

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

ŘEŠENÍ TECHNOLOGIE FORMY NA VSTŘIKOVÁNÍ PLASTU VE FIRMĚ VKV HORÁK

**SOLUTION OF THE TECHNOLOGY OF PLASTIC INJECTION MOULD
IN THE COMPANY VKV HORÁK**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETR HARÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. MILAN KALIVODA

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2009/10

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Harák Petr

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

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

Řešení technologie formy na vstřikování plastu ve firmě VKV-Horák.

v anglickém jazyce:

Solution technology of finish mold of plastic material in company VKV-Horák.

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Konstrukční řešení formy a rozbor montážního celku. Návrh technologie pro dílčí detail. Zpracování dokumentace na úrovni TPV v podmínkách firmy (strojní zařízení, nářadí). Posouzení navržené technologie.

Cíle bakalářské práce:

Prokázání schopnosti sestavení technologie v podmínkách dané firmy. Definování podmínek pro vlastní realizaci. Uvedení přínosů z navrženého řešení.

Seznam odborné literatury:

1. CIHLÁŘOVÁ, P., HILL, M. and PÍŠKA, M. Fundamentals of CNC Machining. [online]. Dostupné na World Wide Web: <<http://cnc.fme.vutbr.cz>>.
2. KOCMAN, K. a PROKOP, J. Technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
3. ŠTULPA, M. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
4. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. Příručka obrábění - Kniha pro praktiky. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia s.r.o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. ISBN 91-972299-4-6.
5. HUMÁR, A. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing s. r. o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/10.

V Brně, dne 20.11.2009

L.S.



prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu



doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Práce řeší technologii formy na vstřikování plastu ve firmě VKV Horák. Rozebírá návrh, výrobní postup a uvedení do provozu formy na vstřikování plastu v této firmě. Výrobní postup je zaměřen na obrábění dílčí části formy. Na závěr je představen sled operací výroby plastové součásti v této formě na vstřikovacím stroji.

Klíčová slova

Forma, vstřikování plastu, výrobní postup, obrábění, plastová součást, vstřikovací stroj.

ABSTRACT

The work deals with the technology of plastic injection mould in the company VKV Horák. The work analysis the project, the process of production the mould and putting it in operation. The process of production is focused on machining the sublayer of the mould. At the end, the sequence of operations of processing the plastic part on injecting machine using this mould is presented.

Key words

Mould, plastic injection of plastic, proces sof production, machining, plastic part, injecting machine.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HARÁK, P. *Řešení technologie formy na vstřikování plastu ve firmě VKV Horák*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 51 s. 5 příloh. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Řešení technologie formy na vstřikování plastu ve firmě VKV Horák vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

.....
Petr Harák

Poděkování

Děkuji tímto pedagogickým pracovníkům z VUT Brno - Fakulty strojního inženýrství za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce. Předně chci poděkovat svému vedoucímu práce panu Ing. Milanu Kalivodovi za ochotu a vedení mé práce.

Dále děkuji pracovníkům firmy VKV Horák: jednateři Zdenku Horákovi za možnost vypracovat tuto práci, mému konzultantovi Ing. Petru Hubatkovi a dalším spolupracovníkům za cenné rady.

OBSAH

Abstrakt.....	4
Prohlášení.....	5
Poděkování.....	6
Obsah.....	7
Úvod	9
1 O FIRMĚ VKV HORÁK.....	10
2 VLASTNOSTI FOREM NA VSTŘIKOVÁNÍ PLASTU	12
3 TECHNICKÁ PŘÍPRAVA VÝROBY	14
3.1 3D model součásti	14
3.2 Výkres součásti	14
3.3 Volba materiálu	14
3.4 Návrh polotovaru.....	15
3.5 Použité normalizované součásti a jejich použití.....	15
4 HODNOCENÍ TECHNOLOGIČNOSTI VÝROBY ZVOLENÉ SOUČÁSTI FORMY	17
4.1 Popis vyráběné součásti.....	17
4.2 Tvar a geometrie	18
4.3 Rozměrová přesnost a jakost povrchu	18
5 POUŽITÉ TECHNOLOGIE PŘI VÝROBĚ.....	19
5.1 Frézování - hrubování	19
5.2 Vrtání a závitování	19
5.3 Tepelné zpracování	19
5.4 Broušení vnějších ploch.....	19
5.5 Frézování – načisto	19
5.6 Elektroerozivní obrábění	19
5.7 Leštění	20
5.8 Programování CNC strojů.....	20
6 NÁVRH VÝROBNÍCH PROSTŘEDKŮ	21
6.1 Výrobní stroje.....	21
6.1.1 Frézovací operace	21
6.1.2 Vrtání děr a řezání závitů	22
6.1.3 Broušící operace.....	23
6.1.4 Elektroerozivní obrábění – hloubení	23
6.1.5 Operace leštění	24
6.2 Nástroje použité při výrobě.....	24
6.2.1 Nástroje použité při frézování	24
6.2.2 Nástroje použité při vrtání a výrobě závitů	26
6.2.3 Nástroje použité při broušení	27
6.2.4 Nástroje použité při elektroerozivním obrábění.....	28
6.2.5 Nástroje použité na leštění	29
6.3 Řezné prostředí.....	30
6.4 Měřidla použitá při výrobě	30
7 ZHODNOCENÍ A NAZNAČENÍ VÝROBY OSTATNÍCH DÍLŮ TÉTO SESTAVY FORMY.....	32
7.1 Vyhazovací část formy	32
7.2 Jádru dutiny	32

7.3 Ovládací deska.....	33
7.4 Vyhazovací deska.....	33
7.5 Táhlo a vytrhávač.....	34
8 VÝROBA PLASTOVÉ SOUČÁSTI V TÉTO FORMĚ	35
8.1 Materiál krytky elektroniky	35
8.2 Vstřikovací stroj	36
9 EKOLOGIE VE FIRMĚ VKV HORÁK.....	37
Závěr	38
Seznam použitých zdrojů	39
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	42
Seznam příloh	43

ÚVOD

Plasty jsou všeobecně rozšířeným materiálem. Plastové výrobky jsou nedílnou součástí každodenního života nás všech. Forma je vyráběna na velkosériovou produkci plastových výrobků. Při výrobě plastových součástí vzniká také odpad, který při neodpovídajícím zacházení může být škodlivý. Firma proto dbá ekologické etiky při likvidaci veškerých odpadů vzniklých při výrobě.

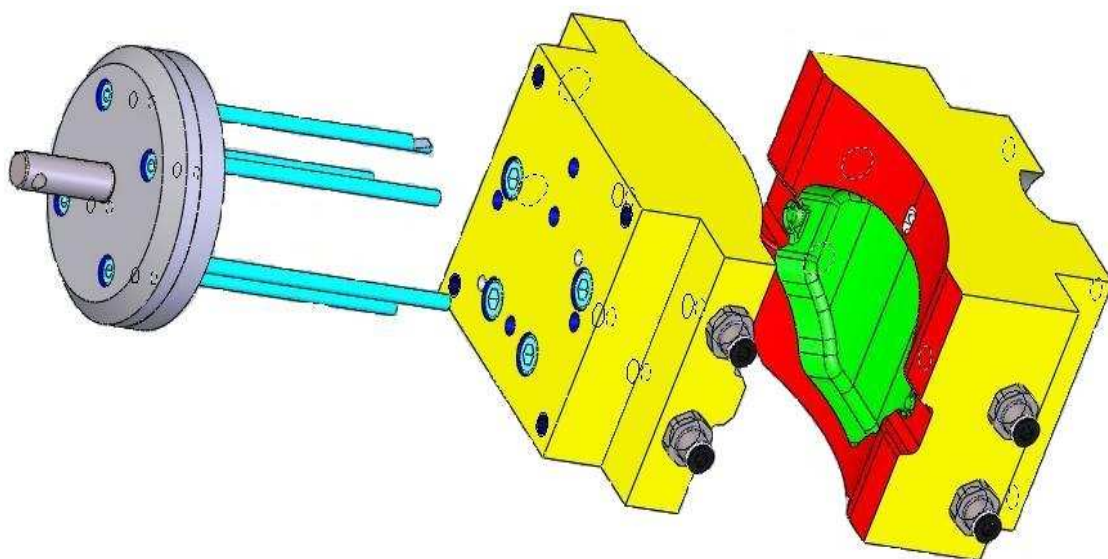
V tématu práce je rozebrána analýza výroby formy na vstřikování plastu ve firmě VKV Horák. Firma¹ nabízí zejména výrobu prototypů, výrobu mechanických dílů nebo sestav pro přístrojovou mechaniku a s tím související výrobu nástrojů, přípravků, tvářecích a vstřikovacích forem pro sériovou výrobu.

Zpráva zahrnuje technickou přípravu výroby, kde se forma modeluje na požadovaný tvar, tak aby výlisek splňoval veškeré požadavky. Volí se materiál formy a další faktory ovlivňující výrobek. Po zhotovení dokumentů v TPV jsou tyto dokumenty předány do výroby.

Zde se její jednotlivé části vyrábí především třískovým obráběním na CNC strojích. Dalšími technologiemi, které jsou při výrobě formy použity, jsou broušení, tepelné zpracování, elektroerozivní obrábění, leštění, zámečnické práce s následnou montáží. Na elektroerozivní obrábění se vyrobí elektrody.

Výrobní postup zahrnuje výrobu jedné části formy (obr. 1) - výrobu desky tryskové. Na té se nastíní její celý výrobní proces. To znamená, jaká technologie je použita na určitou plochu formy, jakými nástroji se tato plocha zhotovuje a na kterých strojích.

Výroba zbylých částí formy je naznačena. Forma také obsahuje normalizované díly a díly speciální, vyráběné jinými firmami zaměřenými na danou výrobu, nebo dovoz a následný prodej. Jedná se o vyhazovače, spojovací materiál, vzduchové rychlospojky. U těchto je uveden dodavatel a katalogové číslo.



Obr. 1 3D model formy pro vstřikování krytky elektroniky.

1 O FIRMĚ VKV HORÁK

VKV HORÁK s.r.o.¹ je ryze česká firma, se zaměřením na konstrukci, vývojové práce v oblasti strojírenství, nástrojařství a kovoobrábění. Na průmyslovém trhu strojírenské výroby působí jako FO Zdenek Horák již od roku 1990, od začátku roku 2004 jako právnická osoba VKV HORÁK s.r.o. Během své existence si firma díky profesionálnímu přístupu, aktivní péči o zákazníky a kvalitní produkci získala stálou klientelu. Společnost se i nadále rozvíjí zejména v oblasti výrobních technologií a konstrukce.

V rámci strojírenské činnosti je hlavním cílem společnosti nabídnout zákazníkovi moderně 3D zpracovaný návrh, konstrukci, vývoj, výrobu prototypu a konstrukci nástrojů včetně jejich výroby. Firma proto využívá nejmodernější výpočetní techniku, software a technologie.

