nebudou znamenat vysoké výrobní náklady. Až poté, co je díl „odlazen“, se vyrábí formy větší, případně několikanásobné, u kterých by tyto modifikace mohly být velmi drahé.



Obr. 4.19: Plastový díl před (levá část obrázku) a po (pravá část obrázku) modifikaci nástroje [12]

4.3.7 Oprava forem

Jak již napovídá název **opravna forem**, nejčastějším pracovním úkonem, jež se zde provádí, je právě oprava. K opravě nástroje musí dojít tehdy, vyskytnou-li se na nástroji během pracovního vytížení neočekávané závady. Ty lze rozřadit do tří pomyslných skupin. V první skupině jsou závady, jež vznikly nedodržáním technologických pokynů při ošetřování nástroje, což je zejména zanedbání promazání kluzných částí. V druhé skupině jsou závady způsobené chybou lidského faktoru. Ijakkoliv zkušený technik v oblasti vstřikovacích nástrojů je totiž jen člověk a může se stát, že mu například nešťastně upadne plochý klíč, zapomene utáhnout šroub vyhazovače, či zapomene v tvarové dutině některý z ručních nástrojů. Následky mohou být katastrofální, zejména pokud jsou v nástroji tvarové plochy s dezénem. V poslední skupině jsou pak ty závady, jež jsou přičítány na vrub únavě a opotřebením materiálu. Tento typ závad je logicky nejčastěji se vyskytující a lze sem zařadit například ulomená tenká žebra, zlomený vyhazovač, zaoblení ostrých hran a jiné mechanické defekty, jež se projeví na vzhledu plastového dílu, či funkci nástroje.

V této kapitole je uveden přehled nejčastěji se vyskytujících závad forem, včetně způsobu, jakým lze tyto závady opravit.

4.3.7.1 Oprava zástříků

Jako zástříky se označují viditelné otřepy na plastovém dílu, které vznikly v důsledku otupení ostrých hran v tvarové dutině, nebo špatným slícováním některých částí formy. Mohou vznikat například v dělicí rovině, či v okolí vyhazovačů a tvarových vložek. Ačkoliv jsou zástříky viditelný defekt, ne vždy je nutné je opravovat. Důležité totiž je, v jaké části dílu se vyskytují. Pokud jsou na rubové straně, a nijak nenarušují funkci dílu, nebývají problémem. Vyskytují-li se však na vzhledových plochách dílu, či narušují funkci dílu, je nutné je odstranit.



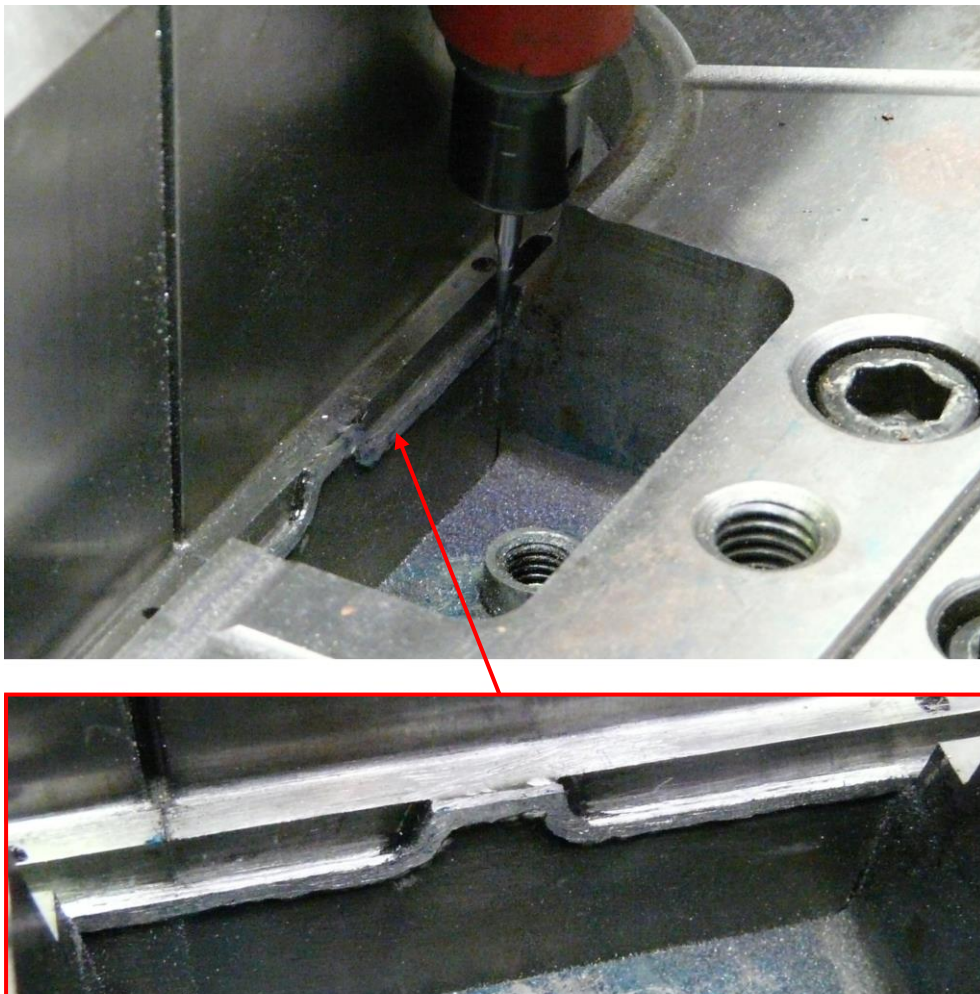
Obr. 4.20: Plastový díl s vyznačenými zástříky [29]

Jediným způsobem, jak se dají zástříky odstranit, je obnovení ostrých hran v inkriminovaných místech tvarové dutiny. Hranu se opatří návarem (nejlépe laserovým navařováním, jelikož je minimalizován výskyt vzduchových bublin ve svaru, minimalizován výskyt rozměrových deformací a též teplem ovlivněná oblast je velmi malá), který se pak za pomoci ručních nástrojů, jako jsou mikrobrusky a pilníky, zbrousí tak, aby hrana již byla částečně obnovena, ale přesto na ní zbýval malý přídavek materiálu. V této chvíli přichází na řadu proces zvaný lícování.

4.3.7.2 Lícování

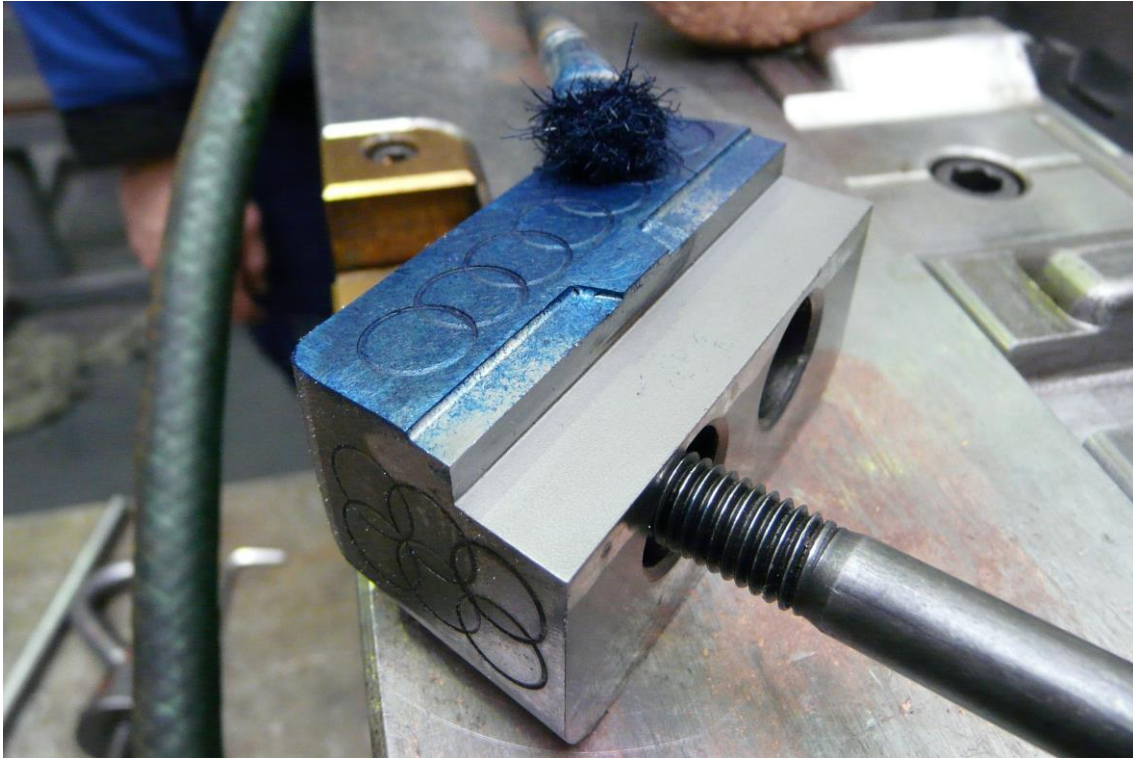
Jak bylo uvedeno v kapitole 3.3.4, podstatou lícování je dosáhnout co nejlepšího napojení ploch dělicí roviny. Lícování se ovšem provádí i v případě oprav, u kterých je nutné zajistit ideální dosed ploch v místě opravy. K pochopení principu a postupu je nejvhodnější uvést praktický příklad opravy zástříků.

- 1) Na nástroji, na němž je postup demonstrován, docházelo k tvorbě zástříků mezi tvarovou vyhazovací vložkou (tvarovým vyhazovačem) a okolní tvarovou plochou. V místě tvarové dutiny, kde byly otupené hrany, byl laserovým navařováním vytvořen návar, který byl ručně zbroušen a vymodelován, přičemž byl ponechán malý přídavek pro lícování.



Obr. 4.21: Modelace svaru pneumatickou rotační mikrobruskou včetně detailního pohledu na svar [12]

- 2) Dalším krokem bylo nanesení signální, tzv. tušírovací barvy na tvarovou vyhadzovací vložku. Barva je nanášena ručně obyčejným štětcem ve velmi tenké vrstvě a to do míst, kde je potřebné zjistit, zda dochází či nedochází k dotyku obou lícovaných částí. V tomto konkrétním případě se jednalo o tu plochu hlavy vyhadzovače, jež dosedala na vytvořený svar.



Obr. 4.22: Tvarová vložka vyhadzovače s nanesenou tušírovací barvou [12]

- 3) Tvarová vyhadzovací vložka s nanesenou signální barvou byla vložena do dutiny, lehce „poklepána“ mědí a opět za pomoci vyrážače z dutiny vyjmuta. V této chvíli bylo nutné, aby se technik zaměřil na otisk signální barvy na vytvořeném svaru. Dle přiložené fotografie je vidět, že signální barva se otiskla pouze v některých částech svaru. To značí, že právě a jen v těchto místech dochází ke kontaktu mezi tvarovou vyhadzovací vložkou a svarem. Cílem lícování ovšem je, aby kontakt byl co nejrovnoměrnější a po celé délce svaru. Bylo tudíž nutné místa na svaru, jež tzv. „píšou“ lehce zbrousit a celý postup od nanesení signální barvy až po kontrolu otisku opakovat do té chvíle, než technik uzná, že otisk je rovnoměrný a po celé délce svaru. Pokud zároveň tvarová vyhadzovací vložka dosedá na dno dutiny, což bylo opět zjištěno pomocí signální barvy, je tzv. nalícováno.



Obr. 4.23: Pohled na otisk signální barvy na svaru (červeně vyznačené), včetně otisku signální barvy na dně dutiny, což značí, že hlava vyhazovače na dno dosedá. [12]

Někdy je při lícování nutno zjistit, jak se otiskne například tvarová vložka na odjezdové straně formy do dutiny v pevné straně formy (či naopak). V tomto případě nestačí pouhé vložení vložky do dutiny a poklepání mědí, což bylo demonstrováno ve výše zmíněném příkladu, ale je nutné alespoň přibližně nasimulovat sílu, jakou působí při vstřikovacím cyklu lis na formu. Pro tuto simulaci se používá stejně jako v případě lícování nové formy tzv. tušírovací lis, do kterého se forma upne a ten na ni vyvine předem nastavený tlak.

4.3.8 Časté závady chladicího systému

Dalšími závadami, s nimiž se lze na opravě forem setkat, jsou různé typy poruch chladicího systému. V této kapitole jsou uvedeny ty nejčastěji se vyskytující.

4.3.8.1 Poškozené či staré těsnící prvky

Prvním příznakem, že ve formě jsou vadné nebo příliš staré těsnící prvky, je únik chladicího média mimo chladicí okruhy. Nejedná se však o významnou závadu. Oprava probíhá tak, že se demontuje část, či kompletně celá forma a těsnící prvky se vymění za nové, případně se některé elementy jako jsou zátky či náustky přetěsní speciálním lepidlem nebo teflonovou páskou.

Jak bylo uvedeno v kapitole věnující se údržbě, po opětovné montáži je vždy nutné provést zkoušku tlakem, aby se zjistilo, zda daný problém byl odstraněn.

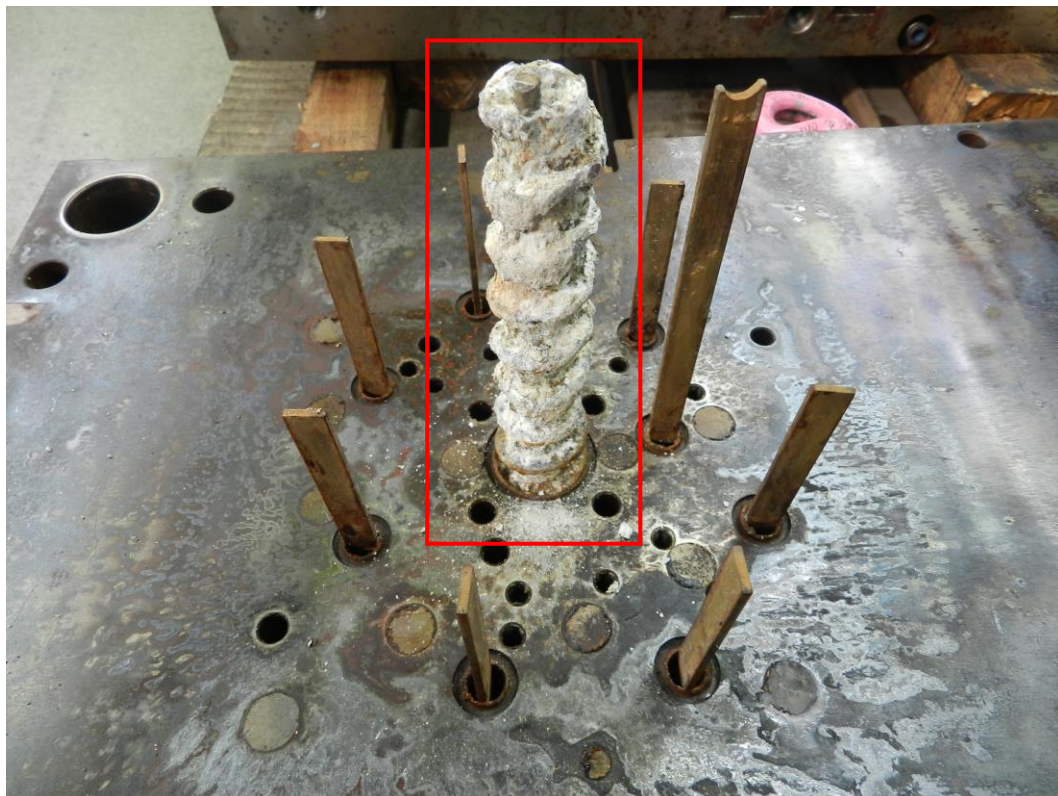
4.3.8.2 Špatně průchozí chladicí okruhy

Podezření na špatnou průchodnost některých chladicích okruhů může vzniknout ve chvíli, vyskytnou-li se v nástroji některá špatně chlazená místa. Tuto závadu lze jednoznačně zjistit průtokovou zkouškou, jež je popsána v kapitole 4.3.1.2. V případě, že špatná průchodnost je způsobena zanesením chladicích okruhů nečistotami či vodním kamenem. Řešením problému je pročištění okruhů pomocí koncentrované kyseliny citronové. Postup je popsán v kapitole 4.3.1.3.

Další příčinou mohou být různé závady na zátkách, chladicích tryskách či přepážkách, kdy špatná poloha či deformace těchto elementů mohou způsobit špatnou průchodnost chladicího média. Jediným řešením je v tomto případě oprava buď úpravou použitých elementů (zajištění správné polohy atd.), či výměnou za elementy nové.



Obr. 4.24: Poškozená přepážka (levá část obr.) a ta samá přepážka po opravě (pravá část obr.) [12]



Obr. 4.25: Chladicí systém zanesený vodním kamenem [11]

4.3.8.3 Prasklý chladicí okruh

Většího opravárenského zásahu je zapotřebí v případě, že dojde k vytvoření praskliny v chladicím okruhu. V tomto případě bývá velmi často na vině špatné rozmístění chladicích kanálů, které jsou buď blízko u sebe, blízko povrchu tvarové dutiny, či blízko děr pro vyhazovače. Jako chladicího média se totiž využívá voda, což postupem času může v kritických místech způsobit vznik koroze vedoucí až ke vzniku prasklin.

První fází opravy je v tomto případě identifikace místa, ve kterém k defektu došlo, což ne vždy bývá vzhledem ke komplikovanosti chladicích okruhů jednoduchou záležitostí. Nejčastěji se k tomu využívá tlaková zkouška v kombinaci s bystrým okem opravárenského technika. Po zjištění pozice defektu se pak přistupuje k vlastní opravě. Při té se nejdříve poškozený chladicí okruh pročistí od nečistot a následně „protáhne“ vrtákem o průměru stejném, jako je průměr chladicího kanálu. Poté si technik připraví dostatečně dlouhou měděnou trubku, o stejném průměru a síle stěny obvykle 1 mm, kterou následně do poškozeného chladicího kanálu připevní vhodným lepidlem (např. od výrobce **Loctite**).

Po zaschnutí lepeného spoje, což je v řádu desítek minut, je opět nutno provést zkoušku tlakem, aby se zjistilo, zda byl problém odstraněn.

4.3.8.4 Špatně chlazený díl

V praxi občas dochází ke zjištění, že díl je v některých místech špatně chlazený, což se může projevat například vznikem nežádoucího vnitřního pnutí.

Prvním způsobem, jak lze chlazení v těchto místech zlepšit, je vytvoření (pomocí klasických obráběcích operací) nových chladicích okruhů. Dalším způsobem je pak v inkriminovaném místě tvarové dutiny navrtat některý ze stávajících chladicích kanálů. Do vytvořeného otvoru se vtlačí měděná zátka, která se zaleští z tvarovou plochou. Jak je obecně známo, měď oproti oceli mnohem lépe odvádí teplo, a díl je v tomto místě mnohem lépe chlazen.

4.3.9 Další časté závady vstříkovacích forem včetně způsobu opravy

Zadřený vyhazovač:

Uvolnění a následné zaleštění přídřených míst či odstranění důvodů přidírání, případně výměna za nový kus.

Zlomený či poškozený vyhazovač:

Demontáž a výměna za nový kus. V případě tvarového vyhazovače oprava, či výměna poškozených částí za nově vyrobené.

Poškozené leštěné plochy tvaru:

Přeleštění vodním smirkem či diamantovou pastou.

