



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

HODNOCENÍ VÝROBY SOUČÁSTI MODERNIZACE UPÍNACÍHO PŘÍPRAVKU PRO VELKOSÉRIOVOU VÝROBU

REVIEW OF COMPONENT MANUFACTURING, MODERNIZATION OF
FIXTURE FOR MASS PRODUCTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Maroš HLUCHÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Martin SLANÝ

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství
Ústav strojírenské technologie
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Maroš Hluchý

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

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

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:

Hodnocení výroby součásti a modernizace upínacího přípravku pro velkosériovou výrobu

v anglickém jazyce:

Review of component manufacturing, modernization of fixture for mass production

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce je zaměřena na problematiku optimalizace výrobního procesu z hlediska úspor mezioperačních času v rámci firmy, zabývající se velkosériovou výrobou. Autor v rámci práce měl popsat současný stav, popsat nedostatky a problémy, ke kterým může během procesu výroby zvoleného dílu docházet a navrhnout vhodnější řešení. Návrh by měl zahrnovat i hodnocení ekonomického hlediska a návratnost zvoleného řešení.

Cíle bakalářské práce:

Výsledky práce by měly být využitelné jako podklad pro optimalizaci výrobního procesu v rámci uvažované firmy. Výsledky práce by pak mohl být návrh vlastního přípravku, který by vedl ke zkrácení mezioperačních času. V závěru by měl autor uvádět srovnání zvolených alternativních návrhů a celkový ekonomický a technologický dopad návrhů na vybranou zakázku.

Seznam odborné literatury:

SHIGLEY, Joseph E. MISCHKE, Charles R. ; BUDYNAS, Richard G. . Konstruování strojních součástí. vyd.1. Brno: VUTIUM , 2010. 1186 s. ISBN 978-80-214-2629-0.

ŠTULPA, Miroslav. CNC obráběcí stroje. 2. dotisk 1. vydání. Praha: BEN - technická literatura, 2008. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.

FOREJT, Milan, PÍŠKA, Miroslav . Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vydání Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

ČERMÁK, Jaromír. Soudobé otěruvzdorné povlaky a jejich vliv na efektivní využití řezných nástrojů ze slinutých karbidů. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2009. ISBN 978-80-214-3901-6

Vedúci bakalářské práce: Ing. Martin Slaný

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013

V Brně, dne 3.12.2012

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Táto bakalárska práca sa zaoberá konštrukčným riešením upínacieho prípravku. Prvá časť je venovaná rozdeleniu upínacích systémov, opisu obrábacieho centra HAAS a stručnej charakteristike súčasného prípravku. Druhá časť je venovaná návrhu a modelovaniu prípravku a porovnaniu cien medzi súčasným a novým upínacím prípravkom.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Upínacie systémy, obrábacie centrum HAAS, použité nástroje, elektropermanentná magnetická doska, nový upínací prípravok.

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with construction of clamping fixture. The first part describes distribution of various types of clamping systems, HAAS machining center and a brief characterization of the current fixture. The second part deals with design and modeling of fixture and also price comparison between current fixture and the new fixture designed in this thesis

KEY WORDS

Clamping systems, machinig center HAAS, used tools, electro permanent magnetic system,new clamping fixture.

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

HLUCHÝ, Maroš. *Hodnocení výroby součásti a modernizace upínacího přípravku pro velkosériovou výrobu*. Brno 2013. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 41 s. příloh. Ing Martin Slaný.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému „Hodnotenie výroby súčiastky a modernizácia upínacieho prípravku pre veľkosériovú výrobu“ vypracoval samostatne s použitím odbornej literatúry a prameňov, uvedených na zozname, ktorý tvorí prílohu tejto práce.

Dátum

Maroš Hluchý

POĎAKOVANIE

Týmto by som chcel poďakovať pánovi Ing. Martinovi Slanému za odborné vedenie a cenné rady, ktorými prispel k vypracovaniu tejto bakalárskej práce. Ďalej by som chcel poďakovať firme PSD s.r.o. ,ktorá mi vytvorila dostatočné podmienky pre vypracovanie práce

Obsah

ABSTRAKT	5
PREHLÁSENIE.....	7
POĎAKOVANIE	8
ÚVOD.....	11
1 VYMEDZENIE PROBLÉMU A CIEĽ PRÁCE	12
2 PREHĽAD ZÁKLADNÝCH UPÍNACÍCH SYSTÉMOV	13
2.1 Mechanické upínanie	13
2.2 Hydraulické upínanie	14
2.3 Pneumatické upínanie	15
2.4 Modulárne prípravky	15
2.5 Magnetické upínanie.....	17
3 OBRÁBACIE CENTRUM HAAS	18
4 DRUH POUŽITEJ ELEKTROPERMANENTNEJ MAGNETICKEJ DOSKY SUPER- QUAD PRE KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIE PRÍPRAVKU.....	20
5 PREHĽAD POUŽITÝCH NÁSTROJOV A ZÁKLADNE VÝPOČTY PRI OBRÁBANÍ KUSOV	22
5.1 Čelná stopková fréza.....	22
5.2 Stopková fréza- monolit.....	25
5.3 Zrážáč hrán	26
6 PREHĽAD SÚČASNÉHO STAVU	28
6.1 Výsledný produkt, postup výroby, tolerancia polotovaru.....	28
6.2 Stručný popis strojárenského zveráku	30
6.3 Popis súčasného stavu.....	31
7 NÁVRH A KONŠTRUKCIA NOVÉHO UPÍNACIEHO PRÍPRAVKU	32
7.1 Konštrukčné riešenie.....	32
7.1.1 upevňovacie skrutky	33
7.1.2 Vodiaca tyčka s posuvným klinom	33
7.1.3 Úchytné vedenie pre vodiacu tyčku.....	33
7.1.4 Ťažná pružina.....	33
7.1.5 Upínacia doska s výsuvným dorazom	34
8 PREDPOKLADANÁ CENA NOVÉHO PRÍPRAVKU A POROVNANIE ČASOV UPÍNACÍCH SYSTÉMOV	35
8.1 Odhad ceny materiálu	36
8.2 Odhad výrobných nákladov	36

8.3 Investičná návratnosť	36
8.4 Ročná investičná návratnosť	36
ZÁVER	37
ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	38

ÚVOD

Spoločnosť PSD (Považské strojárské družstvo) bola založená 18.6.1998 a už od svojho počiatku sa zameriavala výhradne na montáže strojárenského charakteru. Boli to a dodnes sú to predovšetkým kovoobrábacie a zámočnícke práce, ako je výroba a predaj sejačiek, protihlukových a antikorových dverí. Hlavnou špecializáciou je zváranie pomocou metódy MIG/MAG.

Spoločnosť sa zaoberá i výrobnými činnosťami na zákazku. V prevažnej miere sa orientuje na domáci trh, ale v minulosti spolupracovala i s krajinami ako je napr: Bulharsko či Taliansko.

Od roku 2012 úzko spolupracuje s jednou s najväčších firiem na Slovensku-VÁHOSTAV, ktorá sa vďaka dosiahnutým výsledkom zaraďuje medzi tri najvýznamnejšie stavebné spoločnosti na Slovenskom trhu. Sústreďuje sa hlavne na budovanie ciest, mostov, tunelov, dopravnú infraštruktúru diaľnic a železničných koridorov. Výrobná činnosť spoločnosti PSD je v tomto období sústredená na veľkovýrobu tiahiel a zámkov na zvodidlá pre Váhostav, kde dôležitú úlohu pri ich výrobe zohráva výrobný čas polotovarov na obrábacom centre HAAS. O tom, že je s prácou spoločnosti PSD spokojná svedčí i fakt, že v tomto roku uzatvorili kontrakt na najbližšie tri roky.

1 VYMEDZENIE PROBLÉMU A CIEĽ PRÁCE

Cieľom tejto bakalárskej práce je návrh nového upínacieho systému pre veľkovýrobu zámkov na betónové zvodidlá firmy Doprastav a.s. Potom, čo bola možnosť zoznámenia sa s charakterom súčasnej výroby spoločnosti PSD s.r.o počas polročnej stáže, je cieľom tejto práce, čo možno najlepšie navrhnuť konštrukčné riešenie upínacieho systému a zvýšenie úspor času pri upnutí väčšieho množstva obrobkov, čím sa zvýši efektivita a produktivitu práce a hlavne sa ušetrí čas medzi jednotlivými upnutiami. V neposlednom rade sa dosiahne ešte lepšia cenová dostupnosť výrobkov a tým i väčšiu konkurencieschopnosť na trhu.

Na základe zadania bude realizovaný najskôr, teoretický rozbor problematiky formou rešerše z dostupných informácií a zhrnú sa najdôležitejšie informácie týkajúce sa tejto témy. Následne bude popísaný návrh konštrukčného riešenia upínacieho systému, ktorý by uľahčoval výrobu zámkov a formou výkresovej dokumentácie a 3D modelu bude priblížené riešenie tejto bakalárskej práce. V záverečnej správe sa zhrnie celkový prínos upínacieho systému pre firmu, ako aj výhody a nevýhody, pravdepodobná investičná návratnosť a celková cena prípravku.