Do podnikatelského portfolia firmy patří také vývoj databázového informačního systému Pedant, který je určen pro kontrolu a zefektivnění činnosti managementu malých a středních firem.

1.1 Výroba a strojový park ve firmě

Základem výroby jsou nové CNC obráběcí stroje. Moderní CNC obráběcí centra, obsluhovaná kvalifikovanými pracovníky, společně s lakovnou a montáží nabízejí výrobu jednoúčelových strojů, přípravků, dílů přístrojové mechaniky, přesných strojních součástí, forem a montáž do sestav přístrojové mechaniky nebo strojních zařízení.

Frézování

Základem jsou nová 5ti osá centra DMU 60 monoblock, DMU 50 a 3osé DMG V 64 lineár, která splňují nej přísnější požadavky. Doplnují je klasické obráběcí stroje vybavené digitálním odměřováním. Grafitové elektrody pro elektroerozivní obrábění (hloubení) se vyrábí na CNC frézce HWT od firmy AZK. Odborná kvalifikace, EdgeCAM, nejmodernější vybavení a zkušenost pracovníků zaručují efektivnost a preciznost výroby.

Soustružení

Soustružnické práce jsou realizovány na nových moderních strojích. CNC soustruhu s poháněnými nástroji Lynx 220 M (Daewoo Dosan), mechanotronickém soustruhu ALPHA 1350 XS (Colchester Harisson) doplněné klasickými soustruhy SUI 32 a SM16.

Elektroerozivní obrábění

Nový elektroerozivní stroj japonské firmy Sodick AD 3L lineár zaručuje efektivní a precizní výrobu dutin vstřikovacích forem. Vrtání startovacích otvorů do kalených desek a dílů se provádí na elektroerozivní vrtačce SY-2030.

Vstřikování plastů

Pro výrobu malých plastových dílů do hmotnosti 12 gramů (cca 12 cm³) vlastní firma vstřikovací lis BABYPLAST. Výhodou je jednoduchost a nízká cena forem, což umožňuje vyrábět díly ve velmi malých počtech.

Konstrukce

Úzká spolupráce s firmami zabývajícími se přesným litím ocelí nebo hliníkových slitin, výrobou plechových dílů, zpracováním termoplastů, vakuovým tvářením plastů, výrobou dílů z polyuretanových pěn, výrobou pryžových dílů, široké znalosti a dlouholeté zkušenosti z vlastní výroby nabízejí zákazníkovi komplexní řešení v oblasti konstrukce jednoúčelových strojů, přípravků, přístrojové mechaniky, technických dílů, nástrojů a forem včetně technické dokumentace.

Konstrukční oddělení pracuje na moderním počítačovém vybavení a nejnovějších verzích programu SolidWorks. Zajišťuje 3D modelování, přípravu technické dokumentace a technickou přípravu výroby jak vlastních návrhů, tak z dokumentace dodané zákazníkem.

Lakovna

Firma se specializuje na precizní lakování dílů přístrojové mechaniky, dílů malých rozměrů. Základem je technologie dodaná firmou Surfin s.r.o.

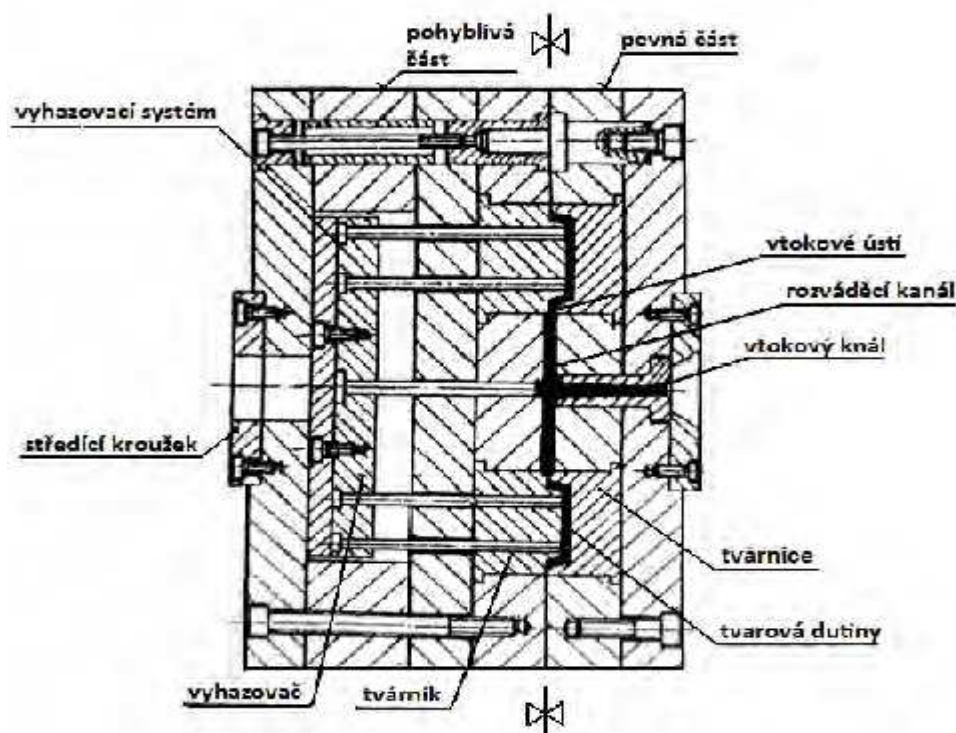
2 VLASTNOSTI FOREM NA VSTŘIKOVÁNÍ PLASTU

Formy² pro zpracování musí odolávat vysokým tlakům, musí poskytovat výrobky o přesných rozměrech, musí umožnit snadné vyjmutí vylisku a musí pracovat automaticky po celou dobu své životnosti. Jejich konstrukce a výroba je náročná na odborné znalosti, ale i na finanční náklady. Volba materiálu formy závisí na druhu zpracovávaného plastu, na použité technologii, na velikosti výrobku a jeho složitosti, na velikosti série, na tepelné odolnosti a odolnosti proti opotřebení a korozi, na ceně, apod. Důležitým faktorem životnosti formy je provedené tepelné zpracování na tvarových částech nástroje. Dalším důležitým úkolem při konstrukci forem je stanovení rozměrů a výrobních tolerancí tvarových částí. Pro určení a výpočet těchto rozměrů jsou rozhodující smrštění, tolerance jednotlivých rozměrů vylisku a opotřebení činných částí nástroje.

Vstřikovací formy jsou konstrukčně velmi rozmanité a lze je rozdělit do následujících skupin:

- podle násobnosti na jednonásobné a vícenásobné,
- podle způsobu zaformování a konstrukčního řešení na dvoudeskové, třídeskové, etážové, čelistové, vytáčecí, apod.,
- podle konstrukce vstřikovacího stroje na formy se vstřikem kolmo na dělicí rovinu a na formy se vstřikem do dělicí roviny.

Vstřikovací forma (obr. 2.1) se skládá z dílů vymezujících tvarovou dutinu formy, z chladicího (temperačního) systému, z vtokového systému, z vyhazovacího systému, z upínacích a vodicích elementů. Jednotlivé části vstřikovacích forem lze rozdělit do dvou skupin na části konstrukční a na části funkční. Konstrukční části zabezpečují správnou činnost nástroje. Funkční části se stýkají s tvářeným materiálem a udělují mu požadovaný tvar.



Obr. 2.1 Hlavní části formy na vstřikování plastu⁸.

Kvalitu a jakost výstřiku spolu s produktivitou výroby nejvíce ovlivňuje vtokový systém, což je systém kanálů a ústí vtoku, který musí zajišťovat správné naplnění dutiny formy, snadné odtržení nebo oddělení od výstřiku a snadné vyhození vtokového zbytku. Vtoková soustava je navrhována podle počtu tvarových dutin, podle jejich rozmístění a podle toho, zda bude konstruována jako studený nebo horký rozvod. Vtok má být zásadně řešen tak, aby tavenina naplnila formu nejkratší cestou bez velkých teplotních a tlakových ztrát co nejrychleji a pokud možno všude ve stejném čase.

Pro zajištění opakovatelnosti výroby musí hmota v dutině formy zchladnout z technologického a ekonomického hlediska co nejrychleji, a proto vstřikovací formy obsahují temperační systém. Temperačním systémem se rozumí systém kanálů a dutin umožňujících přestup a prostup tepla z taveniny do formy a temperovací kapaliny. Teplota formy se udržuje na požadované výši pomocí chladicího média, které protéká soustavou chladicích kanálů.

Mimo výše popsaných částí obsahují vstřikovací formy i různé mechanismy pro vyhazování výstřiků, protože výrobky se při ochlazování smršťují a zůstávají na tvarových součástech formy. Nejčastější způsob vyhazování výstřiků je mechanický princip buď pomocí vyhazovacích kolíků, nebo pomocí stíracích desek, stíracích kroužků apod.

Odvzdušnění tvarové dutiny u vstřikovacích forem je velmi důležité, protože doba vstřiku je velmi krátká a mohlo by dojít k nedokonalému vyplnění tvarové dutiny taveninou plastu, k nebezpečnému zvýšení tlaku, k poklesu pevnosti v místech studených spojů. Proto je nutné zajistit intenzivní odvod vzduchu z tvarové dutiny formy, a to nejenom netěsnostmi v dělicí rovině, ale i konstrukcí odvzdušňovacích kanálků, které však nesmějí být příčinou vzniku otřepů na výrobku.

3 TECHNICKÁ PŘÍPRAVA VÝROBY

Ve firmě probíhá veškerá příprava výroby v konstrukci, kde inženýři konstruují součásti podle představ a požadavků zákazníka. Volí materiál polotovárů, sled operací, objednávají normalizované součásti, jako je spojovací materiál, pružiny, vyhazovače atd. Používají se CAD softwary, na kterých nejdříve vymodelují součást a následně z modelu generují podle potřeby výkres.

3.1 3D model součásti

Hlavním úkolem konstruktérů je však zhotovování modelů vyráběných součástí. Konstruktéři k modelování používají nejnovější verzi programu SolidWorks. V této době je zakoupena licence na verzi Premium 2010 SP0.0. Pomocí tohoto softwaru konstruktér zhotovuje 3D modely jednotlivých součástí a následně je začleňuje i do sestav, kde je patrné jaká součást, má jakou funkci, a které součásti spolu technologicky souvisí. Model je ve firmě stěžejní částí výroby, podle něj dále probíhá programování CNC strojů příslušným softwarovým programem. A tak vzniká z modelu hotový výrobek. Na 3D modelu si také operátoři CNC mohou ověřovat a kontrolovat určité rozměry a tvary součástí.

