

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie



Návrh na zproduktivnění výroby zpětného ventilu

Proposal for more productive manufacturing of lift check valve

Student:

Bc. Martin Imrich

Vedoucí diplomové práce:

prof. Dr. Ing. Josef Brychta

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Martin Imrich**
 Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
 Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
 Specializace: 20 Strojírenská technologie
 Téma: **Návrh na zproduktivnění výroby zpětného ventilu**
Proposal for More Production Manufacturing of Lift Check Valve
 Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu technologického postupu výroby tělesa.
2. Návrh na nový technologický postup výroby tělesa.
3. Technicko-ekonomické porovnání současného stavu oproti navrhovanému.
4. Závěrečné zhodnocení navrhovaného postupu.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] VASILKO, K.; NOVÁK-MARCINČIN, J.; HAVRILA, M. *Výrobné inžinierstvo*. Prešov : Datapress Prešov. 2003, 424 s. ISBN 80-7099-995-0.
- [2] NESLUŠAN, M.; TUREK, S.; BRYCHTA, J.; ČEP, R.; TABAČEK, M. *Experimentálne metódy v trieskovom obrábaní*. Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, EDIS, 2007. 343 s. ISBN 978-80-8070-711-8.
- [3] HAVRILA, Michal; ZAJAC, Jozef; BRYCHTA, Jozef; JURKO, Jozef; *Top trendy v obrábaní, I. časť – Obráběné materiály*. Žilina : Media/ST, s.r.o Žilina, 2006. 205 s. ISBN 80-968954-2-7.
- [4] ZAJAC, Jozef; JURKO, Jozef; ČEP, Robert. *Top trendy v obrábaní, II. časť – Nástrojové materiály*. Žilina : Media/ST, s.r.o Žilina, 2006. 193 s. ISBN 80-968954-2-7.

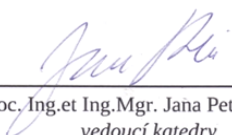
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Dr. Ing. Josef Brychta**


Konzultant diplomové práce: Ladislav Tesař

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017


doc. Ing.et Ing.Mgr. Jana Petřů, Ph.D.
vedoucí katedry

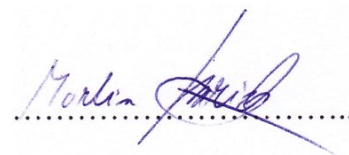



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 15. 5. 2017

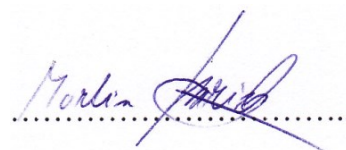
Handwritten signature of Martin Imrich in blue ink, written over a dotted line.

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odstavec 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odstavec 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB- TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/198 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 15.5.2017



podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Martin Imrich

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Hlavní 241, Štěpánkovice 747 28

Anotace diplomové práce

Bc. IMRICH, Martin. *Návrh na zproduktivnění výroby zpětného ventilu*. Ostrava: Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie, Fakulta strojní VŠB - Technická univerzita Ostrava 2017, 83 stran. Diplomová práce, vedoucí prof. Dr. Ing. BRYCHTA, Josef.

Diplomová práce se zabývá problematikou výroby tělesa zpětného ventilu. Práce je zaměřena na zvýšení produktivity výrobních technologií týkajících se tohoto produktu. Zproduktivnění má dopomoci úprava či změna strojů, nástrojů a také řezných podmínek. Stroje se vybírají výhradně ze strojového parku, který má k dispozici firma Armatury KLAD spol. s r. o.

Úvodní část práce je věnována představení podniku, ve kterém byla diplomová práce zpracována. Následuje popis samotného produktu, zpětného ventilu. Dále je popsána současná technologie výroby, která obsahuje jednotlivá pracoviště, stroje, nástroje a výrobní podmínky. Další část práce obsahuje návrh na zproduktivnění výroby, díky změně výrobní technologie. Zproduktivnění se dosáhne díky zkrácení výrobních časů a snížením finančních nákladů na kus. Na závěr je zmíněno technicko – hospodářské zhodnocení a porovnání stávajícího a nově navrženého výrobního postupu.

Annotation of diploma thesis

Bc. IMRICH, Martin. *Proposal for more productive manufacturing of lift check valve*. Ostrava: Department of cutting and assembly, Faculty of Mechanical engineering VŠB - Technical university of Ostrava 2017, 83 pages. Diploma thesis, headprof. Dr. Ing. BRYCHTA, Josef.

Diploma thesis deals with problematic about manufacturing body of lift check valve. Thesis is focused on more productive manufacturing technologies of this product. It should be carried out by modifying or changing machines, tools and cutting conditions too. Machines are chosen only from machine park, of company Armatury KLAD spol. s r.o.

Introductory part of thesis is about company, where the diploma thesis was processed. After that there is product (lift check valve) description and also description of current manufacturing proces. This category include severy single workplace, machine, tool and

cutting condition. Next part is about proposal for new technology. This technology is more productive, because time for production of one piece is shorter and input costs are lower too. End of diploma thesis is about technical-economic comparison of current and newly proposed manufacturing technologies.

Obsah

| | |
|---|----|
| Seznam použitých symbolů a zkratk | 10 |
| Úvod | 13 |
| 1 Popis podniku a zadané součásti | 15 |
| 1.1 Profil společnosti Armatury KLAD spol. s r.o. | 15 |
| 1.2 Technologie obrábění | 16 |
| 1.3 Volba součásti | 16 |
| 1.4 Popis zpětného ventilu | 17 |
| 2 Charakteristika materiálu | 20 |
| 2.1 Značení | 20 |
| 2.2 Chemické složení | 20 |
| 2.3 Mechanické vlastnosti | 20 |
| 2.4 Zařazení materiálu | 21 |
| 3 Rozbor současného výrobního postupu | 22 |
| 3.1 Stroje použité v současném postupu výroby | 22 |
| 3.2 Nástroje použité v současném postupu výroby | 22 |
| 3.3 Dělení materiálu | 23 |
| 3.3.1 Proces dělení materiálu | 23 |
| 3.3.2 Výrobní stroj | 23 |
| 3.3.3 Výrobní nástroj | 24 |
| 3.4 Soustružení | 25 |
| 3.4.1 Proces soustružení čel | 25 |
| 3.4.2 Výrobní stroj | 25 |
| 3.4.3 Výrobní nástroje | 26 |
| 3.5 Vrtání | 28 |
| 3.5.1 Proces vrtání | 28 |
| 3.5.2 Výrobní stroj | 29 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.5.3 | Výrobní nástroje | 30 |
| 3.6 | Soustružení – vertikální soustruh | 30 |
| 3.6.1 | Proces soustružení | 30 |
| 3.6.2 | Výrobní stroj | 31 |
| 3.6.3 | Výrobní nástroje | 31 |
| 3.7 | Frézování | 32 |
| 3.7.1 | Proces frézování | 32 |
| 3.7.2 | Výrobní stroj | 33 |
| 3.7.3 | Výrobní nástroje | 34 |
| 3.8 | Soustružení otvoru – úvodní | 35 |
| 3.8.1 | Proces soustružení | 35 |
| 3.8.2 | Výrobní stroj | 35 |
| 3.8.3 | Výrobní nástroje | 35 |
| 3.9 | Soustružení otvoru – dokončení | 38 |
| 3.9.1 | Proces soustružení | 38 |
| 3.9.2 | Výrobní stroj | 38 |
| 3.9.3 | Výrobní nástroje | 38 |
| 3.10 | Vrtání průtoků | 41 |
| 3.10.1 | Proces vrtání | 41 |
| 3.10.2 | Výrobní stroj | 41 |
| 3.10.3 | Výrobní nástroj | 42 |
| 3.11 | Soustružení konců | 42 |
| 3.11.1 | Proces soustružení | 43 |
| 3.11.2 | Výrobní stroj | 43 |
| 3.11.3 | Výrobní nástroje | 44 |
| 3.12 | Výroba závitů | 45 |
| 3.12.1 | Proces výroby závitů | 46 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.12.2 | Výrobní stroj | 46 |
| 3.12.3 | Výrobní nástroj | 47 |
| 3.13 | Zámečnická práce..... | 49 |
| 3.14 | Montážní práce..... | 49 |
| 3.14.1 | Lapování | 50 |
| 3.14.2 | Ražení | 50 |
| 3.14.3 | Montáž | 51 |
| 3.15 | Lakování..... | 51 |
| 3.16 | Balení – expedice | 51 |
| 4 | Stávající technologický postup výroby | 52 |
| 5 | Návrh nového technologického postupu výroby | 53 |
| 5.1 | Popis návrhu produktivnější technologie | 53 |
| 5.2 | Volba strojů pro produktivnější výrobu | 53 |
| 5.3 | Volba nástrojů pro produktivnější výrobu | 54 |
| 5.4 | Frézování na CNC..... | 56 |
| 5.4.1 | Proces frézování..... | 56 |
| 5.4.2 | Výrobní stroj | 57 |
| 5.4.3 | Výrobní nástroje | 58 |
| 6 | Nově navržený technologický postup výroby | 66 |
| 7 | Technicko - ekonomické zhodnocení | 67 |
| 7.1 | Současná technologie výroby..... | 67 |
| 7.2 | Nově navržená technologie výroby..... | 72 |
| 7.3 | Závěrečné technicko – ekonomického zhodnocení..... | 75 |
| | Závěr | 77 |
| | Poděkování..... | 78 |
| | Použitá literatura | 79 |
| | Seznam příloh | 83 |