2 PREHĽAD ZÁKLADNÝCH UPÍNACÍCH SYSTÉMOV

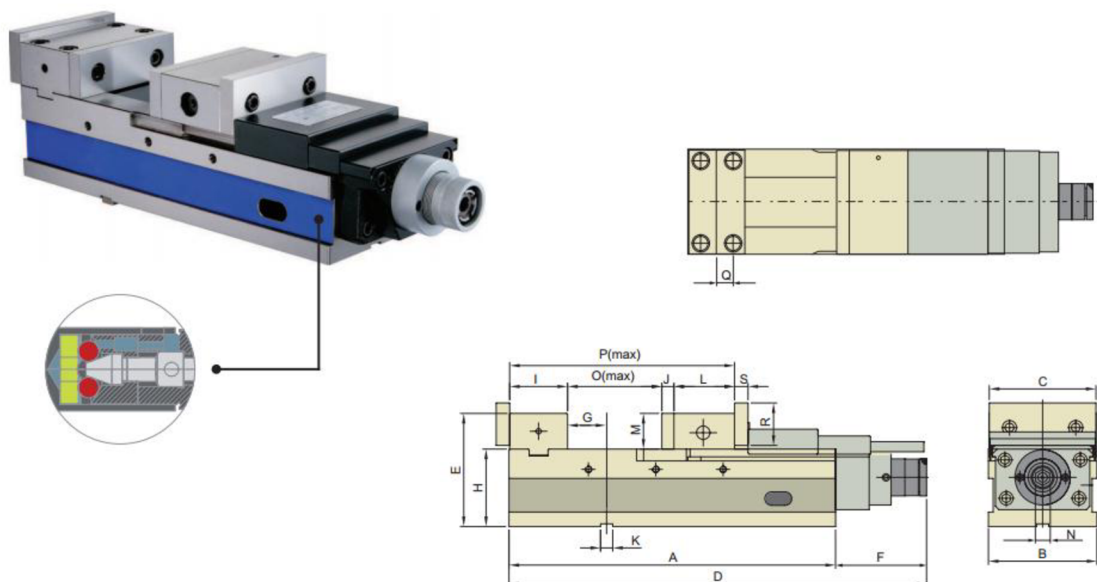
2.1 Mechanické upínanie

Mechanické systém je tvorený upínacími prvkami, ktoré slúžia k vyrovnaniu, polohovaniu a upínaniu najrôznejších obrobkov na pracovnom stole. Sú zhotovené z kvalitného a tepelne spracovaného materiálu. Do skupiny najčastejšie používaných mechanických systémov patria skrutky, matice, klinové mechanizmy, excentre, vačky, rozpínacie trne, klištínové trne, dutiny, pákové mechanizmy, valčekové upínanie atď.

Pomocou upínacích skrutiek, úpiniek a upínacích podložiek sa obrobky upínajú na stôl. Upínacia skrutka s úpinkou musia byť čo najbližšie k obrobku, aby sa dosiahla čo najväčšia pridržiavacia sila. Výška upínacej matice je približne 1,5 krát väčšia ako priemer závit. Pri nerovnobežnej ploche obrobku s úpinkou sa používa výškovo nastaviteľná stupňovitá podložka, aby sa dosiahlo čo najlepšej rovnobežnosti. Pri projektovaní prípravku je potrebné usporiadať upínanie tak, aby pri obrábaní nedošlo k narušeniu, alebo uvoľneniu súčiastky pri pôsobení sil.[1]

Základom pákového mechanizmu je doska pripevnená skrutkami na stôl, na ktorej je pevne priskrutkovaná páka s malým zdvihom. Systém umožňuje v prípravkoch meniť smer a veľkosť upínacej sily vzhľadom na vyvodzovaciu silu. Výhodou pákových mechanizmov je rýchle upnutie a uvoľnenie obrobku, samosvornosť v upnutom stave a malá ovládacia sila.[1]

Strojné zveráky sú určené k upínaniu malých a stredných súčasti, vhodné pre kusovú, alebo malosériovú výrobu. Upínanie môže byť mechanické, alebo hydraulické. Pri mechanickom používaní je kľukou vyvedená upínacia sila pomocou mechanickej skrutky. Pri hydraulickom používaní po dosiahnutí maximálnej upínacej sily začne preklzovať momentová západková spojka. Závitové vreteno sa prestane otáčať a piest sa začne zasúvať do priestoru hydraulického posilňovača, kde jeho tlačaná tyč vyvinie veľkú upínaciu silu.[1]



Obr. 1 MC Mechanický zverák AVQ - 100, 125, 160, 200 G/HV. [2]

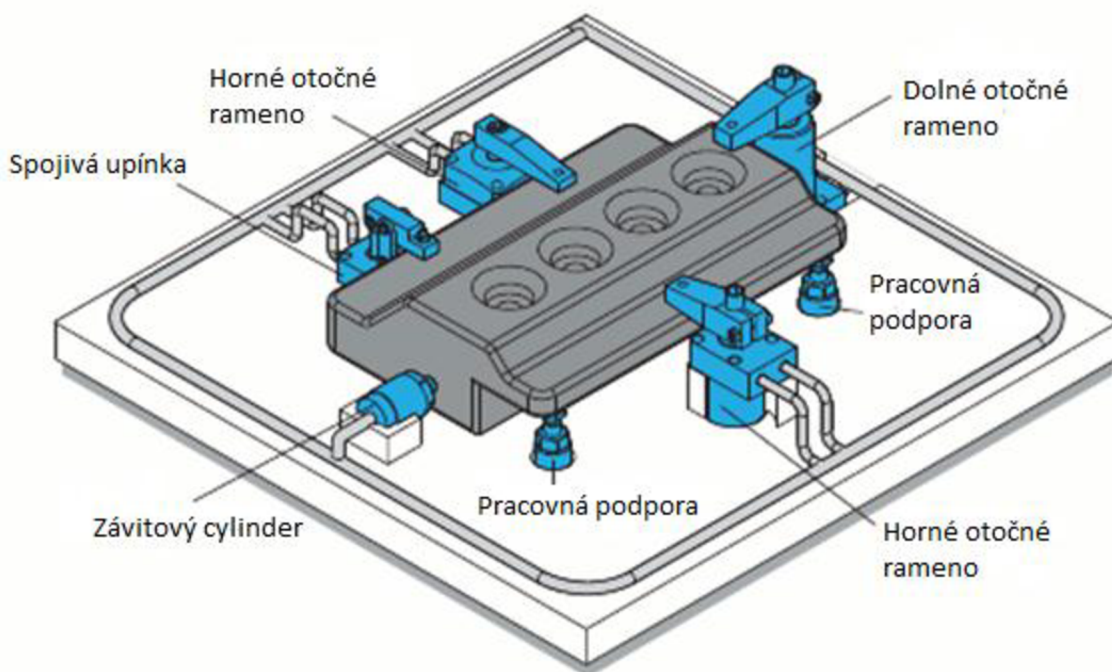
2.2 Hydraulické upínanie

Základom hydraulického upínania je tlaková kvapalina, riadiaci ventil a upínacie hydraulické valce. K stlačeniu hydraulickéj kvapaliny sa využíva ručná pumpa, pneumaticko – hydraulický prevodník alebo čerpadlo s elektrickým pohonom.[1]

Ľubovoľným počtom upínačov je možné upínať viac kusov súčasne, čím sa odstraňuje zdĺhavé mechanické upínanie, ktoré často vyžaduje viac času než vlastné obrábanie.[3] Ustavenie a upnutie obrobku trvá len niekoľko sekúnd a tým sa znižujú výrazne vedľajšie časy. Pri ručnom upínaní skrutkami, alebo úpinkami nie je známa upínacia sila ktorou je obrobok pridržiavaný, čo u hydraulického systému sa dá vopred nastaviť a prednastaviť napríklad pri veľkosériovej výrobe. Upínacia sila je kontrolovateľná v okruhu použiteľných upínačov pri každom upnutí, čo zaručuje že, tlak pri obrábaní je všade nepretržitý a rovnaký. U hydraulických systémov dochádza k vyrovnaniu vibrácií a nárazov spôsobenými vonkajšími vplyvmi. Spôsobené chvenie pri obrábaní je tlmené kvapalinou, ktorá sa nachádza vo vnútri upínača. [3]

Používajú sa pri upnutí obrobkov a nástrojov. Na CNC sústruhoch sú to hydraulické sklíčidla, alebo valce, ktoré sa upínajú do revolverových hlavy. U CNC frézokach je hydraulika využívaná u vretena stroju, prepojená s hydraulickým systémom, kde sa do vretena vkladá nástroj. Vreteno slúži len ako upínacia dutina doplnená o automatickú výmenu nástrojov, čo spôsobuje vyššiu efektivitu výroby.

Väčšina obrábacích centier je vybavená tlakovým hydraulickým agregátom, poháňaným elektromotorom. Skladá sa z čerpadla, elektromotoru, zásobníku oleja, tlakového obmedzovacieho ventilu, tlakového spínača, cestného ventilu a manometru.



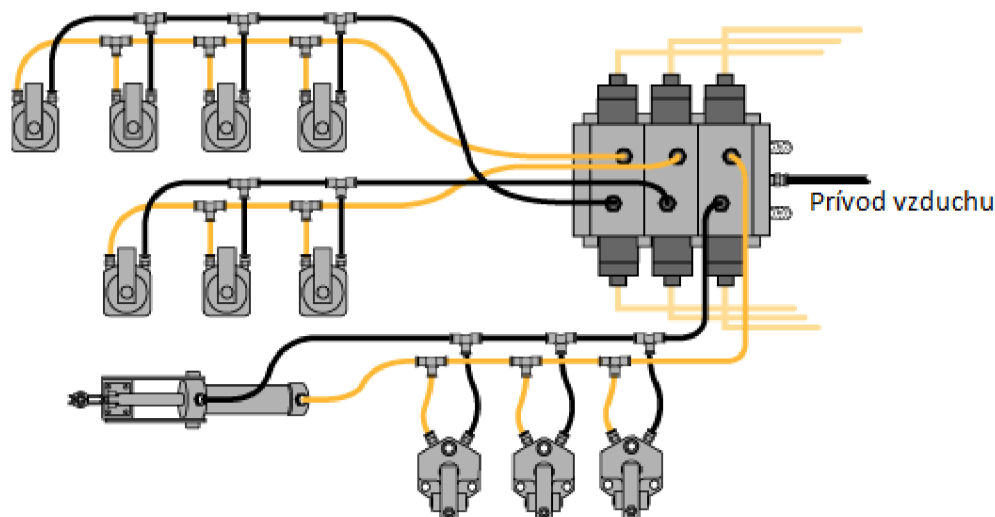
Obr. 2 Hydraulický upínací systém. [4]

2.3 Pneumatické upínanie

Vhodné pre sériovú výrobu a pre používanie v priestoroch s nebezpečím výbuchu, keďže nie sú zdrojom elektrických výbojov.