3.2 Výkres součásti

Výkresová dokumentace se ve firmě VKV Horák používá jen u jednoduchých komponentů a u součástí, které se zde pravidelně vyrábí. Od úplné výkresové dokumentace se upouští při výrobě forem a složitých komponentů. Její vytváření by bylo složité a zdoluhavé. Ve firmě se vyrábí, jak už bylo zmíněno, podle modelů. Na těch si operátoři mohou ověřit, co konkrétně potřebují. Výkresy součástí se složitými tvary se používají jen jako nosiče informací, které obsahují náskres součástí, rozměry polotovaru, základní rozměry součástí, název součástí, číslo zakázky atd.

3.3 Volba materiálu

Při volbě materiálu na formu musí konstruktéři brát v úvahu, za jakých podmínek bude forma pracovat, jak jsou složité tvary a požadavky na výsledný lisovaný výrobek, počty vyráběných kusů atd. Z těchto důvodů byl zvolen materiál 19 552 dle ČSN 41 9552. Jedná se o nástrojovou legovanou ocel³ pro práci za tepla. Její chemické složení dokumentuje tabulka (tab. 3.1).

Tab.3.1 Chemické složení oceli 19 552³

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
0,36-0,42	0,90-1,20	0,30-0,50	max. 0,030	max. 0,030	4,80-5,50	1,10-1,40	0,25-0,50

Výrobek je tepelně zpracovaný. Z Lexikonu technických materiálů, kde jsou mechanické vlastnosti zpracované víme, že můžeme po kalení a následném popuštění dosáhnout těchto hodnot: meze pevnosti 1 180 - 1 770 MPa a tvrdosti 37,3 - 51,7 HRC.

Tato ocel se používá pro formy na tlakové lití lehkých kovů, válce a písty pro lisy se studenou komorou, nástroje na protlačování a další.

Při provozu je možné nástroj vyrobený z této oceli chladit vodou, olejem nebo stlačeným vzduchem.

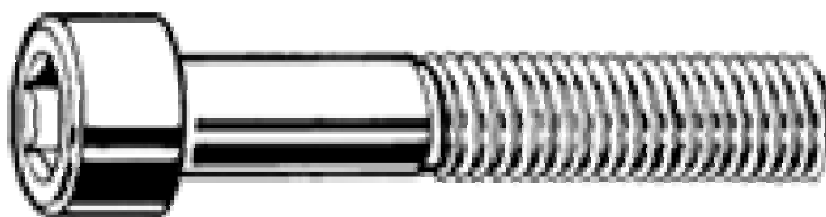
3.4 Návrh polotovaru

Polotovar se navrhuje s ohledem na velikost dané součásti. Dále je důležité, jaké rozměry tyčí jsou normalizované a které jsou dostupné na našem trhu s materiálem. Vyráběná součást má tvar kvádr. Největší rozměry na hotové součásti jsou 110 x 77 x 60 milimetrů. Z toho vyplývá, že polotovar musí mít rozměry větší. Ve firmě VKV Horák se materiál objednává od více obchodníků. Záleží na tom, o jaký materiál se jedná. Nástrojové oceli se většinou objednávají od firmy Schmolz + Bickenbach s.r.o.⁴ Z jejich katalogu dostupného na internetových stránkách se vybral rozměr polotovaru nejbližší větší ku finálnímu rozměru. Tento polotovar má rozměry 80 x 80 mm a délku tohoto hranolu si zákazník může určit. V našem případě se jedná o přířez z tohoto hranolu o délce 120 milimetrů. To znamená, že součást se vyrábí z polotovaru 120 x 80 x 80 mm.

3.5 Použité normalizované součásti a jejich použití

U této formy jsou také použity normalizované součásti, jako jsou šrouby, vyhazovače a rychlospojky. Tyto součásti se objednávají u výrobců nebo obchodníků zaměřených na tuto činnost.

Spojovací materiál, v tomto případě šrouby, se kupuje od firmy Fabory. Zde se šrouby používají na spojení jádra formy s deskou vyhazovačů a k montáži ovládací desky s vyhazovací deskou. Mezi tyto desky se upevní hlavy vyhazovačů. Z katalogu firmy se na montáž objednají tyto šrouby: D912 12.9 ŠR MB M6x35⁵ (obr. 3.1) na jádro formy (obj. č. 07000060035) a D912 12.9 ŠR MB M4x12³³ (obj. č. 07000040012) na spojení ovládací desky s vyhazovací deskou.



Obr. 3.1 D912 12.9 ŠR MB M6x35⁵.

Vyhazovače slouží k uvolnění výlisku z formy. Tyto díly se objednávají u firmy Jan Svoboda⁶. Dostupná nabídka se nachází na internetových stránkách firmy. V této formě je použito pět kalených vyhazovačů s válcovou hlavou (označení EES-2T) průměru čtyři milimetry a základní délce sto milimetrů. Délka vyhazovačů se může podle potřeby zkrátit na požadovaný rozměr.

Rychlospojky se používají ke spojení formy s chladícím médiem. Fungují tak, že jsou pomocí závitu našroubovány ve formě, a to jak v tryskové desce, tak i ve vyhazovací části formy. Na každé po dvou párech. Z druhé strany jsou do rychlospojky upevněny plastové hadičky pro přívod chladícího média. V tomto případě formy jde o vodu. Rychlospojky se objednávají z katalogu firmy J.S.C. Brno s.r.o.⁷ dostupného na internetu. Zde je použita rychlospojka přímá s vnějším závitem G1/8 (obr. 3.2) pro trubku o průměru čtyři milimetry (katalogové označení 50020).



Obr. 3.2 Rychlospojka⁷.

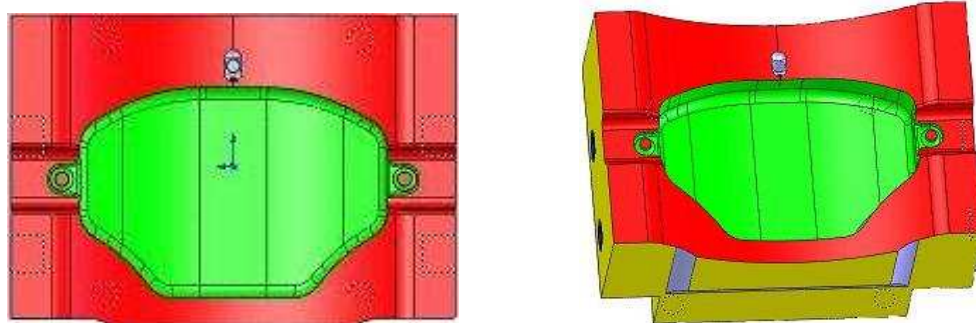
4 HODNOCENÍ TECHNOLOGIČNOSTI VÝROBY ZVOLENÉ SOUČÁSTI FORMY

Součást by měla být z vhodného materiálu s takovými tvary a rozměry, aby ji bylo možné vyrobit co nejefektivněji. To znamená malé náklady, použití moderních a efektivních nástrojů. Zároveň však musí být dodrženy všechny technické a výrobní požadavky kladené na výrobu této součásti zvolenou metodou výroby:

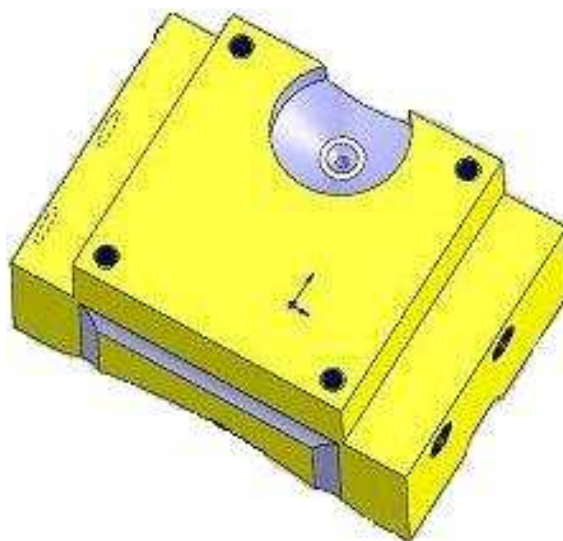
- nepředepisovat zbytečně přesné tolerance, tam kde nejsou zapotřebí,
- nepředepisovat drsnost a geometrické tolerance na plochy, které nejsou funkční.

4.1 Popis vyráběné součásti

Vyráběná součást (obr. 4.1 a obr. 4.2) se nazývá trysková deska. Je to ta část formy, která plní funkci přívodu vstřikovaného materiálu do formy. V této části je proto zhotoven vtok. Zároveň dutina formy dává tvar horní (pohledové) části vylisku. Dále jsou zde vrtány chladicí kanálky na chlazení formy po vstříknutí materiálu a vytvořeny závity pro zachycení formy do vstřikovacího stroje.



Obr. 4.1 Dutina formy.



Obr. 4.2 Venkovní část formy.

4.2 Tvar a geometrie

Tvar i geometrie součásti určuje požadavek na tvar a geometrii výsledného výlisku. Tvaru je docíleno především třískovým obráběním. Nejvíce zastoupenými operacemi jsou frézování, broušení, elektroerozivní obrábění a finální leštění.

4.3 Rozměrová přesnost a jakost povrchu

Přesnost rozměrů a jakost povrchu spolu souvisí. Na vyráběné části formy je několik ploch s různou technologií opracování a také s tím související požadavek na finální kvalitu výsledné plochy. Mezi funkční části formy (obr. 4.1) patří dutina, dělicí rovina a vtok. Dutina formy má zelenou barvu a požadavek na jakost povrchu je zrcadlově leštěný. Červená dělicí rovina a šedý vtok mají průměrnou aritmetickou úchylku profilu (dále jen hodnota R_a) $R_a 1,6$ a jsou vyrobeny s přesností IT 6. Na tunelový vtok označený černou barvou je předepsána $R_a 0,4$ a je vyroben s přesností IT 5.

Venkovní část formy z velké části tvoří broušené plochy s $R_a 0,8$ s přesností IT 6, označené žlutou barvou (obr. 4.2). Dále je zde vtok, na který nejsou kladeny vysoké nároky, proto zde postačí $R_a 3,2$ s přesností IT 9. Jde o šedou barvu. Výjimkou ve vtoku je vtokový kužel přivádějící vstřikovaný materiál k dělicí rovině. Ten se vyrábí s přesností IT 8 s $R_a 1,6$. Označen šedou barvou. Dále se na této části vyskytují otvory se závity a chladicí otvory. Ty jsou označené černou barvou. Kvalita povrchu odpovídá standardu pro vrtané díry, což je $R_a 6,3$ s přesností IT 12. Závity jsou vyrobeny s přesností IT 6.