Seznam použitých symbolů a zkratek

| Značka | Význam | Jednotka |
|--|------------------------------------|----------|
| 2D, 4D | označení délky vrtáku dle průměru | [-] |
| 3D | trojrozměrný | [mm] |
| A ₅ | tažnost | [%] |
| Al ₂ O ₃ | oxid hlinitý | [-] |
| a, l, r _ε | rozměry VBD (zápich) | [mm] |
| ANSI | americká standardizační organizace | [-] |
| ASTM | americká materiálová norma | [-] |
| ap | hloubka řezu | [mm] |
| a.s. | akciová společnost | [-] |
| b, dg7, D _{min} , h, l ₁ , f | rozměry vnitřního držáku | [mm] |
| b, f, h ₁ =h, l ₁ , l ₂ | rozměry hrubovacího držáku | [mm] |
| C, Si, Mn, Ni, P, S, Cr, V, Nb, Al, Ti, Al, Mo, Co, N | chemické prvky | [-] |
| CNC | počítačem řízený stroj | [-] |
| CVD | chemická depozice z plynné fáze | [-] |
| ČEZ | české energetické závody | [-] |
| ČSN | česká státní norma | [-] |
| D | průměr polotovaru | [mm] |
| d, A, B, T, r _ε | rozměry VBD frézy | [mm] |
| D, d ₁ , L | rozměry navrtávačku | [mm] |
| d, L | rozměry gravírovacího držáku | [mm] |
| D, l, L, Mk | rozměry HSS vrtáků | [mm] |
| D, L, l ₁ , l ₂ , l ₃ , dh6, d ₁ | rozměry plátkového vrtáku | [mm] |
| D _{c1} , D _{c1-1} , L _{f2} , l, D _b , d, a, b, i | rozměry plátkové frézy | [mm] |
| DC, DCON, APMX, LF | rozměry plátkové frézy | [mm] |
| DC, DCON, LF, LU, LB1, OAL | rozměry plátkového vrtáku | [mm] |
| DCON, THL, LF, LU, M, P | rozměry závitníku | [mm] |
| DCX, DCON, DC1, DC2, KAPR1, APMX, LF1, LF2 | rozměry plátkového srážecího hran | [mm] |
| DIN | německá průmyslová norma | [-] |

| | | |
|------------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| DN | jmenovitá světlost | [mm] |
| D_{\min} | minimální \varnothing otvoru | [mm] |
| EN | evropská norma | [-] |
| f | posuv | [mm] |
| f_z | posuv na zub | [mm] |
| f_n | posuv na otáčku | [mm] |
| $h, h_1, f, l_1, l_{2\max}$ | rozměry dokončovacího držáku | [mm] |
| h, h_1, t_{\max}, a, l_1 | rozměry zapichovacího držáku | [mm] |
| HSS | rychlořezná ocel | [-] |
| HSSE | rychlořezná ocel + 5% kobalt | [-] |
| i | počet záběrů | [-] |
| IC, S, RE | rozměry VBD (vrták) | [mm] |
| IC, S, LE, RE | rozměry VBD (fréza na hrany) | [mm] |
| ISO | mezinárodní norma | [-] |
| KV | nárazová práce | [J] |
| ks | kus | [-] |
| L XX | označení zpětné klapky | [-] |
| L, B, H, V | rozměry stroje | [mm] |
| (l), d, d_1 , s, r_ε | rozměry VBD (nože, vrtáku) | [mm] |
| l, d, s, m | rozměry VBD (fréza) | [mm] |
| L, s, Re | rozměry VBD (gravírování) | [mm] |
| m | hmotnost | [kg] |
| Mk X | Morse kužel | [-] |
| MT-CVD | CVD při nízkých teplotách | [-] |
| Mxx | metrický závit | [mm] |
| n | otáčky | $[\text{min}^{-1}]$ |
| p | stoupání závitu | [mm] |
| P, P2, M, K, S | třídy ocelí a litin | [-] |
| PN | jmenovitý tlak | [bar] |
| PVD | fyzikální depozice z plynné fáze | [-] |
| Rm | mez pevnosti | [MPa] |
| Rp0,2 | mez kluzu | [MPa] |
| Rx | rádus | [mm] |
| r_ε, R_E | rádus špičky | [mm] |

| | | |
|----------------|-------------------------------|-----------------------|
| spol. s r.o. | společnost s ručením omezeným | [-] |
| STL | stelit | [-] |
| t_D | celkový čas dávky | [min] |
| TiCN | karbonitrid titanu | [-] |
| t_J | čas obrábění jednotky | [min] |
| t_{max} | maximální vyložení VBD | [mm] |
| tp_D | čas přípravy dávky | [min] |
| tp_J | čas přípravy jednotky | [min] |
| VBD | vyměnitelná břitová destička | [-] |
| v_c | řezná rychlost | $[m \cdot min^{-1}]$ |
| v_f | posuvová rychlost | $[mm \cdot min^{-1}]$ |
| W1, BS, LE, RE | rozměry VBD (fréza) | [mm] |
| z | počet zubů | [-] |
| Z | kontrakce | [%] |
| Z XX | označení zpětného ventilu | [-] |
| \emptyset | průměr | [mm] |

Úvod

Diplomová práce se zabývá tématem zproduktivnění výroby zadané součásti. Zadanou součástí je zpětný ventil, který je označován v armaturářském prostředí jako typ Z 15. Zvýšení produktivity výroby se dosáhne pomocí změny technologie výroby tělesa zpětného ventilu. Těleso je nejnáročnější součást celé sestavy, na kterou se následně montují ostatní díly. Tato součást obsahuje rotační i prizmatické tvary, tudíž je použito vícero různých obráběcích technologií. Tato práce se zabývá výhodnějším technologickým postupem výroby tělesa, co se financí i času týká. Toto zlepšení by mělo zajistit přesunutí výroby této součásti na jiné stroje, s využitím jiných nástrojů. Popřípadě ponechání výroby na stejných strojích, ovšem s inovací řezných podmínek či nástrojů. Tímto postupem by mělo být zajištění splnění základního cíle této práce, tedy zproduktivnění výroby zpětného ventilu.

Úvodem je představen samotný podnik, ve kterém se zadaná součást vyrábí. Dále je popsáno rozdělení ventilů, včetně podrobnějšího rozdělení přímo kategorie zpětných ventilů.

Další kapitola obsahuje informace o materiálu, ze kterého se těleso zpětného ventilu vyrábí (jeho chemické složení a mechanické vlastnosti).

Dále je popsán současný stav výrobní technologie, který obsahuje technologický postup výroby, včetně parametrů jednotlivých operací. Samozřejmě jsou zde zmíněny také použité nástroje, stroje a pracoviště.

Následující kapitola obsahuje mnou navržený postup výroby, jenž zvyšuje produktivitu výroby tělesa zpětného ventilu a tím i zpětného ventilu Z 15 jakožto celku. Toto zproduktivnění je především důsledkem využití nového stroje a nově nakoupeného programu SolidCam, který usnadňuje programování CNC obráběcích strojů. Ke zvýšení produktivity přispívá také změna řezných podmínek a technologie výroby. Taktéž je zde obsažen technologický postup včetně vstupních parametrů.

Závěr práce patří technicko – ekonomickému zhodnocení stávajícího a nově navrženému postupu a jejich vzájemnému porovnání, především z hlediska ekonomického, avšak také časového.

Konkrétně zadaný vysokotlaký zpětný ventil byl dodán firmě Arako spol. s r.o. Následné využití bylo dle informací odběratele pro uhelnou elektrárnu Počerady, která spadá pod skupinu ČEZ a.s. Zakázka činila 25 kusů. V tomto případě se jednalo o zpětné ventily z uhlíkové oceli, firma má v produkci také ventily z legované a korozivzdorné oceli.

Zpětné ventily se používají jako samočinné uzávěry, které zamezují zpětnému proudění procesního média a také rázům (způsobených médii). Nelze je však použít jako uzavírací armatury, vyžaduje-li se těsnost, je nutno zařadit do potrubního systému také uzavírací armaturu.

1 Popis podniku a zadané součásti

1.1 Profil společnosti Armatury KLAD spol. s r.o.

Společnost Armatury KLAD spol. s r.o. je tradiční výrobce průmyslových armatur, se sídlem v Opavě, poblíž Východního nádraží. Firma vyrábí průmyslové armatury pro energetiku, chemický či plynárenský průmysl. Vznik společnosti se datuje do roku 1993, kdy se část managementu bývalého státního podniku Armaturky Minerva (Sigma Opava), rozhodla dále pokračovat ve výrobě průmyslových armatur pod značkou Armatury KLAD. Od roku 1997 je společnost zapsána v obchodním rejstříku jako Armatury KLAD spol. s r.o.

Firma Armatury KLAD spol. s r.o. je menší strojírenský podnik, kde pracuje celkově okolo 60 zaměstnanců. Zaměření podniku je především na menší a speciální armatury. Firma dodává na tuzemské i zahraniční trhy, především do zemí bývalého Sovětského svazu.

Od založení firma prošla modernizací. Tato modernizace se projevila v rekonstrukci výrobních hal, vylepšení strojního a nástrojového parku podniku. Dále se projevila v kancelářských podmínkách, kdy se díky koupi 3D modelačních, simulačních a obráběcích programů, značně urychlila doba, za kterou firma dokáže vyhotovit zakázku.

K 1. 9. 2011 společnost Armatury KLAD spol. s r.o. koupila společnost Severočeská Armaturka a.s. (se sídlem v Ústí nad Labem), čímž rozšířila svůj sortiment o nízkotlaké uzavírací, regulační a pojistné ventily, plynové armatury a taktéž plynové stanice.

Mezi hlavní produkty společnosti patří:

- ventily,
- šoupátka,
- kulové ventily,
- klapky,
- vodoznaky. [7]

Více informací lze nalézt na webu: www.klad.cz

1.2 Technologie obrábění

Je to vědní obor zabývající se vzájemnými vztahy mezi jednotlivými faktory, které ovlivňují samotný proces obrábění (např. hloubka odebírané vrstvy, řezná rychlost, posuv). Každý obráběcí proces je uskutečněn na daném obráběcím stroji (soustruh, frézka), pomocí daných obráběcích nástrojů (soustružnický nůž, čepová fréza) a v daném obráběcím prostředí (chlazení pomocí procesního média).