Pri kombinácii s hydraulickým prevodníkom tlaku je možné previesť tlak vzduchu na tlak oleja (1 MPa = 10 bar) a zostaviť rýchly upínací systém s veľkou upínacou silou. Pneumatické upínače sú ideálnym riešením pre rýchle zatváracie a otváracie pohyby upínacích prvkov. Zvyčajne sa využívajú pri malých a stredných obrobkoch, ktorých cyklus obrábania nie je príliš dlhý. Sú tiež ideálne v situáciách, v ktorých sa často menia rozmery obrobkov a tým pádom je potrebné robiť zmeny v nastaveniach. Veľkosť tlaku zvierky môže byť riadený regulátorom tlaku vzduchu. [1,5]

Výhodou pneumatických upínacích systémov je, že eliminujú možnosť kontaminácie okolo svoriek, kvôli možnému úniku oleja, ako to môže nastať napríklad v hydraulickom systéme. Tak ako u hydraulického, tak aj u tohto systému je možné upínať viac kusov súčasne, čím sa odstráni zdĺhavé mechanické upínanie a ušetrí sa veľa času. Stlačený vzduch potrebný pre funkciu pneumatického upínacieho systému je zabezpečený v obrábacích centrách kompresorom.



Obr. 3 Pneumatický upínací systém. [6]

2.4 Modulárne prípravky

Modulárne upínanie je systém výmenných komponentov. Sú navrhnuté tak, aby zaručili správne držanie obrobku pri obrábaní horizontálnych, alebo vertikálnych obrábacích centrách. Prípravky sú vhodné pri prácach, ktoré sa neopakujú v pravidelných intervaloch, čím sa dosiahne rýchle nastavenie v krátkej dobe výrobnéj série. Poskytujú alternatívu k špecializovanému upínaniu príslušenstva, ktoré sú nákladné, zaberajú veľa úložného priestoru a často vyžadujú týždne návrhov a výroby. Na rozdiel od špecializovaného upínania sa môžu modulárne prípravky rozobrať na jednotlivé zložky v závere práce a znovu poskladať s úplne inou konfiguráciou pre ďalšiu určenú výrobu. [7,8]

Sú tiež ideálnym riešením pri výrobe prototypových kusov, pretože prototypy sú často zmenené, alebo prepracované a náklady na vybudovaní trvalého zariadenia pre každú novú

variáciu by bolo finančne veľmi náročné. Prípravky môžu byť využívané s inými modulárnymi zariadeniami . [9]

Podľa spôsobu montáže sa delia na drážkové a šróbovacie systémy. U drážkových systémov je prvok spojený, alebo kotvený pomocou T skrutiek a matic a u šróbovacích, je prvok spojený pomocou jednoduchých skrutiek, alebo lícovanými šróbmi.[1]

Komponenty drážkového systému:

- upínací svorka, lišta
- distančný stĺpik
- upínka
- upínací stĺpik, uholník
- základná upínacia paleta

Komponenty šróbovacieho systému:

- upínka
- základná upínacia doska
- stavebnicový prvok
- polohovací prvok
- základňa pre stĺpiky
- jednotlivé stĺpiky



Obr. 4 Modulárny prípravok. [10]

2.5 Magnetické upínanie

Na magnetické upínače je možné upínať feromagnetické obrobky. Majú výhodu v jednoduchosti, časovej nenáročnosti a možnosti upnutia viac obrobkov. Vďaka týmto vlastnostiam dochádza ku zvýšeniu produktivity práce. Magnetické upínanie môžeme rozdeliť do troch skupín, ktoré sa používajú v praxi a to na elektromagnetický upínač, magnetický upínač s permanentnými magnetmi, elektropermanentný upínač.[11]

Elektromagnetický upínač využíva cievky napájané jednosmerným prúdom. Je závislý na vonkajšom zdroji energie. Akonáhle dôjde k odpojeniu zdroju energie, magnetické pole rýchlo zaniká a dochádza k poklesu magnetickej sily. [11]

Magnetické upínač s permanentnými magnetmi využívajú pre vznik prídržnej sily permanentné magnety z rôznych materiálov. Nie sú závislé na zdroji elektrickej energie a z tohto hľadiska je upínací systém bezpečnejší ako elektromagnetický. Ovládanie je ručné, pomocou páky, vďaka čomu je systém jednoduchý na ovládanie.[11]

Elektropermanentný upínač je najdokonalejší upínač spomedzi už spomínaných systémov. Potrebuje krátky impulz energie elektromagnetického pola, rádovo v milisekundách, k aktivácii magnetického materiálu. Vďaka týmto krátkym impulzom sa systém nezahrieva. Vo funkčnom stave zostáva chladný, čím je zaručená jeho maximálna rozmerová stabilita. Veľkou výhodou systému je nízka spotreba energie, bezpečnosť upnutia, žiadne teplotné výkyvy, vysoká upínacia sila, flexibilita, demagnetizácia, čo znamená ľahké vybratie obrobku z upínacej dosky, kde nepretrváva tzv. zbytkový magnetizmus.[11]



Obr. 5 Magnetický upínač obdĺžnikový a kruhový. [12]

3 OBRÁBACIE CENTRUM HAAS



Obr. 6 HAAS VF -3. [13]

Technické parametre stroja HAAS VF – 3 [14]

1 Rozsah pojazdov stroja

Osa X	[mm]	1 016
Osa Y	[mm]	508
Osa Z	[mm]	635
Vzdialenosť od čela vretena ku stolu (min)	[mm]	102
Vzdialenosť od čela vretena ku stolu (max)	[mm]	737

2 Rozmery stolu

Dĺžka	[mm]	1 219
Šírka	[mm]	457
Šírka T – drážiek	[mm]	16
Vzdialenosť T – drážiek	[mm]	80
Počet štandardných T- drážiek	[mm]	5
Max. zaťaženie stolu (rovnomerne rozložené)	[kg]	1 588

3 Vretno

Max. výkon	[kW]	22,4
Max. rýchlosť	[rpm]	8100
Max. krútiaci moment	[Nm]	122
Hnací systém	Inline Direct - Drive	
Max. krútiaci moment s voliteľnou prevodovkou	[Nm]	339
Kužel	CT alebo BT 40	
Mazanie ložísk	Vzdušné / Olejové mazanie	

4 Rýchlosť posuvu stolu

Rýchloposuv X	[m.min ⁻¹]	25.4
Rýchloposuv Y	[m.min ⁻¹]	25.4
Rýchloposuv Z	[m.min ⁻¹]	25.4
Max. pracovný posuv	[m.min ⁻¹]	16.5

6 Zásobník nástrojov

Typ	Carosuel (SMTC Voliteľný)	
Kapacita		20
Max. prumer nástroja (plný)	[mm]	89
Max. hodnota nástroja	[kg]	5,4
Čas výmeny nástroja	[sec]	4,2

7 Všeobecné

Požadovaný prívod vzduchu	[L/min, bar]	113 / 6,9
Objem chladiacej kvapaliny	[L]	208
Hmotnosť stroja	[kg]	5 670

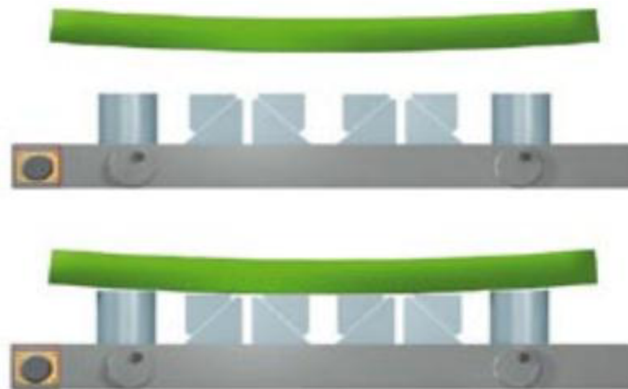
4 DRUH POUŽITEJ ELEKTROPERMANENTNEJ MAGNETICKEJ DOSKY SUPER- QUAD PRE KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIE PRÍPRAVKU

Základom magnetického upínacieho systému je obrábanie z piatich strán na jedno upnutie. Veľkou výhodou dosky je upínacia sila, ktorá je rovnomerne rozložená po celej ploche a tým nedochádza ku stlačovaniu a deformáciám obrobku. Pri práci na obrobku nedochádza ku zábranám upínacích častí, čo zvyšuje efektivitu a plynulosť práce.[15]

Systém pracuje na magnetickom dvojitom cykle a na princípe štvorcových a šachovnicových usporiadaných pólov. „ Po štyroch stranách sú usporiadané statické magnety, zatiaľ čo pod pólom leží magnet prepólovaný. Prúdový impulz prechádzajúci vinutím, v ktorom je umiestnený prepólovaný magnet, vytvorí silné elektromagnetické pole, ktoré je schopné tento typ magnetu v zlomku sekundy prepólovať “. [15] Týmto sa získa úplne udržanie magnetického toku vo vnútri systému. Pomocou neutrálnej aury sa získa magnetická izolácia, ktorá má za následok, že u nástrojoch a zariadeniach v blízkosti dosky nedochádza k priľnutiu triesok.[15]

K upnutiu obrobku je treba veľmi krátkeho času a tým i spotreba elektrickej energie je malá. Výpadkom elektrického prúdu nedôjde k narušeniu obrobku, ale obrobok zostáva zaistený. Nevýhodou týchto systémov je upnutie len feromagnetických výrobkov. Z praktického hľadiska dochádza pri výrobe k zníženiu výrobných nákladov, úspore elektrickej energie a jednoduchému a rýchlemu upnutiu obrobku.[15]

Pohyblivé pólové nadstavce slúžia k upínaniu obrobkov v neobrobenom , alebo v hrubom stave. (Obr.7) Sú usporiadané tak, aby ich šikmé plochy pôsobili protichodne, čo zabraňuje axiálnemu alebo radiálnemu pohybu posunutiu obrábaného obrobku. Nerovné časti sú upnuté na plochu bez akýchkoľvek podmienených deformácií. Mobilné pohyblivé nadstavce sú na plochu pripevnené pomocou jedného šróbu.[15]