5 POUŽITÉ TECHNOLOGIE PŘI VÝROBĚ

V této kapitole je rozebrána posloupnost výrobního procesu dílčí součásti nazývané deska trysková. Nejsou zde popsány principy jednotlivých technologií, ale jejich uplatnění ve výrobě této součásti. Použité technologie: frézování, vrtání, výroba závitů, tepelné zpracování, broušení, elektroerozivní obrábění, leštění.

5.1 Frézování - hrubování

Frézování tvoří hlavní proces, při kterém dochází k přetváření polotovaru v hotovou součást. Mezi první operace patří úhlování materiálu s následným hrubováním dělicí roviny, tvaru a vtoku. To znamená, že se s přídavkem 0,2 milimetru obrobí plochy, které jsou označeny žlutou, zelenou, červenou a šedou barvou (obr. 4.1 a 4.2). Nefunkční plocha, ke které patří vtok, se frézuje na hotovo. Dále se na frézce předvrtá díra pro vtokový kužel a vyvrtají se díry pro závit M6.

5.2 Vrtání a závitování

Vrtání a obrábění závitů (obr. 4.2 - černé označení) se ve firmě většinou provádí v zámečnické dílně. Na čelní ploše jsou čtyři závity M6-6H na uchycení ve vstřikovacím stroji. Dále se vyrábí chladicí otvory se závity G1/8, ty se nachází na boku formy. Vrtají se zde dvě průchozí díry o průměru pět milimetrů. Ty se následně zahloubí do požadované hloubky na Ø 8,6 milimetrů, což je malý průměr závitu G1/8. Závit G1/8 následně slouží pro montáž rychlospojek. Na této části formy jsou čtyři.

5.3 Tepelné zpracování

Po hrubovacím frézování a vrtání se závitováním přichází na řadu tepelné zpracování. Formu je zapotřebí tepelně zpracovat kalením s následným popuštěním. Forma disponuje tvrdostí 52-2 HRC.

5.4 Broušení vnějších ploch

Brousí se všechny vnější plochy součásti. Jedná se o plochy označené žlutou barvou (obr. 4.2).

5.5 Frézování – načisto

Frézováním načisto se dokončí dělicí rovina a celý vtok. Odpovídají jim barvy červená (dělicí rovina) a šedá (vtok). Tunelový vtok a kuželový vtok se nefrézují.

5.6 Elektroerozivní obrábění

Elektroerozivní obrábění je posledním strojním obráběním. Jedná se o elektroerozivní hloubení. Obrábí se jím dutina formy, tunelový vtok a vtokový

kužel. Dutina formy (obr. 4.1) je označena zelenou barvou, tunelový vtok černou barvou a vtokový kužel šedou barvou.

5.7 Leštění

Finální operací je leštění dutiny formy (obr. 4.1 - zelená barva). Na výlisku je požadovaná vysoká kvalita povrchu na pohledové ploše. Proto tato plocha na formě musí mít odpovídající kvalitu. Leští se do zrcadlové kvality.

5.8 Programování CNC strojů

Programování CNC strojů ve firmě VKV Horák probíhá pomocí softwaru Edgecam. Konkrétně programování CNC frézek se uskutečňuje pomocí frézařské verze tohoto programu. Jedná se o Edgecam R2 z roku 2009. Do tohoto programu si operátor nahraje 3D model zhotovený v konstrukční kanceláři. Poté s jeho pomocí vytvoří program, který obsahuje dráhy pro jednotlivé nástroje a jejich pomocí obrobí polotovar na požadovaný výrobek. Software Edgecam vygeneruje kód, který je zapotřebí převést do NC kódu řídicího systému stroje. To se děje prostřednictvím postprocesor.

6 NÁVRH VÝROBNÍCH PROSTŘEDKŮ

V této kapitole jsou uvedeny stroje a nástroje použité při výrobě součástí. Dále je rozebráno řezné prostředí. Na závěr jsou uvedena měřidla, kterými jsou kontrolovány rozměry vyrobených entit.

6.1 Výrobní stroje

Tato kapitola je zaměřena na představení výrobních strojů, na kterých se součást vyrábí.

6.1.1 Frézovací operace

Nejvíce práce na této části formy se uskutečňuje na frézce. Jedná se o 5ti osé centrum DMU 50 od firmy Deckel Maho (obr. 6.1) s řídicím systémem Heidenhain iTNC 530. Technická data jsou v příloze 1.



Obr. 6.1 DMU 50¹¹.

6.1.2 Vrtání děr a řezání závitů

K vrtání otvorů se využívá na zámečnické dílně frézka F2V z továrny obráběcích stojů v Olomouci (obr. 6.2).



Obr. 6.2 Frézka F2V¹³.

Závitování se provádí na pneumatické závitořezu ROSCAMAT 200 (obr. 6.3).



Obr. 6.3 Pneumatický závitořez¹².

6.1.3 Brousicí operace

Broušení probíhá na rovinné brusce BPH 200 vyrobené ve Zbrojovce Brno (obr. 6.4). Bruska prošla renovací.



Obr. 6.4 Bruska BPH 200¹⁴.

6.1.4 Elektroerozivní obrábění – hloubení

Elektroerozivní obrábění, neboli hloubení pomocí uhlíkové elektrody, se vykonává na japonské elektroerozivní hloubičce firmy Sodick AD 3L (obr. 6.5). Technické parametry jsou v příloze 2.



Obr. 6.5 Elektroerozivní hloubička Sodick AD 3L¹⁵.

6.1.5 Operace leštění

Leštění, jako finální operace, konečné podoby funkční části formy se provádí v zámečnické dílně. Většina práce tedy probíhá ručně za použití různých brousících přípravků a pomůcek. Jedním takovým pomocníkem je pneumatická pilovačka. Úběr materiálu probíhá vibračním pohybem brousícího popřípadě leštícího elementu za pomoci abraziva. V nástrojařské dílně pracovníci používají pilovačky a nástroje firmy Sparschwein, které v ČR nabízí firma NOVAPAX CZ s.r.o. Jde o modely TURBOLAP (obr. 6.6): TLS-07 s kmitavým pohybem a TLL-07 s lineárním pohybem.



Obr. 6.6 Pneumatická pilovačka¹⁶.

6.2 Nástroje použité při výrobě

Zde jsou uvedeny nástroje pro jednotlivé technologie použité při výrobě dané součásti. Jsou seřazeny do tabulky podle použití.

6.2.1 Nástroje použité při frézování

Frézovací nástroje na obrábění oceli a neželezných materiálů odebírá firma VKV Horák od výrobce WNT. Výměnné břitové destičky (VBD) dodává též tato firma.

V přehledné tabulce (tab.6.1) jsou uvedeny nástroje použité při frézování a vrtání daného dílce. Nástroje jsou seřazeny dle jejich postupného užití od hrubovacích po dokončovací. Názvy, označení nástrojů a VBD odpovídají označením v katalogu výrobce¹⁷.

Ve firmě se uplatňují sorty VBD na střední hrubování. Hrubovací VBD by se ve výrobě neuplatnily, protože těžkým obráběním se firma nezabývá. Zvýšilo by to náklady na další frézovací nástroje. Časté měnění VBD by prodlužovalo seřizovací časy. S ohledem na to, že se jedná o kusovou výrobu, je tato střední cesta nejvýhodnějším řešením.

VBD firmy WNT pro střední hrubování jsou značeny písmenem M. Jsou výhodné svým univerzálním použitím pro střední hrubování i uspokojivé dokončení, protože obráběná plocha bude po kalení ještě broušená.

Příhodné upnutí na frézce dovolí vyvrtat otvory pro závity M6-6H a předvrtat díru vtokového kužele, který bude dokončen hloubením. Použité nástroje jsou opět od firmy WNT.

V tabulce (tab.6.1) jsou uvedeny i nástroje, které se použijí při dokončovacím frézování po kalení. Jsou názorně odděleny.

Tab.6.1 Frézovací nástroje¹⁷

Název - označení	VBD - materiál	Použití	Vyobrazení
Frézy s VBD			
Nástrčná fréza A2011 Ø 50 mm - 50 739 050	XDKT 11T308SR- M50 sorta HCN 1235	hrubovat, obrábět venkovní plochy na čisto s přídávkem na broušení	
Stopková kopí- rovací fréza pro kruhové destičky C2510 Ø 20 mm - C251.20.R.02-10-A	RPHX 10T3MOSN sorta HCN 1235	hrubovat dělicí roviny a dutiny, hrubovat vtok z venkovní části	
Kopírovací kulo- vá fréza C KF Ø 12 mm - C KF.12.R.01	R06E 0602ZZ-ER sorta HCN 1235	dokončit větší plochy dělicí roviny a dutiny s přídávkem na dokončení a hloubení, hrubovat vtok	
Frézy ze slinutého karbidu			
Stopková rádiusová fréza Ø 8 mm - 52 401 080	povlak Ti 1000	dokončit dělicí rovinu a dutinu s přídávkem na dokončení a hloubení, dokončit vtok	
Stopková rádiusová fréza Ø 6 mm - 52 401 060	povlak Ti 1000	dokončit dělicí rovinu a dutinu s přídávkem na dokončení a hloubení, dokončit vtok	
Stopková rádiusová fréza Ø 4 mm - 52 401 040	povlak Ti 1000	dokončit vtok	

Středící navrtávák			
NC Ø 8 mm úhel 90° - NC-A 10 522 080	HSS povlak TiN	navrtat otvor pro předvrtání díry pro vtokový kužel, navrtat a srazit hrany děr pro závity M6-6H	
Vrtáky			
Vrták spirálový Ø 2,5 mm úhel 118° - UNI 10 107 025	HSS povlak TiN	předvrtat vtokový kužel	
Vrták spirálový Ø 5 mm úhel 118° - UNI 10 107 050	HSS povlak TiN	vrtat díry pro závity M6-6H	
Frézy ze slinutého karbidu použité po tepelném zpracování			
Stopková rádiusová fréza Ø 6 mm - 52 706 060	povlak Ti 1000	dokončit dělicí rovinu a dutinu s přídavkem na hloubení	
Stopková rádiusová fréza Ø 4 mm - 52 706 040	povlak Ti 1000	dokončit dělicí rovinu na hoto-vo a dutinu s přídavkem na hloubení	

6.2.2 Nástroje použité při vrtání a výrobě závitů

V zámečnické dílně se vrtají otvory, které by vyžadovaly na frézce další pozici upnutí nebo jsou jinak problematicky vyrobitelné na tomto stroji.

Závity do tvrdých nebo problematických materiálů se provádí ručně na nástrojařské frézce nebo pneumatickém závitorezu. Toto záleží na schopnostech a zkušenostech nástrojaře a na materiálu. Na frézce se nezhotovují z důvodů kusové výroby a problematiky obráběného materiálu. Oprava závitu po zalomeném závitníku by přidělala zbytečně práci a čas navíc.