Ulomená část tvaru či tvarové vložky:

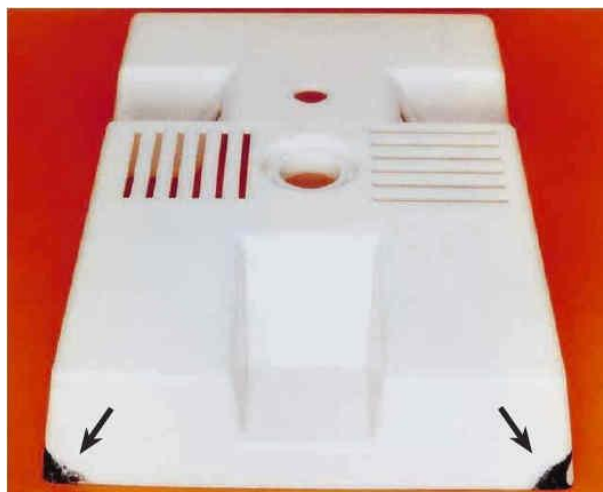
Naváření s následnou modelací a nalícováním, či nahrazení poškozené oblasti nově navrženou tvarovou vložkou, případně výroba nové tvarové vložky.

Na plastovém dílu se vyskytují spáleniny:

Před vstříknutím roztaveného materiálu do dutiny formy se v dutině vyskytuje vzduch a je nutné zajistit jeho odvod. K tomu slouží tzv. odvodušnění, což jsou drobné kanálky vedoucí z dutiny formy, přes které je vzduch přívodem taveniny vytlačen ven. Musí být tak malé (maximálně 0,02 mm) a tak vhodně řešeny, aby se do nich nedostala tavenina, což by způsobilo vznik zástříků na dílu.

V případě, že je vzduch z dutiny nedostatečně odváděn, při vstříknutí materiálu prudce vzroste jeho tlak a teplota, což může vést až k jeho vznícení, čímž na dílu vzniknou spáleniny. Tento jev je označován jako tzv. Dieselův efekt.

Oprava tohoto problém spočívá buď v pročištění stávajících odvodušňovacích kanálků, jsou-li zanesené, či ve vytvoření kanálků nových. Ty lze vytvořit například pneumatickou rotační mikrobruskou.



Obr. 4.26: Dieselův efekt a jeho projevy na plastovém dílu [34]

Závady na hydraulickém systému:

Prvním krokem je lokalizování a identifikace závady, například pomocí postupu, jež je popsán v kapitole 4.3.1.4. V naprosté většině případů se jedná pouze o drobné netěsnosti, jež lze vyřešit výměnou těsnících prvků, či dotažením prvků spojující jednotlivé části tohoto systému. Vážnější závady jsou ojedinělé a řeší se individuálně.

Vynucená optimalizace pojízdných tvarových částí:

V průběhu používání každého nástroje dochází k tomu, že si jeho jednotlivé části vzájemně tzv. „sedají“, čili dochází k jejich místnímu opotřebení. Tento jev vede postupně k tomu, že v tvarové dutině vznikají různé drobné netěsnosti, čelisti se nedovírají potřebnou silou apod. Tyto závady se nejčastěji optimalizují pomocí drobných návarů, či podložení konkrétních míst planžetami tak, aby dané části formy vůči sobě opět zaujímaly předepsanou polohu.

Poškozený dezén:

V případě oprav dezénů je situace prakticky totožná s jejich výrobou. Opět platí, že tyto zásahy provádí v kooperaci specializovaná firma a na veškeré informace o konkrétních postupech je uvaleno informační „embargo“.

V případě opravy formy, kde je po opravě nutné obnovení části, či celého dezénu, je proto praxe následující. Opravářští technici provedou veškeré nutné opravy, jež byly

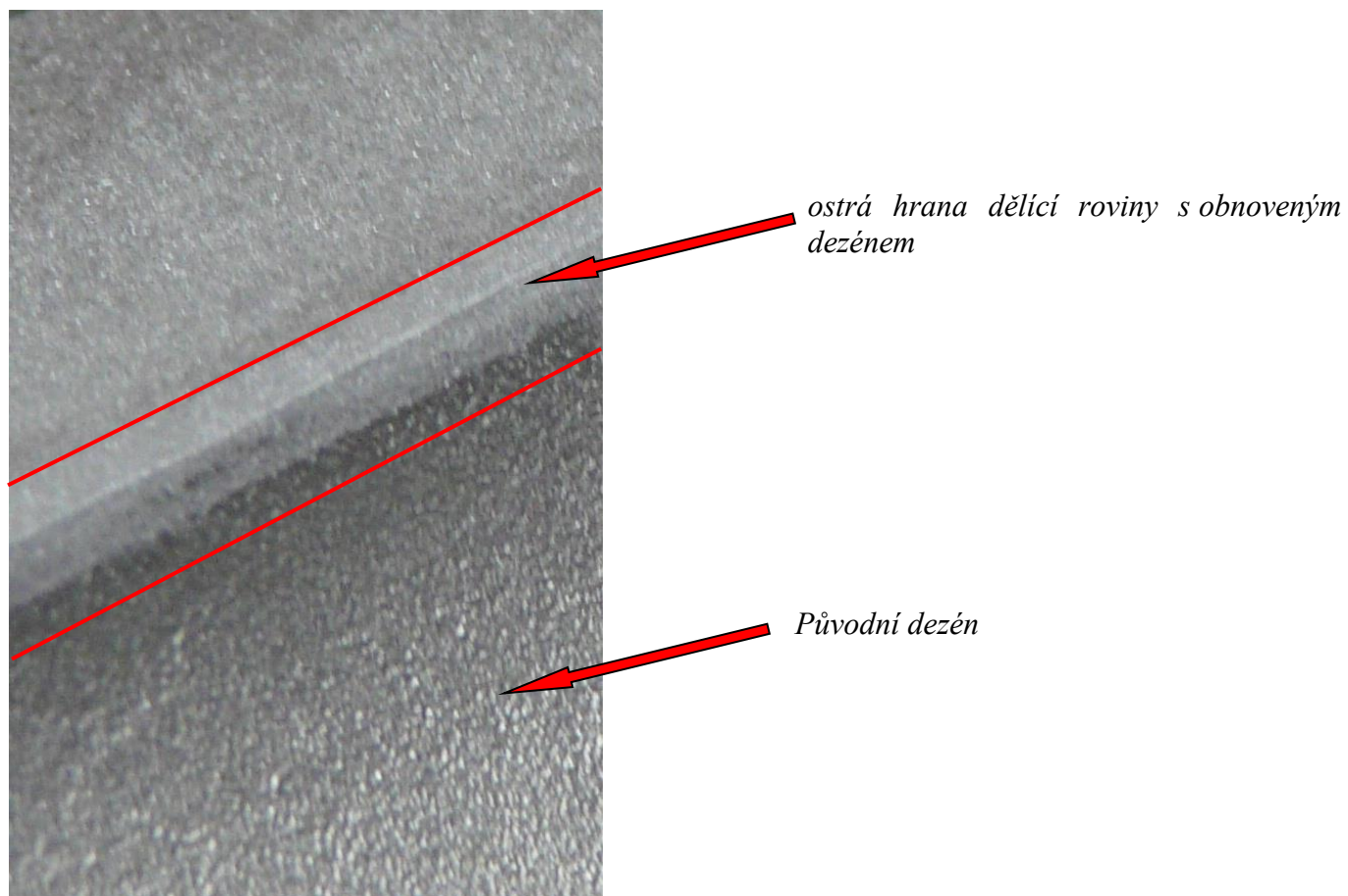
z velké části popsány na předchozích stranách. Po jejich zdárném provedení do hry vstupují externí technici přes opravy dezénů, jež si formu přesunou na místo, kde jim bude zaručeno soukromí (např. svařovna) a za zavřenými dveřmi obnovu či opravu dezénu provedou. V případě, že je poškození dezénu velkého rozsahu, oprava spočívá buď v odebrání dezénované plochy, opětovném vyleštění a znovuvyvoření dezénu, nebo výroby nové tvarové části. Když totiž dojde k odebrání původního dezénu a vytvoření nového, dochází k zesílení stěny výlisku, tzn. zvýšení spotřeby plastu při výrobě, potažmo zvýšení výrobních nákladů. S tím zpravidla zadavatel nesouhlasí.

Existují však případy, kdy obnovu dezénu bez problému zvládnou i běžní opravárenští technici. Jedná se většinou o dezény pískované, kdy oblast, jež je nutno obnovit, stačí opět otryskat. Tyto opravy však provádějí ti nejzkušenější technici, jelikož musí zvolit správnou tryskací směs a zajistit, aby výsledný dezén byl co nejbližší dezénu původnímu.

Na následujících fotografiích je zdokumentován průběh obnovy dezénu po opravě otupených hran dělicí roviny, jež bylo nutné klasickým, v této práci popsaným způsobem obnovit. Samozřejmostí při tomto typu oprav je důkladné ochránění těch míst tvarové dutiny, jež nesmí přijít do kontaktu s tryskací směsí (např. leštěná místa apod.) a těch částí formy, u kterých by přítomnost směsi v budoucnosti mohla způsobit závady (otvory pro vyhazovače, pouzdra, ložiska apod.).



Obr. 4.27: Obnova dezénu po opravě ostrých hran [12]



Obr. 4.28: Detailní pohled na ostrou hranu s obnoveným dezénem [12]

5 Požadavky kladené na strojní a nástrojové vybavení včetně technologických podmínek

Nejen strojní park, ale veškeré výrobní příslušenství se vždy odvíjí od toho, jak velké a tím pádem jak těžké formy se plánují vyrábět. S touto informací je nutné operovat již při návrhu výrobních prostor a výběru budoucího strojního parku. Je totiž nutné mít vyhovující průmyslovou podlahu (min. zatížení 5 t/m², pro větší stroje se pak podle požadavků výrobců zhotovují fundamenty, aby se zabránilo přenášení otřesů na okolní stroje), dostatečnou nosnost jeřábů, dostatečně velké manipulační plochy pro nástrojaře, dostatečně velký prostor pro skladování rozpracované výroby a samozřejmě strojní park o dostatečné tuhosti rámu (v případě hrubovacích strojů), požadovaném výkonu a jiných parametrech uvedených dále v této kapitole.

Pro kompletní výrobu forem pro vstřikování plastů je nutné, aby nástrojárna měla k dispozici následující typy strojů:

- **Dělení materiálu** – dostatečně velká pásová pila
- **Hrubování polotovarů** – 3osý tuhý hrubovací stroj s minimálním výkonem 35 kW
- **Obvodové úhlování, hrubování a vrtání** – horizontální frézka o výkonu 40 – 45 kW
- **Vrtání chladicích kanálů** – vrtačka hlubokých otvorů, v ideálním případě s naklápěcím vřeteníkem a otočným stolem
- **Broušení** – bruska na plocho, bruska na kulato a tvarové brusky
- **Frézování jednoduchých dílů** – nástrojařská frézka
- **Obrábění rotačních dílů** – klasický soustruh
- **Vrtání volných otvorů do menších dílů** – souřadnicová vrtačka
- **Dokončovací operace** – 3osá a 5osá obráběcí centra minimálně s 18 000 otáčkami vřetene za minutu a výkonem ideálně mezi 25 – 35 kW
- **Výroba elektrod** – 5osé obráběcí centrum minimálně s 36 000 otáčkami vřetene za minutu a výkonem přibližně do 25 kW
- **Elektroerozivní obrábění** – hloubičky, drátová řezačka
- **Lícování forem** – tuširovací lis o minimální síle 200 tun
- **Zkoušení forem** – vstřikovací lis
- **Mezioperační kontrola** – klimatizovaná místnost s 3D měřicím přístrojem na vzduchových polštářích
- **Tepelné zpracování** – kalící pece pro tepelné zpracování menších dílů
- **Stlačený vzduch** – Dostatečně výkonný šroubový kompresor, se vzdušníkem pro zásobování výroby stlačeným vzduchem
- **Navarování** – laserová navařovačka pro navařování hran a ploch, pro větší návary pak MIG či MAG svářečky

- **Manipulace** – Mostové jeřáby s dostatečnou nosností a pojezdem nad obráběcími stroji pro přepravu těžkých dílů mezi jednotlivými stroji. U nástrojařů je pak zapotřebí mít mostový jeřáb s 2 elektromotory pro otáčení forem. U jednotlivých pracovišť jsou pak nutné sloupové jeřáby.
- **Ruční pracoviště** – Sloupová vrtačka, stolní bruska

Konkrétní typy obráběcích strojů se vždy určují podle druhu výroby, kterou na nich chceme provádět. Nejmodernějším trendem je ústup od univerzálních strojů a dělit stroje na hrubovací a dokončovací. Navíc je nutné je v hale kvůli přenosu vibrací podlahou umístit co nejdále od sebe. Mezi požadované technické specifikace obráběcích strojů patří například:

- Rozjezdy v osách x, y, z, případně navíc otočný stůl s vyklápěcím vřetenem u 5osých obráběcích center
- Tuhost rámu stroje
- Nosnost stolu
- Maximální rozměry obrobku v pracovním prostoru
- Způsob upínání nástrojů
- Otáčky vřetene
- Požadovaný výkon motoru (krouticí moment)
- Externí chlazení vřetene při vysokých otáčkách
- Přítomnost obrobkové a nástrojové sondy (výrobci například HEIDENHAIN, RENISHAW)
- Přítomnost dopravníku špon
- Možnost chlazení nástroje přes vřeteno (vzduchem či chladicí emulzí)
- Počet lůžek v zásobníku nástrojů
- Druh filtrace chladicí emulze (přes papír, či přes elektromagnetický odlučovač)
- Druh řídicího systému (HEIDENHAIN, SIEMENS, FANUC atd.)
- Přítomnost odsávání olejové mlhy z pracovního prostoru
- Přítomnost oplachové pistole pracovního prostoru
- Přítomnost ručního kolečka k ručnímu najíždění na obrobek
- Zabudovaný ROTOCLEAR ve dveřích do pracovního prostoru



Obr. 5.1: ROTOCLEAR zajišťující jasný průhled do pracovního prostoru [3]

Mezi praxí osvědčené výrobce obráběcích strojů patří například KOVOSVIT MAS, TAJMAC - ZPS, TOS Varnsdorf, DMG MORI, Hermle AG, HURCO, INGERSOLL, AGIE CHARMILLES, FANUC, MITSUBISHI, FERMAT, TRIMILL, CHEVALIER, JUNG, GREAT, ABA, RÖDERS, AXA CNC stroje, KITAMURA, TOS Čelákovice, TOS Žebrák.

Nástrojové vybavení se přizpůsobuje druhu stroje, na kterém bude používáno. Na hrubovacích strojích se k velkému úběru materiálu používají frézovací hlavy s výměnnými plátky. Jelikož při hrubování dochází k velkému přenosu tepla mezi nástrojem a materiálem, je důležité veškeré šrouby, jimiž se přišroubují plátky k tělesu frézy, mazat speciální pastou na bázi grafitu, která zamezí zapečení šroubu, což by vedlo k jeho obtížnému povolání. Jelikož při hrubování má plátek omezenou životnost, je potřeba, aby obsluha stroje neustále kontrolovala průběh obrábění svým zrakem (přítomnost jisker) a sluchem (hlučnost) a zamezila tak prasknutí výměnné destičky, potažmo prasknutí tělesa frézy a případnému poškození obrobku. Při prvních příznacích opotřebení břitu plátku je potřeba všechny plátky v hlavě pootočit tak, aby obrábění bylo opět optimální. Pro různé druhy materiálů se používají rozdílné povlaky výměnných plátků, které mají pozitivní vliv na životnost a řezivost nástroje.

K obrábění na čisto u pravoúhlých výběrů se většinou používají frézovací hlavy s rohovými výměnnými destičkami, nebo monolitní SK válcové frézy. Na tvarové části a tvarové plochy se pak používají SK kulové frézy, nebo frézy s výměnnými kulovými plátky, tzv. kopírovací frézy, s kterými se obrábí tzv. řádkováním. Kvůli kvalitě obrobků je nutné při obrábění vůči povrchu určité pootočení kulové frézy, nebo kopírovací frézy s kulovým plátkem, minimálně o $10^\circ - 15^\circ$, jelikož v ose frézy je nulová obvodová rychlost a docházelo by k vytrhávání materiálu.

Při vrtání otvorů se používají převážně HSS vrtáky s obsahem 5 % či 8 % Co. Lepší variantou je však používání SK vrtáků s vnitřním chlazením, kde můžeme vrtat s větším posuvem a na jeden přísuv (bez přerušování třísky), jelikož k odvodu třísek dochází díky chladiivu, jež je přiváděno přes vřeteno vnitřní dutinou v nástroji. Pro nástroje s vnitřním chlazením je tedy podmínkou, aby stroj dokázal chladit nástroje přes vřeteno. K vrtání

hlubokých otvorů pro chladicí okruhy se používají buď dělové vrtáky, kde se třísky zpravidla vytlačují řezným olejem, nebo spirálové vrtáky opět z HSS oceli, nebo SK. Délka spirálových vrtáků pro vrtání hlubokých otvorů je omezená, v současné době je omezena přibližně čtyřicetinásobkem průměru vrtáku. Je však možné si nechat vyrobit speciály s délkou větší.

Brusné kotouče se většinou vybírají na základě zkoušek na materiálech, které se v nástrojárnách obrábí. Vybírá se vždy ten, jež nejvíce vyhovuje požadavkům na kvalitu obrobenej plochy. Tyto kotouče mají průměr většinou 400 mm a šířku mezi 50 mm a 100 mm.

Požadavky kladené na nástrojové vybavení jsou zejména následující:

- Co nejvyšší životnost v řezu
- Vysoký řezný výkon
- Co nejlepší poměr mezi výkonem a pořizovací cenou
- Co nejkratší doba dodání. Ideální také je, aby dodavatel zajišťoval i ostření jím dodaných nástrojů.

K optimálnímu stanovení řezných podmínek k jednotlivým nástrojům a jednotlivým druhům materiálů dávají výrobci nástrojů určité doporučení v podobě obvodové rychlosti a posuvu na jeden zub. Toto doporučení lze najít v katalogích vždy na konci jednotlivých kapitol týkajících se konkrétních druhů nástrojů. Tyto údaje jsou zpravidla stanoveny na základě zkoušek u výrobců a podle druhu obráběcího stroje nemusí být vždy optimální. To znamená, že obsluhy strojů musí optimální nastavení určit sami na základě vlastního průběhu obrábění. Vliv na řezné podmínky má např. vyložení nástroje, překrytí frézy či hloubka přísuvu. Pro tyto případy jsou v katalogích uváděny přepočítávací konstanty, jež slouží k úpravě obvodových rychlostí nástroje. Velmi oblíbené jsou také ruční přepočítávací tabulky, kde se otáčky a posuvy na základě údajů z katalogů snadno vypočítají.

Výkonné nářadí významnou měrou určuje produktivitu výroby. Proto výběru nástrojů je potřeba přikládat značný důraz. V dnešní době je na trhu k mání nepřeberné množství různých nástrojů, které mohou mít při obrábění stejné doporučené řezné podmínky. Na každém obráběcím stroji se však mohou chovat jinak, jelikož každý stroj má jinou tuhost rámu. Proto je potřeba si při rozhodování o koupi jednotlivé nástroje vyzkoušet přímo ve výrobě. To však nebývá problém, jelikož díky velké konkurenci prodejci toto standardně umožňují. Tímto způsobem lze zajistit optimální nástrojové vybavení strojního parku. Mezi významné a praxí ověřené výrobce nástrojů lze zařadit například firmy GÜHRING, WALTER, SECO, SANDVIK, LMT FETTE, HITACHI TOOL, KARNASCH PROFESSIONAL TOOLS atd.