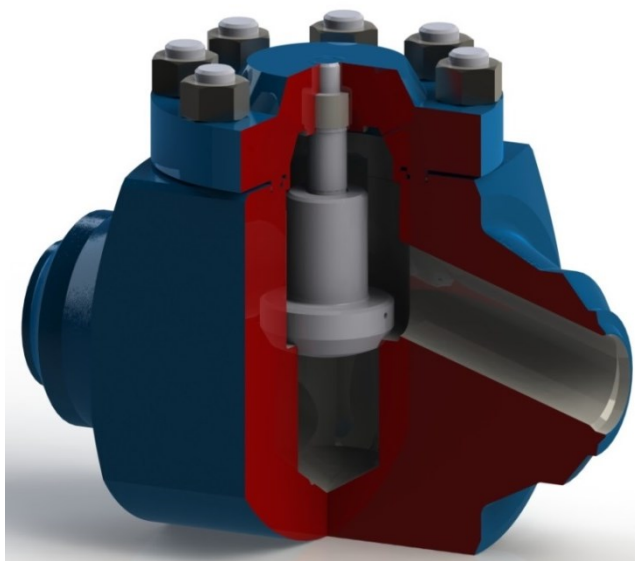
Obrábění můžeme definovat jako technologický proces, při kterém transformujeme polotovary na výrobek, a to odebráním částic materiálu. Tato transformace se realizuje pomocí především mechanických, ale také elektrických či chemických účinků. Je možné také kombinace těchto způsobů. Výrobek je zadán tvarem, rozměrem, přesností a jakostí. Především s ohledem na tyto faktory se volí, který druh obrábění se zvolí. [4]

1.3 Volba součásti

Pro tuto diplomovou práci byla zadána technologie výroby zpětného vysokotlakého ventilu Z 15 127 4320 DN 80 z produkce firmy Armatury KLAD spol. s r.o. Sestava tohoto zpětného ventilu (obr. 1) obsahuje následující dílce:

- těleso,
- víko,
- čep,
- kuželku,
- těsnění,
- závrtné šrouby
- matice.

Firma nabízí standardně 4 základní materiálové provedení. Jedná se o uhlíkovou variantu, 2 varianty z legované oceli a také variantu z korozivzdorné oceli, která je vhodná pro agresivnější provozní média. Pro tuto práci byla zadána uhlíková varianta provedení.



Obr. 1 Model vysokotlakého zpětného ventilu Z 15

Zadaný ventil Z 15 127 4320 DN 80 je v přivařovacím provedení (což lze poznat již z označení). V případě, že by se jednalo o ventil s přírubami, nesl by označení Z 15 117 4320 DN 80 a především sestava by obsahovala navíc příruby (které se na těleso přivařují).

V tomto provedení se jedná o těleso a víko vyrobené z uhlíkové oceli P250GH/1.0460. Kuželka je z korozi-vzdorné oceli X20Cr13/1.4021, která je tepelně zpracovaná. Ze stejného materiálu je vyroben také vodící čep. Tento čep vede kuželku v obrobeném otvoru tělesa. Další vyráběný díl je závrtný šroub, který slouží ke spojení tělesa s víkem. Celkově tato sestava zpětného ventilu obsahuje 8 těchto šroubů. Jsou vyráběny z materiálu 1.7225. Šroub má, logicky stejně jako matice, závit M24. Matice je na rozdíl od šroubu nakupovaným dílem. Jedná se o matici A 194 2H dle normy ISO 4032. Dalším dílem je těsnění, které je taktéž nakupované a je z materiálu Spiral-grafit/SS. Na rozdíl od menších armatur se zde popis armatury (jmenovitý tlak, materiál tělesa a další údaje) vyhotovují přímo do tělesa ventilu (u menších armatur se tyto údaje nacházejí na štítku, který se upevňuje pomocí hřebů).

1.4 Popis zpětného ventilu

Ventil je mechanické zařízení, které slouží k uzavření či regulaci (dle konstrukce kuželky) průtoku provozního média (kapaliny, plynu, kalu). Ventily se vyrábí v různých

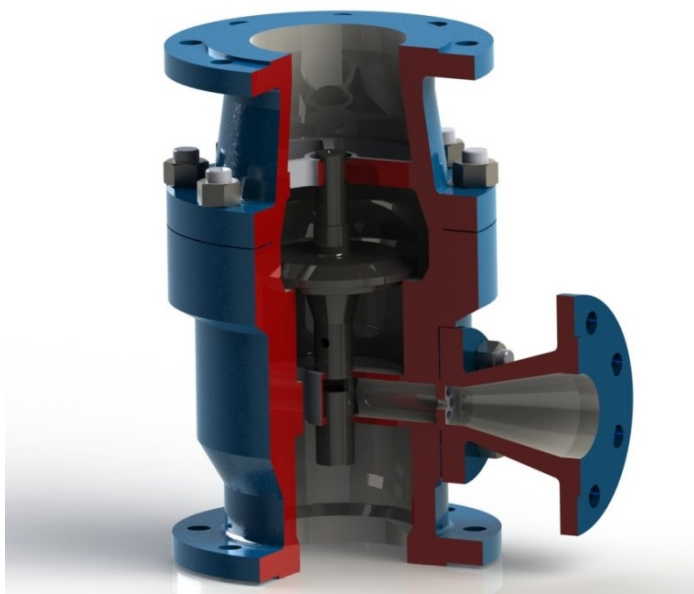
konstrukčních provedeních. Běžně se dělí na přímé (uzavírací či regulační), šikmé (uzavírací či regulační) a zpětné. [8]

Zpětný ventil se využívá jako samočinný uzávěr, který zamezuje zpětnému proudění a rázům provozního média v potrubí. Zajišťuje tedy průtok média pouze jedním směrem.

Pokud se jedná o variantu provedení z uhlíkové oceli či slitinové oceli, je ventil vhodný pro vodu a ostatní neagresivní média. V provedení z korozi-vzdorné oceli je vhodný i pro agresivnější média, např. močovina či vysoce koncentrované kyseliny.

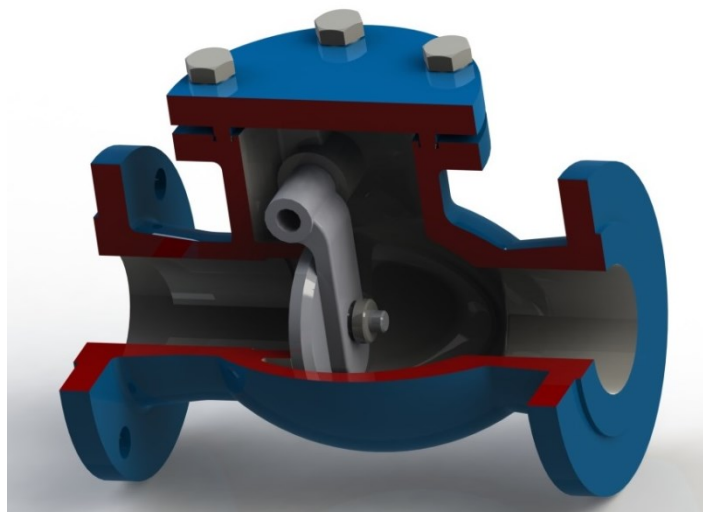
Zpětné ventily se nepoužívají jakožto uzavírací armatury. V případě, že se vyžaduje těsnost, je nutno zařadit do potrubního systému uzavírací armaturu.

Firma Armatury KLAD spol. s r.o. nabízí širokou škálu zpětných ventilů, od Z 15 (kterým se zabývá tato diplomová práce), přes zpětný ventil do svislého potrubí Z 35 až po zpětný ventil s automatickým přepouštěním Z 40 (obr. 2).



Obr. 2 Model zpětného ventilu s automatickým přepouštěním Z 40

Na podobném principu je konstruována také zpětná klapka. Zpětné klapky nesou v produkci firmy Armatury KLAD spol. s r.o. označení L 10 (obr. 3), respektive L 10.1.



Obr. 3 Model zpětné klapky L 10

Tato diplomová práce se zabývá výrobou zpětného ventilu, který nese označení Z 15 127 4320 DN80. Z tohoto kódu vyplývá, že se jedná o přivařovací provedení ventilu, z kované uhlíkové oceli na jmenovitý tlak PN 320 a světlosti DN 80.

Konstrukce zpětného ventilu Z 15 je dle evropské normy EN 13 709. Zpětný ventil, který se používá pro daný tlak a světlost (PN 320, DN 80) je vyroben z plného materiálu. Jedná se o vysokotlaký zpětný ventil. Ventily menších světlostí a především tlaků se vyrábějí převážně z odlitků. [7]

Přivařovací konce jsou dle evropské normy EN 12 627 (popřípadě dle požadavků zákazníka mohou být vyrobeny dle americké normy ANSI B 16.25). Ventil může být také připojen do potrubního systému pomocí přírub, v tomto případě se jedná o připojení dle evropské normy EN 1092-1, popřípadě dle americké normy ANSI B 16.5. [7]

2 Charakteristika materiálu

Těleso (stejně tak i víko) vysokotlakého ventilu zadaného pro tuto práci se vyrábí z materiálu P250GH/1.0460. Jedná se o nelegovanou jakostní ocel, která se využívá pro vyšší teploty (na tomto ventilu je maximální pracovní teplota +450 °C), je vhodná pro výrobu parních kotlů, tlakových nádob či pro ploché výrobky.