V tabulce (tab.6.2) jsou použité vrtáky a závitníky při výrobě dílce v zámečnické dílně. Vrtáky jsou od firmy WNT¹⁷ a závitníky dodává firma Narex^{18, 19}. Tyto operace se provádí před tepelným zpracováním. Po tepelném zpracování by už jejich výroba, zejména zhotovení závitů, byla velice komplikovaná.

Tab.6.2 Frézovací nástroje^{17, 18, 19}

Název - označení	VBD – materiál	Použití	Vyobrazení
Středící navrtávák			
NC Ø 12 mm úhel 90° - NC-A 10 522 120	HSS povlak TiN	navrtat otvory pro vrtání děr pro závit G1/8 a srazit jejich hranu	
Vrtáky			
Vrták spirálový Ø 8,4 mm úhel 118° - UNI 10 107 084	HSS povlak TiN	vrtat díry pro závit G1/8	
Vrták spirálový dlouhý Ø 5 mm úhel 130° - WTL 10 210 050	HSS povlak TiN	vrtat chladicí otvory	
Závitníky			
Strojní závitník M6 - 2210	HSSE V3 povlak TiN	řezat závit M6-6H	
Strojní závitník G1/8 - 4262	HSSE povlak TiN	řezat závit G1/8	

6.2.3 Nástroje použité při broušení

Broušení venkovních ploch formy se uskutečňuje brousícím kotoučem. Brousící kotouče dodává firma Brusivo JIMI²⁰, která do firmy dodává sortiment značky Tyrolit.

Jedná se o brousící kotouč s označením T1 175x20x20 A99B80L9V (obr. 6.7). Označení znamená: jde o plochý kotouč s rozměry: vnější Ø 175 mm, tloušťka 20 mm, díra Ø 20 mm, brousící materiál umělý korund bílý, velikost zrna 80, tvrdost L, struktura 9, pojivo keramické. Kotouč má maximální obvodovou rychlost 40 m.s⁻¹.

Obr. 6.7 Brousicí kotouč T1 175x20x20 A99B80L9V²⁰.

6.2.4 Nástroje použité při elektroerozivním obrábění

Elektroerozivní odebrání materiálu, v tomto případě hloubení tvaru, se provádí elektrodami. Elektrody²¹ se nejčastěji vyrábí z grafitu, dále z mědi, mosazi, wolframu, mědi a wolframu, stříbra a wolframu, mědi a grafitu (jejich kombinací). Kombinací se rozumí, že se materiály spojí lisováním nebo spékáním.

K výrobě této součásti se elektrody zhotovily ze dvou materiálů. Na hloubení dutiny (obr. 4.1 – zelená barva) se používá elektroda z grafitu a na hloubení tunelového vtoku (obr. 4.1 – černá barva) s vtokovým kuželem (obr. 4.2 – šedá barva) elektrody měděné. Materiál elektrod a jejich tvary jsou znázorněny v tabulce (tab.6.3).

Tab.6.3 Hloubící nástroje

Název	Materiál	Použití	Vyobrazení
Elektroda na hloubení dutiny	Grafit	hloubit tvar dutiny formy a dávat mu konečný tvar	
Elektroda na hloubení tunelového vtoku	Měď	hloubit kužel tunelového vtoku	
Elektroda na hloubení vtokového kuželu	Měď	hloubit kužel vtokového kužele	

Elektrody uvedené v tabulce (tab.6.3) si zhotovuje firma VKV Horák. Vyrábí si vlastní nástroje pro oblast elektroerozivního obrábění.

Elektroda na hloubení dutiny se frézuje na speciální CNC frézce HWT od firmy AZK určené na obrábění grafitu. Na obrábění se aplikují frézy určené na obrábění grafitu od firmy WNT.

Kuželové elektrody na hloubení tunelového vtoku a vtokového kuželu jsou obráběny na CNC soustruhu DOOSAN DAEWOO Lynx 220LM za použití VBD na obrábění neželezných kovů od firmy WNT.

6.2.5 Nástroje použité na leštění

Při dokončovacích operacích jako je leštění forem se uplatňují brusné kameny, diamantové pasty různých zrnitostí. Na vzduchovou pilovačku se připevňují nástavce, kterými se daný abrazivní materiál tře s opracovávanou plochou. Použité nástroje a přípravky jsou uvedeny v tabulce (tab.6.4). Nástroje mají různé výrobce. Dodavatelem je firma NOVAPAX CZ s.r.o.^{22, 23, 24}.

Tab.6.4 Brousící a leštící nástroje^{22, 23, 24}

Označení - výrobce	Materiál	Použití	Vyobrazení
Leštící kameny			
AM – 2 13-23430 13-23690 13-24080 - Sparschwein	Al_2O_3 zrnitost 150/220/400	všechny druhy ocelí na výrobu forem a nekovové materiály, leštit odpovída- jící povrch formy	
Diamantové pasty			
KEMET L 3-L-C2 14-L-C2 25-L-C2 45-L-C2 - Kemet	Zrnitost 3/14/25/45	finálně leštit odpovídající povrch formy	
Sada tělísek na přímočaré leštění			
LAP – TIP 16-LTP14 16-LTB14 16-LTB36 16-LTB38 16-LTP24 16-LTP26 16-LTP28 16-LTB26 - Sparschwein	plast, mosaz - tvary: čtvercový kruhový trojúhelníkový	leštit povrch s diamantovou pastou Kemet L	
Vodící tyčky na držení tělísek			
LAP – TIP 16-LTS03 16-LT2900 16-LT3900 16-LTS01 16-LT29120 16-LT39120 - Sparschwein	ocel, různé tvary zahnutí	slouží ke spo- jení leštícího tělíska s pneumatickou pilovačkou	

6.3 Řezné prostředí

Řezným prostředím se myslí použitá procesní kapalina. Ve firmě se pracuje s několika typy. Při obrábění na CNC strojích a při vrtání v zámečnické dílně se aplikuje procesní kapalina. Při elektroerozivním obrábění se proces vykonává v prostředí dielektrika. V zámečnické dílně se také maže řezným olejem.

Na obrábění využíváme HOCUT 795B²⁵. Je to emulsní olej, který se ředí v určitém poměru s vodou a vytváří tak procesní kapalinu. Její technické informace jsou v příloze číslo 3. Slouží k chlazení, mazání, k odvodu třísky z místa řezu a také má čistící účinek.

Dielektrikum⁹ při elektroerozivním obrábění plní mnoho důležitých funkcí. Mezi hlavní patří.

- Zajišťuje potřebnou vzdálenost mezi elektrodami obrobku a nástroje.
- Má nízkou viskozitu a dobrou sočivost.
- Je chemicky neutrální.
- Disponuje vysokou teplotou hoření.
- Chladí elektrody a odebrané částice obráběného materiálu.
- Spolehlivě odvádí obrobený materiál.

Při chodu stroje nesmí vznikat jedovaté výpary a kapalina musí být stálá.

Stroj na elektroerozivní obrábění ve firmě je naplněn olejem pro elektrojskrové obrábění. Jedná se o olej DIEL MS 5000²⁶ od firmy TOTAL. Jeho popis se nachází v příloze 4.

Řezný olej používaný v zámečnické dílně k mazání závitníku při řezání závitů a dalších operacích se nazývá P46CF²⁷. Jde o univerzální řezný olej s širokým obsahem použití. Vyrábí ho firma Ekolube s.r.o.

6.4 Měřidla použitá při výrobě

Při výrobě se používá řada měřidel. Ať už jde o nejpoužívanější posuvné měřítko přes mikrometry, hloubkoměry a různé druhy kalibrů. V tabulce (tab.6.5) jsou uvedena měřidla použitá při výrobě. Většina jich je od firmy Mitutoyo.

Tab.6.5 Měřidla použité při výrobě^{28, 29, 30}

Název - výrobce	Použití	Vyobrazení
Posuvné měřítko Absolute digimatic rozsah měření 0-150 mm číslo: 500-181-21 - Mitutoyo	měřit vnější, vnitřní rozměry a hloubky	
Třmenový mikrometr rozsahy / číslo 0-25 mm / 103-137 25-50 mm / 103-138 50-75 mm / 103-139-10 75-100mm / 103-140-10 100-125 mm / 103-141-10 - Mitutoyo	měřit přesné broušené rozměry	
Závitový trn kalibr oboustranný M6-6H - Prodejce: Michovský TOOLS s.r.o.	měřit závit M6-6H	
Závitový trn kalibr oboustranný G1/8 - Prodejce: Michovský TOOLS s.r.o.	měřit závit G1/8	

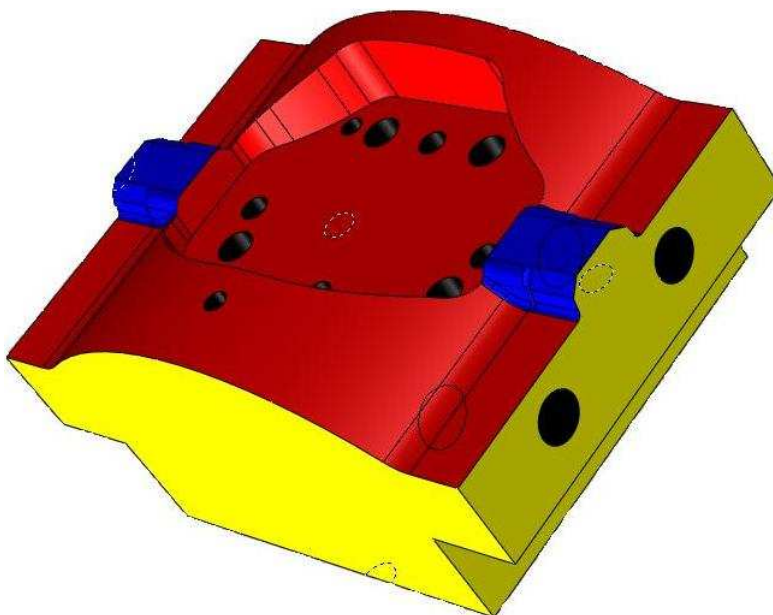
7 ZHODNOCENÍ A NAZNAČENÍ VÝROBY OSTATNÍCH DÍLŮ TÉTO SESTAVY FORMY

Všechny díly, které tvoří tuto sestavu, se vyrábějí ve firmě. Výjimku tvoří normalizované součástky, které jsou uvedené v kapitole 3.5. To znamená, že projdou podobným výrobním procesem jako popisovaný díl.

7.1 Vyhazovací část formy

Vyhazovací část formy (obr. 7.1) nese název podle vyhazovačů, které jí prochází. Je zde dutina, do které se nalícuje jádro dutiny. Je to z důvodu potřeby ostré hrany na výlisku. Proto sem musí být vloženo jádro, aby u dělicí roviny vznikla ostrá hrana. Dále se na tomto dílu nachází chladicí kanálky se závitů stejně jako u popsané desky tryskové. Potom je zde soustava otvorů, se závitů pro uchycení jádra do desky a k uchycení formy do vstřikovacího lisu a bez závitů, pro vedení vyhazovačů.