6 Závěr

Náplní této bakalářské práce bylo čtenáři přinést ucelené a objektivní informace o tom, jak probíhá výroba vstřikovacích nástrojů, z jakých nástrojových materiálů jsou jednotlivé části forem vyrobeny a zejména pak o tom, jak probíhá oprava nástrojů poškozených.

V průběhu tvorby této bakalářské práce byla za účelem získání objektivních a praxí ověřených informací zkontakována tachovská firma Formy Tachov s.r.o., která autorovi práce velmi ochotně nabídla spolupráci formou několikaměsíční stáže. Z toho důvodu většina uvedených informací, včetně fotodokumentace, není čerpána z odborné literatury, ale pochází přímo „od zdroje“, což je zajiště výhodou.

První část práce se věnuje nástrojovým materiálům, jež se používají pro výrobu jednotlivých částí forem. Je zde uveden stručný popis mechanických vlastností, konkrétní oblasti použití a navíc chemické složení. Při tvorbě těchto kapitol bylo využíváno zejména katalogů normálií firem HASCO a MEUSBURGER, jež jsou hlavními dodavateli normálií Forem Tachov s.r.o. a materiálových listů dodavatelů materiálů.

Druhá část práce se zabývá technologií výroby forem. Tyto kapitoly byly konzultovány s vedoucím nástrojárny firmy Formy Tachov s.r.o. a je v nich uveden kompletní postup při výrobě nového nástroje. Tedy vše od zadávání výroby zákazníkem, až po dokončení montáže, kdy je forma připravená ke zkušebním odstříkům.

Třetí, hlavní, část práce se věnuje opravě forem pro vstřikování plastů. Zde jsou podrobně popsány nejčastější pracovní úkony, jež se provádí na opravně forem. V této kapitole je také možné nalézt velké množství praktických příkladů, včetně autentické fotodokumentace, která byla pořízena autorem práce, jež zdokumentované úkony buď sám prováděl, či při nich asistoval zkušeným technikům. Čtvrtá část práce je pak věnována strojnímu parku a nástrojovému vybavení používanému při výrobě vstřikovacích forem.

Tato práce také obsahuje velmi rozsáhlé přílohy. V těch lze nalézt konkrétní příklady dokumentů, jež jsou v práci zmiňovány, jako jsou například technologické postupy, specifikace forem, výrobní výkres aj. V přílohách lze navíc nalézt doplňkovou kapitolu, která se věnuje konstrukčnímu a funkčnímu popisu vstřikovacích forem. Tato příloha byla zařazena z důvodu, že v práci se často zmiňují termíny, které čtenáři, jež se nepohybuje v oboru vstřikovacích forem, mohou přijít poněkud matoucí. Takový čtenář má tedy možnost si před započetím čtení mé práce udělat stručný úvod do dané problematiky.

Bakalářská práce **Výroba a oprava forem pro vstřikování plastů** přináší ucelený soubor informací o výrobě a opravě vstřikovacích forem. Díky tomu může být například použita jako zdroj informací pro studenty, kteří mají zájem se danou problematikou v budoucnu zabývat. Ti zde mohou nalézt četné informace, které si výrobci a opravci forem v praxi chrání a je velmi obtížné je nalézt v běžně dostupných zdrojích.

7 Seznam použitých zdrojů informací

- [1] AKROSTAL. Online katalog nástrojových ocelí
<http://www.akrostal.pl/cs/1050345.html>
- [2] AUTOPROFITEAM. Obrázek pneumatického rázového utahováku
http://bonus.autoprofiteam.cz/bonus_img/HAZ9012SPC.jpg
- [3] AUTZ + HERRMANN. Obrázek ROTOCLEAR
<http://www.autz-herrmann.de/uploads/pics/rotoclear1.jpg>
- [4] BĚHÁLEK, L. *Přednášky předmětu Teorie zpracování nekovových materiálů / Zpracování plastů*. [Online] Technická univerzita v Liberci – Fakulta strojní – Katedra strojírenské technologie – Oddělení tváření kovů a plastů
http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/tzn/c8/VS.pdf
- [5] BLOG.NAVER.COM. Obrázky vtokových ústí
<http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=starletzzang&logNo=120182270075&redirect=Dlog&widgetTypeCall=true>
- [6] BOHDAN BOLZANO. Online katalog nástrojových ocelí
http://prirucka.bolzano.cz/cz/technicka-podpora/techprirI/tycovaocel/EN10083/Prehled_vlast_C45/
- [7] CONRAD. Obrázek Loctite 7063
http://www.conrad.de/medias/global/ce/2000_2999/2200/2200/2208/220815_BB_00_FB.EPS_1000.jpg
- [8] DOVA-VANÍK. Obrázek pilníků
http://www.dovavanik.cz/eshop/foto/488/488750_o_0.jpg
- [9] EUROPEAN STEEL AND ALLOY GRADES. Materiálový list W.Nr. 2.0598
http://www.steelnumber.com/en/steel_alloy_composition_eu.php?name_id=1603
- [10] FERONA. Sortimentní katalog
http://www.ferona.cz/cze/katalog/mat_normy.php
- [11] Formy Tachov s.r.o. Podklady firmy
- [12] Fotoarchiv autora BP
- [13] GLSTPES. Obrázek vyhřívané trysky
http://www.glstpes.com/images/tech_im_mold17.jpg
- [14] GRANDIČ. Obrázek tlakové pumpy
http://www.grandic.cz/photo/products/p63/p14963_2.jpg
- [15] HAHN + KOLB GROUP. Obrázek tuširovací barvy
http://www.hahn-kolb.cz/foto_katalog/69791_1.jpg
- [16] HASCO. Katalog normálií

- [17] HENKEL. Obrázek řady lepidel Loctite
http://www.henkel.com/com/content_images/Loctite_Family_Threadlocking_285782_print_1772H_1772W.jpg
- [18] HF TECHNIK S.R.O. Obrázek Zinolin B2
<http://www.hftechnik.sk/img/p/14349-3749-thickbox.jpg>
- [19] I-DOMACIPOTREBY. Obrázek pneumatické rotační mikrobrusky
http://www.i-domacipotreby.cz/files/products_images/products_big/e/er-18070_pro1.jpg
- [20] JKZ BUČOVICE A.S. Online katalog nástrojových ocelí
<http://www.jkz.cz/produkty>
- [21] LENFELD, P. *Technologie II: Část 2 – Zpracování plastů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2009
http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/index.htm
- [22] LITOMYSKÝ. Mosaz Ms58
<http://litomysky.cz/mat/ms.htm>
- [23] MEPAC CZ S.R.O. Měděné slitiny AMPCO a AMPCOLOY
<http://www.mepac.cz/files/katalogy/medene-slitiny-ampco-a-ampcoloy-51-6227.pdf>
- [24] MEUSBURGER FORMAUFBAUTEN 5.5.0.0. Katalog normálií
- [25] MEUSBURGER FORMAUFBAUTEN 5.5.0.0. Obrázky normálií forem pro vstřikování plastů
- [26] MIEBACH KUNSTOFFTECHNIK. Obrázek Lusin Protect
<http://www.miebach-kunststofftechnik.de/Bilder/ChemTrend/grossansichten/Korrosionsschutz.jpg>
- [27] MOLDMAKINGCHINA. Obrázek hydraulického pístu
<http://www.moldmakingchina.com/wp-content/uploads/2014/02/Hydraulics-and-Electrical-for-plastic-mold-china.jpg>
- [28] MOULDSHOP. Obrázek Lusin Lub PZO 152
http://mouldshop.co.uk/upload_dir/shop/PZO152-2.wm.jpg
- [29] MRK. Obrázek zástříků
http://www.mrk.cz/Data/Pics/2012/247/756345_da751.jpg
- [30] PLASTICSTODAY. Obrázek systému horkých vtoků
<http://www.plasticstoday.com/sites/default/files/hot-runner-nozzle.png>
- [31] POLYPLASTICS. Obrázek polohy deskovin
http://www.polyplastics.com/en/support/mold/outline/mold_name.gif
- [32] PRECIZ, S.R.O. Online katalog nástrojových ocelí
<http://www.preciz.cz/sluzby-hlavni/material-normal>

- [33] RCPLACE. Obrázek O-kroužků
[http://www.rcplace.cz/fotky7071/fotos/_vyr_188O-Krouzek-P10-\(10X2mm-10ks\)-BAJA-5B.jpg](http://www.rcplace.cz/fotky7071/fotos/_vyr_188O-Krouzek-P10-(10X2mm-10ks)-BAJA-5B.jpg)
- [34] SEASKY TOOLING GROUP LIMITED. Obrázek Dieselova efektu
<http://seaskytooling.com/wp-content/uploads/scorch-mark-poor-mold-venting-end-flow-path.jpg>
- [35] SKÁLOVÁ, J., KOUTSKÝ, J., MOTYČKA, V. *Nauka o materiálech*. Plzeň: ZČU, 2010. ISBN 987-80-7043-244-0
- [36] SKYMART GROUP. Obrázek Moldflow analýzy
http://www.skymart-group.com/upload_files/category/moldflow_wdpkg-catt7278.jpg
- [37] SL GLEITLAGERTECHNIK GMBH. Katalog materiálů
<http://www.sl-gleitlagertechnik.de/index.php/en/datasheets?download=7:basis-materials-bronze>
- [38] SOMEX. Obrázek spárových měrek
http://somex.cz/media/catalog/product/cache/1/image/5e06319eda06f020e43594a9c230972d/l/m/lm4602_2.jpg
- [39] SPOJENÉ SLÉVÁRNÝ SPOL. S R.O. Bronz a mosaz
<http://www.spojeneslevarny.cz/bronzove-odlitky.php>
- [40] STANĚK J., NĚMEJC J. *Metodika zpracování a úprava diplomových (bakalářských) prací*. Plzeň: ZČU, 2005
- [41] STAPPERT SLOVENSKO, A.S. Materiálové listy
<http://www.kupa.sk/inc/TOOL/1.2516.pdf>
<http://www.kupa.sk/inc/TOOL/1.3343.pdf>
<http://www.kupa.sk/inc/TOOL/1.2312.pdf>
<http://www.kupa.sk/inc/TOOL/1.2767.pdf>
<http://www.kupa.sk/inc/TOOL/1.2311.pdf>
<http://www.kupa.sk/inc/TOOL/1.2738.pdf>
<http://www.kupa.sk/inc/TOOL/1.2344.pdf>
- [42] SUNDSALES. Obrázek Lusin Clean L 21
<http://cdn3.volusion.com/tvgqy.ymegv/v/vspfiles/photos/L21A1-2.jpg>
- [43] SUPERNÁRADIE. Obrázek brusného kamene
http://www.supernaradie.sk/image/cache/data/Bahco/ostrenie/LS-NATURAL_wo_c_800x600-305x235.jpg
- [44] SYNVENTIVE. Obrázek vtokového systému
[http://www.synventive.com/uploadedImages/Products/Mold_Fill_Analysis/flow\(3\).jpg](http://www.synventive.com/uploadedImages/Products/Mold_Fill_Analysis/flow(3).jpg)

- [45] ŠANDA, Š. *Přednáška: Vstřikovací formy – vyhřívané (horké) vtokové soustavy.* [Online] Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně – Fakulta technologická – Ústav výrobního inženýrství
<http://www.ulozto.cz/x7euezi/vstrikovaci-formy-vyhrivane-horke-vtokove-soustavy-rar>
- [46] TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI. Obrázek vtokové vložky
http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/04-vstrikovani%20plastu/67-vtokovy%20system.jpg
- [47] TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI. Obrázky vtokových soustav
http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/tzn/c9/destnikovy%20a%20prstencovy.pdf
- [48] WOLF NORMALIEN. Materiálový list W.Nr. 1.2826
http://www.wolf-normalien.at/fileadmin/user_images/service_downloads/datenblaetter/en%201.2826.pdf
- [49] WÜRTH. Obrázek měděného kladiva
<https://katalog.wuerth.cz/images/cms/artikl/full/00500002.jpg>
- [50] YUASA-AKUMULATORY. Obrázek pneumatické vibrační mikrobrusky
<http://www.yuasa-akumulatory.cz/img/p/881-1068-large.jpg>
- [51] ŽÁK, L. *Podklady pro cvičení předmětu HTN.* [Online] VUT v Brně – Fakulta strojního inženýrství – Ústav strojírenské technologie – Odbor technologie tváření
http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/cviceni_soubory/htn_tvareci_nastroje_vstrikovaci_formy_zak.pdf
- [52] KOVONÁSTROJE. Obrázek lamelových bloků
http://www.kovonastroje.cz/out/pictures/z1/img10451_1__378cea25200bbd7ced364e43f281c098a7edac8e.jpg

PŘÍLOHY K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Výroba a oprava forem pro vstřikování plastů

Obsah

9. Popis vstřikovací formy	II - XXII
10. Přehled často používaných ručních nástrojů a chem. prostředků	XXIII - XXX
11. Technické specifikace formy vyrobené ve firmě Formy Tachov s.r.o. .	XXXI - XXXIII
12. Technický výkres vytvořený konstrukcí firmy Formy Tachov s.r.o. .	XXXIV – XXXV
13. Technologický postup vytvořený firmou Formy Tachov s.r.o.	XXXVI – XXXVIII
14. Harmonogram výroby	XXXIX – XL
15. Tabulka pokynů pro údržbu	XLI – XLII
16. Protokol o průtokové a těsnící zkoušce	XLIII – XLIV

PŘÍLOHA č. 1

Popis vstřikovací formy

1 Popis vstřikovací formy

- Vypracováno s použitím [21], [51]

Jelikož v celé BP jsou často zmiňovány jednotlivé části vstřikovacích forem, není od věci na následujících stránkách uvést popis vstřikovací formy, do kterého může čtenář v případě jakýchkoliv nesrovnalostí nahlédnout.

Vstřikovací forma má v procesu vstřikování plastů naprosto zásadní funkci. Jedná se o kovový nástroj s vnitřní dutinou, který je v pravidelných cyklech plněn roztaveným zpracovávaným materiálem. Vstřikovací forma se upíná na vstřikovací lis, který zajišťuje výše zmíněné plnění dutiny.

Vzhledem k charakteru technologie vstřikování plastů jsou na vstřikovací formy kladeny velmi vysoké nároky. Asi nejdůležitějším požadavkem je jejich mechanická odolnost. Na formu je během vstřikovacího cyklu lisem vyvíjen velmi vysoký tlak a tak je bezpodmínečně nutné, aby forma po celou dobu své životnosti tomuto tlaku odolávala. Dále je důležité, aby ve formě odstříknuté díly svými rozměry odpovídaly technické dokumentaci. Vzhledem k tomu, že při chladnutí dílu dochází k jeho určitému objemovému smrštění, dalším požadavkem je, aby na konci každého cyklu bylo zajištěno snadné odejmutí dílu z formy. Nakonec je také nutné, aby forma po celou dobu svého provozu byla schopna pracovat plně automaticky.

Jednotlivé díly, které tvoří vstřikovací formu, se z hlediska její stavby dají rozdělit do dvou skupin. První skupinou jsou díly funkční. Ty jsou v přímém kontaktu s tvářeným materiálem, který díky nim získává podobu finálního dílu. Druhou skupinou jsou pak díly konstrukční, jejichž úkolem je zajištění správné funkce nástroje.

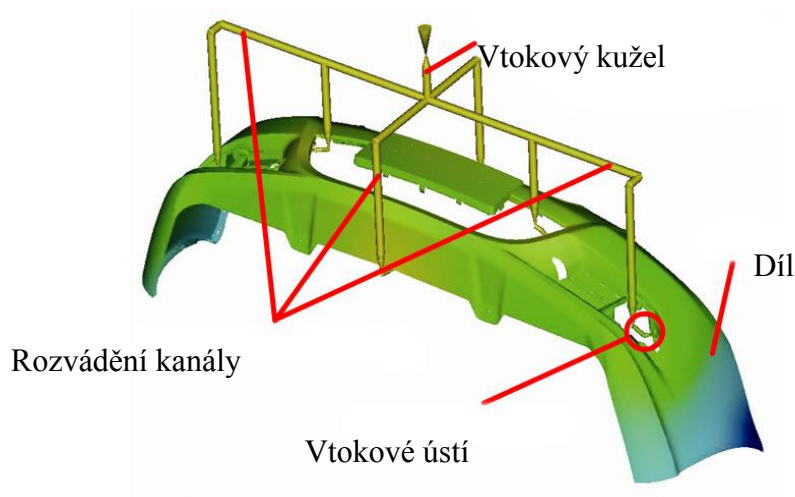
1.1 Funkční části formy

1.1.1 Vtokový systém

- Vypracováno s použitím [4], [21], [51]

Vtokový systém je důmyslná soustava vnitřních kanálků, které spojují dutinu formy a vtokové ústí lisovacího stroje. Jejím cílem je přivést do dutiny formy roztavený zpracovávaný materiál, který ji vyplní a následně v ní ochlazením ztuhne. Skládá se z vtokového kužele, rozváděcích kanálů a vtokových ústí.

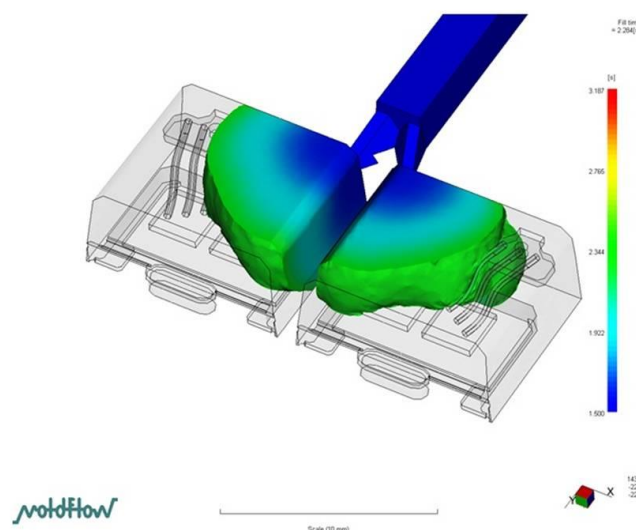
Konstrukční řešení vtokového systému se velmi podílí na výsledné kvalitě odstříknutého dílu. Ovlivňuje totiž tokové parametry taveniny. Správně řešený vtokový systém by měl dutinu vyplnit taveninou rovnoměrně, co nejkratší cestou, v co nejkratší možné době a pokud možno s co nejmenšími teplotními a tlakovými ztrátami. Již při jeho konstrukci se musí uvažovat, aby vtokový systém nezpříčinil špatné vyjímání vylisku z formy. Z důvodu splnění výše zmíněných požadavků je tak velmi často nutné (zejména u větších či komplikovanějších dílů), aby k plnění dutiny docházelo z více míst najednou.