Obr. 7 Pólové nadstavce. [15]

Elektronické radiace jednotky sú použiteľné pre samostatné, alebo viacnásobné systémy, ktoré sú tvorené firmou Tecnomagnete. Umožňujú aktiváciu (MAG) a deaktiváciu (DEMAG) v priebehu 1 – 2 sekúnd podľa veľkosti magnetizovaných plôch. Riadiaca jednotka je dodávaná v podobe diaľkového ovládača s digitálnym displejom a pripojením na PLC. Sú vybavené magnetickou plochou, ktorá zaručuje pripojenie na obslužný pult stroja, poprípadne v jeho blízkosti.[15]

Pri výrobnom procese sú jednotlivé póly zafrézované do oceľovej dosky, ktorá je poniklovaná a orámovaná vysokopevnostnou živicom, aby sa dosiahlo potrebnej odolnosti voči oteru. Magnetické dosky sú vyrábané v piatich rozdielnych typov, v závislosti na požadovanej prídržnej sile od 350 daN až do 1000 daN na pól.[15]

Magnetický kameň je systém upínania v horizontálnych a flexibilných obrábacích centrách. Štruktúra je tvorená z jedného kusu ocele, čo zabezpečuje vysokú tuhosť materiálu. Kameň je možné obrábať taktiež z piatich strán.[15]

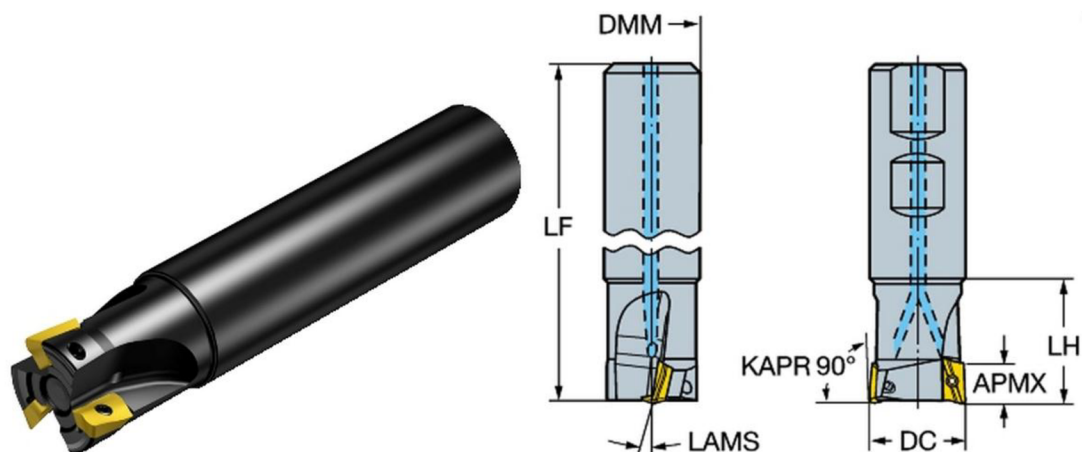


Obr.8 Magnetický kameň. [15]

5 PREHĽAD POUŽITÝCH NÁSTROJOV A ZÁKLADNE VÝPOČTY PRI OBRÁBANÍ KUSOV

5.1 Čelná stopková fréza

Ideálna pre zahlbovanie a šróbovú interpoláciu, schopná veľkej hĺbky rezu a strmého šikmého zahlbovania. Posuv na zub až do 0,35 mm.



Obr.9 CoroMill 390. [16]

Tab 5.1 Rezné podmienky doporučené výrobcom pre čelné frézovanie.[16]

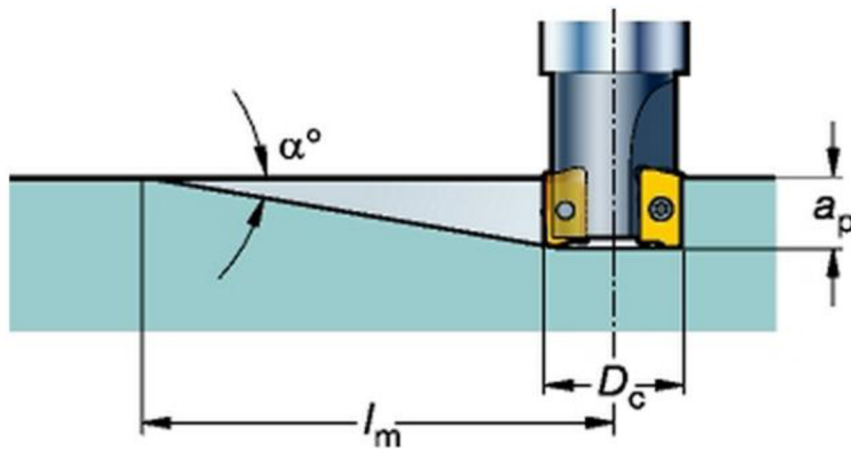
Základný popis produktu	Označenie	Jednotka	Veľkosť
Funkčná dĺžka	LF ₁	mm	56,5
Priemer stopky	DMM ₁	mm	20,0
Uhol sklonu	LAMS	deg	10,27
Dĺžka hlavy	LH	mm	25,0
Rezný priemer	DC ₁	mm	20,0
Uhol britu nástroja	KAPR	deg	90,0
Maximálna hĺbka rezu	APMX ₁	mm	10,0

Výpočet uhlu sklonu frézovania (α)

$$\arctg(\alpha) = \frac{a_p}{l_m} \quad (5.1.1)$$

Kde:

Šírka záberu	$a_p = 0,7$ mm
Dĺžka prebehu	$l_m = 10,0$ mm
	$\alpha = 4,00^\circ$



Obr .10 Lineárne, postupné zahlbovanie. [16]

Výpočet rýchlosti pre otáčky $n_1 = 4500 \text{ min}^{-1}$

$$v_{c1} = \frac{\pi \cdot D_{c1} \cdot n_1}{1000} \quad [\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}] \quad (5.1.2)$$

Kde:

Priemer stopky	$D_{c1} = 20$ mm
----------------	------------------

Otáčky	$n_1 = 4500 \text{ min}^{-1}$
--------	-------------------------------

$$\underline{v_{c1} = 282,75 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}}$$

Výpočet rýchlosti posuvu

$$v_{f1} = f_{p1} \cdot n_1 \cdot z_{n1} \text{ [mm} \cdot \text{min}^{-1}] \quad (5.1.3)$$

Po zvolení strednej hodnoty posuvu na zub podľa tabuľky vypočítame rýchlosť posuvu stolu v_f .

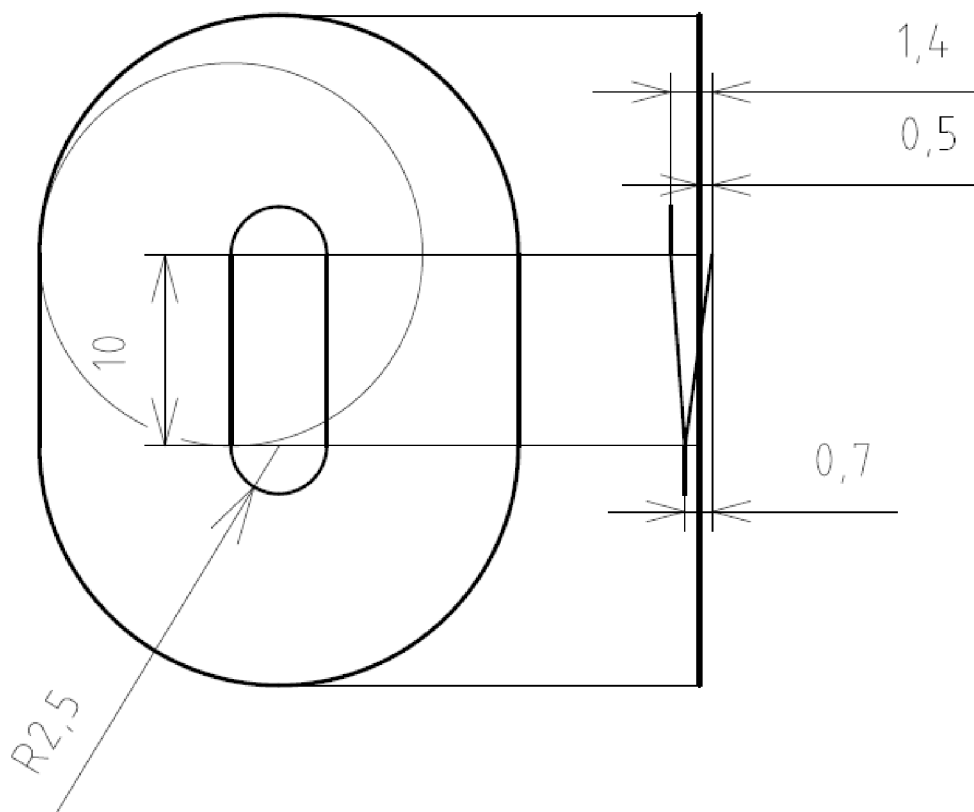
Celkový počet britov na nástroj	$z_{n1} = 3$
Posuv na zub	$f_{p1} = 0,11 \text{ mm}$
	$v_{f1} = 1485 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$

Výpočet času obrábania drážky

$$T_{c1} = \frac{lm_1}{v_{f1}} \text{ [min]} \quad (5.1.4)$$

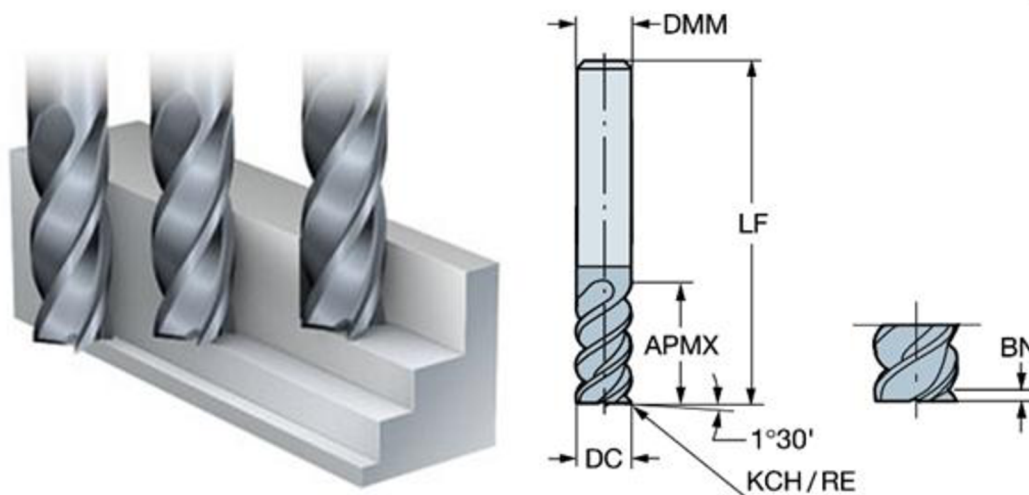
$$T_{c1} = 0,367 \text{ min}$$

Pri jednom obrobení obvodu drážky bola spočítaná celková dráha 35,7 mm a z toho 15,7 mm tvorí kruhová interpolácia s lineárnym postupným rampovaním o 0,7 mm. Celkové obrobenie dráhy drážky do hĺbky 20 mm, ktoré tvorí 15 opakovaní je 545,5 mm = lm_1 . Z vypočítanej hodnoty dráhy lm_1 sa získa celkový čas T_{c1} .