Tato ocel má perlitickou a martenzitickou strukturu, jenž má stanovené vlastnosti při zvýšených teplotách. Jedná se o svařitelnou ocel, využívá se pro svařované součásti tlakových nádob pracujících za zvýšených teplot. Také se používá pro kované materiály, které slouží jako tlakové nádoby a zařízení. [9]

Vzhledem ke všemu výše uvedenému je ocel vhodná jako základní materiál pro výrobu armatur, které nejsou ve styku s agresivním provozním médiem.

2.1 Značení

Tabulka 1 Značení oceli [9, 10, 11]

| ČSN 420002 | ČSN EN 10027-1 | ČSN EN 10027-2 | ASTM |
|------------|----------------|----------------|------|
| 12 024 | P250GH | 1.0460 | 1020 |

2.2 Chemické složení

Tabulka 2 Chemické vlastnosti materiálu [7, 10]

| C [%] | Si [%] | Mn [%] | Ni [%] | P [%] | S [%] |
|-------------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------------------|
| 0,18 – 0,23 | Max. 0,4 | 0,3 – 0,9 | Max. 0,3 | Max. 0,025 | Max. 0,015 |
| Cr [%] | V [%] | Nb [%] | Ti [%] | Al [%] | Cr+Mn+ Mo+Ni [%] |
| Max. 0,3 | Max. 0,02 | Max. 0,01 | Max. 0,03 | 0,015 – 0,05 | < 0,7 |

2.3 Mechanické vlastnosti

Tabulka 3 Mechanické vlastnosti materiálu [7, 10]

| R _{p(0,2)} [MPa] | R _m [MPa] | A ₅ [%] | Z [%] | KV [J] |
|---------------------------|----------------------|--------------------|---------|----------|
| Min. 300 | Min. 450 | Min. 34 | Min. 64 | Min. 140 |

2.4 Zařazení materiálu

Důležitým krokem pro následnou volbu řezných nástrojů a parametrů je správně zařadit obráběný materiál. Materiál se řadí do skupin P (uhlíkové, nízko a středně legované oceli), M (korozivzdorné oceli) či K (tvárné, šedé či temperované litiny). Těchto kategorií je ještě více.

Volím zařazení materiálů dle katalogu Pramet z roku 2016. Dle tohoto rozdělení umisťuji obráběný materiál do kategorie **P2**. Zde zapadají nelegované a nízkolegované oceli se středním obsahem uhlíku s pevností do 900 MPa. [12]

3 Rozbor současného výrobního postupu

V této kapitole je popsán stávající technologický postup výroby zadané součásti. Jedná se o těleso zpětného ventilu Z 15, vyráběného ve firmě Armatury KLAD spol. s r.o. Pro tuto diplomovou práci byl zadán zpětný ventil Z 15 127 4320 DN80. Jedná se o vysokotlaký ventil, tudíž je vyráběn z jednoho kusu kovaného materiálu, což sebou nese mnoho obráběcích operací. V případě výroby ventilů pro nižší tlaky se používají odlévaná tělesa, kde je výrazně méně obráběcích operací a především odpadu ve formě třísky. Z označení (Z 15 127 4320 DN80) vyplývá, že se jedná o provedení s přivařovacími konci.

Po každé obráběcí operaci následuje rozměrová kontrola opracovaných částí pracovníkem, aby se zabránilo posunu zmetkového kusu technologickým postupem.

3.1 Stroje použité v současném postupu výroby

V současném výrobním postupu je použito celkem sedm strojů. Jsou zde zařazeny jak konvenční stroje, tak CNC. Úvodní operace (dělení materiálu) je realizována na CNC pile PEGAS, následuje obrábění na vertikálním soustruhu SKJ 12A CNC či obráběcím centru MCFV 125 EZ. Tyto stroje se zařadí do kategorie CNC strojů.

Mezi konvenční stroje použité v postupu patří radiální vrtačka VR4, soustruh SU 50A, frézka FGU 32, horizontální vyvrtávačka TOS H 100.

3.2 Nástroje použité v současném postupu výroby

Při výrobě tělesa zpětného ventilu je použito mnoho nástrojů. Jedná se jak o nástroje monolitní z rychlořezné oceli, tak o nástroje s VBD. Tyto nástroje se skládají ze samotného plátku a samozřejmě držáku, ve kterém je daným systémem destička upnuta. Nástroje s VBD (jak držáky, tak destičky), jsou nejčastěji od firmy Pramet, dále najdeme nástroje firem Nine9, Tungaloy. HSS nástroje firma povětšinou kupuje od firmy H+H s.r.o.

3.3 Dělení materiálu

Materiál můžeme dělit více způsoby. Jedná se jak o konvenční metody (řezání pilovým pásem, řezání pomocí rozbrušovacího kotouče), tak o ty nekonvenční (elektrojiskrové řezání, řezání vodním paprskem). Rotační součásti se také občas dělí na soustruhu, pomocí upichovacích nožů. Mezi hojně používané metody dělení materiálu patří také tepelné dělení materiálu, např. pomocí plamene, laseru či elektronového paprsku. [5]

3.3.1 Proces dělení materiálu

Stejně jako u drtivé většiny výrobků se také v tomto případě jedná o úvodní výrobní operaci. Tyč průměru 270 mm se na CNC pile dělí na délku 386 mm. Polotovary v podniku zajišťuje skladník, dle objednávky vedoucího výroby.

Délka polotovaru se vypočítá dle jednoduchého vzorce, kdy se sečte potřebná délka polotovaru a odpad ve formě prořezu. Takto vypočtená hodnota se následně vynásobí požadovaným počtem kusů. Občas se počítá délka větší o jeden kus, než je délka potřebná pro zadanou výrobní dávku. Tímto si firma dělá zásobu pro případ, že by se podařilo vyrobit zmetkový kus. Před objednávkou skladníka se zkontroluje, zda není alespoň požadovaná část materiálu v zadané jakosti již naskladněna.

Samotné dělení materiálu se uskutečňuje na jedné z dílen přímo v podniku Armatury KLAD spol. s r.o.

3.3.2 Výrobní stroj

Dělení materiálu na zadanou délku se realizuje na pásové CNC pile značky PEGAS. Firma Armatury KLAD spol. s r.o. disponuje modelem 350x400 H-A-CNC (obr. 4). Tato pila je určena k dělení materiálů v kolmých řezech. Jedná se o vysoce produktivní dvousloupovou, hydraulicky ovládanou pásovou pilu s vícenásobným podáváním materiálu. Dle výrobce je pila vhodná pro sériovou výrobu, vzhledem ke své robustní konstrukci a širokému spektru materiálu, které mohou být na pile děleny (koroziivzdorné či nástrojové oceli, lehké či neželezné kovy). Tato pila umožňuje dělení jak plných materiálů, tak profilů. [13]



Obr. 4 CNC pila PEGAS

Tabulka 4 Parametry CNC pily [13]

| Základní rozměry | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|----------|
| Délka | Šířka | | Výška | | Výška stolu | Hmotnost |
| L [mm] | B _{min} [mm] | B _{max} [mm] | H _{min} [mm] | H _{max} [mm] | V [mm] | m [kg] |
| 2300 | 1800 | 2100 | 2000 | 2100 | 930 | 1350 |
| Výkonnostní parametry stroje | | | | | | |
| Pohon pilového pásu [kW] | | | | | 3,0 | |
| Pohon hydraulického agregátu [kW] | | | | | 0,75 | |
| Čerpadlo chladící emulze [kW] | | | | | 0,05 | |
| Elektromotor pohonu šnekového vynašeče třísek [kW] | | | | | 0,12 | |
| Rezná rychlost (plynule nastavitelná) [m/min] | | | | | 20-100 | |
| Rozměr pilového pásu [mm] | | | | | 4520x34x1,1 | |
| Elektrické zapojení do sítě | | | | | 3x400 V; 50 Hz | |

3.3.3 Výrobní nástroj

Firma Armatury KLAD spol. s r.o. používá pilové pásy BIMETAL M51; 4520x34x1,1; 2/3 V-POS+. Tento pás je použit z důvodu široké škály materiálů, které mohou být děleny. Jedná se jak o uhlíkové, legované, tak austenitické korozivzdorné oceli. Dále také slitiny na bázi niklu, titany a bronzy. Vhodný pro dělení tlustostěnných trubek, ale také pro plné materiály. Špičky zubů jsou z materiálu HSS M51, 1.3207. Tento materiál zvyšuje životnost pilového pásu, díky odolnosti vůči vysoké teplotě a opotřebení. [14]

3.4 Soustružení

Soustružení je nejběžnější typ třískového obrábění, při kterém vniká řezná část nástroje tvaru řezného klínu do obrobku a odebírá z tohoto materiálu přebytečnou vrstvu (tzv. přídavek na obrábění) ve formě třísky. Používá se pro zhotovení rotačních součástí. Soustružením lze obrábět vnější i vnitřní válcové plochy, stejně jako kuželové a tvarové plochy. Touto metodou třískového obrábění lze také vrtat, řezat závity, vystružovat atd. Pro dosažení požadovaného tvaru, rozměru a drsnosti obrobku je nutno zvolit vhodnou geometrii řezného nástroje. Hlavní řezný pohyb při soustružení koná obrobek a jedná se o rotační pohyb. Vedlejší pohyby, posuv a přísuv, vykonává nástroj. Podmínkou je, aby materiál nástroje měl vyšší tvrdost, než obráběný materiál. [1, 4]

3.4.1 Proces soustružení čel

Po nařezání materiálu na požadovanou délku následuje soustružení na vertikálním soustruhu, tzv. karuselu. Tento výrobní stroj je výhodný především z důvodu rozměrů a hmotnosti výrobku. Polotovar má hmotnost cca 175 kg. Ve firmě Armatury KLAD spol. s r.o. se konkrétně jedná o karusel SKJ 12A CNC.

Při tomto úvodním soustružení se jedná pouze o zarovnání čel polotovaru. Polotovar $\varnothing 270$ mm a délky 386 mm se upne do hydraulické upínací desky. Následně se zarovná čelo, dle výkresové dokumentace na délku $L = 384$ mm.