Obr. 1.1: Vtokový systém [44]

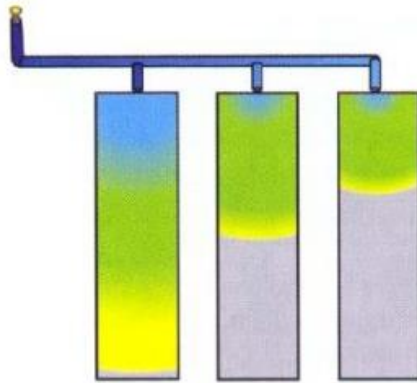
Nesprávně řešený vtokový systém se vždy projeví na kvalitě dílu. Může například docházet k tzv. studeným spojům, což znamená, že v některých částech dílu došlo ke spojení materiálu, který byl již částečně ochlazený. V takových místech pak často dochází k deformacím, trhlinám a ke snížení mechanické pevnosti dílu. Dalším negativem špatně zvoleného vtokového systému může být anizotropie mechanických vlastností dílu (různé mechanické vlastnosti v různých směrech).

Konstrukční návrh vtokového systému je velmi obtížný a je při něm nutné provedení náročných výpočtů. Proto se dnes využívají softwary, které tyto výpočty nejen provedou, ale i graficky znázorní. Velmi hojně využívaný je například **Autodesk Simulation Moldflow**. Na základě vstupních dat tento software vytvoří grafickou animaci, která znázorňuje tečení materiálu do dutiny formy a to včetně teplotního rozložení v tavenině. Díky tomu je možné vtokový systém optimálně navrhnout.



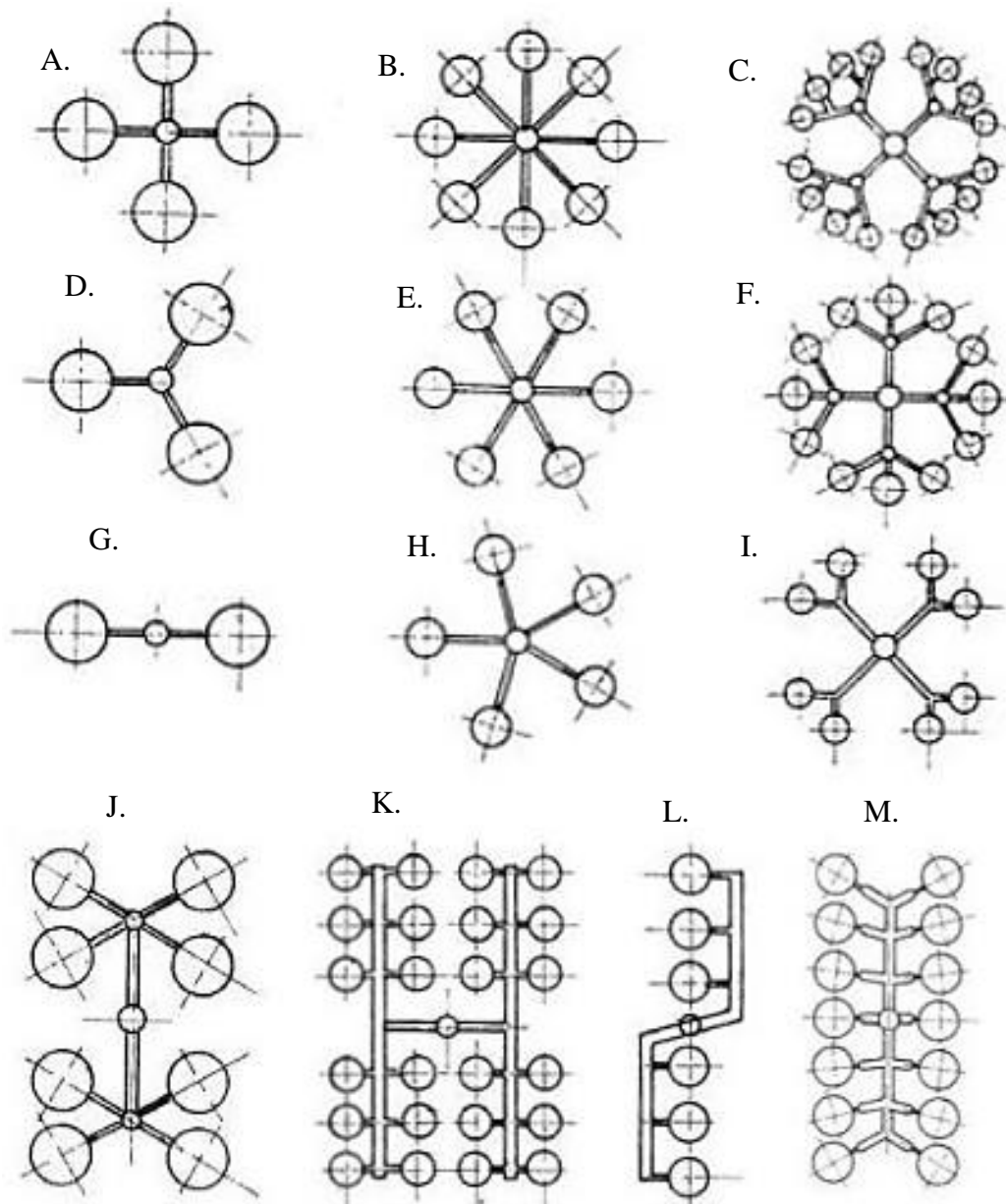
Obr. 1.2: Analýza pomocí softwaru Autodesk Simulation Moldflow [36]

Často jsou formy tzv. vícenásobné. To znamená, že vstřikovací forma obsahuje více než jednu dutinu (tzv. kavitu). Na konci vstřikovacího cyklu je tak získán stejný počet dílů, jaký je počet dutin ve formě. Toto řešení je velmi časté u velkosériové výroby menších dílů, kdy je kladen důraz na produktivitu výroby. Je důležité, aby každá z těchto dutin byla plněna taveninou za naprosto stejných technologických podmínek. Toho je docíleno při symetrickém uspořádání dílů do hvězdy okolo vtokového kužele. Rozdíl však nastává, když jsou díly okolo vtokového kužele uspořádány v řadách, kdy rozváděcí kanály k jednotlivým dutinám nejsou stejně dlouhé. K plnění dutin pak nedochází ve stejné chvíli a pod stejným tlakem. V takovém případě se provádí rozměrová korekce vtokového ústí u vzdálenějších dutin.



Obr. 1.3: Špatné plnění dutin vyžadující korekci vtokových ústí [4]

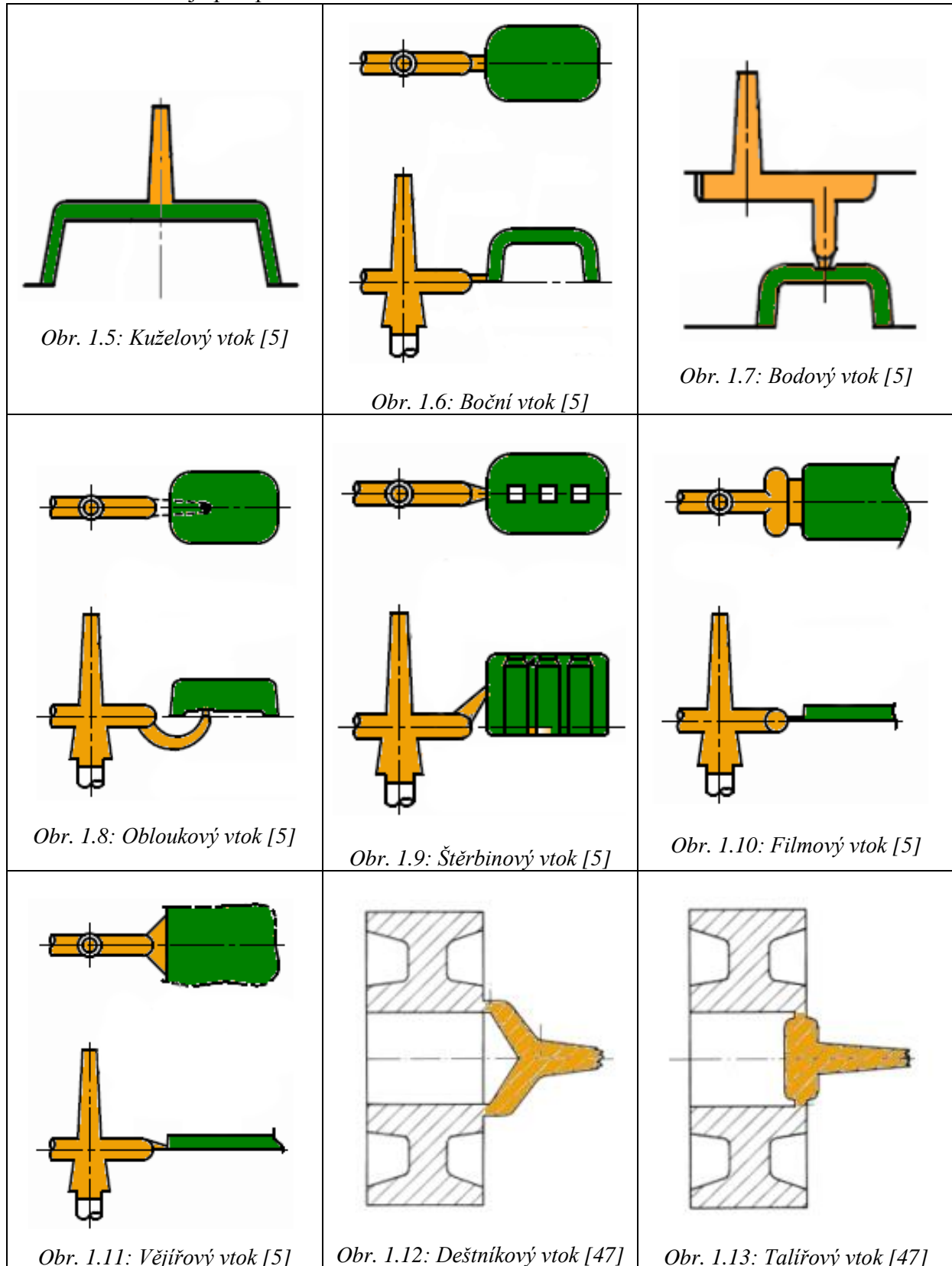
Na následujícím obrázku jsou znázorněny možná uspořádání rozváděcích kanálů u vícenásobné formy. Uspořádání do hvězdy (A – I) a uspořádání v řadách (J – M). Dále je možné podle informací zmíněných v předchozím odstavci určit uspořádání, u kterého bude nutné provést korekci vtokového ústí. Jedná se o případy (K – M).

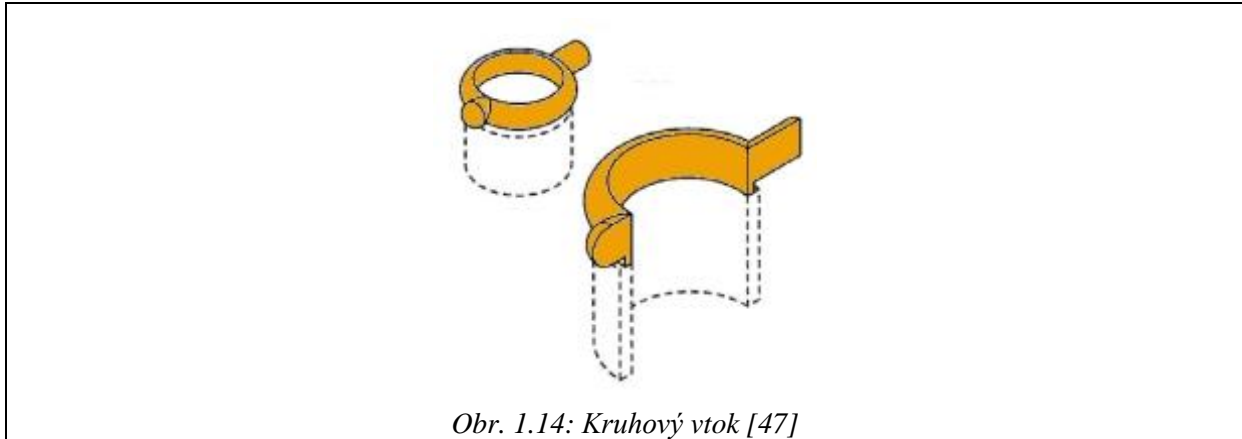


Obr. 1.4: Možná uspořádání rozváděcích kanálů vícenásobných forem [51]

1.1.1.1 Základní druhy vtokových soustav

Na následujících obrázcích vtokových soustav je barevně odlišená vtoková soustava (oranžová barva) od plastového dílu (zelená barva). U deštníkového vtoku, talířového vtoku a kruhového vtoku je pak pouze oranžovou barvou znázorněna vtoková soustava.



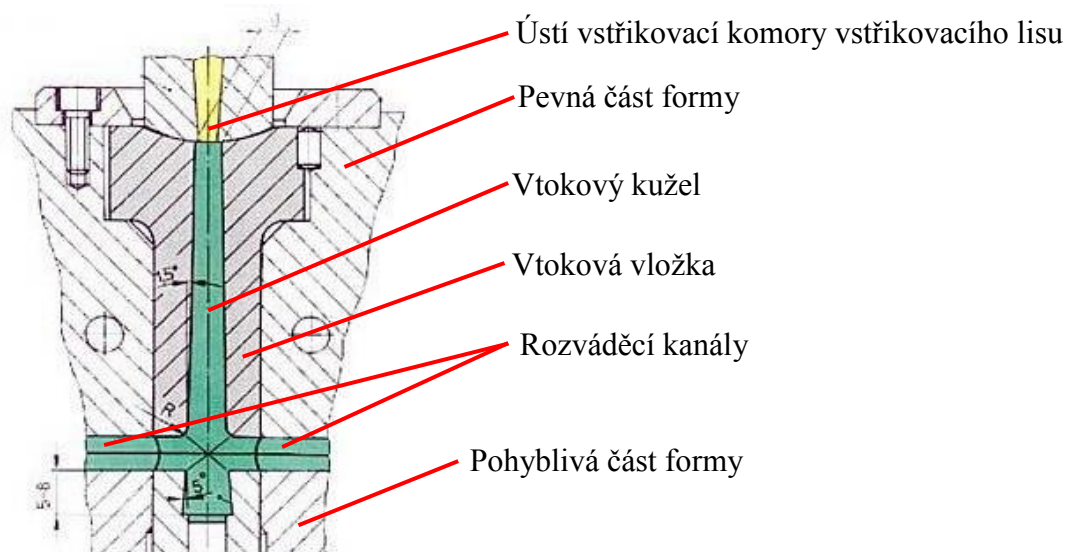


Obr. 1.14: Kruhový vtok [47]

Tabulka 21: Vtokové soustavy

1.1.1.2 Vtoková vložka

Vtoková vložka je kovový díl, který spojuje vstřikovací komoru vstřikovacího lisu s rozváděcími kanály taveniny ve formě. Jedná se o rotační díl s vnitřní kuželovou dírou vytvářející tzv. vtokový kužel. Vrcholový úhel tohoto kužele jsou přibližně 3° . Vyráběna je například z materiálů W.Nr. 1.2826, W.Nr. 1.3343, W.Nr. 1.2343, W.Nr. 1.2363.



Obr. 1.15: Vtoková vložka [46]

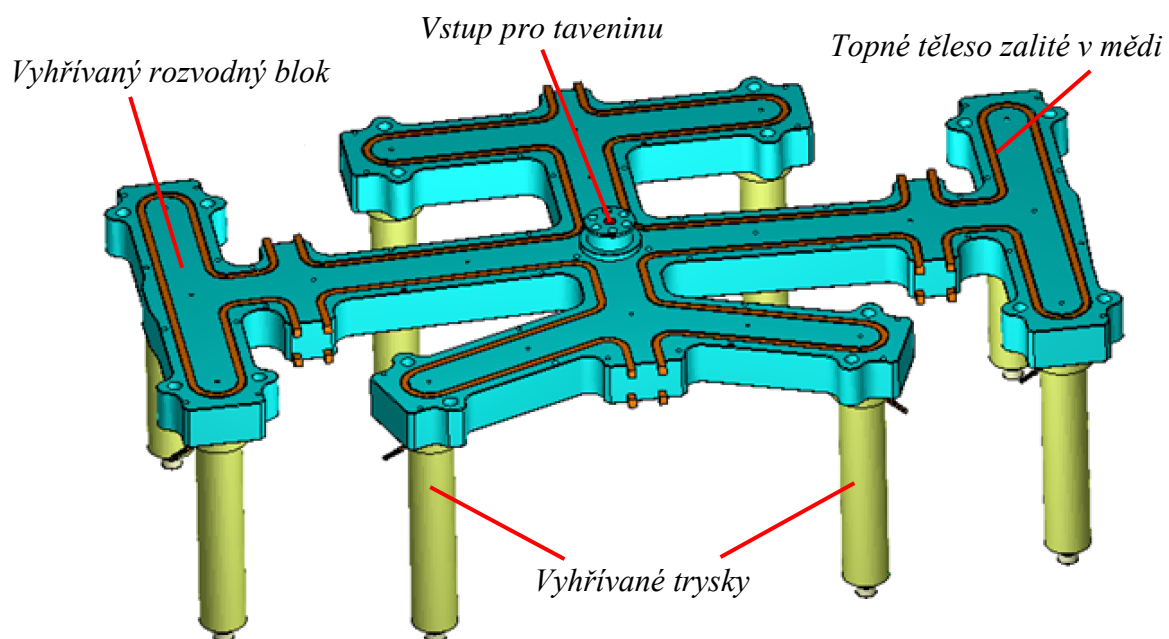
1.1.1.3 Systém horkých vtoků

- Vypracováno s použitím [4], [45]

Neustálý vývoj v oblasti vstřikování plastů se samozřejmě promítl i do technologie vtokových systémů. Stávající systémy, které byly v této práci popisovány doteď, se totiž projevily v některých případech jako nedostačující. Jednalo se zejména o odstříky větších rozměrů. Platí totiž, že čím je díl větší, tím delší jsou rozváděcí kanály, které přivádí taveninu do dutiny formy. Tím se ovšem velmi výrazně zvyšuje riziko nerovnoměrného rozložení teploty a tlaku v tavenině, což je v rozporu s pravidlem uvedeným v kapitole 1.1.1 této přílohy, že dutina formy musí být plněna taveninou s co možná nejmenšími teplotními a tlakovými ztrátami.

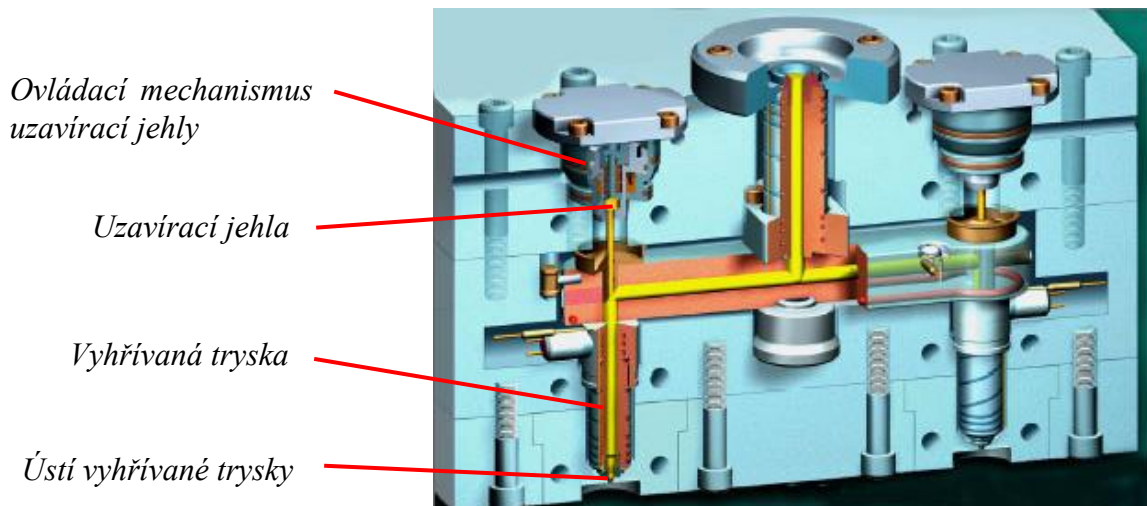
Dalšími aspekty, které měly zajistit svůj vliv na vývoj vtokových systémů, byly ekonomičnost a ekologičnost. Čím větší díl byl totiž odstříknut, tím větší odpad v podobě zbytku vtokové soustavy vznikl. Provozovateli vstřikovacího stroje tak nejenom zbytečně rostly náklady na zpracováváný materiál v podobě granulátu, ale též musel řešit otázku nakládání s těmito odpady.