Obr.11 Náčrt dráhy osy čelnej stopkovej frézy.

5.2 Stopková fréza- monolit



Obr.12 CoroMill Plura 1610. [16]

Základné informácie o produkte

Tab 5.2 Rezné podmienky doporučené výrobcom pre čelné frézovanie.[16]

Priemer stopky	(DMM ₂)	[mm]	10,0
Maximálna hĺbka rezu	(APMX ₂)	[mm]	22,0
Funkčná dĺžka	(LF ₂)	[mm]	72,0
Rezný priemer	(DC ₂)	[mm]	10,0

Výpočet rýchlosti pre otáčky $n_2 = 1500 \text{ min}^{-1}$

$$v_{c2} = \frac{\pi \cdot D_{c2} \cdot n_2}{1000} [\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}] \quad (5.1.5)$$

Kde:

Priemer stopky

$$D_{c2} = 10 \text{ mm}$$

Otáčky

$$n_2 = 1500 \text{ min}^{-1}$$

$$\underline{v_{c2} = 47 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}}$$

Výpočet rýchlosti posuvu stolu

$$v_{f2} = f_{z2} \cdot n_2 \cdot z_{n2} [\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}] \quad (5.1.6)$$

Z tabuľky rezných podmienok si vyjadríme posuv na zub

Kde:

Celkový počet britov na nástroj

$$z_{n2} = 3$$

Posuv na zub

$$f_{z2} = 0,15 \text{ mm}$$

$$v_{f2} = 675 \text{ [mm. min}^{-1}\text{]}$$

Výpočet času obrábania drážky

$$T_{c2} = \frac{lm_2}{vf_2} \text{ [min]} \quad (5.1.7)$$

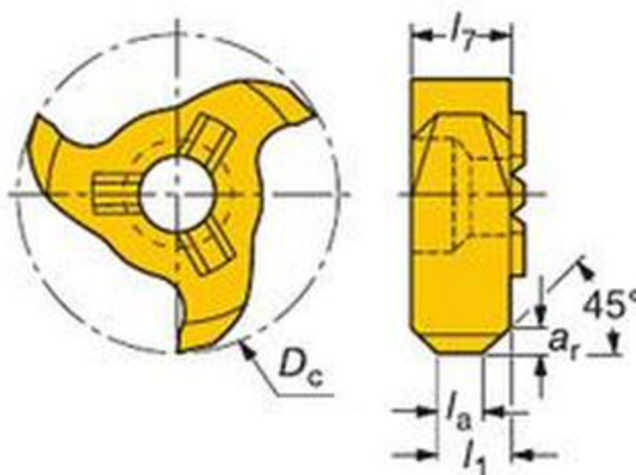
Kde:

Obrábaná dĺžka

$$lm_2 = 20 \text{ mm}$$

$$T_{c2} = 0,083 \text{ min}$$

5.3 Zrážac hrán



Obr.13 CoroMill 327. [17]

Tab 5.3 Rezné podmienky doporučené výrobcom pre čelné frézovanie.[17]

Výpočet rýchlosti pre otáčky $n_3 = 4500 \text{ min}^{-1}$

Hrúbka plátku	(l7)	[mm]	5,85
Výška hrany	(AR)	[mm]	1,7
Rezný priemer	(DC3)	[mm]	21,7

$$v_{c3} = \frac{\pi \cdot D_{c3} \cdot n_3}{1000} \text{ [mm. min}^{-1}\text{]} \quad (5.1.8)$$

Kde :

Priemer stopky $D_{c3} = 21,7 \text{ mm}$

Otáčky $n_3 = 4500 \text{ min}^{-1}$

$$\underline{v_{c3} = 307 \text{ mm. min}^{-1}}$$

Výpočet rýchlosti posuvu stolu

Z tabuľky rezných podmienok si vyjadríme posuv na zub

$$v_{f3} = f_{z3} \cdot n_3 \cdot Z_{n3} \text{ [mm. min}^{-1}\text{]} \quad (5.1.9)$$

Kde:

Celkový počet britov na nástroj $Z_{n3} = 3$

Posuv na zub $f_{z3} = 0,14 \text{ mm}$

$$\underline{v_{f3} = 1890 \text{ mm. min}^{-1}}$$

Výpočet času obrábania drážky

$$T_{c3} = \frac{l_{m3}}{v_{f3}} \text{ [min]} \quad (5.2.0)$$

Obrábaná dĺžka $l_{m3} = 337,8 \text{ mm}$

$$\underline{T_{c3} = 0,179 \text{ min}}$$

Strojný čas obrábania obrobku

$$T_c = 2 \times (T_{c1} + T_{c2} + T_{c3}) \quad (5.2.1)$$

$$\underline{T_c = 119,52 \text{ s}}$$

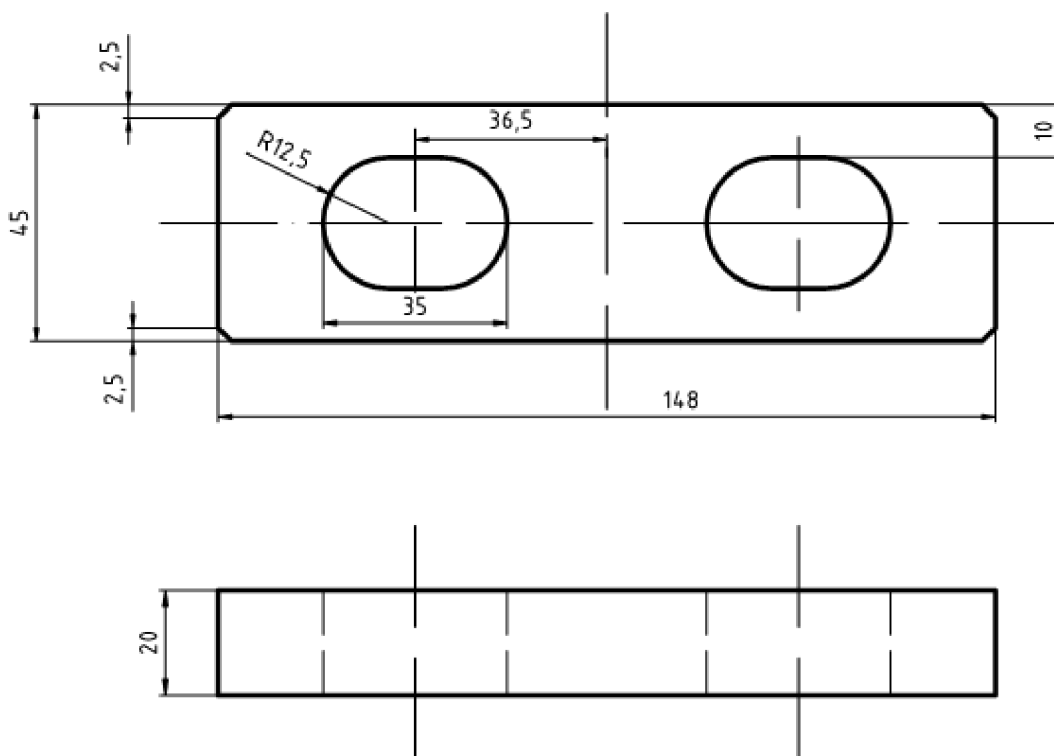
Z vypočítanej hodnoty vyplýva že celkový čas obroku je 119,52 sekundy ,bez započítania rýchloposuvu medzi vzdialenosťami obrobku a bez výmeny nástrojov.