Na této části formy jsou použity stejné výrobní operace jako na desce tryskové. Součást se tedy frézuje (celý tvar), vrtají se do ní díry a zhotovují závitů (černá barva). Otvory pro vyhazovače se vystružují. Následuje tepelné zpracování, po kterém se deska dokončuje frézováním (červená barva), broušením (žlutá barva), elektroerozivním obráběním – hloubením (modrá barva) a leštěním (modrá barva).

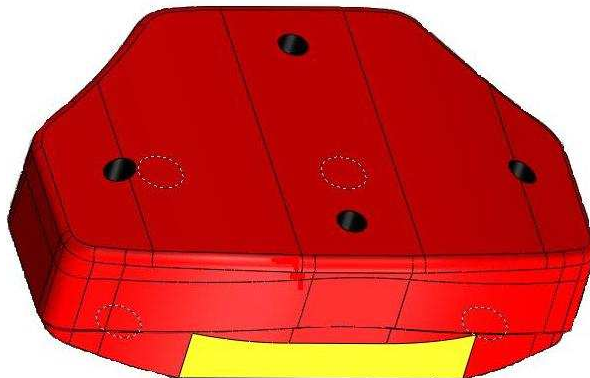


Obr. 7.1 Vyhazovací část formy.

7.2 Jádro dutiny

Jádro dutiny (obr. 7.2) se nalícuje do vyhazovací části formy s přesností IT8 a připevní se šrouby. Tvar jádra plní funkci tvaru vnitřní (nepohledové) části krytky elektroniky. V jádru jsou otvory pro vyhazovače a díry se závitů na spojení s vyhazovací částí formy.

Technologie použité na výrobu jádra jsou frézování (celý tvar), vrtání, závitování, vystružování (černá barva), tepelné zpracování, dokončuje se frézováním (červená barva), broušením (žlutá barva) a leštěním (červená barva - tvar).

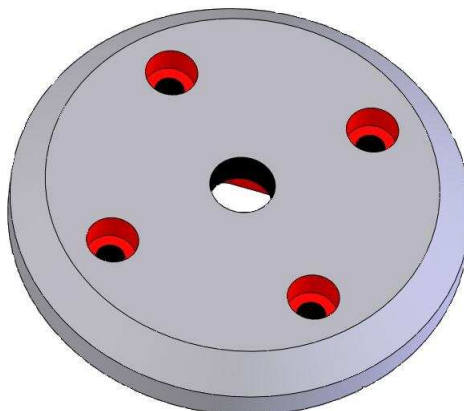


Obr. 7.2 Jádro dutiny.

7.3 Ovládací deska

Ovládací deska (obr. 7.3) plní úlohu prvního víka. Mezi ní a vyhazovací deskou se upevní vyhazovače, vytrhávač a táhlo. Tyto dvě desky se spojí M4.

Tato součást je soustružena (šedá barva), vrtána a vystružována (černá barva), frézována (červená barva).

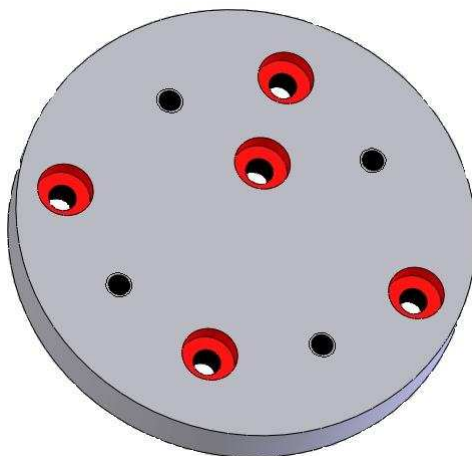


Obr. 7.3 Ovládací deska.

7.4 Vyhazovací deska

Vyhazovací deska (obr. 7.4) je druhým víkem pro montáž vyhazovačů, vytrhávače a táhla.

Aplikují se zde technologie soustružení (šedá barva), vrtání, závitování a vystružování (černá barva), frézování (červená barva). Do těchto vyfrézovaných zahloubení se vloží hlavy vyhazovačů. Přiložením ovládací desky je montáž tohoto celku sestavy hotova.



Obr. 7.4 Vyhazovací deska.

7.5 Táhlo a vytrhávač

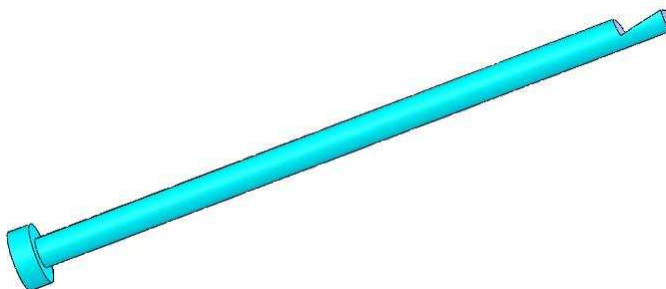
Táhlo (obr. 7.5) s vytrhávačem (obr 7.6) se upevňují podobně jako vyhazovače mezi vyhazovací desku a ovládací desku.

Táhlo je spojeno se vstřikovacím strojem a ovládá se jeho pomocí celá sestava s vyhazovači při práci formy. Zhotovuje se soustružením (šedá barva), frézováním (červená barva) a vrtáním (černá barva).



Obr. 7.5 Táhlo.

Vytrhávač slouží k vytažení vtoku z dutiny formy. Jedná se v podstatě o modifikaci vyhazovače, který je na konci upraven broušením.



Obr. 7.6 Vytrhávač.

8 VÝROBA PLASTOVÉ SOUČÁSTI V TÉTO FORMĚ

Forma je určena na výrobu součásti nazvané krytka elektroniky (obr. 8.1). Forma se po montáži všech dílů sestavy upíná do vstřikovacího stroje, kde probíhá samostatný výkon výroby krytky.



Obr. 8.1 Krytka elektroniky.

8.1 Materiál krytky elektroniky

Na výrobu krytky elektroniky se používá polyamid (PA 6). Do vstřikovacího lisu se dává ve formě granulátu (obr. 8.2).



Obr. 8.2 Granulát PA 6³¹.

Jedná se o termoplast. Mezi jeho vlastnosti³² patří zejména tuhost, snášení vysoké zátěže, velmi dobrá obrobitelnost, houževnatost, dobré kluzné vlastnosti, vysoká odolnost proti otěru a dobrá chemická stálost proti mnoha typům olejů, tuků, benzínů atd.

Odolává slabým i silným zásadovým látkám, solím všech druhů, rozpouštědlům, chlorovaným uhlovodíkům, ropným produktům, sirovodíkům, tukům a olejům, vodě, dokonce i za zvýšených teplot. Výrobky lze vystavovat krátkodobě teplotám od -30 °C do 110 °C.

Neodolává kyselinám (chlorovodíková, sírová, dusičná, ledová octová, mravenčí, mléčná, šťavelová), fenolům, kresolům, oxidačním látkám, suchému i vlhkému oxidu siřičitému.

Před samotným vstřikováním se musí granulát vysušit. Toho se docílí, uloží granulát do pece, ve které proces proběhne za teploty 85 °C po dobu přibližně 12 hodin a materiál tak získá požadovanou vlhkost do 0,25 %.

Další důležité vlastnosti jsou uvedeny v tabulce (tab.8.1).

Tab.8.1 Vlastnosti PA 6³²

Vlastnost	Hodnota	Jednotka
Hustota	1,13	g.cm ⁻³
Bod tání	215 - 235	°C
Pevnost v tahu (přetržení)	min. 65	MPa
Mez kluzu v tahu	68 - 73	MPa
Tažnost	30 - 50	%
E-modul pružnosti v tahu	min. 2450	MPa
E-modul pružnosti v ohybu	min. 2100	MPa
Rázová houževnatost Charpy 23°C a -20°C	nezlomí se	-
Vrubová houževnatost Charpy 23°C	min. 7	kJ.m ⁻²
Tvrdost (Shore D)	min. 80	MPa
Vnitřní odpor	>10 ¹⁰	ohm
Povrchový odpor	>10 ¹⁰	ohm
Elektrická pevnost	> 22	kV/mm
Tepelná vodivost	0,33	W.m ⁻¹⁰ C

8.2 Vstřikovací stroj

Krytka elektroniky se lisuje na vstřikovacím stroji Babyplast 6/10P³⁴ (obr. 8.3).

Obr. 8.3 Babyplast 6/10P³⁴.

Na vstřikovacím lisu se musí nastavit několik hodnot, které jsou důležité pro správné vstříknutí daného materiálu do formy. V tomto případě se nastavují tyto hodnoty: teplota trysky 240 °C, vstřikovací tlak 80 MPa, teplota nástroje 60 °C atd. Technická data k vstřikovacímu lisu jsou v příloze 5. Materiál se roztaví a vstříkne se do uzavřené formy. Po ztuhnutí se forma otevře a pomocí vyhazovačů výlisek formu opustí.

9 EKOLOGIE VE FIRMĚ VKV HORÁK

Jako každá moderní firma i firma VKV Horák se řídí ekologickou etiketou a dbá na správné nakládání s odpady. Ať už se jedná o odpady nebezpečné nebo komunální. O likvidaci veškerých odpadů se stará společnost .A.S.A.³⁵. Vlastní potřebné certifikáty, které ji opravňují zacházet i s nebezpečným odpadem.

- Komunální odpad se ukládá do kontejneru k tomuto účelu určenému. Ten společnost v pravidelných intervalech vyváží.
- Železný odpad a odpad z barevných kovů je kladen do kontejnerů a následně odkoupen.
- Plastový odpad, který je firmou produkován při lisování různých dílů i při obrábění plastů, je shromažďován do igelitových pytlů a společností .A.S.A. likvidován.
- Dalšími odpady, které vznikají v každém strojírenském podniku, jsou tekuté odpady. Konkrétně se jedná o procesní kapaliny a oleje, které se střeďují do kontejnerů přistavených společností .A.S.A. Ta si je po naplnění odváží k ekologické likvidaci.

ZÁVĚR

Bakalářská práce je zaměřena na výrobu formy na vstřikování plastu. Práce se zaměřuje na dílčí část sestavy formy, na výrobu desky tryskové. Popisuje se zde celý proces zhotovení. Počínající návrhem a končící sestavením formy a jejím použitím.

Po obdržení zakázky o vizi výlisku, kterou si zákazník zadá, následuje technologické hodnocení výroby vstřikovací formy. Konstruktor určí všechny náležitosti spojené s výrobou. Pomocí softwaru se vymodelují modely jednotlivých částí, objedná se zvolený materiál na jejich výrobu. Také se obstarají normalizované díly.