Vše se změnilo s nástupem technologie zvané jako systém horkých vtoků. Jedná se o důmyslný systém, který plní funkci systému vtokového, ale navíc umožňuje regulovat teplotu a tlak taveniny uvnitř tohoto systému. Skládá se ze dvou hlavních částí. První částí je vyhříváný rozvodný blok, což je dutá ocelová konstrukce se vstupem pro taveninu, jež je vybavena topnými tělesy, jako jsou topné patrony či topný had. Tvar této konstrukce je různý a odvíjí se od počtu a polohy vyhříváných trysek. Nachází se v pevné straně formy mezi upínací a tvarovou deskou.



Obr. 1.16: Systém horkých vtoků [30]

Druhou částí jsou již zmíněné vyhříváné trysky. Tyto trysky jsou propojeny s rozvodným blokem a přes jejich ústí dochází k plnění dutiny formy taveninou. Každá z trysek má své vlastní topné těleso a zároveň je izolací chráněna proti nežádoucímu ochlazení taveniny uvnitř. Velmi často bývá součástí trysky také uzavírací jehla, která po naplnění dutiny formy taveninou uzavře vtokové ústí, čímž se na dílu prakticky odstraní stopa po vtoku. Tato jehla může být ovládána hydraulicky, pneumaticky, pákovým mechanismem, či pomocí pružiny.



Obr. 1.17: Vyhřívaná tryska s uzavírací jehlou [13]

Celý systém horkých vtoků je protkán velkým počtem čidel a pomocí speciálního konektoru komunikuje se vstřikovacím lisem. Díky tomu lze přes vstřikovací lis korigovat vstřikovací parametry pro každou z trysek a docílit tak ideálního plnění dutiny formy. Dalším přínosem systému horkého vtoku je minimalizace odpadů, jelikož nedochází k vytvoření zbytku vtokové soustavy. Vzhledem k tomu, že v tryskách je materiál neustále udržován jako tavenina, došlo k významnému zkrácení doby vstřikovacího cyklu, což systém horkých vtoků předurčuje pro použití v sériové výrobě.

Bohužel je nutné zmínit také negativa. Prakticky vzato má systém horkých vtoků pouze jedno negativum, ale o to významnější. Vzhledem ke konstrukční složitosti a k nárokům na přesnost výroby se pořizovací cena (z pohledu výrobců vstřikovacích forem se vždy jedná o nakupovaný díl) těchto systémů pohybuje v řádech statisíců korun. Proto se při konstrukčním návrhu nových forem jejich použití vždy pečlivě zvažuje. Často ovšem bývá jediným řešením, jak konkrétní díl vyrobit.

Mezi výrobce lze zařadit například firmy *Synvetive*, *Incoe*, *Mold Masters*, *PSG*, *HRS Flow (INGlass)*, *Yudo* a mnoho dalších. V případě Vašeho zájmu lze na stránkách těchto výrobců téměř vždy nalézt aktuální katalog normálií.

1.1.2 Tvarové plochy

Mezi funkční díly se také řadí veškeré části formy, jež svým povrchem vymezují tvarovou dutinu formy. Lze sem tedy zařadit tvarové desky, tvarové vložky, čela vyhazovačů, tvarové plochy čelistí, jádra atd. U těchto dílů je kladen velký důraz na výrobní přesnost a jakost tvarových ploch, jelikož jakákoliv odchylka od technické dokumentace se vždy projeví na odstříknutém dílu.

Místo, ve kterém dochází ke styku tvarových ploch mezi pevnou a odjezdovou částí formy se nazývá **dělicí rovina** a je jedním z kritických míst tvarové dutiny. Tavenina totiž vyplní všechny spáry v dutině větší než 0,02 mm a tak je nutné, aby v místě dělicí roviny byl zajištěn dokonalý kontakt tvarových ploch pevné a odjezdové části formy. I v tomto případě je však na odstříknutém dílu patrná alespoň minimální stopa po dělicí rovině. U nevzhledových dílů tato stopa nemá nejmenší význam. U vzhledových dílů je nutné díl zaformovat takovým způsobem, aby stopa po dělicí rovině nezasahovala do vzhledových ploch. Jestliže to technicky nelze provést, slešťují se a případně dezénují díly v sestavě. Napojení mezi např. čelistí a tvárnici musí být co nejméně zřetelné.

1.1.2.1 Vyhazovače

Vyhazovače lze svým způsobem zařadit jak mezi díly funkční, tak i mezi díly konstrukční. Mezi konstrukční díly patří proto, že jejich hlavní funkcí je vytlačení hotového dílu z dutiny formy. Do skupiny funkčních dílů pak patří proto, že čelo každého vyhazovače je v podstatě tvarovou plochou. Proto jim teď bude věnováno několik řádků.

Při chladnutí odstříku v dutině formy dochází k jeho určité objemové smrštivosti. Po rozevření dutiny pak ochladlý odstřík pevně drží na tvarových částech odjezdové části formy a je nutné jej mechanickým způsobem vyjmout. Toto vyjmutí je nejčastěji řešeno pomocí vyhazovacích kolíků, tzv. vyhazovačů, které konají přímočarý vratný pohyb. V zasetém stavu jsou čela vyhazovačů tvarovou plochou. Po otevření formy dojde k pohybu vyhazovačů vpřed a přes zmíněná čela se ochladlý odstřík vytlačí z dutiny ven. Následně se vyhazovače vrátí zpět do zasetého stavu.

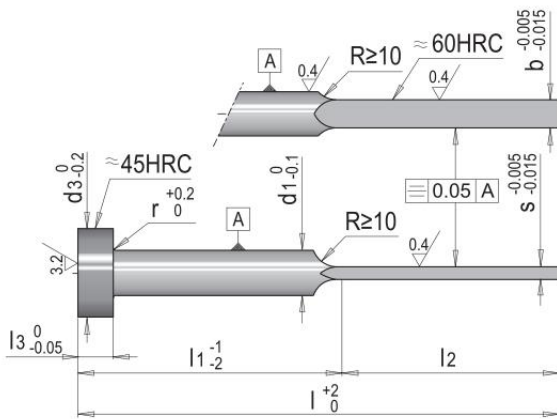
Vyhazovače jsou ve formě za svoji hlavu ukotveny mezi vzájemně sešroubovanými ocelovými deskami. Tyto desky se nazývají kotevní a vyhazovací a pohybují se po vodících čepech, čímž je zajištěn přímočarý pohyb vyhazovačů. Pohyb desek vždy zajišťuje vstříkací lis a to buď mechanicky, či hydraulicky pomocí pístů.

Ne vždy je směr vratného pohybu všech vyhazovačů rovnoběžný s osou nástroje. V takovém případě je z technologického hlediska nemožné statické uchycení vyhazovače mezi kotevní a vyhazovací deskou. Řešením jsou posuvné jednotky, kterým se v praxi říká „domeček“ a které zajišťují vyhazovači v místě uchycení dva stupně volnosti.

Následující tabulka uvádí přehled základních druhů vyhazovačů.

Vyhazovač s kruhovým průřezem po celé délce kolíku	
	<p>Nejčastěji používaný typ vyhazovače. Díky konstantnímu průřezu kolíku po celé délce je zajištěná velmi dobrá pevnost v ohybu. Mezi nejčastěji používané konstrukční materiály patří <i>W.Nr. 1.2516</i> a <i>W.Nr. 1.2210</i> pro kalené vyhazovače. Pro kalené a následně nitridované vyhazovače se používá <i>W.Nr. 1.2343</i>.</p>
<p>Obr. 1.18: Vyhazovač s kruhovým průřezem po celé délce kolíku [25]</p>	

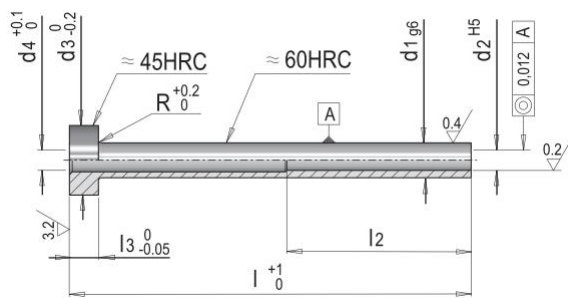
Ploché vyhazovač



Obr. 1.19: Ploché vyhazovač [25]

Používá se tehdy, když z konstrukčního provedení odstříku a polohy vyhazovače není možné použití vyhazovače s kruhovým průřezem (například obvodové stěny odstříku). Oproti výše zmíněnému typu vykazuje menší pevnost v ohybu. Konstrukční materiály jsou totožné s předchozím typem, čili W.Nr. 1.2516 a W.Nr. 1.2210 pro kalené vyhazovače, W.Nr. 1.2343 pro kalené a následně nitrídané vyhazovače.

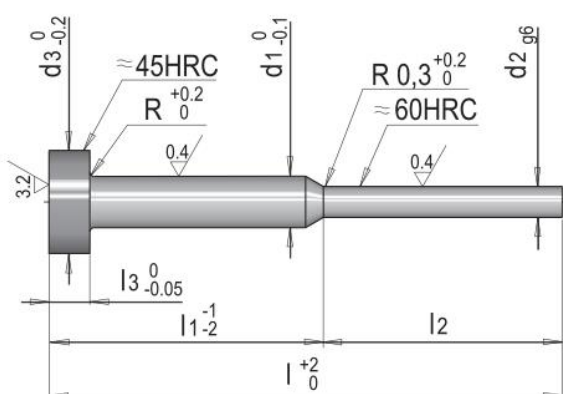
Trubkový vyhazovač



Obr. 1.20: Trubkový vyhazovač [25]

Jedná se o vyhazovač s kruhovým průřezem, navíc však s vnitřní dírou po celé délce. Tyto vyhazovače se používají v kombinaci s jádry, které jsou ukotveny v upínací desce a procházejí zmíněnou vnitřní dírou vyhazovače až do tvarové dutiny. Konstrukční materiály jsou opět totožné s předchozími typy vyhazovačů.

Vyhazovač s kruhovým průřezem a osazením



Obr. 1.21: Vyhazovač s kruhovým průřezem a osazením [25]

Osazení má o tohoto typu vyhazovače pouze technologický význam a tím je zvýšení pevnosti v ohybu díky širší části o průměru $d1$. Délka osazení $l2$ je o málo větší, než je výška zdvihu vyhazování. Konstrukční materiály jsou opět totožné.

Tvarový vyhazovač



Obr. 1.22: Tvarové vyhazovače [12]

Používá se v případech, kdy je pro vyhození nutné použít jinou oblast odstříku, než je některá z jeho rovinných ploch, či je nutno odstřík vyjmout za větší plochu. Tvarový vyhazovač se skládá z vyhazovací tvarové vložky, jež je spojena (nejčastěji kolík či šroub) s vyhazovací tyčí, která je upnuta do vyhazovací desky. Právě u tohoto typu vyhazovače často dochází k tomu, že směr jeho pohybu není rovnoběžný s osou nástroje a je nutné jej mezi vyhazovací a kotevní desku uchytit pomocí tzv. „domečku“.

Konstrukční materiál vyhazovací tvarové vložky je buď totožný s materiálem všech tvarových částí dutiny, či je použitý jiný materiál, například měděná slitina AMPCOLOY, jako je tomu u tvarových vyhazovačů na přiložené fotografii.

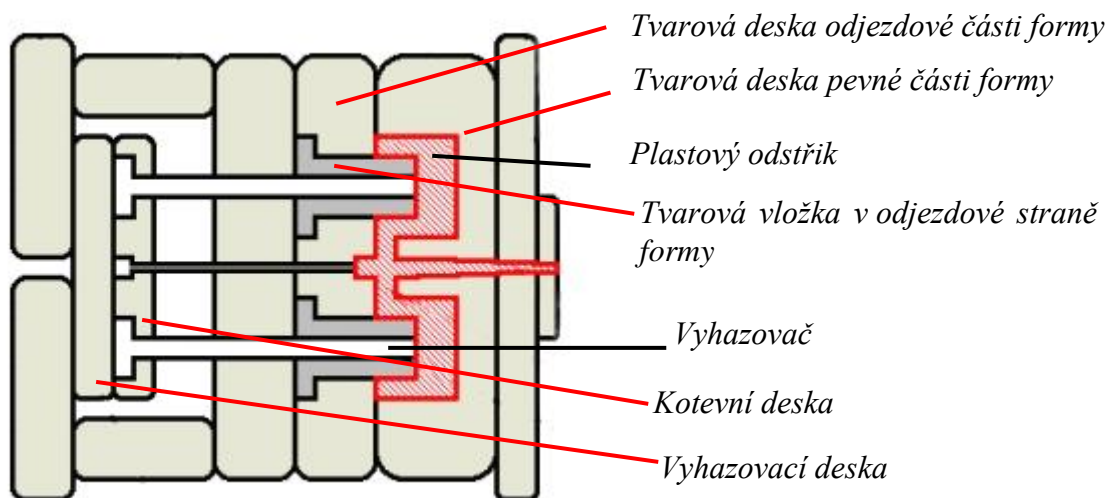
Z přiložené fotografie je také možné odpozorovat druh spoje mezi vyhazovací tvarovou vložkou a vyhazovací tyčí. Bylo použito šroubového spojení, přičemž díra pro šroub byla následně zaslepena mědí.

1.1.2.2 Tvarová deska

Tvarová deska je ocelový blok, v němž je vyrobena tvarová dutina formy, a zároveň plní funkci rámu okolo dutiny. Tyto bloky jsou ve formě zpravidla dva. Jeden na pevné části, druhý na odjezdové části formy. Dohromady vytváří kompletní dutinu. Nikdy však nejsou konstrukčně totožné a to ani v případě symetričnosti dílu podle dělicí roviny. V pevné části je totiž vtokový systém, v pojízdné je systém vyhazovací a tomu musí být bloky konstrukčně uzpůsobené. Do této desky mohou být dále montovány různé vložky, či čelisti.

V některých případech tvarová deska tvoří jen jakýsi rám, do kterého jsou montovány tvarové vložky a čelisti, jež samy o sobě vytvoří dutinu formy. Tento způsob použití má nespornou výhodu v tom, že v případě určitých tvarových modifikací na odstříku se pouze upraví, či vymění konkrétní tvarová vložka či čelist a do zbytku formy není nutné nijak zasahovat. Toto řešení se v praxi používá například pro výrobu přepravních kufrů na vrtačky. S každým novým modelem vrtačky je nutné změnit uspořádání vnitřních žebrování v přepravním kufru. Jelikož tato žebra jsou v dutině formy řešena jen tvarovými vložkami, stačí je během jednoduchého úkonu vyměnit za nové a výroba „nových“ kufrů může začít.

V případě monolitní tvarové desky (rám spolu s tvarem) se jako konstrukční materiál často používá *W.Nr. 1.2738*. V případě, že deska tvoří jen rám pro tvarové vložky, se konstrukční materiál desky často používají materiály *W.Nr. 1.2085*, *W.Nr. 1.2312*.



Obr. 1.23: Poloha tvarových desek ve formě [31]

1.1.2.3 Tvarové vložky

Tvarové vložky jsou ty části formy, které se upevňují do tvarové desky a tvoří část, či kompletní tvarovou dutinu.

Použití tvarových vložek má samozřejmě své opodstatnění. Používají se například na ty části tvarové dutiny, které nelze z konstrukčního či technologického hlediska vyrobit najednou se zbytkem tvarové dutiny. Dále se používají na ty části tvarové dutiny, u kterých se předpokládá jejich výměna, či častý opravárenský zásah (například změna varianty dílu, viz kapitola 1.1.2.2, odst. 2). Mnohem snazší je totiž vyjmout vložku a následně ji upravit či opravit, než tyto úkony provádět na tvarové desce.

Výroba monolitu oproti vložkovaným tvarům je výrobně levnější, naproti tomu při tvarových změnách jsou úpravy nákladnější. U vložkovaných tvarů je tomu naopak. O konstrukčním řešení formy si rozhoduje sám zadavatel.

Někdy se také stává, že je nutné některé části tvarové dutiny chladit více, než jiné. Pokud toho z konstrukčních či technologických důvodů nelze docílit zvýšením hustoty chladicích kanálků v inkriminovaném místě, jediný způsob je řešení pomocí tvarové vložky. Tato vložka je ovšem vyrobena z materiálu s menším součinitelem tepelné vodivosti, než zbytek tvarové dutiny. Tím je zajištěn lepší odvod tepla v daném místě. Požadavkem samozřejmě je, aby konstrukční materiál tvarové vložky měl dostatečné mechanické vlastnosti.

Pro výrobu tvarových vložek většinou používají materiály *W.Nr. 1.2343*, *W.Nr. 1.2344*, *W.Nr. 1.2767*, či *AMPCOLOY* (v případě potřeby většího odvodu tepla).

1.1.2.4 Čelisti

Jak bylo uvedeno v úvodu kapitoly 1 této přílohy, na konci každého vstřikovacího cyklu je důležité, aby bylo možno ochladlý odstřík z formy snadno vyjmout. Pomineme-li objemové smrštění, které bylo uvažováno v kapitole věnované vyhazovačům, zůstává stále jedna překážka, která by mohla snadnému odejmutí dílu bránit. Vyhazovače díl z formy vytlačují vždy ve směru osy nástroje a tomuto odejmutí tudíž nesmí bránit jakákoliv tvarová část. K této situaci ovšem dochází velmi často a to tehdy, vyskytnou-li se v dutině boční výběry, či otvory, jejichž osa není rovnoběžná s hlavní osou vyhazování. Odstřík se pak stává neodformovatelným.

Jediným řešením, jak v tomto případě zajistit odformovatelnost odstříku, jsou tzv. čelisti. Když se při každém cyklu forma uzavírá, čelisti se plynule pohybují na své místo v tvarové dutině. Když pak na konci cyklu dochází k rozevírání formy, čelisti z tvarové dutiny odjíždějí do své původní polohy. Díl je poté vyhazovači bezproblémově odejmut. Jednoduché a účinné.

Pohyb čelistí je řízen buď hydraulicky pomocí pístů, nebo mechanicky pomocí šikmých vodicích kolíků.



Obr. 1.24: Čelisti v odjezdové části formy (vlevo) a šikmé vodicí kolíky v pevné části formy (vpravo) [12]

1.2 Konstrukční části formy

1.2.1 Temperační systém

- vypracováno s použitím [21], [51]

Výroba plastových dílů je vždy výrobou sériovou a z toho důvodu je důležité zajistit co nejkratší čas lisovacího cyklu. Proto formy obsahují chladicí systém, někdy zvaný jako systém temperační.