Následuje odepnutí obrobku, jeho otočení, upnutí a poté se zarovná druhé čelo. Po tomto zarovnání má kus celkovou délku $L = 382$ mm.

3.4.2 Výrobní stroj

Celý proces úvodního soustružení (zarovnání čel) je uskutečněn na jedno stojanovém vertikálním soustruhu SKJ 12A CNC, výrobce TOS Hulín, a.s. (obr. 5). Tento karusel má tři čelistovou, litinovou upínací desku s automatickým hydraulickým upínáním. Soustruh obsahuje pěti nástrojovou revolverovou hlavu. Výhodou tohoto vertikálního soustruhu je možnost obrábění i kusů o vyšší hmotnosti a větších průměrech polotovaru. Mezi nevýhody lze zařadit delší čas přípravy v důsledku vytvoření řídicího programu (tento čas se však následně vyplatí obětovat při obrábění více kusů v jedné výrobní dávce) a nižší otáčky stroje.



Obr. 5 Vertikální soustruh SKJ 12A CNC

Tabulka 5 Parametry vertikálního soustruhu [6, 15]

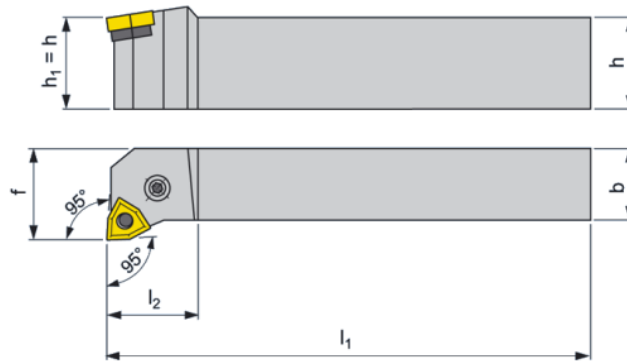
| Základní rozměry | | | |
|--|--------|--------|----------|
| Délka | Šířka | Výška | Hmotnost |
| L [mm] | B [mm] | H [mm] | m [kg] |
| 2970 | 2770 | 4250 | 13000 |
| Výkonnostní parametry stroje | | | |
| Maximální výška obrobku [mm] | | | 1150 |
| Maximální průměr obrobku [mm] | | | 1400 |
| Upínací průměr otočného stolu [mm] | | | 1250 |
| Maximální zatížení stolu [kg] | | | 6000 |
| Maximální otáčky stolu [min⁻¹] | | | 200 |
| Výkon hlavního elektromotoru [kW] | | | 40 |
| Poháněné nástroje | | | NE |

3.4.3 Výrobní nástroje

Pro úvodní obráběcí operaci byl potřeba pouze jeden nástroj, jedná se o soustružnický nůž s výměnným plátkem.

3.4.3.1 Hrubovací nůž

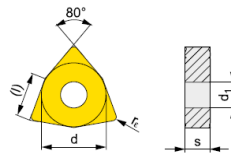
Úvodní nástroj (obr. 6) je složen z držáku značky Pramet PWLNR 2525M08, na kterém je upnuta výměnná břitová destička (obr. 7) taktéž značky Pramet, jenž nese označení WNMG 060408E-M; T6630.



Obr. 6 Hrubovací nůž [12]

Rozměry držáku [12]

- $b = 25 \text{ mm}$
- $f = 32 \text{ mm}$
- $h_1 = h = 25 \text{ mm}$
- $l_1 = 150 \text{ mm}$
- $l_2 = 22 \text{ mm}$



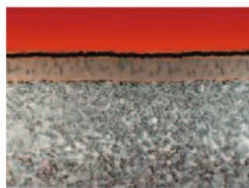
Obr. 7 Hrubovací destička [12]

Rozměry destičky [12]

- $l = 6,50 \text{ mm}$
- $d = 9,525 \text{ mm}$
- $d_1 = 3,81 \text{ mm}$
- $s = 4,76 \text{ mm}$
- $r_\epsilon = 0,8 \text{ mm}$

Označení materiálu destičky: 6630 (obr. 8)

Jedná se o nejuniverzálnější materiál řady 6000 firmy Pramet. Střední povlak s nosnou vrstvou TiCN je nanesen metodou MT-CVD. Používá se jak pro dokončovací, střední, tak i hrubovací soustružení. Jedná se o první volbu obrábění ocelí P a M (dle značení firmy Pramet). Používá se pro střední i vyšší rezné rychlosti, stejně tak pro přerušované i kontinuální řezy. [16]



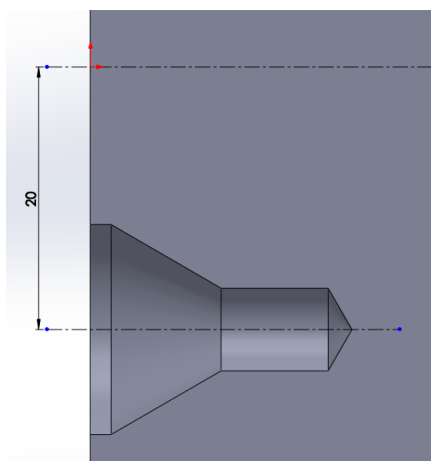
Obr. 8 Mikrostruktura 6630 [16]

3.5 Vrtání

Tato metoda obrábění zhotovuje nebo zvětšuje (předlité, předkované či jinak předpracované) otvory rotujícím nástrojem, tzv. vrtákem. Hlavní řezný pohyb v tomto případě vykonává nástroj a jedná se o rotační pohyb. Vedlejší řezný pohyb, posuv, je konán také většinou nástrojem. Zde se jedná o přímočarý vratný pohyb. Osa nástroje je kolmá k obráběné ploše v místě vstupu vrtáku do obrobku. [2]

3.5.1 Proces vrtání

Po zarovnání čel na karuselu následuje navrtání excentrických děr. Tato výrobní operace se uskutečňuje na klasické sloupové vrtačce. Kus se upne do tříčelistového svěráku, který je uchycen ve stolu vrtačky. Pomocí středícího vrtáku $\varnothing 6,3$ mm se na prvním čele vyvrtá středící otvor, který je vyvrtán 20 mm pod osou válcového polotovaru, což lze vidět na obr. 9.



Obr. 9 Excentrické navrtání

Po navrtání excentrického otvoru na jedné straně se kus odepne, otočí a opět upne. Obrobek se navrtá stejným způsobem i z druhé strany, čímž je připraven na další obrábění na vertikálním soustruhu.

3.5.2 Výrobní stroj

Pro výrobu středící díry pro následné ustavení a upnutí kusu byla použita radiální vrtačka výrobce Kovošvit, typ VR4 (obr. 10). Jedná se o otočnou vrtačku.



Obr. 10 Otočná vrtačka VR4

Tabulka 6 Rozměry vrtačky [6]

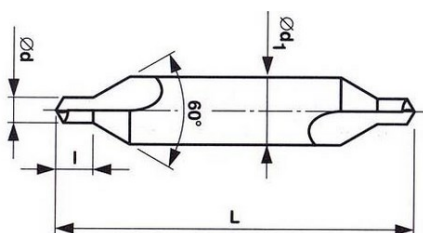
| Základní rozměry | | | |
|---|--------|--------|-----------|
| Délka | Šířka | Výška | Hmotnost |
| L [mm] | B [mm] | H [mm] | m [kg] |
| 2250 | 1055 | 2970 | 2700 |
| Výkonnostní parametry stroje | | | |
| Maximální přípustné zatížení stolu [kg] | | | 850 |
| Maximální výška obrobku [mm] | | | 1200 |
| Průměr hlavy vřetene [mm] | | | 70h6 |
| Zdvih vřetene [mm] | | | 310 |
| Rozsah otáček vřetene [min⁻¹] | | | 28 – 2500 |
| Délka základny [mm] | | | 1475 |
| Šířka základny [mm] | | | 900 |
| Výška základny [mm] | | | 200 |
| Celkový příkon stroje [kW] | | | 7,0 |
| Vřeteno kužel | | | Morse 4 |

3.5.3 Výrobní nástroje

Při této operaci se opět použije pouze jeden nástroj, jedná se o HSS středící vrták – navrtávák, který se označuje nominálním $\varnothing 6,3$ mm.

3.5.3.1 Středící vrták

Navrtávák z HSS se navrtají excentrické otvory, pomocí kterých se následně kus vystředí při další obráběcí operaci.



Obr. 11 Středící vrták [17]

Rozměry středícího vrtáku [17]

- $d = 6,3$ mm
- $L = 71 \pm 3$ mm
- $d_1 = 16,0$ mm

3.6 Soustružení – vertikální soustruh

Po úvodním soustružení a navrtání excentrických otvorů se obrobek opět vrací na karusel.

Teoretický popis technologie obrábění soustružením je již popsán v kapitole 3.4.

3.6.1 Proces soustružení

Další obráběcí operace na vertikálním soustruhu obsahuje obrábění vnějšího profilu. Kus se vystředí pomocí excentrického otvoru a upne do hydraulického sklíčidla karuselu. Následuje samotné obrábění, kdy se obrobek soustruží z průměru 270 mm. Soustruží se kompletní vnější profil zpětného ventilu dle výkresové dokumentace. Nejprve se tento profil hrubuje a následně dokončuje (stejným nástrojem, jen s menším posuvem) z první strany, následně se odepne, otočí, opět vystředí a upne. Následuje hrubování a dokončování profilu z druhé strany.

3.6.2 Výrobní stroj

Soustružení profilu se uskutečňuje na vertikálním soustruhu, který je popsán v kategorii 3.4.2.