Konstruktoři do výroby zadají požadavky na operace potřebné ke zhotovení odpovídajících parametrů na jednotlivých součástech. Tím se zvolí stroje, na kterých se dílčí operace budou provádět. Operátoři si navolí nástroje a měřidla potřebná pro jednotlivé úkony. Frézují a soustruží se i nezbytné nástroje na elektroerozivní obrábění. Konečnou podobu dílů vytváří nástrojaři, kteří je vyleští do požadované kvality a následně složí formu v jeden celek.

Když je forma hotova vyzkouší se její funkčnost ve vstřikovacím stroji. Pokud vše pracuje správně a výlisky mají požadovanou kvalitu, forma je tímto odzkoušena a může být použita k sériové výrobě výlisků. Naskytne-li se nějaká závada, musí se odstranit (plast nezateče v celé formě, nekvalitní povrch výlisku atd.) Změní se podmínky vstřikování nebo i úprava formy. Problémy se zatíkááním materiálu by se daly řešit pomocnými softwary typu MOLDFLOW, MOLDEX 3D, které umí simulovat zatíkáání a chladnutí vstřikovaných plastů ve formě. Z finančních důvodů je firma nevlastní a zkoušky provádí zkušebními odstřiky.

V moderním světě je plast nezbytnou surovinou a výrobky z tohoto materiálu jsou všude kolem nás. Technologie vstřikování plastů má budoucnost v hromadné výrobě rozmanitých výrobků pro všechna průmyslová odvětví a každodenní potřebu každého z nás. Přínos výroby forem pro tuto technologii je tedy veliký. Ale je třeba myslet i na ekologii, které většina plastů moc neprospívá, a snažit se plastový odpad likvidovat podle zákona.

Tato navržená technologie je zaměřena na zvyklosti ve firmě VKV Horák. Provádí se za pomoci moderních systémů, strojů a nástrojů. V TPV chybí simulační program typu MOLDFLOW.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. VKV Horák s.r.o. [online]. c2009, [cit. 2010-03-1]. Dostupné z: <<http://www.hortech.cz/cz/index.php>>.
2. LENFELD, Petr. *Vstřikování plastů* [online]. c2008, [cit. 2010-03-9]. Dostupné z: <http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/04.htm>.
3. FÜRBACHER, Ivan. et al. *Lexikon technických materiálů*. 1. vyd. Praha : VERLAG DASHÖFER, 2002. 2250 s. ISBN 80-86229-02-5.
4. SCHMOLZ + BICKENBACH s.r.o. [online]. c2004-2010, [cit. 2010-03-9]. Dostupné z: <<http://www.schmolz-bickenbach.cz/pdf/la2343.pdf>>.
5. FABORY [online]. c2009, [cit. 2010-03-9]. Dostupné z: <<http://www.fabory.cz/pages/product.html?l=cs&product=07000060035>>.
6. JAN SVOBODA s.r.o. [online]. c20--, [cit. 2010-03-9]. Dostupné z: <<http://www.jansvoboda.cz/vyhazovace-s-valcovou-hlavou-kalene>>.
7. J.S.C. BRNO s.r.o. [online]. c2009, [cit. 2010-03-9]. Dostupné z: <<http://www.jsc-brno.cz/katalog/jsc-katalog-2009.pdf>>.
8. ŽÁK, Ladislav. *Vstříkovací formy* [online]. c2005, poslední revize 22.1.2010 [cit. 2010-03-9]. Dostupné z: <http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/cviceni_soubory/htn__tvareci_nastroje_vstrikovaci_formy__zak.pdf>.
9. HUMÁR, Anton. *Technologie I: Technologie obrábění – 3.část*. 1. vyd. Brno, 2005. Vysoké učení technické v Brně. 1. vyd. Brno, 2005. 57 s. Dostupné z: <<http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/ust/TI TO-3.část.pdf>>.
10. PTÁČEK, Luděk. et al. *Nauka o materiálu II*. 2. vyd. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2002. 392 s. ISBN 80-7204-248-3.
11. DMG [online]. c20--, [cit. 2010-03-17]. Dostupné z: <<http://www.gildemeister.com/en/milling,dmu>>.
12. ROSCAMAT [online]. c2003, [cit. 2010-03-18]. Dostupné z: <<http://www.tecnospiromt.com/PRODUCTES/default.cfm/F/71/FD/pneumatic-machines/SF/90/SFD/roscamat-200.htm>>.
13. TOS Olomouc s.r.o. [online]. c20--, [cit. 2010-03-18]. Dostupné z: <<http://www.tos-olomouc.cz/cz/fotogalerie/>>.
14. Jiří Kučera: *Brousicí stroje* [online]. c2009-2010, [cit. 2010-03-18]. Dostupné z: <<http://www.tos-olomouc.cz/cz/fotogalerie/>>.

15. *ZENIT, spol. s.r.o.* [online]. c20--, [cit. 2010-03-21]. Dostupné z: <<http://www.cnc-stroje.cz/hloubicky/ad3l>>.
16. *NOVAPAX s.r.o.* [online]. c20--, [cit. 2010-03-21]. Dostupné z: <<http://www.novapaxcz.eu/img/4.motory.pdf>>.
17. *WNT* [online]. c2010, [cit. 2010-04-13]. Dostupné z: <http://www.wnt.com/servis_ke_stazeni_CSY_HTML.htm>.
18. *NAREX Ždánice, spol. s.r.o.* [online]. c2006, [cit. 2010-04-14]. Dostupné z: <http://www.narexzd.cz/kat/selected_cn.php?IDL=0&KC=2210&SKUPINA=10&VYR=&SL=1>.
19. *NAREX Ždánice, spol. s.r.o.* [online]. c2006, [cit. 2010-04-14]. Dostupné z: <http://www.narexzd.cz/kat/selected_cn.php?SKUPINA=10&IDL=0&KC=4262&VYR=&SL=4#1>.
20. *JIMI-Brusivo s.r.o.* [online]. c2008, [cit. 2010-04-15]. Dostupné z: <<http://www.brusivojimi.com/brusne-kotouce-ploche/keramicke-kotouce-do-200mm/brousici-kotouce-ploche-175x20x20-a99b80l9v-tyrolit/>>.
21. KOČMAN, Karel; PROKOP, Jaroslav. *Technologie obrábění*. 2. vyd. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2005. 270 s. ISBN 80-214-3068-0.
22. *NOVAPAX s.r.o.* [online]. c20--, [cit. 2010-04-17]. Dostupné z: <<http://www.novapaxcz.eu/img/6.lesteni.pdf>>.
23. *NOVAPAX s.r.o.* [online]. c20--, [cit. 2010-04-17]. Dostupné z: <<http://www.novapaxcz.eu/?idk=4&id=33>>.
24. *NOVAPAX s.r.o.* [online]. c20--, [cit. 2010-04-17]. Dostupné z: <<http://www.novapaxcz.eu/?idk=4&id=30>>.
25. *ANC FOD, s.r.o.* [online]. c2006, [cit. 2010-04-17]. Dostupné z: <http://www.ancfod.cz/images/houghton/HOCUT_795B-PDS-CZ.pdf>.
26. *TOTAL* [online]. c2009, [cit. 2010-04-17]. Dostupné z: <<http://www.oleje-total.cz/oleje-pro-obrabeni/oleje-pro-elektrojiskrove-obrabeni/diel-ms-5000-208l>>.
27. *Ekolube s.r.o.* [online]. c2005-2009, [cit. 2010-04-17]. Dostupné z: <http://www.oleje.cz/eshop/show_prod.php?id=285>.
28. *MITUTOYO Česko s.r.o.* [online]. c2003-2009, [cit. 2010-04-17]. Dostupné z: <<http://www.mitutoyo-czech.cz/pdf/katalog/cz/002-313.pdf>>.
29. *Micovský TOOLS s.r.o.* [online]. c20--, [cit. 2010-04-17]. Dostupné z: <<http://www.nastroje.cz/meridla/zavitove-kalibry-m-metricke-trny-i-krouzky/zavitove-trny-m-oboustranne-254020>>.

30. *Micovský TOOLS s.r.o.* [online]. c20--, [cit. 2010-04-17]. Dostupné z: <<http://www.nastroje.cz/meridla/zavitove-kalibry-g-trubkove-trny-i-krouzky/zavitove-trny-g-254050>>.
31. *TKC Kunststoffe* [online]. c20--, [cit. 2010-04-21]. Dostupné z: <http://www.tkc-kunststoffe.homepage.t-online.de/html/pa_6.html>.
32. *KAJMAN K* [online]. c2006, [cit. 2010-04-21]. Dostupné z: <<http://kajmank.cz/polyamid-pa-6-vlastnosti/>>.
33. *FABORY* [online]. c2009, [cit. 2010-04-21]. Dostupné z: <<http://www.fabory.cz/pages/product.html?l=cs&product=07000040012>>.
34. *Babyplast* [online]. c2010, [cit. 2010-04-21]. Dostupné z: <http://www.babyplast.com/httpweb/catalogo/index.php?view=prodotti&cod_categoria=A&lengthcat=2>.
35. *A.S.A., spol. s.r.o.* [online]. c2009, [cit. 2010-04-21]. Dostupné z: <<http://www.asa-group.com/cs/Ceska-republika.asa>>.
36. *DMG* [online]. c20--, [cit. 2010-04-22]. Dostupné z: <[http://www.gildemeister.com/query/internet/v3/pdl.nsf/0770b690aef2c1cfc125717e00302696/\\$file/pm0uk09_dmu5070.pdf](http://www.gildemeister.com/query/internet/v3/pdl.nsf/0770b690aef2c1cfc125717e00302696/$file/pm0uk09_dmu5070.pdf)>.
37. *Babyplast* [online]. c2010, [cit. 2010-04-27]. Dostupné z: <http://www.babyplast.com/httpweb/catalogo/index.php?view=prodotti&cod_categoria=AA>.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
VKV	-	výroba, konstrukce, vývoj
TPV	-	technická příprava výroby
CNC	-	computer numeric kontrol počítačem řízený stroj
CAD	-	computer aided design automatizované projektování
HRC	-	tvrdost podle Rockwella
ČSN	-	České technické normy
IT	-	stupeň přesnosti
Ra	[μm]	průměrná aritmetická úchylka profilu
M6-6H	[mm]	označení pro metrický závit s přesností
G1/8	[mm]	označení pro trubkový závit
VBD	-	výměnná břitová destička
HCN	-	řezný materiál povlakovaný nitridem titanu
Ti-1000	-	jednovrstvý povlak
HSS	-	high speed steel rychlořezná ocel
TiN	-	povlak nitridu titanu
Al ₂ O ₃	-	oxid hlinitý
PA 6	-	polyamid
Ø	[mm]	průměr