Temperační systém je soustava vrtaných kanálků, které prochází formou v blízkosti tvarových ploch. Hlavním účelem tohoto systému je zajistit přestup a prostup tepla mezi roztaveným materiálem, formou a chladicím médiem, které v kanálcích protéká. Díky tomu je materiál rychleji ochlazen a tím pádem zkrácen vstřikovací cyklus. Tento systém je obsažen jak v pevné, tak v odjezdové části formy.

Při plánování chladicího systému je nutné uvažovat konstrukční řešení formy, tzn. polohu vtokového systému, polohu vyhazovacího systému atd. Dále je nutné brát v úvahu, že díl je nutno ochlazovat rovnoměrně, aby se zabránilo vzniku vnitřního pnutí a z toho pramenících možných závad. Kvůli tomu jsou okolo tvarové dutiny kanály rozmístěny pokud možno rovnoměrně, pouze v místech, kde je nutné intenzivněji chladit, jsou kanály blíže u sebe. Platí také nepsané pravidlo, že rozdíl teplot na vstupu a výstupu do chladicího systému by měl být maximálně 3 – 5 °C.

Chladicí systém lze v každé části formy rozdělit na úseky zvané jako chladicí okruhy. Každý z těchto okruhů je označený pořadovým číslem a dále má označený vstup (např. *IN*, *EIN* apod.) a výstup (např. *OUT*, *AUS* apod.). Okruhy jsou pak mezi sebou vzájemně propojeny hadicemi následujícími styly.

Vstřikovací lis	↔	<i>IN 1</i>
<i>OUT 1</i>	↔	<i>IN 2</i>
<i>OUT 2</i>	↔	<i>IN 3</i>
.....	↔
<i>OUT X</i>	↔	Vstřikovací lis

Tabulka 22: Schéma propojení chladicích okruhů u malých forem. Šipky naznačují hadice.


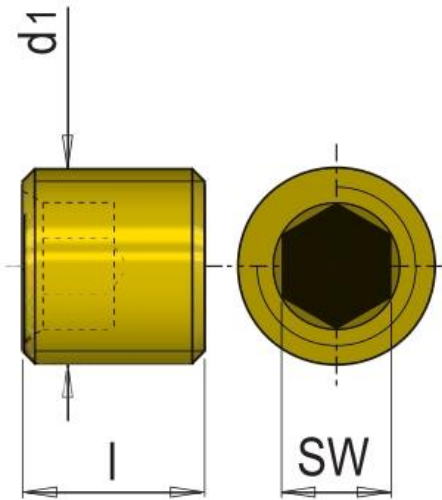
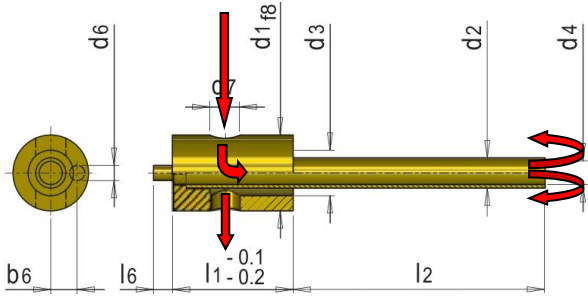


Tabulka 23: Schéma propojení chladicích okruhů u velkých forem. Šipky naznačují hadice.

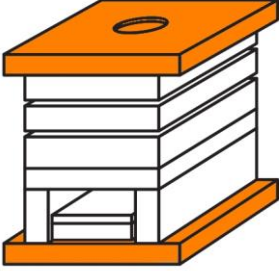
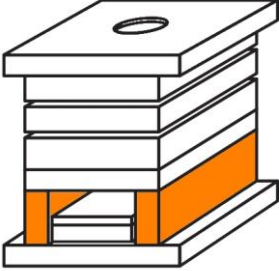
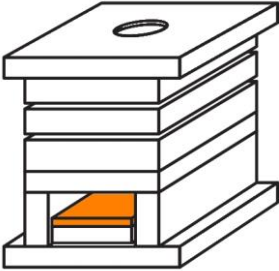
Celý chladicí systém je také propojen se vstřikovacím lisem (viz. schémata), jež plní funkci čerpadla a chladiče chladicího média.

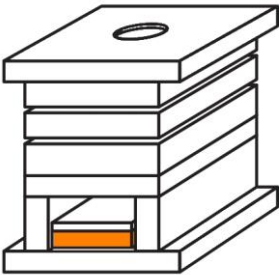
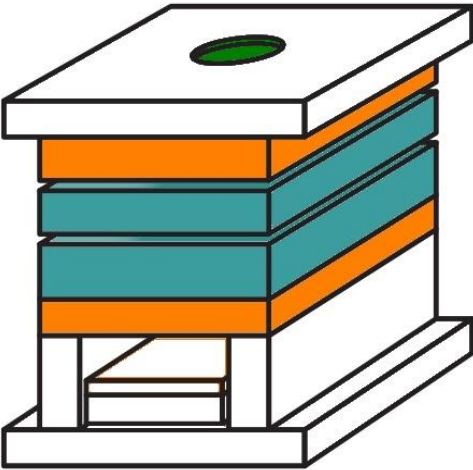
1.2.1.1 Díly používané v chladicích systémech

Přípojka	
<p>DIN 3863</p>	<p>Přípojka, v praxi označovaná také jako náustek, je našroubovaná na vstupu a výstupu do každého chladicího okruhu. Slouží pro připojení hadice, která propojuje jednotlivé chladicí okruhy, či napojuje temperační systém na vstřikovací lis. Pro utěsnění jejího závitu se využívá teflonová páska, či lepidlo (například <i>Loctite 542</i>).</p> <p>Nejčastěji jsou vyrobeny z materiálu <i>W.Nr. 2.0401</i>, či <i>W.Nr. 1.4305</i>.</p>
Přepážka	
	<p>Přepážka je využívána tehdy, je-li nutno chladicí médium dopravit do špatně dostupných míst. Je umístěna do chladicího průměru tak, aby protékající chladicí médium bylo nuceno ji obtéci po celé délce (viz. červené šipky v obrázku) a dostalo se tak ke kritickému místu.</p> <p>Nejčastěji se vyrábí z materiálu <i>W.Nr. 2.0401</i>.</p>

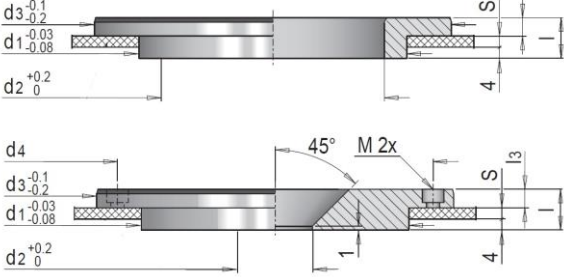
O-kroužek	
	<p>O-kroužek se používá jako těsnění mezi dvěma chlazenými částmi formy v místě, kde se na sebe napojují chladicí kanály těchto částí.</p> <p>Nové o-kroužky se po vložení do drážky vždy lehce potírají mazivem.</p>
<p><i>Obr. 1.27: O-kroužky [25]</i></p>	
Záslepka	
	<p>Jelikož temperační systém je soustavou vzájemně se protínajících vrtaných děr, je nutné přebytečné otvory vedoucí do systému utěsnit. Právě k tomu se využívají záslepky. Nejčastěji se používají záslepky válcové, ale nezřídka lze narazit na tzv. záslepky „penízkové“, či na otvory zaslepené vyžiháním kouskem měděného drátu.</p> <p>Záslepky je nutno vždy řádně utěsnit. V praxi je velmi často používané lepidlo <i>Loctite 542</i>.</p> <p>Nejčastěji se vyrábí z materiálu <i>W.Nr. 2.0401</i>.</p>
<p><i>Obr. 1.28: Válcová záslepka bez těsnění [25]</i></p>	
Chladicí tryska	
	<p>Chladicí tryska, také označována jako chladicí věž, se používá ze stejných důvodů jako přepážka, čili dopravit chladicí médium do špatně dostupných míst. Princip použití chladicí trysky je nejlépe patrný z přiloženého obrázku, kde červené čáry naznačují průtok chladicího média tryskou.</p> <p>Nejčastěji se vyrábí z materiálu <i>W.Nr. 2.0401</i>.</p>
<p><i>Obr. 1.29: Chladicí tryska paralelní [25]</i></p>	

1.2.2 Deskové části formy

Upínací desky	
 <p><i>Obr. 1.30: Upínací desky [25]</i></p>	<p>Upínací desky slouží k upnutí vstříkovací formy na vstříkovací lis.</p> <p>Nejčastěji se vyrábí z materiálů <i>W.Nr. 1.1730</i>, či <i>W.Nr. 1.2312</i>.</p>
Boční sloupky	
 <p><i>Obr. 1.31: Boční sloupky [25]</i></p>	<p>Boční sloupky ve vstříkovací formě vymezují prostor pro pohyb vyhazovacího systému.</p> <p>Vyrábí se například z materiálu <i>W.Nr. 1.1730</i>.</p>
Kotevní deska	
 <p><i>Obr. 1.32: Kotevní deska [25]</i></p>	<p>V této desce, jež obsahuje vrtané díry s válcovým zahloubením, jsou za svoji hlavu ukotveni vyhazovací kolíky.</p> <p>Vyrábí se například z materiálu <i>W.Nr. 1.1730</i>.</p>

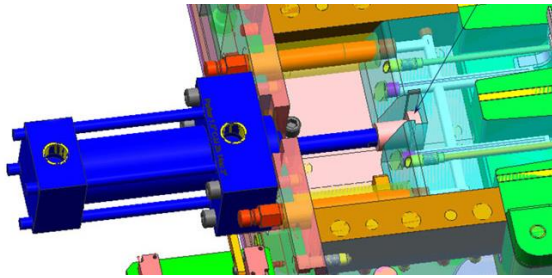
Vyhazovací deska	
	<p>Tato deska je přišroubována ke kotevní desce, čímž dojde k zajištění vyhazovačů.</p> <p>Vyrábí se například z materiálu W.Nr. 1.2312.</p>
<p>Obr. 1.33: Vyhazovací deska [25]</p>	
Mezidesky	
	<p>Do této kategorie lze zařadit desky, které jsou ve formě z konstrukčních důvodů. Typickým příkladem může být například mezideska topení, která ve formě vymezuje prostor pro systém horkých vtoků, pokud její forma obsahuje.</p> <p>Vyrábí se například z materiálů W.Nr. 1.1730, W.Nr. 1.2764, W.Nr. 1.2767, W.Nr. 1.2085, W.Nr. 1.2311, W.Nr. 1.2312, W.Nr. 1.2343.</p> <p>Pozn: Na obrázku vlevo oranžová barva znázorňuje mezidesky, modrá pak desky tvarové (viz. kapitola 1.1.2.2).</p>
<p>Obr. 1.34: Mezidesky a tvarové desky [25]</p>	

1.2.3 Ostatní konstrukční části formy

Středící kroužek	
	<p>Středící kroužek slouží k vystředění formy na upínací desku vstřikovaciho lisu. Dále zajišťuje souosost mezi vstřikovací tryskou a formou.</p> <p>Středící kroužek je přišroubován do kruhového vybrání na upínací desce (viz. zeleně vyznačený výběr na obrázku 1.34).</p> <p>Vyrábí se např. z materiálu W.Nr. 1.0503 či W.Nr. 1.1730.</p>
<p>Obr. 1.35: Příklady středících kroužků [25]</p>	

Izolační deska	
	<p>Tato deska je přišroubovaná na upínací desku. Jejím úkolem je snížit přestup tepla mezi vstřikovací formou a vstřikovacím litem. Díky tomu jsou zmírněny tepelné ztráty, sníženo riziko přehřátí lisu a také zvýšena rychlost ohřevu formy na požadovanou vstřikovací teplotu.</p> <p>Jako konstrukční materiál pro izolační desky se využívá <i>kartit</i>, někdy zvaný také jako <i>pertinax</i>.</p>
Středící elementy	
	<p>Úkolem středících elementů je zajistit správnou vzájemnou polohu dvou částí formy. Patří sem tedy středící pouzdra, plochá vedení s koncovým středěním, vodící lišty, plochá koncová středění aj.</p> <p>Konstrukční materiály pro tyto elementy mohou být například <i>W.Nr. 1.2162</i> či <i>W.Nr. 1.7131</i>.</p>
Vodící elementy	
	<p>Do této kategorie patří ty části formy, které zajišťují pohyb některých segmentů. V naprosté většině se jedná o pohyb kluzný.</p> <p>Lze sem zařadit například vodící sloupky, vodící čepy, vodící pouzdra, kuličkové klece, vodící lišty aj.</p> <p>Konstrukční materiály pro tyto elementy mohou být například <i>W.Nr. 1.7131</i> (čepy, kolíky...) či <i>W.Nr. 2.0598</i> (vodící lišty, vodící pouzdra...). Vodící pouzdra a vodící lišty často obsahují grafitové výplně kvůli bezúdržbovému provozu.</p>
<p><i>Obr. 1.38: Vodící sloupek s nákrůžkem (nahore) a vodící pouzdro s nákrůžkem a s grafitovou výplní (dole) [25]</i></p>	

Hydraulické písty



Obr. 1.39: Hydraulický válec (modře zbarvený)
ovládající čelist [27]

Hydraulické písty se využívají pro pohyb některých částí forem, jako je například vyhazovací systém či čelisti. Tyto písty lze nalézt zejména u komplikovanějších forem větších rozměrů.

Ostatní konstrukční části formy

- Spojovací prvky
- Pružiny
- Spony pro spojení pevné a odjezdové strany formy (nutné při převážení a při manipulaci s celou formou za pomoci jeřábu)
- Rozvody hydraulického oleje
- Hadice chladicích okruhů
- Další zařízení odvíjející se od konstrukčního řešení formy

PŘÍLOHA č. 2

Přehled často používaných ručních nástrojů a chem. prostředků

2 Přehled často používaných ručních nástrojů a chem. prostředků

Tato příloha uvádí stručný přehled ručních nástrojů a chemických prostředků, bez kterých by se žádný nástrojař či opravárenský technik neobešel. V této bakalářské práci je na některé z nich velmi často odkazováno.

2.1 Ruční nástroje

Pneumatická rotační mikrobruska	
 <p>Obr. 2.1: Pneumatická rotační mikrobruska [19]</p>	<p>Jedná se o rotační nástroj využívající ke svému chodu stlačený vzduch a dosahující až několika desítek tisíc otáček za minutu. Pomocí kleštiny se do něj upínají malé frézy či brusná tělíska nejrůznějších profilů.</p> <p>Tento nástroj je v nástrojařské praxi nejčastěji využíván pro jemný úběr kovového materiálu, lícování, srážení ostrých hran či označování jednotlivých částí formy (např. vzájemná poloha dílů).</p>
Pneumatická vibrační mikrobruska	
 <p>Obr. 2.2: Pneumatická vibrační mikrobruska [50]</p>	<p>Obdobný nástroj jako výše zmíněná rotační mikrobruska, pouze s tím rozdílem, že hlavní abrazivní pohyb je v tomto případě axiální vibrace. Do tohoto nástroje se upínají brusné plátky, nejčastěji sklokeramické či kovové s diamantovým abrazivem, které jsou pomocí přitlačné destičky uchyceny do vibrační hlavy nástroje.</p> <p>Používá se k leštění žebor, odstranění drobných povrchových nerovností či leštění povrchu po elektroerozivním obrábění ve špatně dostupných místech.</p>

Pneumatický rázový utahovák	
 <p>Obr. 2.3: Pneumatický rázový utahovák [2]</p>	<p>Nástroj pro utahování a povolování šroubových spojů. Počet šroubových spojů na vstřikovací formě je značný a tak použití tohoto pneumatického utahováku velmi spoří čas nástrojařů.</p>
Pilníky	
 <p>Obr. 2.4: Pilníky [8]</p>	<p>Pilníky jsou ruční nástroje, které není třeba dlouze představovat. Mají různé velikosti, různé profily a různé abrazivní zrnitosti. Oblast jejich použití je také velmi široká. Od velmi hrubého úběru materiálu, (např. srážení hran v netvarových částech formy či hrubý úběr svarů po navařování) až po finální leštění drobných ploch.</p>
Brusné a leštící kameny	
 <p>Obr. 2.5: Brusné a leštící kameny [43]</p>	<p>Brusné a leštící kameny se používají pro broušení rovinných ploch, u nichž je třeba docílit rovnoměrné struktury a konstantní povrchové drsnosti.</p>

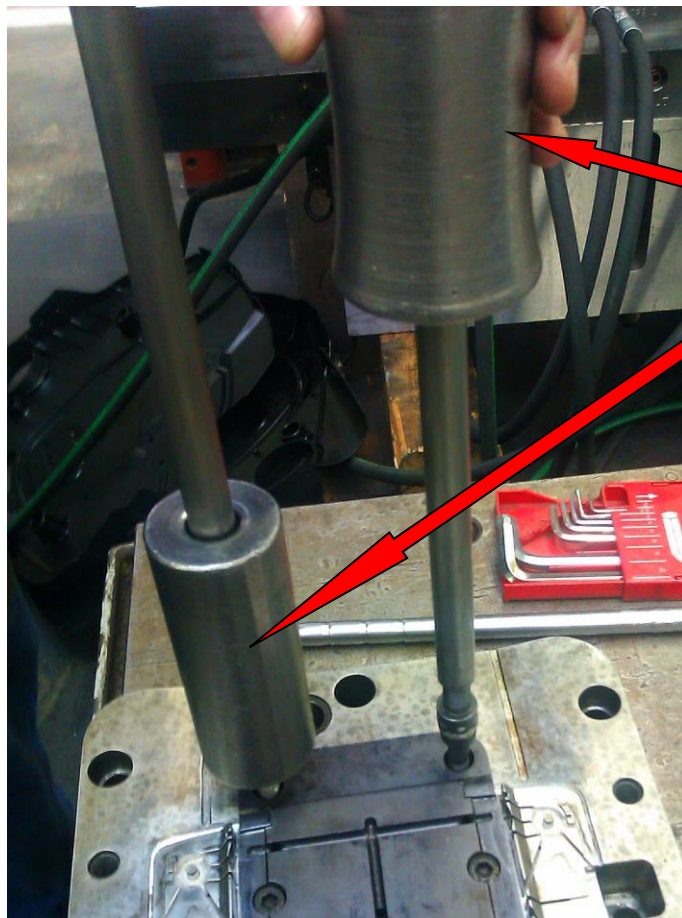
Vyrážeč

Jedná se o ruční nástroj, jež je pro každého nástrojaře nedocenitelným pomocníkem. Používá se například pro vyrážení klínů, kolíků, tvarových vložek a jakýchkoliv jiných nalisovaných částí, které nejdou jinak vyjmout. Tento nástroj si každý nástrojař většinou vyrábí sám z dostupných zdrojů.

Skládá se z následujících částí:

- a) Trubka s vnitřním závitem a osazením na větší průměr na jednom konci.
- 2) Jakékoliv kovové těleso, jež má v sobě průchozí kruhový otvor o průměru větším, než je vnější průměr trubky s vnitřním závitem.
- 3) Speciální oboustranný šroub s rozdílnými závity. Průměr závitu jedné strany šroubu je stejný jako průměr vnitřního závitu trubky a průměr závitu druhé strany šroubu je stejný jako průměr závitu v tělese, jež má být vyraženo. V praxi se toto většinou řeší velmi jednoduše. Svaří se hlavy dvou šroubů o potřebných průměrech závitů.