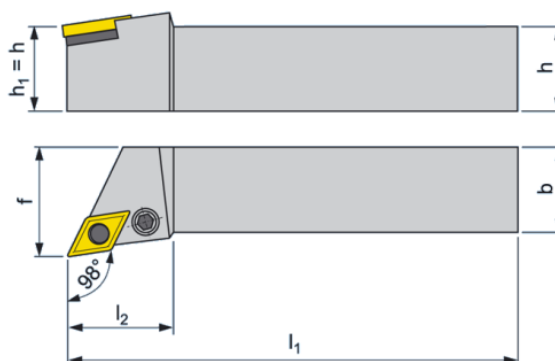
3.6.3 Výrobní nástroje

3.6.3.1 Hrubovací nůž

Úvodní hrubovací nástroj je totožný s nástrojem, který se použil pro zarovnání čel polotovaru. Tento nástroj je popsán v kapitole 3.4.3.1.

3.6.3.2 Dokončovací nůž

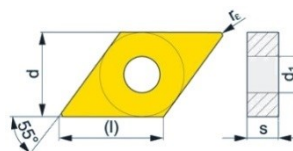
Po hrubování profilu následuje obrobení tohoto profilu také na čisto, pomocí nástroje, který je složen z držáku PDXNL 2525 M15 a destičky DNMG 150604E-FM; T9230.



Obr. 12 Dokončovací nůž [12]

Rozměry držáku [12]

- $h = 25 \text{ mm}$
- $h_1 = 25 \text{ mm}$
- $f = 32 \text{ mm}$
- $l_1 = 150 \text{ mm}$
- $l_{2\max} = 40 \text{ mm}$



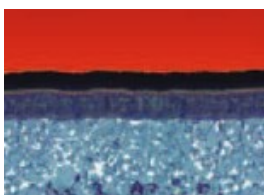
Obr. 13 Dokončovací destička [12]

Rozměry destičky [12]

- $l = 15,5$ mm
- $d = 12,7$ mm
- $d_1 = 5,16$ mm
- $s = 6,35$ mm
- $r_\varepsilon = 0,4$ mm

Označení materiálu destičky: 9230 (obr. 14)

Tento řezný materiál je vhodný k obrábění široké škály materiálů. Kombinuje spolehlivost a produktivnost obráběcího procesu a je vhodný pro hrubovací i dokončovací operace. Je na něj nanesen MT-CVD povlak systému Ti (C, N) – Al. Tento povlak poskytuje destičkám tepelnou ochranu. Oproti materiálu 6630 (který byl předtím doporučován pro tyto aplikace), je zvýšena životnost VBD až o 40 %. [16, 18]



Obr. 14 Mikrostruktura 9230 [16]

3.7 Frézování

Frézování je společně se soustružením nejčastějším typem třískového obrábění. V tomto případě se realizuje úběr materiálu pomocí několikabřitého řezného nástroje, který se nazývá fréza. Hlavní řezný pohyb při frézování koná nástroj a jedná se o rotační pohyb. Vedlejší řezné pohyby, posuv a přísuv, koná ve většině případů obrobek, avšak mohou být uskutečněny také nástrojem. Frézování se dělí na sousledné a nesousledné podle směru otáček nástroje a směru posuvu obrobku. Tato technologie obrábění se používá pro obrábění rovinných a tvarově složitých ploch, pro rotační plochy zcela výjimečně. [2]

3.7.1 Proces frézování

Při následující operaci se obrobí prizmatický tvar tělesa zpětného ventilu. Kus se na stůl frézky upne pomocí prizmatických upínek. Následuje frézování první plochy. Poté se kus odepne, ustaví pomocí již obrobené plochy, upne a opět se ofrézuje plocha, tentokrát druhá. Na závěr se kus opět odepne, upne pomocí obou již obrobených ploch a ofrézuje se poslední, třetí plocha. Touto operací je obrábění na konvenční frézce dokončeno.

3.7.2 Výrobní stroj

Frézovací operace jsou realizovány na klasické konzolové frézce s vodorovným vřetenem značky TOS Olomouc, model FGU 32 (obr. 15). Tato frézka se používá pro přesné a výkonné frézování plochých a skříňových obrobků. Stroj je vhodný jak pro kusovou, tak pro sériovou výrobu. Vzhledem k tuhosti stroje, rozsahu otáček vřetene a pracovních posuvů frézka umožňuje hospodárné a kvalitní obrábění různých druhů materiálů. [21]



Obr. 15 Frézka FGU 32

Tabulka 7 Rozměry frézky [21]

| Základní rozměry | | | |
|---|--------|--------|-------------|
| Délka | Šířka | Výška | Hmotnost |
| L [mm] | B [mm] | H [mm] | m [kg] |
| 3410 | 2400 | 1720 | 2615 |
| Výkonnostní parametry stroje | | | |
| Maximální přípustné zatížení stolu [kg] | | | 300 |
| Vnější šířka pracovního stolu [mm] | | | 320 |
| Vnější délka pracovního stolu [mm] | | | 1250 |
| Rozsah otáček vřetene [min⁻¹] | | | 31,5 – 1400 |
| Podélný pohyb stolu [mm] | | | 850 |
| Příčný pohyb stolu [mm] | | | 275 |
| Svislý pohyb konzoly [mm] | | | 420 |
| Výkon na vřetenu [kW] | | | 5,5 |
| Natočení vřetenové hlavy [°] | | | ±45 |

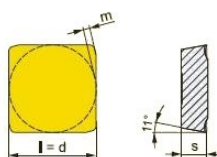
3.7.3 Výrobní nástroje

3.7.3.1 Frézovací hlava

Pro všechny frézovací operace se používá pouze jeden nástroj. Jedná se o frézovací hlavu Narex 2464.15. Tato frézovací hlava má jmenovitý průměr 160 mm a je osazena 10 VBD. Tyto plátky mají označení SPKR 1504EDSR; M8040.



Obr. 16 Frézovací hlava Narex



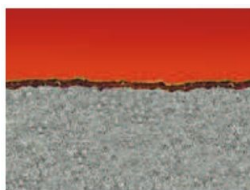
Obr. 17 Frézovací destička [30]

Rozměry destičky [12]

- $l = 15,875 \text{ mm}$
- $d = 15,875 \text{ mm}$
- $s = 3,18 \text{ mm}$
- $m = 1,22 \text{ mm}$

Označení materiálu destičky: 8040 (obr. 18)

Jedná se o nejhouževnatější řezný materiál z řady 8000. Nanostrukturální povlak je nanosen metodou PVD. Využívá se pro obráběcí operace, kde se očekává vysoké mechanické namáhání břitu. Je používán především pro materiály řazené do skupin M a S (korozivzdorné oceli a speciální žárupevné slitiny na bázi Ni, Co atd.), ale také pro skupiny P a K (nelegované až středně legované oceli a litiny). Využívá se pro nižší řezné rychlosti a nestabilní záběrové podmínky. [16]



Obr. 18 Mikrostruktura 8040 [16]

3.8 Soustružení otvoru – úvodní

Teoretický popis technologie soustružení je popsán v kapitole 3.4.

3.8.1 Proces soustružení

Po frézování putuje kus opět na vertikální soustruh SKJ 12A CNC. Na tomto stroji se obrobí díra pro návar tvrdokovu Stelit 6. Tento návar se uskutečňuje v kooperaci s firmou KSK Česká Třebová. V tomto případě se kus upne pomocí prizmatických upínek. Poté se vyvrtá otvor, pomocí HSS vrtáku $\varnothing 90,0$ mm. Po tomto vrtání nám zůstává úhel vrtáku $118^\circ - 120^\circ$. To je pro následný návar nepřijatelné. Tudíž další nástroj je rovný vrták, tentokrát má však $\varnothing 70,0$ mm, který zarovná díru tak, aby měla rovné dno. Následuje rozjetí díry pomocí vnitřního soustružnického nože na $\varnothing 97$ mm.

3.8.2 Výrobní stroj

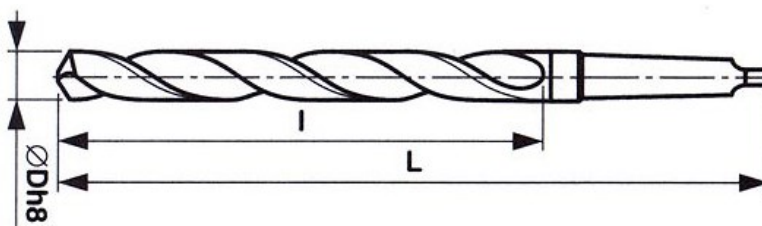
Vrtání a soustružení se opět realizuje na stroji firmy TOS Hulín a.s. Jedná se o vertikální soustruh SKJ 12A CNC, více o tomto stroji v kapitole 3.4.2.

3.8.3 Výrobní nástroje

V tomto případě soustružení se používají tři nástroje. Úvodní operaci vrtání realizuje HSS vrták $\varnothing 90,0$ mm, následuje zarovnání díry rovným vrtákem $\varnothing 70,0$ mm. Tento vrták s rovným čelem se běžně neprodává, jedná se o úpravu zbroušením ostří. Také tento vrták je z materiálu HSS. Poté se díra rozjíždí vnitřním nožem, který se skládá z komponentů značky Pramet. Jedná se o držák A50U-PCLNR 16 osazený VBD které se značí CNMG 160612E-NM; 9325.