6 PREHĽAD SÚČASNÉHO STAVU

6.1 Výsledný produkt, postup výroby, tolerancia polotovaru

Postup výroby:

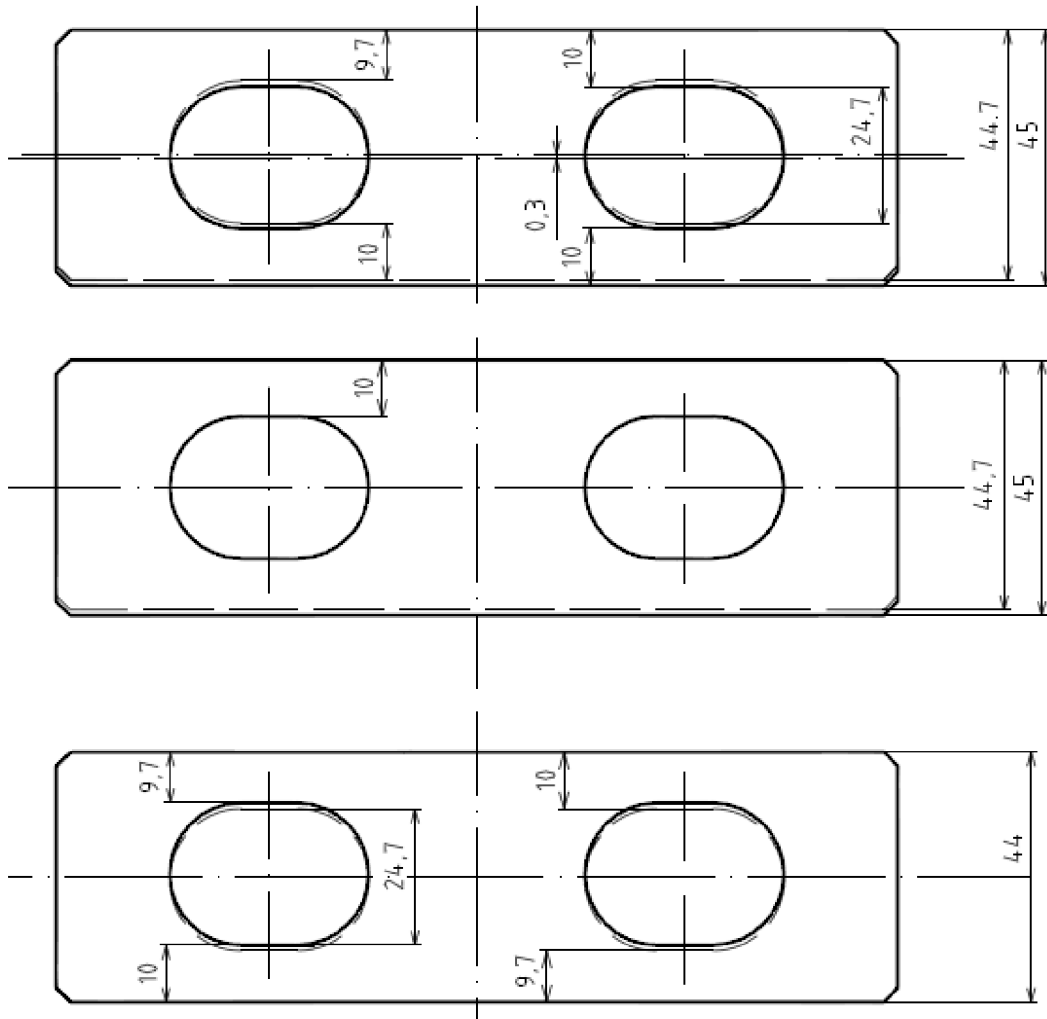
Oceľová pásovina triedy (S355) je narezaná na automatickej pile značky Bomar, na niekoľko kusov v rozmeroch (šírka = 45 mm, hrúbka = 25 mm, dĺžka = 148). Po odrezaní kusov nasleduje obrábanie na CNC nástroji od firmy HAAS. Súčiastka je vložená do zveráku a prisunutá na dorazy, tak aby sa obrobok dostal do správnej polohy. Následne je upevnená medzi čeľuste zveráku. Pri obrábaní dochádza celkovo ku trom cyklom a to vyhlbovanie diery, čelné zrážanie hrán a bočné zrážanie hrán. Pri prvom cykle je za pomoci čelnej stopkovej frézy vyhlbená diera o hĺbke 25 mm. V druhom cykle dochádza ku zrazeniu vnútorných hrán diery a čelných strán britovou doštičkou. V poslednom cykle pomocou stopkovej frézy dôjde ku zrazeniu bočných hrán súčiastky a tým aj ku ukončeniu celého procesu výroby na CNC stroji. Kusy sú vyrábané veľkosériovo a kontrolované posuvným meradlom pri každom 20 vyrobenom kuse. Na obrábaný výrobok nie sú kladené špeciálne technologické podmienky. Priemerný čas potrebný na vykonanie jednotlivých operácií dosahuje 2,172 min. Pri 13 obrobených polotovaroch sú kusy naskladané 32 mm od seba do špeciálneho prípravku a zvárané metódou MIG/MAG pomocou pásoviny (šírka = 30 mm, hrúbka = 3 mm, dĺžka = 643). Výsledný produkt je potom zámok na zvodidlá, ktorý je žiarovo pozinkovaný na min 85 μm .



Obr.14 Tvar a rozmery obrobku.

Tolerancia polotovaru :

Pri toleranciách obrobku treba brať do úvahy dva základné faktory a to : rozteč dier medzi sebou, ktoré musia dosahovať presnú vzdialenosť 38 mm, aby nevznikala vôľa medzi zvyšnými kusmi pri utiahnutí spojovacej tyče v zámku a veľkosť diery, ktorá musí byť minimálne 22 mm. V dôsledku toho, že u niektorých dodávaných materiálov sa vyskytuje chyba v rozmeroch materiálu, tak pri konštruovaní zámku na zvodidla môže dôjsť ku niektorým situáciám ,ktoré sú vyobrazené na obr. [16] .Tieto chyby sú však zanedbateľné, lebo aj pri rôznych situáciách, je vôľa medzi zámkom a spojovacou tyčou 2,7 až 3 mm



Obr. 15 Znáozornenie tolerančnej chyby pri umiestnení v prípravku.

6.2 Stručný popis strojárenského zveráku [18]

Strojní mechanický zverák TLD - 40 je navrhnutý na kombináciu strojnej nepohyblivej čeľuste s pohyblivou čeľusťou. Zaisťuje rovnakú upínaciu silu, pri upnutí dvoch rôznych kusov, rôznej veľkosti a tvaru. Čeľuste sú tepelne spracované a cementované na tvrdosť HRC54.

Prednosti zveráku

Produktivita– redukuje čas výmeny náradia

Presnosť- opakujúce upnutie $\pm 0,015$ mm

Proti zdvíhací mechanizmus

TLD umožňuje upnúť nerovnaké kusy

Základné rozmery

Celková dĺžka – 430 mm

Výška – 63,5 mm

Výška čeľustí – 33 mm

Šírka – 103 mm

Rozpätie čeľustí – 90 mm



Obr . 16 TLD – 60 DOUBLE CLAMP VISE [19].

6.3 Popis súčasného stavu

Zverák je upínaný na stôl pomocou upíniek. Pri výrobe kusov sa kusy vkladajú do priestoru čelustí, kde sú pritláčané na výklopné dorazy. Po dotiahnutí kusov sa výklopné dorazy opäť sklápajú, aby nedošlo ku kolízií nástroja. V súčasnej dobe je celkový počet obrábaných obrobkov 6, pri dĺžke obrábania 12 minút a 30 sekúnd.



Obr.17 Súčasný upínací systém.

7 NÁVRH A KONŠTRUKCIA NOVÉHO UPÍNACIEHO PRÍPRAVKU

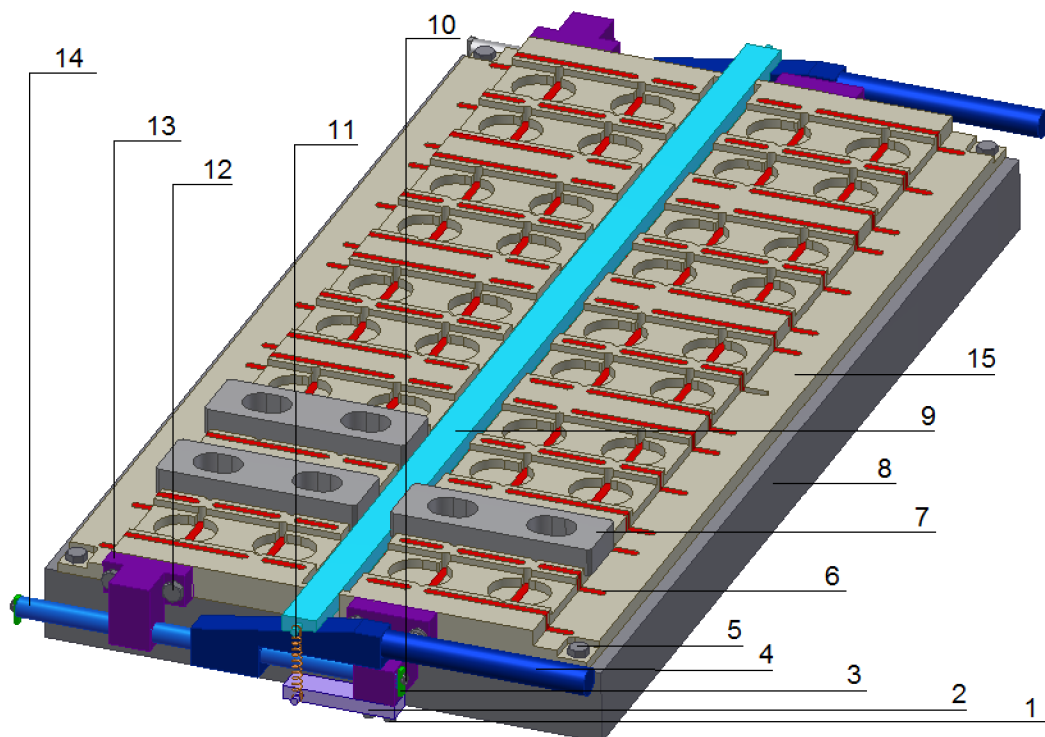
K riešeniu konštrukcie a návrhu upínacieho prípravku je pristupované na základe znalosti a zručnosti získaných počas polročnej pracovnej praxe vo firme PSD s.r.o. Konštrukcia nového upínača má vychádzať najmä zo súčasných nedostatkov pôvodného upínača.