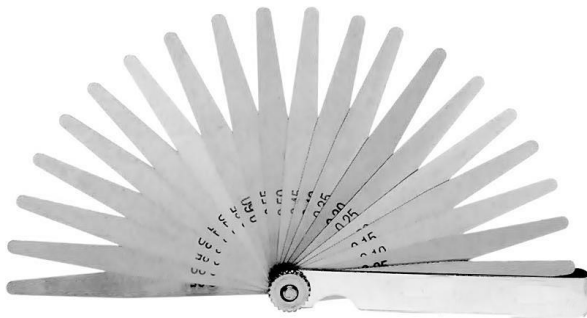
Princip použití je následující. Do závitu ve vyráženém tělese je našroubována jedna strana speciálního šroubu a na druhou stranu je našroubována trubka, na níž je nasazeno kovové těleso. Kovové těleso se uchopí a udeří se s ním do osazení na konci trubky. Tím dojde k vytvoření rázového tahu a následnému uvolnění tělesa.



*Vyrážeč při vyrážení
tvaru z rámu formy*

Obr. 2.6: Vyrážeč [12]

Zkalibrovaná měřidla



Obr. 2.7: Planžetové měřky [38]

Denně jsou také používána různá měřidla. Nejčastěji sem patří posuvná měřítka, hloubkoměry, pravítka pro měření rovinnosti či úhlů, spárové planžetové měřky (viz. přiložený obrázek), jež se v praxi vzhledem ke způsobu použití označují jako tzv. „špion“.

Další potřebné ruční nářadí

- Veškeré klasické dílenské nářadí (šroubováky, kladiva, svěrák, ruční vrtačka, horkovzdušná pistole, imbusové a ploché klíče, závitníky, vodní smirky atd.).
- Kus mědi či měděné kladivo pro nahrazení „klasického“ kladiva v místech, kde je nežádoucí úder tzv. „železo na železo“, jelikož by mohlo dojít k poškození důležitých částí formy.



Obr. 2.8: Měděné kladivo [49]

2.2 Potřebné chemické prostředky

Čisticí prostředky	
	<p>Ačkoliv jsou vstříkovací formy nástroje celokovové, je nutné s nimi zacházet velmi obezřetně. Z toho důvodu se pro čištění zásadně používají specializované chemické prostředky určené pro použití právě ve „formařině“. Jejich účelem je odstranění olejových nánosů, odstranění konzervačních vrstev aj. Velmi účinné jsou zejména v kombinaci s brusnými rouny různých zrnitostí.</p> <p>Existuje velké množství výrobců těchto čisticích a každý výrobce či opravce nástrojů preferuje jiného. Z osvědčených výrobců lze jmenovat například firmy <i>Chem Trend</i> (řada Clean), <i>Pure Solve</i> či <i>Loctite</i>.</p>
Konzervační prostředky	
	<p>Konzervační prostředky slouží k ochraně povrchu před nežádoucími vlivy vnějšího prostředí. Používají se například při převážení forem ve venkovním prostředí, při dlouhodobé odstávce nástroje, či k ochraně dezénů během opravy.</p> <p>Mezi přední výrobce lze zařadit firmu <i>Chem Trend</i> (řada Protect).</p>

Obr. 2.9: Čisticí prostředky ve spreji [7], [42]

Obr. 2.10: Konzervační prostředky ve spreji [26]

Maziva

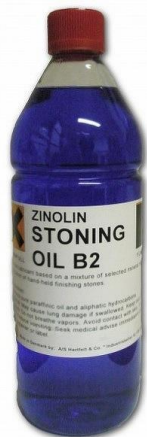


Obr. 2.11: Mazivo Lusin Lub PZO 152 [28]

Vstřikovací forma je vysoce namáhaný nástroj. Z toho důvodu je nutné u většiny kinematických vazeb použít velmi kvalitní maziva. Ta se proto, stejně jako čisticí prostředky, používají specializovaná pro nástrojařskou praxi.

Mezi významné výrobce opět můžeme zařadit firmu *Chem Trend*. Její mazivo *Lusin Lub PZO 152* se používá pro nejvíce namáhané části vstřikovacích forem, jako jsou například vyhazovače či čelisti. Mazivo si zachovává své vlastnosti v teplotním rozpětí od -30°C do 150°C a dokáže vyplnit i nejmenší póry v materiálu. Proto ho stačí nanést jen ve velmi tenké vrstvě. To je zejména u vyhazovačů žádoucí, jelikož při jejich pohybu pak nedochází k vynášení maziva do tvarové dutiny.

Brusný olej



Obr. 2.12: Olej na brusné a leštící kameny
Zinolin B2 [18]

Při broušení pomocí brusných a leštících kamenů je velmi vhodné použít brusný olej. Tento olej zvyšuje brusný výkon, odplavuje nečistoty, čímž nedochází k zanášení brusného kamene a zajišťuje rovnoměrně lesklý broušený povrch. Brusným olejem, jež se v praxi velmi často používá, je například *Olej na brusné a leštící kameny Zinolin B2*.

Tušírovací barva



Obr. 2.13: Tušírovací barva [15]

Tušírovací barva má jednoduchou funkci a to je funkce signální. Slouží ke zjištění, zda dvě součásti mají vůči sobě předepsanou polohu. Nejčastěji je modrá, ale může mít i jiný barevný nádech.

Podrobnější použití této barvy bude vysvětleno v kapitole věnující se problematice lícování.

Lepidla



Obr. 2.14: Řada lepidel Loctite [17]

Průmyslová lepidla se v nástrojařské praxi používají velmi často a to hlavně pro upevňování a utěšňování spojů. Své uplatnění tak nachází například při upevnění kolíkových spojů tvarových vyhazovačů, či při utěšňování zátek a přepážek chladicích okruhů. Mezi přední výrobce lze jednoznačně zařadit firmu *Loctite*, jejíž lepidla jsou velmi kvalitní a nacházejí uplatnění snad ve všech průmyslových odvětvích.


Koncentrovaná kyselina citronová

Používá se pro čištění chladicích kanálů, ze kterých odstraňuje vodní kámen. Za běžných podmínek je kyselina citronová bílou krystalickou látkou. Pro výše zmíněné použití se však tato krystalická látka mísí s vodou v objemovém poměru 1/4 až 1/5.

Princip použití je vysvětlen v kapitole věnující se údržbě.

PŘÍLOHA č. 3

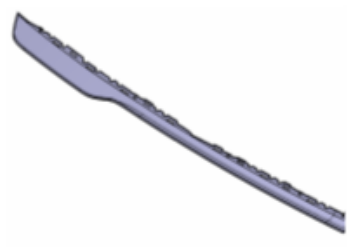
Technické specifikace formy vyrobené ve firmě Formy Tachov s.r.o.



Formy Tachov

Technická specifikace formy

Obrázek



1/2

Zákazník	
Název výrobku	Spoilerlippe
Číslo výrobku	7P6_807_110
Číslo zakázky	NA113010

Data Název dat odsouhlasených pro zahájení konstrukčních prací:

2D		Ze	▶	-	
3D	7P6_807_110_B_DMU_EN_001_CW_SPOILER_LIPPE_01MAE2013_IJV_VORAB_	Ze	▶	-	

kontaktní osoba: E-mail: Tel.: **421911955968**

Obecné údaje

Forma seriová	Počet forem: 1 ks	Objem výtisku: 297 cm ³
Chod formy - automat	Násobnost: 2 x	Hmotnost: 280 g
Odebírání výrobku - manipulát	Zivotnost: 1 000 000 zdvihů	Smrštění- podélné: 1,25 %
	Okys: 60 s	příčné: 1,25 %

Materiál:	Typ: TPO+PP+EPDM	Název: SARLINK X156BLK	Výrobce: Sarlink
Dezén:	K50	Hloubka(mm): 0,03	Min.úhel:
Pro stroj:	700 t	R trysky: 40	Průměr střed.kr.: 200
Pozn.ke stroji		Max.vzdálenost R trysky	10

Obecné údaje

Termín 1.zkoušení	Schválení konceptu	Rozměry formy: x 646, y 1990, z 900	MoldFlow požadována <input checked="" type="checkbox"/>
-------------------	--------------------	-------------------------------------	---

Předání technické dokumentace

Formát: <input type="checkbox"/> 2D-výkresy <input type="checkbox"/> 3D-modely <input type="checkbox"/> 3D-modely elektrod	Předání prostřednictvím: <input type="checkbox"/> CD <input type="checkbox"/> ISDN-OJETTE <input type="checkbox"/> uschovna.cz <input type="checkbox"/> E-mail <input type="text"/> @ <input type="checkbox"/> poštou
---	--

Vtoková soustava

kombinace:topení+ studený rozvod kanál Ovládání jehel - Pneumaticky Rychlá výměna barev NE	Výrobce topení: 1. Synventive 2. Incoe 3. HRS	Typ vtoku: tunelový-kuželový Požadovaná stopa po vtoku: Max.průměr stopy vtoku na dílu... Počet vtoků na tvar: 5 Počet trysek: 5
--	--	--

Poznámky: Konektorový box: ANO Konektorový box: horní strana vzdáleně od obsluhy

Normální

Rám formy: Jiné	Kluzné prvky: Jiné	Konektorv: Jiné
Hydraulické válce: Jiné	Koncové spínače: Jiné	Tlaková čidla: Jiné
Rychlospojky-voda: Jiné	Datumovky: Jiné	Teplotní čidla: Jiné
Rychlospojky-hydraulika: Jiné	Mechanické tahače: Jiné	Počítadlo: Jiné

Materiály:	Povrch:	Teplotné zpracování:	Upínání formy:
TVÁRNICE: 1.2738 HH	leštít 320		Forma bude upínána: <input type="checkbox"/> každá půlka zvlášť <input type="checkbox"/> celá forma najednou <input type="checkbox"/> transportní můstek <input type="checkbox"/> transportní pojistka <input type="checkbox"/> rychloupínání Provedení upínacích drážek: <input type="checkbox"/> upínací drážka-upínky <input type="checkbox"/> průběžná upínací drážka-upínky <input type="checkbox"/> přesahující upínací deska-upínky <input type="checkbox"/> přesahující upínací deska-šrouby Výška/šířka pro up: <input type="text"/> mm
TVÁRNÍK: 1.2738 HH			
TVAROVÉ VLOŽKY:			
ČELISTI: 1.2343			
ŠIKMÉ VYHAZOVAČE:			
RÁM Tc: 1.2312			
RÁM Tk: 1.2312			
DESKY: 1.1730			



Technická specifikace formy

2/2

Formy Tachov

Vyhazování

Ovládání vyhazovacích desek pomocí: Použité vyhazovací prvky Počet: Počet: Provedení vyhazování:

<input type="checkbox"/> pružin	<input type="checkbox"/> válcové vyhazovače	<input type="checkbox"/> šikmé vyhazovače	<input type="checkbox"/> jednochodé
<input type="checkbox"/> vratných kolíků	<input type="checkbox"/> ploché vyhazovače	<input type="checkbox"/> stírací kroužek	<input type="checkbox"/> dvouchodé
<input type="checkbox"/> mechanických tahačů	<input type="checkbox"/> trubkové vyhazovače	<input type="checkbox"/> vzduchový ventil	<input type="checkbox"/> na straně AS
<input type="checkbox"/> hydrauliky na lisu	<input type="checkbox"/> tvarové vyhazovače	<input type="checkbox"/> jiné	<input type="checkbox"/> na straně DS
<input type="checkbox"/> hydrauliky na formě			<input type="checkbox"/> jiné

Poznámky k umístění a jiným požadavkům na vyhazovače:

Pohyblivé prvky

Ovládání pohybu:

- mechanicky (šikmé kolíky, kulisy)
 - mechanicky (boční tahače)
 - mechanicky (ozubené hřebeny)
 - hydraulické válce
 - hydraulika svedena do jednoho rozvaděče
 - jiné
-

Počet čelistí:

Vedení a středění

Vedení formy:

- válcové sloupky a pouzdra
- ploché vedení
- Vedení vyhazovacích desek:
- standardní pouzdra
- kuličková pouzdra
- pouzdra s grafitovými ččkami

Počet sloupků: 4 6 8

Středění formy:

- kuželové středící prvky (Z 051)
- klínové středící prvky (Z 06)
- rovnoběžné středící prvky (Z 08)
- šikmé lišty, klíny (10-20°)
- blokovací klíny (1°)

Chlazení

Forma je:

- chlázena
- temperována

Teplota formy: °C

~

Vývody chlazení mohou být:

- na straně obsluhy
- na straně od obsluhy
- nahoře
- dole

Chlazení musí být svedeno

do multispojek Stäubli:

Typ:

Závit pro náustky:

Použité zátky:

Chladit čelisti:

Chladit vložky:

Počet chl. okruhů na Tc:

Počet chl. okruhů na Tk:

Prooření:

Jiné požadavky na chlazení:

Ostatní

Spínání koncových spínačů na vyhazovacích deskách:

Izolační desky na:

pevné i pohyblivé stran

Barva formy:

RAL

Spínání koncových spínačů na čelistech:

Síla desek: mm

Jazyk CZ DE EN

Materiál:

Schémata na formě:

Konektory na elektro:

Konektory na čidla:

Konektory na koncáky:

Závěsná oka:

Výrobce:

Typ:

- chlazení Tc
- chlazení Tk
- zapojení topení
- zapojení hydrauliky
- zapojení konc. spínačů
- popis funkce formy
- výrobce formy
- majitel formy

Vzhledová plocha výtisku byla specifikována:

Datum:

Popis v tvarové dutině Zadán

Datum:

Jiné požadavky na formu

Podpisy a daty

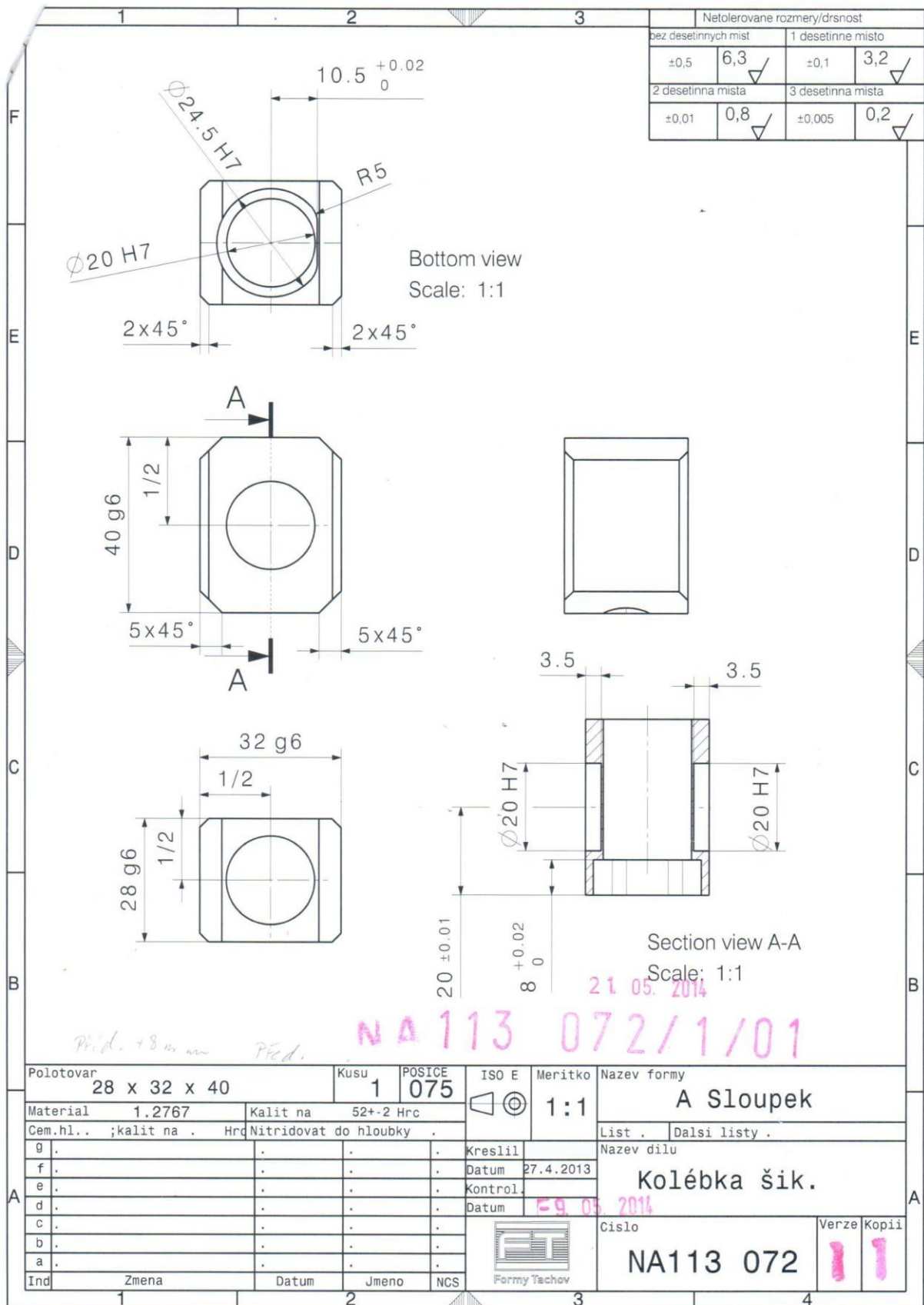
Vypracoval:

Datum:

Podpis:


PŘÍLOHA č. 4

**Technický výkres vytvořený konstrukcí firmy Formy Tachov
s.r.o.**



PŘÍLOHA č. 5

Technologický postup vytvořený firmou Formy Tachov s.r.o.