3.8.3.1 HSS vrták $\varnothing 90$

Jedná se o vrták (obr. 19) z rychlořezné oceli, průměru 90 mm. Tímto vrtákem se vyvrtá otvor do horní ofrézované plochy zpětného ventilu. Tento vrták je upínán pomocí Morse kužele 6. [19]



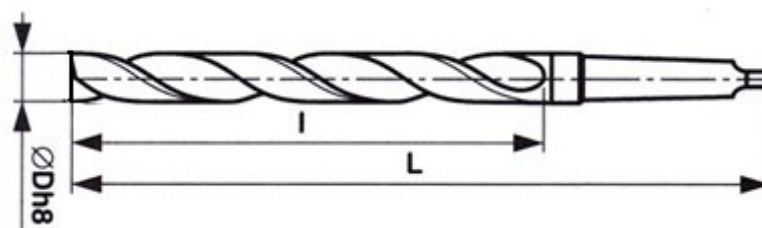
Obr. 19 HSS vrták [19]

Rozměry vrtáku [20]

- $D = 90 \text{ mm}$
- $l = 270 \text{ mm}$
- $L = 524 \text{ mm}$
- $Mk = Mk6$

3.8.3.2 HSS vrták $\varnothing 70$

Jedná se o HSS vrták běžně dostupný ve strojírenském průmyslu. Tento vrták je však speciálně přebroušen na požadovaný tvar (rovné čelo).



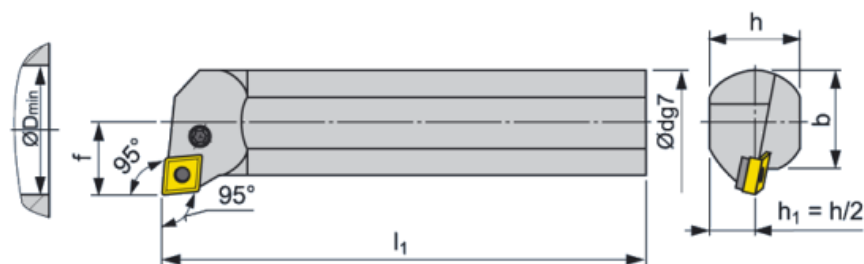
Obr. 20 HSS vrták – rovné čelo [19]

Rozměry vrtáku

- $D = 70 \text{ mm}$
- $l = 233 \text{ mm}$
- $L = 410 \text{ mm}$
- $Mk = Mk5$

3.8.3.3 Vnitřní nůž

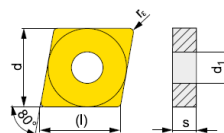
Po vrtání se předvrtaná díra zvětšuje vnitřním soustružnickým nožem. Ten se skládá z držáku A50U-PCLNR 16 (obr. 21) a z výměnné břitové destičky CNMG 160612E-NM; T9325 (obr. 22).



Obr. 21 Vnitřní nůž [12]

Rozměry držáku [12]

- $b = 48,5 \text{ mm}$
- $dg7 = 50 \text{ mm}$
- $D_{\min} = 63 \text{ mm}$
- $h = 47 \text{ mm}$
- $l_1 = 350 \text{ mm}$
- $f = 35 \text{ mm}$



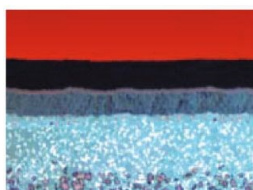
Obr. 22 Vnitřní destička [12]

Rozměry destičky [12]

- $l = 16,1 \text{ mm}$
- $d = 15,875 \text{ mm}$
- $d_1 = 6,35 \text{ mm}$
- $s = 6,35 \text{ mm}$
- $r_e = 1,2 \text{ mm}$

Označení materiálu destičky: 9325 (obr. 23)

Jedná se o nejhouževnatější řezný materiál z řady 9300. Materiál se vyznačuje poměrně velkým obsahem pojící kobaltové fáze. Je zde nanesen silný MT-CVD povlak s unikátní krycí vrstvou Al_2O_3 . Tato vrstva zaručuje vynikající ochranu (tepelnou, chemickou i mechanickou) základního materiálu. Doporučení výrobce pouze pro materiály spadající do kategorie P. Univerzální použití co se typu obrábění (dokončování, hrubování) týká. Vhodný pro aplikace se středními řeznými rychlostmi. [16]



Obr. 23 Mikrostruktura 9325 [16]

3.9 Soustružení otvoru – dokončení

Teoretický popis technologie soustružení je popsán v kapitole 3.4.

3.9.1 Proces soustružení

Po navaření vrstvy tvrdokovu Stelit 6 v kooperaci s firmou KSK Česká Třebová následují obráběcí operace, které se uskutečňují na soustruhu. Toto soustružení se opět realizuje na vertikálním soustruhu SKJ 12A CNC. Při této operaci se dokončuje otvor pro kuželku v tělese zpětného ventilu. Opět se kus nejprve upne pomocí prizmatických upínek. Následuje obrobení velmi tvrdé stelitové vrstvy, která je sice objemově malá, avšak velice tvrdá a houževnatá, tudíž tato operace trvá dlouhou dobu. Po soustružení následuje provrtání vrtákem průměru 70 mm do hloubky 187 mm na celý průměr. Tento vrták je vyroben z HSS. Poté je na řadě obrobení kompletní díry pro kuželku na čisto. Na závěr této obráběcí operace se vyhotoví zápich na ploše, který slouží k uložení těsnění mezi tělesem a víkem.

3.9.2 Výrobní stroj

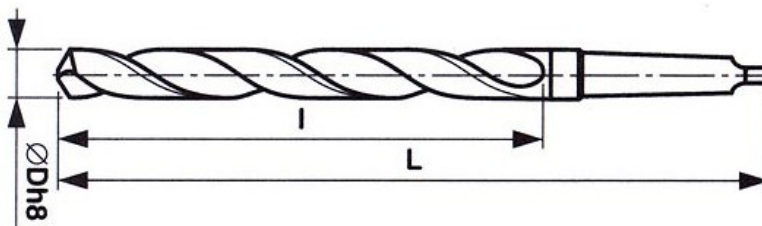
Stejně jako v předchozí obráběcí operaci se vrtání i soustružení realizuje na vertikálním soustruhu SKJ 12A CNC, více o tomto stroji v kapitole 3.4.2.

3.9.3 Výrobní nástroje

V tomto případě soustružení se používají čtyři nástroje. Úvodní operací je soustružení stelitové vrstvy, což je zajišťuje nástrojem složeného z držáku A50U-PCLNR 16 a plátku CNMG 160612E-NM; T9325. Provrtání případné zbytkové vrstvy tvrdokovu se realizuje pomocí HSS vrtáku Ø 70,0 mm. Po provrtání následuje obrobení kompletní díry na čisto, což se realizuje vnitřním soustružnickým nožem, který je složen z držáku A50U-PDUNR 15a výměnné břitové destičky DNMG 150408E-FM; T9325. Na závěr této obráběcí operace (která je také poslední na karuselu) se obrobí zápich pro těsnění. Tento proces je uskutečněn pomocí držáku GFIR 2525 M04L 170110-A. Plátek je použit LCMF 041604-M; T9325.

3.9.3.1 HSS vrták Ø 70

Jedná se o vrták (obr. 24) z rychlořezné oceli, průměru 70 mm. Tímto vrtákem se vyvrtá otvor do horní ofrézované plochy zpětného ventilu. Tento vrták je upínán pomocí Morse kužele 5.



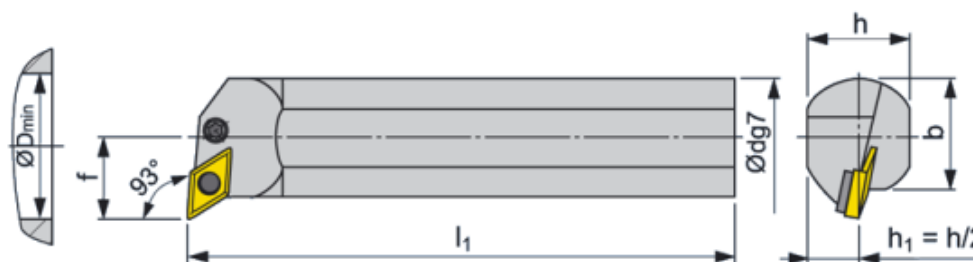
Obr. 24 HSS vrták [19]

Rozměry vrtáku [20]

- $D = 70 \text{ mm}$
- $l = 250 \text{ mm}$
- $L = 437 \text{ mm}$
- $Mk = Mk5$

3.9.3.2 Vnitřní nůž – díra na čisto

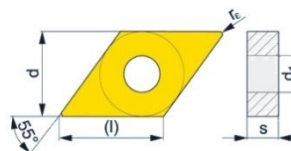
Pro dokončení kompletní díry pro kuželku na čisto se použije soustružnický nůž, který je složen z držáku A50U-PDNUR 15 a plátku DNMG 150408E-FM; T9325.



Obr. 25 Vnitřní dokončovací nůž [12]

Rozměry držáku [12]

- $b = 48,5 \text{ mm}$
- $dg7 = 50 \text{ mm}$
- $D_{min} = 63 \text{ mm}$
- $h = 47 \text{ mm}$
- $l_1 = 350 \text{ mm}$
- $f = 35 \text{ mm}$



Obr. 26 Dokončovací destička [12]

Rozměry destičky [12]

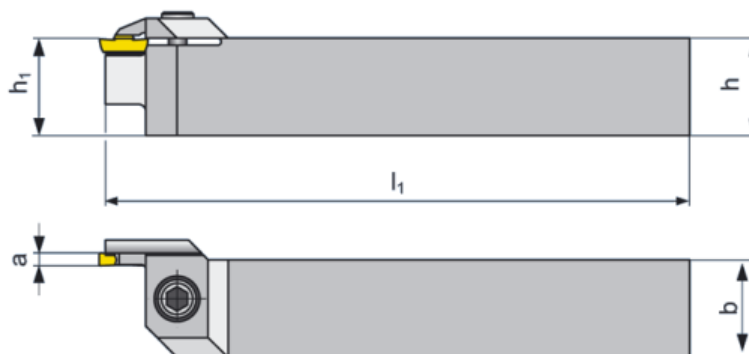
- $(l) = 15,5 \text{ mm}$
- $d = 12,7 \text{ mm}$
- $d_1 = 5,16 \text{ mm}$
- $s = 4,76 \text{ mm}$
- $r_\epsilon = 0,8 \text{ mm}$

Označení materiálu destičky: 9325 (obr. 23)

Tento materiál VBD firmy Pramet je podrobněji popsán v kapitole 3.8.3.3.