Pri počiatkových návrhoch boli všetky ciele konzultované najskôr s vedúcim pracovníkom firmy PSD a neskôr konzultované s pracovníkom firmy Mag Centrum s.r.o., ktorá sa zaoberá predajom elektropermanentných dosiek a následne schválené vedúcim práce pánom Ing. Martinom Šlaným. Snahou je navrhnúť riešenie, ktoré by zvýšilo najmä produktivitu výroby oproti súčasnému upínaciu systému. Zvlášť dôležitým faktorom pri návrhu je konečná cena upínača. Upínanie musí byť navrhnuté tak, aby bola dosiahnutá čo najrýchlejšia výmena obrobkov. Pri návrhu konštrukcií systému bol zvlášť prikladaný dôraz na to, aby sa aspoň časť súčastí dala použiť aj v budúcnosti na iné obrobky a tým sa znížili opäť náklady na výrobu. Dôležitou vecou bolo, aby vyfrézovaná doska bola dostatočne pridržiavaná na magnetickú dosku tak, aby nedošlo k jej pohybu pri obrábaní. Pri návrhu obrobenej pracovnej dosky, ktorá slúži na umiestnenie obrobkov, bol dôležitý konštrukčný návrh upínacej plochy, ktorá by zaručovala dostatočnú pridržiavaciu silu pri zmagnetizovaní.

Konštrukcia je navrhnutá v programe Surfcam 2003 a vymodelovaná v programe Autodesk Inventor Professional 2012.

7.1 Konštrukčné riešenie

Hlavnými časťami mechanizmu sú (1, 5, 10, 12) upevňovacie skrutky, (2) úchytná doska na pružinu, (3) doraz na vodiacu tyčku, (4) posuvný klin, (6) umelá živica, (7) obrobok, (8) elektropermanentná doska SUPERQUAD, (9) výsuvný doraz, (11) ťažná pridržiavacia pružina, (13) úchytné vedenie pre vodiacu tyčku, (14) vodiaca tyčka, (15) upínacia doska



Obr. 18 Model upínacieho systému.

7.1.1 upevňovacie skrutky

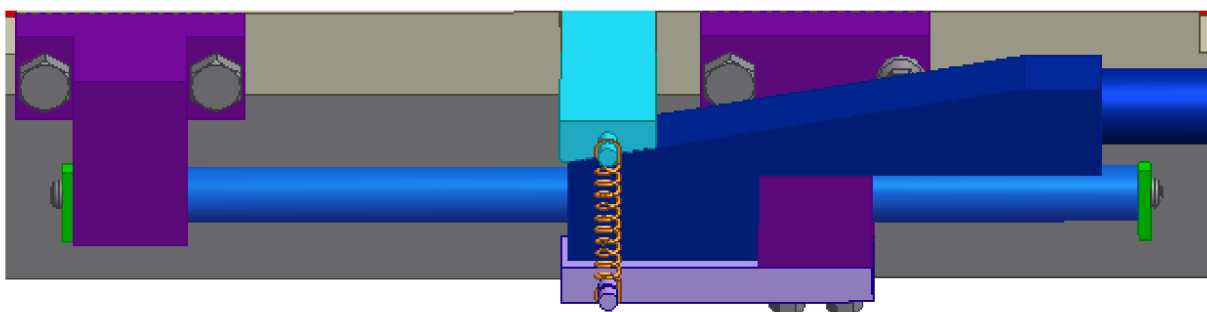
Slúžia k upevneniu :upínacej dosky na elektropermanentnú dosku, úchytnej dosky k vedeniu pre vodiacu tyčku, dorazu na vodiacu tyčku, úchytného vedenia pre vodiacu tyčku.

7.1.2 Vodiaca tyčka s posuvným klinom

Posuvný klin slúži k nastaveniu výsuvného dorazu v hornej, alebo dolnej polohe. Na vodiacu tyčku je pomocou skrutky zaistený klin, ktorému sa zamedzuje voľný pohyb okolo tyčky. Na konci jej oboch strán sú pripevnené pomocou skrutiek dorazy, ktoré zabezpečujú aby sa tyčka posúvala v pracovnom rozsahu a nie aby sa vysunula z úchytného vedenia.

7.1.3 Úchytné vedenie pre vodiacu tyčku

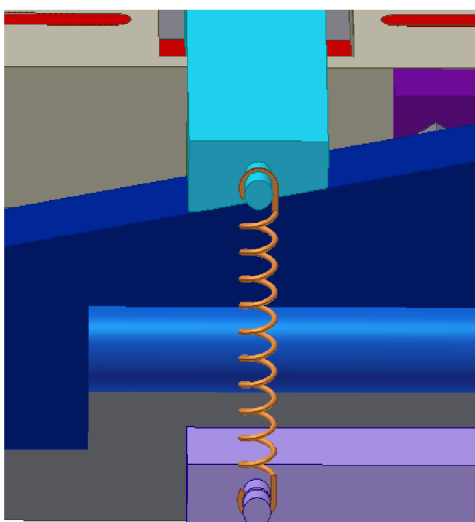
Úchytné vedenie, je vedenie pripevnené k základnej doske pomocou skrutiek. Slúži k zabezpečeniu pohybu vodiacej tyčky s klinom. Je vyrábane z ocele.



Obr.19 Vodiaca tyčka s posuvným klinom a úchytným vedením.

7.1.4 Ťažná pružina

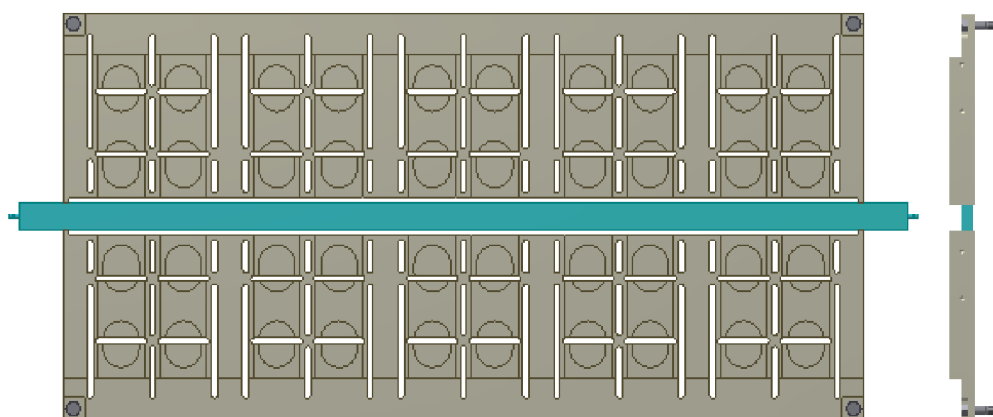
Je vyrábaná z oceľového drôtu kruhového prierezu s konštantným priemerom. Pružina má pravé vinutie s ukončenými okami, ktoré sú otočené o 180 °. Je uchytená na konci výsuvného dorazu a na boku úchytnej dosky. Usadená je v drážkach, aby nedošlo k jej vysunutiu. Ťažná pružina pritláča výsuvný doraz k posuvnému klinu, a tým zabraňuje vyskočeniu z jeho vodiacich drážok.



Obr.20 Ťažná pružina

7.1.5 Upínacia doska s výsuvným dorazom

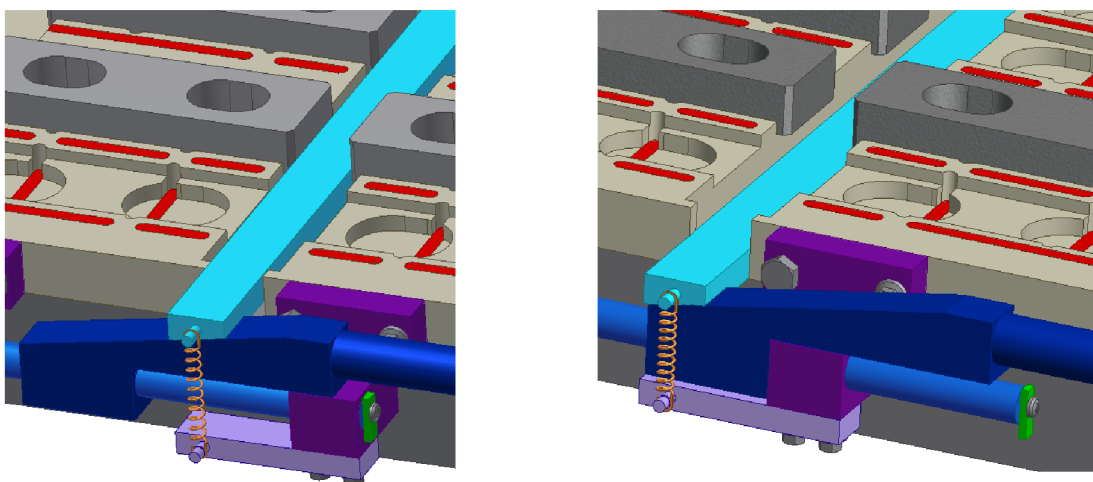
Upínacia doska je tvorená z dvoch rovnakých oceľových platní, medzi ktorými je výsuvný doraz. Doraz je z nerezového materiálu, aby pri zmagnetizovaní dosky nedošlo k jeho zmagnetizovaniu a mohol sa opäť dostať do dolnej polohy. Pri konštruovaní platní bolo treba vypáliť štvorce podľa rozmerov magnetickej dosky tak, aby sa navzájom prekryvali. Toto vypálenie dier spôsobí to, že sa nenaruší magnetická sila a tým sa dosiahne plná funkčnosť magnetickej dosky. Diery ktoré sú vypálené sa zalejú umelou živicom, aby pri opracovaní obrobkov nedošlo k ich zapchatiu a tým sa neznížila upínacia sila. Zaplnenie umelou syntetickou živicom je znázornené na modeli upínacieho systému, ktorá je označená červenou farbou. Počet kusov ,ktorý je možné obrábať na upínacej doske pri jednom cykle je 20.



Obr. 21 Upínacia doska s výsuvným dorazom.

Zobrazenie výsuvného dorazu v dvoch polohách

V prvej polohe pomocou posuvného klinu sa výsuvný doraz dostane do hornej polohy pre ustavenie obrobkov. Pružina je v napnutom stave.



Obr.22 Výsuvný doraz v hornej a dolnej polohe.

V druhej polohe je doraz položený na upínacom prípravku, aby pri obrábaní kusov nedošlo ku kolízií dorazu s nástrojom. Pružina ostáva v mierne zaťaženom stave.