	Název pozice: Vložka tvaru TC_1	Kusů: 1	Tisk: 12.06.21																																																																																																
	Číslo pozice: 001	Kód pozice: 2240847R	Strana 1 z 2																																																																																																
	Číslo zakázky: NA113072/1/01	Vytiskl:																																																																																																	
	Název zakázky: A-sloupek L/R - RL																																																																																																		
Spotřební rozměr / Jakost materiálu / Množství																																																																																																			
Popis dílu: 906 x 458 x 350 / 1.2738		KOO = DEZEN_K3N																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Výkon</th> <th>Operace</th> <th>Čas [HOD min]</th> <th>Vykazovací k</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Popis operace</td> </tr> <tr> <td>Dělník:</td> <td>Datum OTK:</td> <td>Razítko:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Frézování CNC BF-03 = oboustranně sílu na 340.0 a označ díl</td> <td>4 H 0 m</td> <td>200307</td> </tr> <tr> <td>Dělník:</td> <td>Datum OTK:</td> <td>Razítko:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>Obrábění horizo Horizontka = zúhlovat s přídávky + obvod.závity a upín.drážky</td> <td>9 H 0 m</td> <td>200308</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> - zúhlovat na 896.0 x 448+0.4 síla je 332+8 = spodní strana s přídávkem +0.5 mm a nad tvarem je přídavek +7.5; - do "P" strany 2x závity M20 hl 50/40-závit s náběhem a 4x upínací drážky hl 12; - do "L" strany 2x závity M20 hl 50/40-závit s náběhem a 4x upínací drážky hl 12; do "L" strany 1x závit M16 hl 45/35-závit s náběhem; do "L" strany 1x D=35 hl 20 + 1x vybrání 65 x 75 s 4x R15 hl 20 + "T" vybrání s 3x R20 hl 20 pro chlazení a hrany srazit; - do přední strany 1x M12 hl 35/30-závit s náběhem + 2x upínací drážky hl 12; do přední strany 1x D=30 hl 20 + 1x oválné vybrání 40 s 2x R20 hl 20 pro chlazení a hrany srazit; - do zadní strany 1x M24 hl 60/50-závit s náběhem + 2x upínací drážky hl 12; do zadní strany 4x D=pro M4 s náběhem (díry č.: 50+51+52+53); - spodní obvodové hrany a 4x rohy srazit hotově 3x45° a označ díl + stranu "O"; </td> </tr> <tr> <td>Dělník:</td> <td>Datum OTK:</td> <td>Razítko:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>Vrtání hluboké IXION = obvod.horizontální vrtání děr chlazení</td> <td>13 H 0 m</td> <td>200309</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> POZOR = síla je 332+8 = spodní strana s přídávkem +0.5 mm a nad tvarem je přídavek +7.5; - díry chlazení D=12 včetně propojení a obvodových závitů G3/8"; </td> </tr> <tr> <td>Dělník:</td> <td>Datum OTK:</td> <td>Razítko:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>Frézování CNC UNI SPEED - propojení děr chlazení shora a ze spodní strany</td> <td>25 H 0 m</td> <td>200310</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> POZOR = síla je 332+8 = spodní strana s přídávkem +0.5 mm a nad tvarem je přídavek +7.5; - do "P" strany hrubovat s přídávky vybrání 80H7 x 55H7 s 1x R26H7 a s 1x R20H7 (viz List_1 + Front view); - shora šikmé díry chlazení D=12 včetně závitů G3/8" / zahloubení D=18; - ze spodní strany propojení D=12 / závity G3/8"; ze spodní strany šikmá propojení D=12 / závity G3/8"; do spodní strany hotově závity M20 hl 50/40-závit s náběhem; do spodní strany hrubovat s přídávky 6x kotevní vybrání 30H7 s 2x R15 hl 22.00 s náběh.hranou; </td> </tr> <tr> <td>Dělník:</td> <td>Datum OTK:</td> <td>Razítko:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>Frézování CNC Hrubovat dle pgm CAD DAT + shora hotově 4x závity M20</td> <td>22 H 30 m</td> <td>200311</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> POZOR = síla je 332+8 = spodní strana s přídávkem +0.5 mm a nad tvarem je přídavek +7.5; </td> </tr> <tr> <td>Dělník:</td> <td>Datum OTK:</td> <td>Razítko:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>Soustružení Soustružit = 4x podpěrné nohy s M20</td> <td>2 H 0 m</td> <td>200312</td> </tr> <tr> <td>Dělník:</td> <td>Datum OTK:</td> <td>Razítko:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>Broušení Spodní stranu a zúhlovat 448.0</td> <td>4 H 30 m</td> <td>200313</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> - ze spodní strany odbrousit přídavek 0.5 mm + oboustranně rovnoměrně zúhlovat míru 448.0 </td> </tr> <tr> <td>Dělník:</td> <td>Datum OTK:</td> <td>Razítko:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>Frézování CNC UNI SPEED = ze spodní strany hotově</td> <td>11 H 0 m</td> <td>200314</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> - ze spodní strany 1x průchozí D=24H7 s prostorovým úhlem a se zahloubením D=30 hl 15 (List_1 + Rear view a AF-AF); do spodní strany 1x D=10H7 hl 10 (List_1 + Rear view); do spodní strany 6x kotevní vybrání 30H7 s 2x R15 hl 22.00 s náběh.hranou (List_1 + Rear view); - do "P" strany zdola boční odlehčení 84 x 57 s 1x R28 a s 1x R22 zdola na míru 197 (Front + Right view) (pro budoucí boční vybrání 80H7 x 55H7 s 1x R26H7 a s 1x R20H7); </td> </tr> </tbody> </table>				Výkon	Operace	Čas [HOD min]	Vykazovací k	Popis operace				Dělník:	Datum OTK:	Razítko:		10	Frézování CNC BF-03 = oboustranně sílu na 340.0 a označ díl	4 H 0 m	200307	Dělník:	Datum OTK:	Razítko:		20	Obrábění horizo Horizontka = zúhlovat s přídávky + obvod.závity a upín.drážky	9 H 0 m	200308	- zúhlovat na 896.0 x 448+0.4 síla je 332+8 = spodní strana s přídávkem +0.5 mm a nad tvarem je přídavek +7.5; - do "P" strany 2x závity M20 hl 50/40-závit s náběhem a 4x upínací drážky hl 12; - do "L" strany 2x závity M20 hl 50/40-závit s náběhem a 4x upínací drážky hl 12; do "L" strany 1x závit M16 hl 45/35-závit s náběhem; do "L" strany 1x D=35 hl 20 + 1x vybrání 65 x 75 s 4x R15 hl 20 + "T" vybrání s 3x R20 hl 20 pro chlazení a hrany srazit; - do přední strany 1x M12 hl 35/30-závit s náběhem + 2x upínací drážky hl 12; do přední strany 1x D=30 hl 20 + 1x oválné vybrání 40 s 2x R20 hl 20 pro chlazení a hrany srazit; - do zadní strany 1x M24 hl 60/50-závit s náběhem + 2x upínací drážky hl 12; do zadní strany 4x D=pro M4 s náběhem (díry č.: 50+51+52+53); - spodní obvodové hrany a 4x rohy srazit hotově 3x45° a označ díl + stranu "O";				Dělník:	Datum OTK:	Razítko:		30	Vrtání hluboké IXION = obvod.horizontální vrtání děr chlazení	13 H 0 m	200309	POZOR = síla je 332+8 = spodní strana s přídávkem +0.5 mm a nad tvarem je přídavek +7.5; - díry chlazení D=12 včetně propojení a obvodových závitů G3/8";				Dělník:	Datum OTK:	Razítko:		40	Frézování CNC UNI SPEED - propojení děr chlazení shora a ze spodní strany	25 H 0 m	200310	POZOR = síla je 332+8 = spodní strana s přídávkem +0.5 mm a nad tvarem je přídavek +7.5; - do "P" strany hrubovat s přídávky vybrání 80H7 x 55H7 s 1x R26H7 a s 1x R20H7 (viz List_1 + Front view); - shora šikmé díry chlazení D=12 včetně závitů G3/8" / zahloubení D=18; - ze spodní strany propojení D=12 / závity G3/8"; ze spodní strany šikmá propojení D=12 / závity G3/8"; do spodní strany hotově závity M20 hl 50/40-závit s náběhem; do spodní strany hrubovat s přídávky 6x kotevní vybrání 30H7 s 2x R15 hl 22.00 s náběh.hranou;				Dělník:	Datum OTK:	Razítko:		50	Frézování CNC Hrubovat dle pgm CAD DAT + shora hotově 4x závity M20	22 H 30 m	200311	POZOR = síla je 332+8 = spodní strana s přídávkem +0.5 mm a nad tvarem je přídavek +7.5;				Dělník:	Datum OTK:	Razítko:		60	Soustružení Soustružit = 4x podpěrné nohy s M20	2 H 0 m	200312	Dělník:	Datum OTK:	Razítko:		70	Broušení Spodní stranu a zúhlovat 448.0	4 H 30 m	200313	- ze spodní strany odbrousit přídavek 0.5 mm + oboustranně rovnoměrně zúhlovat míru 448.0				Dělník:	Datum OTK:	Razítko:		80	Frézování CNC UNI SPEED = ze spodní strany hotově	11 H 0 m	200314	- ze spodní strany 1x průchozí D=24H7 s prostorovým úhlem a se zahloubením D=30 hl 15 (List_1 + Rear view a AF-AF); do spodní strany 1x D=10H7 hl 10 (List_1 + Rear view); do spodní strany 6x kotevní vybrání 30H7 s 2x R15 hl 22.00 s náběh.hranou (List_1 + Rear view); - do "P" strany zdola boční odlehčení 84 x 57 s 1x R28 a s 1x R22 zdola na míru 197 (Front + Right view) (pro budoucí boční vybrání 80H7 x 55H7 s 1x R26H7 a s 1x R20H7);			
Výkon	Operace	Čas [HOD min]	Vykazovací k																																																																																																
Popis operace																																																																																																			
Dělník:	Datum OTK:	Razítko:																																																																																																	
10	Frézování CNC BF-03 = oboustranně sílu na 340.0 a označ díl	4 H 0 m	200307																																																																																																
Dělník:	Datum OTK:	Razítko:																																																																																																	
20	Obrábění horizo Horizontka = zúhlovat s přídávky + obvod.závity a upín.drážky	9 H 0 m	200308																																																																																																
- zúhlovat na 896.0 x 448+0.4 síla je 332+8 = spodní strana s přídávkem +0.5 mm a nad tvarem je přídavek +7.5; - do "P" strany 2x závity M20 hl 50/40-závit s náběhem a 4x upínací drážky hl 12; - do "L" strany 2x závity M20 hl 50/40-závit s náběhem a 4x upínací drážky hl 12; do "L" strany 1x závit M16 hl 45/35-závit s náběhem; do "L" strany 1x D=35 hl 20 + 1x vybrání 65 x 75 s 4x R15 hl 20 + "T" vybrání s 3x R20 hl 20 pro chlazení a hrany srazit; - do přední strany 1x M12 hl 35/30-závit s náběhem + 2x upínací drážky hl 12; do přední strany 1x D=30 hl 20 + 1x oválné vybrání 40 s 2x R20 hl 20 pro chlazení a hrany srazit; - do zadní strany 1x M24 hl 60/50-závit s náběhem + 2x upínací drážky hl 12; do zadní strany 4x D=pro M4 s náběhem (díry č.: 50+51+52+53); - spodní obvodové hrany a 4x rohy srazit hotově 3x45° a označ díl + stranu "O";																																																																																																			
Dělník:	Datum OTK:	Razítko:																																																																																																	
30	Vrtání hluboké IXION = obvod.horizontální vrtání děr chlazení	13 H 0 m	200309																																																																																																
POZOR = síla je 332+8 = spodní strana s přídávkem +0.5 mm a nad tvarem je přídavek +7.5; - díry chlazení D=12 včetně propojení a obvodových závitů G3/8";																																																																																																			
Dělník:	Datum OTK:	Razítko:																																																																																																	
40	Frézování CNC UNI SPEED - propojení děr chlazení shora a ze spodní strany	25 H 0 m	200310																																																																																																
POZOR = síla je 332+8 = spodní strana s přídávkem +0.5 mm a nad tvarem je přídavek +7.5; - do "P" strany hrubovat s přídávky vybrání 80H7 x 55H7 s 1x R26H7 a s 1x R20H7 (viz List_1 + Front view); - shora šikmé díry chlazení D=12 včetně závitů G3/8" / zahloubení D=18; - ze spodní strany propojení D=12 / závity G3/8"; ze spodní strany šikmá propojení D=12 / závity G3/8"; do spodní strany hotově závity M20 hl 50/40-závit s náběhem; do spodní strany hrubovat s přídávky 6x kotevní vybrání 30H7 s 2x R15 hl 22.00 s náběh.hranou;																																																																																																			
Dělník:	Datum OTK:	Razítko:																																																																																																	
50	Frézování CNC Hrubovat dle pgm CAD DAT + shora hotově 4x závity M20	22 H 30 m	200311																																																																																																
POZOR = síla je 332+8 = spodní strana s přídávkem +0.5 mm a nad tvarem je přídavek +7.5;																																																																																																			
Dělník:	Datum OTK:	Razítko:																																																																																																	
60	Soustružení Soustružit = 4x podpěrné nohy s M20	2 H 0 m	200312																																																																																																
Dělník:	Datum OTK:	Razítko:																																																																																																	
70	Broušení Spodní stranu a zúhlovat 448.0	4 H 30 m	200313																																																																																																
- ze spodní strany odbrousit přídavek 0.5 mm + oboustranně rovnoměrně zúhlovat míru 448.0																																																																																																			
Dělník:	Datum OTK:	Razítko:																																																																																																	
80	Frézování CNC UNI SPEED = ze spodní strany hotově	11 H 0 m	200314																																																																																																
- ze spodní strany 1x průchozí D=24H7 s prostorovým úhlem a se zahloubením D=30 hl 15 (List_1 + Rear view a AF-AF); do spodní strany 1x D=10H7 hl 10 (List_1 + Rear view); do spodní strany 6x kotevní vybrání 30H7 s 2x R15 hl 22.00 s náběh.hranou (List_1 + Rear view); - do "P" strany zdola boční odlehčení 84 x 57 s 1x R28 a s 1x R22 zdola na míru 197 (Front + Right view) (pro budoucí boční vybrání 80H7 x 55H7 s 1x R26H7 a s 1x R20H7);																																																																																																			

Dělník:	Datum OTK:	Razítko:
90 Frézování CNC Frézování CNC shora dle pgm a dle výkresu		52 H 0 m
- shora tvar dle pgm CAD DAT + "popisové pole" hl na sílu 183.00 + dle výkresu najížděcí D=10H7 hl 11; shora dle výkresu 2x oválná vybrání (List_1 a řezy "A-A" + "B-B") včetně závitů M5;		
		200315
Dělník:	Datum OTK:	Razítko:
100 Frézování CNC UNI SPEED - všechna obvod.vybrání + závity včetně šikmých		7 H 30 m
- všechna obvodová vybrání + všechny závity + všechny díry pro závity včetně šikmých D=pro M6 pro příložky;		
		200316
Dělník:	Datum OTK:	Razítko:
110 Erodování Jiskřit dle pgm CAD DAT		9 H 30 m
		200317
Dělník:	Datum OTK:	Razítko:
120 Nástrojařské prá Nástrojařské práce		20 H 0 m
		200318
Dělník:	Datum OTK:	Razítko:
130 Kooperace KOOPERACE = DEZEN_K3N		0 H 0 m
		200319

Konec technologického postupu

PŘÍLOHA č. 6

Harmonogram výroby

Harmonogram - č. zak. NA 113 046, Wasserkasten

Název pozice	45. KT							46. KT							47. KT							48. KT							49. KT							50. KT													
	Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne	Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne	Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne	Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne	Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne	Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne							
Tvárník p. 3																																																	
- zúhlovat																																																	
- chlazení																																																	
- hrubovat tvar UNI																																																	
- HZ 30 šlichtovat																																																	
- jiskra																																																	
- nástrojář																																																	
- MAHO na čisto																																																	
- Jiskra																																																	
- Montáž																																																	
Tvárník p. 4																																																	
- zúhlovat																																																	
- chlazení																																																	
- vrtat MAHO																																																	
- hrubovat + díry UNI																																																	
- HZ 30 šlichtovat																																																	
- jiskrit																																																	
- Nástrojář																																																	
- MAHO na čisto																																																	
- Jiskra																																																	
- Montáž																																																	
Tvárnice p.1																																																	
- zúhlovat																																																	
- obvodové díry																																																	
- hrubovat BF 03																																																	
- hrubovat tvar BF 03																																																	
- vrtat UNI																																																	
- hotové obvod. str. UNI																																																	
- tvar-CAD DAT C40																																																	
- nástrojářské práce																																																	
- montáž																																																	

Vysvětlivky

- x - probíhá příslušná operace
- o - operace neprobíhá
- h - operace ukončena

- plán
- čas do první zkoušky

Vypracoval:

Aktualizováno:

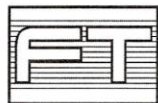
PŘÍLOHA č. 7

Tabulka pokynů pro údržbu

	Jednoduchý nástroj	Nástroj s hydraulickými čelistmi + Horké vtoky	Speciální nástroje
Poř.	Kontrolní cyklus [zdvihy]	Prvky, oblasti údržby	Prvky, oblasti údržby
1	10 000 bezpečnostní prvky	chlazení - průtok, vzájemná těsnost kontrola hydrauliky - těsnost topení - výkon, zapojení, stav kabelů, zásuvek bezpečnostní prvky - funkce	chlazení - průtok, vzájemná těsnost kontrola hydrauliky - těsnost topení - výkon, zapojení, stav kabelů, zásuvek bezpečnostní prvky - funkce kontrola speciálního příslušenství
2	následně každých 20 000	dělicí rovina - kontrola stavu odvzdušnění - kontrola stavu, funkce vedení vyhazovací desky - kontrola, oprotřebení vyhazovače - kontrola oprotřebení, zadrání atd. vratné kolíky - kontrola oprotřebení, zadrání atd. středící klíny - kontrola oprotřebení, zadrání atd. chladičí okruhy - průtok, vzájemná těsnost vtoková vložka - kontrola stavu, průměr, poškození šikmé vyhazovače - kontrola oprotřebení, zadrání atd.	dělicí rovina - kontrola stavu odvzdušnění - kontrola stavu, funkce vedení vyhazovací desky - kontrola, oprotřebení vyhazovače - kontrola oprotřebení, zadrání atd. vratné kolíky - kontrola oprotřebení, zadrání atd. středící klíny - kontrola oprotřebení, zadrání atd. chladičí okruhy - průtok, vzájemná těsnost vtoková vložka - kontrola stavu, průměr, poškození šikmé vyhazovače - kontrola oprotřebení, zadrání atd. vodící prvky pohyblivých částí - kontrola stavu hydraulika - kontrola stavu, těsnosti atd. topení - výkon, zapojení, stav kabelů, zásuvek bezpečnostní prvky - funkce kontrola speciálního příslušenství
3	Skladování max. na 1 měsíc	čištění tvarových částí antikorozní ochrana čištění šikmých vyhazovačů - promazání chladičí okruhy - průtok, vzájemná těsnost	čištění tvarových částí antikorozní ochrana čištění šikmých vyhazovačů - promazání chladičí okruhy - průtok, vzájemná těsnost vodící prvky pohyblivých částí - čištění, promazání kontrola speciálního příslušenství
4	Skladování na více než 1 měsíc	čištění tvarových částí antikorozní ochrana čištění šikmých vyhazovačů - promazání chladičí okruhy - průtok, vzájemná těsnost antikorozní ochrana kompletního nástroje	čištění tvarových částí antikorozní ochrana čištění šikmých vyhazovačů - promazání chladičí okruhy - průtok, vzájemná těsnost antikorozní ochrana kompletního nástroje vodící prvky pohyblivých částí - čištění, promazání kontrola speciálního příslušenství

PŘÍLOHA č. 8

Protokol o průtokové a těsnící zkoušce



Formy Tachov

Protokol o průtokové a těsníci zkoušce



Zkušební protokol o provedení průtokové a tlakovací zkoušky				
Zákazník:		Projekt:		
Chladicí okruh č.	Průtok chladících okruhů		Těsnost chladících okruhů	
	Odjezdová str. Tlak: ___ bar	Pevná str. Tlak: ___ bar	Odjezdová str. ___ bar (___ min)	Pevná str. ___ bar (___ min)
A1 x E1	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A2 x E2	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A3 x E3	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A4 x E4	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A5 x E5	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A6 x E6	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A7 x E7	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A8 x E8	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A9 x E9	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A10 x E10	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A11 x E11	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A12 x E12	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A13 x E13	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A14 x E14	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A15 x E15	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A16 x E16	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A17 x E17	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A18 x E18	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A19 x E19	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A20 x E20	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A21 x E21	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A22 x E22	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A23 x E23	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A24 x E24	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A25 x E25	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A26 x E26	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A27 x E27	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A28 x E28	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A29 x E29	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A30 x E30	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A31 x E30	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A32 x E32	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A33 x E33	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A34 x E34	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
A35 x E35	l/min	l/min	těsný / netěsný	těsný / netěsný
Datum:		Zkoušku provedl:		