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Technické data DMU 50³⁶
Příloha 2 Technické parametry Elektroerozivní hloubičky Sodick AD 3L¹⁵
Příloha 3 Vlastnosti emulsního oleje HOCUT 795B²⁵
Příloha 4 Vlastnosti oleje na elektroerozivní obrábění DIEL MS 5000²⁶
Příloha 5 Technická data Babyplast 6/10P³⁷

Příloha 1

Technické data DMU 50³⁶

Machine Type		DMU 50	DMU 70
Travel X/Y/Z	mm	500/450/400	750/600/520
Main drive (standard version)			
Speed range	rpm	20–10,000	20–10,000
Drive power (100/40% DC)	kW	9/13	9/13
Torque (40% DC)	Nm	83	83
Main drive (optional)			
Speed range	rpm	20–14,000	20–14,000
Drive power (100/40% DC)	kW	14/18.9	14/18.9
Torque (40% DC)	Nm	100	100
Main drive (optional)			
Speed range	rpm	20–18,000	20–18,000
Drive power (100/40% DC)	kW	25/35	25/35
Torque (40% DC)	Nm	130	130
Feed			
Rapid traverse X/Y/Z	m/min	24	24
Maximum feed power X/Y/Z	kN	4.8	6/6/3
Fixed table			
Clamping surface	mm	700 x 500	1,000 x 620
Maximum load	kg	500	800
Integrated swivel rotary table*			
Clamping surface	mm	ø 630 x 500	ø 800 x 620
Maximum load	kg	200	350
Swivel range	Degrees	-5/+110	-30/+95
Tool changer option – pick up			
Pockets	Number / kg	16/6	16/6
Maximum tool length	mm	300	300
Maximum tool diameter	mm	80/130	80/130
Tool changer optional chain with a double gripper			
Pockets	Number / kg	30/6	30/6
Maximum tool length	mm	300	300
Maximum tool diameter	mm	130/80	130/80
Pockets	Number / kg	60/6	60/6
Maximum tool length	mm	300	300
Maximum tool diameter	mm	130/80	130/80
Machine weight / Connected load			
Weight	kg	4,480	6,600
Power	kW	21	25
Maximum rated current	A	31	37

Příloha 2 (1/2)

Technické parametry Elektroerozivní hloubičky Sodick AD 3L¹⁵

Úsporná lineární EDM hloubička

EDM hloubička využívající lineární technologii AD3L vytvořila v kategorii základních strojů nový standard.

Ultra rychlé lineární pohony nalevo a napravo od osy Z dosahují rychlosti posuvu 36 m/min a jsou naprosto vyvážené, což umožňuje přesný, tření prostý a rychlý pohyb hlavy stroje. Integrovaný chladicí systém dále zlepšuje tepelnou stabilitu a přesnost.

Technická specifikace

Pojezd osy X / Y / Z (mm)	300 x 250 x 250
Rozměry pracovního stolu (mm)	600 x 400
Rozměry pracovní vany (mm)	925 x 555 x 300
Hladina dielektrika (min - max; mm)	100 to 250
Max. váha obrobku (kg)	550
Max. váha elektrody (kg)	50
Vzdálenost od podlahy po vrchní hranu stolu (mm)	810
Rozměry nástroje pro stroj (Š x H x V) Včetně zdroje a dielektrického rezervoáru	1,870 x 1,955 x 2,315
AJC rychlost	X, Y axis max 5 m/min;
Max. rychlost osy Z (m/min.)	36
Váha stroje (kg)	3,200
Tlak vzduchu	(Automatic Clamping chuck 0.65 MPa)
Průtok vzduchu	100 NL/min

Příloha 2 (2/2)

Rezervoár na dielektrikum

Vnější rozměry (Š x H x V, mm)	800 x 1,705 x 2,125
Hmotnost (bez náplní, kg)	840
Dielektrická kapalina	Oil
Objem (l)	400
Filtrační metoda	Replaceable paper filter (MF-240)

Standardní vybavení AD3L:

- Lineární stupnice (osy X / Y / Z)
- Chladicí jednotka lineárních pohonů
- Dielektrická kapalinová chladicí jednotka
- Obvod SVC
- SEC-10 (jednotka osy C)
- Člunek ATC
- Upínací pouzdro
- RS232C + LAN

Příloha 3

Vlastnosti emulsního oleje HOCUT 795B²⁵



Fluid Technology & Service Worldwide
HOUGHTON

TECHNICKÉ INFORMACE

HOCUT 795B

Emulsní olej

bezchlorový, s vysokými mazacími účinky s ultra dlouhou životností

POPIS

Tento emulsní olej je vytvořen na základě nejnovějších poznatků fy.Houghton. Jedná se o mléčnou emulsi s velmi nízkým sklonem k pěnivosti a s vysoce výkonnými mazacími bezchlorovými aditivy. Tato výjimečná formulace zajišťuje vynikající kvalitu obráběné plochy a zajišťuje vysokou trvanlivost nástrojů. Zároveň tato formulace zajišťuje nadstandardní životnost emulze v systému.

HOCUT 795B je velmi bezpečným produktem pro používání, neobsahuje totiž žádná aditiva na bázi chloru ani biocidy. Dle evropské legislativy není třeba označovat tento produkt výstražnými značeními.

POUŽITÍ

Vynikající vlastnosti produktu ho předurčují k obrábění hliníku, slitin hliníku (i pro letecký, automobilový průmysl,) a pro vysoce jakostní legované oceli. Kapalina je předurčena pro aplikaci v systémech s vysokotlaké systémy chlazení v moderních CNC automatech.

HOCUT 795B zajistí ultra dlouhou životnost bez nutnosti přidávání biocidů. S výhodou se používá pro centrální systémy. Nezanedbává žádné stopy na hliníku!

DOPORUČENÁ KONCENTRACE

Běžné materiály 4-5%
vysocepevnostní mat. 5-10%

VÝHODY

- vysoké mazací schopnosti emulze
- bezchlorové
- bez Biocidů
- nízká pěnivost
- nevytváří usazeniny
- extra životnost
- korozní ochrana v tvrdé vodě
- bez výstražných značení
- nejsou stopy na hliníku
- ochrana nástroje

SKLADOVÁNÍ

V suchém uzavřeném skladu, chráněn proti mrazu.

Doporučená teplota skladování 5-35°C.

Skladovací doba cca 6 měsíců.

DATA (koncentrát)

vzhled	kalný hnědý
Hustota při 15°C:	0,94 g/ml
refrakt.faktor	1,00

DATA (5% emulze)

vzhled	transparentní emulze
pH	8,7-9,2

Příloha 4

Vlastnosti oleje na elektroerozivní obrábění DIEL MS 5000²⁶

Kapalina s širokým rozsahem použití pro různé nároky obrábění od hrubování přes jemné opracování až po konečnou super jemnou povrchovou úpravu materiálů v případech, kdy jsou formy složité a jsou požadovány velice přesné rozměry a tolerance

Typ oleje (maziva)	olej pro elektrojiskrové obrábění
viskozita při 40°C (mm ² /s)	3,9
bod vzplanutí (°C)	>130
BARVA	bledě žlutá
POZNÁMKA	Ize použít pro všechny typy elektrojiskrových strojů
Přepravní váha:	200 kg

VÝHODY

- DIEL MS 5000 je velmi tekutý petrolejový produkt, jehož výrazně úzký destilační řez je obzvláště vhodný pro elektrojiskrové operace.
- Velmi nízká těkavost.
- Vysoký bod vzplanutí.
- Výborná odolnost vůči oxidaci.
- Nepřítomnost toxických látek.

Příloha 5 (1/3)

Technická data Babyplast 6/10P³⁷

- **Babyplast - the smallest injection moulding machine**



Babyplast 6/10P

- Rear lit LCD.
- User friendly multi function key pad.
- Possibility to store 100 tool settings.
- Injection and clamp position controlled by transducers.
- Proportional hydraulics.
- Motor speed controlled by inverter.
- Euromap 67 (optional).



Small is better

- Reduced costs for mould construction because the platens and tiebars act as bolsters.
- Low running costs - Max. power consumption 3Kw - cooling approx. 120 l/h.
- Possibility for off centre injection - 5 piston sizes 3 to 15 cc with pressures from 2650 to 815 bar.
- PID temperature control including extra zone for mould or 230V hotrunner.
- Hydraulic movements - silenced motor-pump assembly.
- Output for auxiliaries.
- Cooling circuit (6 zones).
- Quality kontrol.
- Temperature tolerance band.
- Hydraulic ejector with sensor to detect ejector return.
- Output for air blow or core pull.

Příloha 5 (2/3)

•Technical characteristics

Fully hydraulic movements.

All the movements of the machine are controlled by a high performance motor-pump assembly situated in an easy to access oil tank.

Special machine platens.

The original concept of the platens and tie bars, means only the cavity plate has to be made, thus reducing the construction and cost of the moulds.

Movements

The machine is controlled by two micro-processors, which control all movements, times and temperatures during each production cycle.

Proportional hydraulics

Thanks to the proportional hydraulics, the hydraulic pressures are controlled and saved by the machine.

Maximum safety.

CE certificate.

Mould safety.

Clamp closes in low pressure.

Display - LCD.

Cooling circuit.

The flow of cooling fluid, to the various zones, including the mould, is controlled by a 4 zone manifold.

Mould heating or hotrunner.

The machine has a spare 230 Volt heater zone for the mould or hotrunner. for the mould heating it is possible to insert cartridge heaters in the mould and control them in % or in °C (using a thermocouple), or else it is possible to use a 230V nozzle or hotrunner with temperature controlled by the machine

Off centre injection.

The injection unit has two injection positions. One in the centre and one 25mm off centre. For a single cavity, when it is not possible to inject in the centre (esthetic reasons), it is possible to position the cavity in the centre of the mould and inject from the side.

Příloha 5 (3/3)

• Technical data

CHARACTERISTICS	Unit.	DATA				
PISTON DIAMETER	mm	10	12	14	16	18
VOLUME	cm ³	4	6,5	9	12	15
INJECTION PRESSURE	bar	2650	1830	1340	1030	815
CLAMPING FORCE	KN			62,5		
OPENING FORCE	KN			4		
OPENING STROKE	mm			30 - 110		
EJECTOR FORCE	KN			7,5		
EJECTOR STROKE	mm			45		
HYDRAULIC PRESSURE	bar			130		
OIL TANK CAPACITY	l			16		
DRY CYCLE	sec.			2,4		
POWER CONSUMPTION	KW			3		
WEIGHT	Kg			150		
NOISE LEVEL	db			<70		

POWER SUPPLY: 3 phase -400V 50/60 Hz + Neutral + earth

3 phase -230V 50/60 Hz + earth

1 phase -230V 50/60Hz + earth