8 PREDPOKLADANÁ CENA NOVÉHO PRÍPRAVKU A POROVNANIE ČASOV UPÍNACÍCH SYSTÉMOV

Pri porovnávaní časov medzi súčasným a novým upínacím systémom budem vychádzať zo strojného času výroby a času upínania medzi jednotlivými operáciami.

Určenie výrobného času súčasného systému

$$T_{ac} = T_s + T_v \quad (9.1)$$

Kde :

T_{ac} - jednotkový čas v min/ kus

T_s - strojný čas v min/ kus

T_v – vedľajší čas v min/ kus

$$\underline{T_{ac} = 2,172 \text{ min/ kus}}$$

Pri obrábaní 6 kusov u súčasného upínacieho mechanizmu je celkový čas 13,15 min., kde vedľajší čas výmeny kusov je 1 min. a vedľajší čas výmeny nástrojov je 0,2 min. Vypočítaná hodnota T_{ac} je priemerný čas pri výmene 20 kusov za jeden obrobok.

Odhad určenia výrobného času nového systému

Odhadovaný čas pri obrábaní 20 kusov, ktoré je možné upnúť na jednu operáciu je 41,29 min., kde sa ušetrí 3x výmena kusov medzi jednotlivými operáciami a čas výmeny nástrojov pri obrábaní. Odhadovaný čas pri výmene kusov je 1,25 min a čas pri výmene nástrojov je 0,2 min.

Odhad ušetreného času pri obrábaní novým systémom

Celkový čas pri obrábaní 20 kusov súčasného systému

$$T_{c4} = 3 \times 13,15 \text{ min} + 2 \times T_{ac} \quad (9.2)$$

Odhadovaný celkový čas pri obrábaní novým systémom

$$T_{c5} = 39,84 \text{ min} + 1,25 \text{ min} + 0,2 \text{ min} \quad (9.3)$$

$$\underline{T_{c5} = 41,29 \text{ min}}$$

Z výsledkov vyplýva, že pri obrábaní 20 kusov sa ušetria 2,504 min. Odhadovaný čas pri výrobe jedného kusu je 2,065 min. Celkový ušetrený čas pri jednom dni je 81 min., čo sa rovná produkcii približne o 37 kusov viac.

8.1 Odhad ceny materiálu

Ceny materiálu sú zisťované z cenníku hutníckeho materiálu.

Tab. 8.1 Cenové položky materiálu. [20,21]

Číslo	Názov	Cena [€]
1	Elektropermanentná magnetická doska SUPER - QUAD	3500
2	Oceľová platňa S235 JR , 2 ks – 800 x 200 x 25	48
3	Nerezová oceľ 17240, 1000 x 25 x 25	5,5
4	Oceľová tyčka S235 JR, $\Phi 15$ - 600	0,7
5	Oceľová tyčka S235 JR, $\Phi 20$ - 300	0,35
6	Syntetická živica Loctite 5923, 2 Ks	28
7	Približná cena: upínací klin, pružina, úchytná doska, úchytné vedenia, skrutky	3
Celkom		3585,55

8.2 Odhad výrobných nákladov

Odhad ceny výrobných nákladov je prevažne orientačný, pretože aj napriek presným cenám, náklady na jednotlivé operácie môžem len odhadovať.

Odhadujem :

- Náklady na výrobu upínacej platni 150 €
- Náklady na výrobu upínacieho klinu a úchytného vedenia 100 €

Odhady sú len orientačné, výsledná cena výrobných nákladov je cca 250 €.

8.3 Investičná návratnosť

Investičnú návratnosť počítam ako dobu vrátenia všetkých výrobných nákladov, ale aj prevyšujúcu cenu nového upínacieho mechanizmu. Celková cena súčasného upínacieho mechanizmu za tri strojárenské zveráky je 2700 €. Cena nového upínacieho systému s výrobnými nákladmi, hutníckym materiálom a elektropermanentnou magnetickou doskou SUPER- QUAD je 3835,55 €.

8.4 Ročná investičná návratnosť

Doba investičnej návratnosti vychádza z ročnej produkcie. Pri obrábaní novým upínacím systémom je denná produkcia o 37 kusov viac ako pri obrábaní súčasným systémom. Pri priemernom počte 250 pracovných dní je ročná produkcia o 9250 kusov viac. Cena výroby jedného kusu je 0,5 eura. Pri používaní nového upínacieho systému sa za rok ušetrí 4625 eur.

ZÁVER

Cieľom bakalárskej práce bolo vytvoriť návrh a konštrukciu nového upínacieho prípravku. Navrhnutý systém musel byť čo najjednoduchší, tak aby odstránil nedostatky súčasného upínacieho systému a aby nebol finančne náročný na výrobu.

Základom nového upínacieho systému je elektropermanentná magnetická doska, ktorá vytvára elektromagnetické pole. Pri návrhu upínacej dosky tvorenej z dvoch častí oceľových platní bolo hlavnou úvahou, aby sa nenarušila elektrická sila pôsobiaca v magnetickej doske. Medzi dvoma oceľovými platňami je vložený vysúvací doraz, ktorý je zachytávaný z dvoch strán o vedenie platní a prichytávaný pružinou tak, aby nedošlo k jeho prípadnému skríženiu. Do upínacieho prípravku sú podľa šachovnicového usporiadaniu pólov na magnetickej doske vypálené otvory. Tieto otvory zabezpečujú trvalú dostatočnú silu magnetického toku. Do otvorov je vylievaná umelá syntetická živica, ktorá po určitej krátkej dobe stvrdne a vytvorí tak ochrannú vrstvu vypálených otvorov. Pri nevyplnení vypálených otvorov by došlo pri obrábaní k zaplneniu dier trieskami, čo by spôsobilo narušenie elektromagnetického toku a zníženie upínacej sily. U výsuvného dorazu sa muselo uvažovať nad materiálom, ktorý nemá elektromagnetické vlastnosti, aby pri zmagnetizovaní sa mohol dostať opäť do dolnej polohy. Hlavnou výhodou upínacieho prípravku je upínanie 20 kusov na jedno upnutie. Pri upnutí 37 kusov sa znižuje počet výmen nástrojov a čas pri výmene kusov, čo vedie k zvýšeniu ročnej produktivity o 6 % .

Dôležitým faktorom pri výrobe upínacieho prípravku bola otázka finančnej náročnosti na výrobu, tak aby vysoko neprevyšovala cenovú hodnotu súčasného upínacieho prípravku. Hodnota nového upínacieho prípravku je o 1135,55 eura vyššia, ako hodnota súčasného prípravku, ale pri ročnej zvýšenej produkcii o 6 % firma vyprodukuje o 4625 eur viac, z čoho vyplýva, že firme by sa vrátila investícia za nový upínací prípravok ani nie za jeden rok. Ďalšou výhodou by bola možnosť používania súčasných upínacích systémov na iné účely, pri používaní nového prípravku.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] *Upínací systémy*. U Slavie 4, 1000 00 Praha 10: Europa-Sobotáles cz. s. r. o, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
- [2] MC Mechanický zverák AVQ. *Ntv* [online]. 2013 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: http://www.ntv.sk/body_autowell_2.html
- [3] Hydraulický upínací systém NAREX. *Prokon-caslav* [online]. 2013 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.prokon-caslav.cz/7972/hydraulicky-upinaci-system-narex/>
- [4] Hydraulic Clamping. *Kurtworkholding* [online]. 2013 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.kurtworkholding.com/hydraulic-clamping-c-609-l-en.html>
- [5] Pneumatic Clamping. *Datron* [online]. 2005 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: http://www.datrondynamics.com/pneumatic_clamping_system.html
- [6] Multiple System Example. *Vertek* [online]. 2013 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.vektek.com/product.aspx?categoryuid=4>
- [7] Modular fixturing. *Fixtureworks* [online]. 2013 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.fixtureworks.net/ProductIndex/ModularFixturing/tabid/105/Default.aspx>
- [8] Making The Most of Modular Fixturing. *Mmsonline* [online]. 2013 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.mmsonline.com/articles/making-the-most-of-modular-fixturing>
- [9] Modular Fixturing. *Carrlane* [online]. 2010 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://carrlane.com/pdfcatalog/pdf/carr-lane-modular-fixturing.pdf>
- [10] Modular Clamping system. *Eandesp* [online]. 2009 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: http://www.eandesp.com/modular_fixturing.pdf
- [11] Vývoje trendy magnetických upínaču pro upínání feromagnetických předmětu. *Cez* [online]. 2013 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/14-volny.pdf>
- [12] Magnetické upínače permanentné. *Eshop.magsy* [online]. 2008 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://eshop.magsy.cz/sk/page/13366.magneticky-upinac/>
- [13] HAAS VF-3. *Admachineshop* [online]. 2001 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.admachineshop.com/HTML/Facilities.html>
- [14] Haas VF-3. *Haascnc* [online]. 2013 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: http://int.haascnc.com/we_spec_1.asp?intLanguageCode=1029&id=VF-3&sizeID=30_40INCH_VMC
- [15] Elektropermanentná magnetická doska SUPER-QUAD. *Magcentrum* [online]. 2013 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://magcentrum.sk/>
- [16] Produkty. *Sandvik.coromant* [online]. 2013 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/products/pages/productdetails.aspx?c=R390-020B20-11L>

[17]CoroMill 327. *Who-sells-it* [online]. 2013 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.who-sells-it.com/cy/sandvik-coromat-4128/milling-2009-20273/page-108-fullsize.html>

[18]TLD- Lockwell Double Station Vises. *Autowell* [online]. 2013 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: http://www.autowell.com.tw/products.php?func=p_detail&p_id=11&pc_parent=21

[19]Double Station Vises. *Alfametalmachinery* [online]. 2011 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.alfametalmachinery.com/en/accessories/autowell%20vices/TLD%20Series/0/#186>

[20]LOCTITE 5923 450ML. *Loctite-henkel* [online]. 2013 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.loctite-henkel.sk/katalog/plosne-tesnenia/pre-pruzne-priruby/loctite-5923-450ml-synteticka-zivica-plosne-tesnenie-tekute/>

[21]Ocelové profily. *Morkus-morava* [online]. 2013 [vid. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.morkus-morava.cz/>