3.9.3.3 Zapichovací nůž

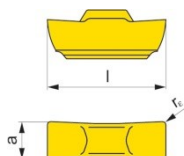
Na závěr obrábění na vertikálním soustruhu se obrábí zápich pro těsnění, pomocí nástroje GFIR 2525 M04L 170110-A. Plátek je použit LCMF 041604-M; T9325.



Obr. 27 Zapichovací nůž [12]

Rozměry držáku [12]

- $h = 25 \text{ mm}$
- $h_1 = 25 \text{ mm}$
- $t_{\max} = 12 \text{ mm}$
- $a = 4 \text{ mm}$
- $l_1 = 150 \text{ mm}$



Obr. 28 Zapichovací destička [12]

Rozměry destičky [12]

- $a = 4,0 \text{ mm}$
- $l = 16,4 \text{ mm}$
- $r_E = 0,4 \text{ mm}$

Označení materiálu destičky: 9325 (obr. 23)

Tento materiál VBD firmy Pramet je podrobněji popsán v kapitole 3.8.3.3.

3.10 Vrtání průtoků

Teoretická stránka věci, při obráběcí operaci nazývané vrtání, je již popsána v kapitole 3.5.

3.10.1 Proces vrtání

V tomto případě se vrtání realizuje na jiném stroji oproti úvodnímu vrtání excentrických otvorů. Tato operace se uskutečňuje na horizontální vyvrtávačce, která je popsána v následující kapitole.

Postup v tomto případě je následující. Nejprve se kus upne pomocí prizmatických upínek, následně se nastaví úhel průtoků, který v tomto případě činí 17° . Tento úhel je totožný pro oba průtoky (vstupní i výstupní). Následně se provrtá první průtok do zadané hloubky, kus se otočí o potřebný úhel a opět se provrtá. Druhá hloubka průtoku je odlišná oproti první.

3.10.2 Výrobní stroj

Pro výrobu průtoků tělesa zpětného ventilu se používá vodorovná vyvrtávačka TOS Varnsdorf H 100 (obr. 29). Jedná se o ručně řízený stroj klasické koncepce s pevným stojanem. Stroj je opatřen křížově představitelným, otočným stolem a výsuvným vřetenem. [22]



Obr. 29 Horizontální vyvrtávačka H 100

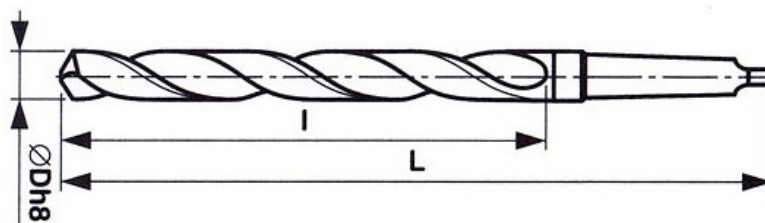
Tabulka 8 Rozměry horizontální vyvrtávačky [6]

| Základní rozměry | | | |
|---|--------|--------|-----------|
| Délka | Šířka | Výška | Hmotnost |
| L [mm] | B [mm] | H [mm] | m [kg] |
| 6050 | 2880 | 3000 | 13800 |
| Výkonnostní parametry stroje | | | |
| Délka pojezdu osy X [mm] | | | 1250 |
| Délka pojezdu osy Y [mm] | | | 1250 |
| Délka pojezdu osy Z [mm] | | | 1400 |
| Délka pojezdu vřetene [mm] | | | 900 |
| Pracovní průměr vřetene [mm] | | | 100 |
| Rozsah otáček vřetene [min^{-1}] | | | 2,8 – 710 |
| Výkon hlavního elektromotoru [kW] | | | 7,5 |
| Délka stolu [mm] | | | 1120 |
| Šířka stolu [mm] | | | 1250 |
| Maximální zatížení stolu [kg] | | | 3000 |
| Otočný stůl | | | ANO |

3.10.3 Výrobní nástroj

Na tomto stroji je použit pouze jeden nástroj, jedná se o HSS vrták průměru 56 mm. Tímto vrtákem se na vodorovné vyvrtávačce obrobí průtoky tělesa zpětného ventilu.

3.10.3.1 HSS vrták $\varnothing 56$



Obr. 30 HSS vrták [19]

Rozměry vrtáku [20]

- $D = 56 \text{ mm}$
- $l = 230 \text{ mm}$
- $L = 417 \text{ mm}$
- $Mk = Mk5$

3.11 Soustružení konců

Teoretický popis technologie soustružení je popsán v kapitole 3.4. Nyní je rozdíl v ose vřetene soustruhu. Předchozí operace byly realizovány na vertikálním soustruhu. Tyto jsou již na konvenčním, horizontálním soustruhu.

3.11.1 Proces soustružení

Při této závěrečné soustružnické operaci se provádí zarovnání náběhové hrany průtoku a následně o vysoustružení závitových konců dle normy EN 12 627. Nejprve se kus upne pomocí lící desky a obrobí se první průtok. Poté se kus podepře hrotem a soustruží se vnější profil (přivařovací konec). Poté se kus odepne a stejný postup se realizuje na druhé straně kusu.

3.11.2 Výrobní stroj

Vrtání a soustružení se opět realizuje na stroji firmy TOS Kuřim a.s. Jedná se o konvenční soustruh SU50A (obr. 31).



Obr. 31 Soustruh SU 50A

Tabulka 9 Rozměry soustruhu [6]

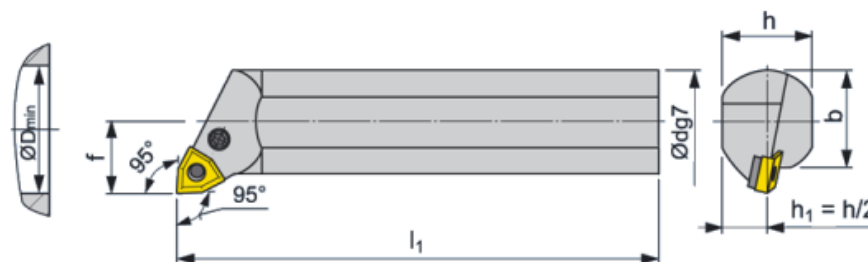
| Základní rozměry | | | |
|--|--------|--------|------------------|
| Délka | Šířka | Výška | Hmotnost |
| L [mm] | B [mm] | H [mm] | m [kg] |
| 3775 | 1180 | 1720 | 2980 |
| Výkonnostní parametry stroje | | | |
| Oběžným průměr nad ložem [mm] | | | 500 |
| Oběžný průměr nad suportem [mm] | | | 250 |
| Maximální hmotnost obráběného kusu [kg] | | | 850 |
| Maximální otáčky stolu [min⁻¹] | | | 11,2 – 1400 |
| Výkon hlavního elektromotoru [kW] | | | 11 |
| Vzdálenost hrotů [mm] | | | 1000; 1500; 2000 |
| Šířka lože [mm] | | | 420 |
| Průměr upínací desky [mm] | | | 500 |

3.11.3 Výrobní nástroje

Při tomto soustružení na konvenčním soustruhu se používají tři nástroje. Úvodní operaci zarovnání vstupu průtoků realizuje vnitřní soustružnický nůž A25R-PWLNR 08 osazen plátkem WNMG 080404E-FM; T8330. Následné opracování přivařovacích konců vykonává nejprve hrubovací nůž složený z držáku PWLNR 2525M08 a plátku WNMG 060408E-M; T6630. Po hrubovací části operace přichází čas na soustružení na čisto v podání držáku PDXNL 2525 M15 a plátku DNMG 150604E-FM; T9230.

3.11.3.1 Vnitřní nůž

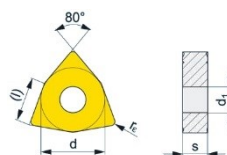
Jako úvodní operace se vytvoří plochy uvnitř vyvrtaných průtoků, pomocí kterých se následně kus podepře hrotem a obrábí se přivařovací konce. Nástroj je složený z držáku A25R-PWLNR 08 a destičky WNMG 080404E-FM; T8330.



Obr. 32 Vnitřní nůž [12]

Rozměry držáku [12]

- $b = 23 \text{ mm}$
- $dg7 = 25 \text{ mm}$
- $D_{\min} = 32 \text{ mm}$
- $h = 23 \text{ mm}$
- $l_1 = 200 \text{ mm}$
- $f = 17 \text{ mm}$



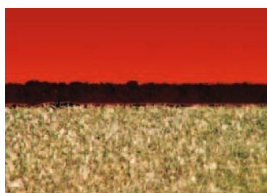
Obr. 33 VBD vnitřního nože [12]

Rozměry destičky [12]

- $(l) = 8,7 \text{ mm}$
- $d = 12,7 \text{ mm}$
- $d_1 = 5,16 \text{ mm}$
- $s = 4,76 \text{ mm}$
- $r_\varepsilon = 0,4 \text{ mm}$

Označení materiálu destičky: 8330 (obr. 34)

Jedná se o nejuniverzálnější řezný materiál z řady 8300. Nano-vrstvený PVD povlak s gradientními přechody. Používá se pro střední řezné rychlosti, při ztížených záběrových podmínkách. Je vhodný pro obrábění všech druhů materiálů, primárně pro kategorie P, M a K. Především pro obrábění korozivzdorných ocelí vhodnější než materiál 8030. [16]



Obr. 34 Mikrostruktura 8330 [16]

3.11.3.2 Hrubovací nůž

Tento nástroj je totožný s hrubovacím nožem, který se používá na karuselu. Více informací je již zmíněno v kapitole 3.4.3.1.

3.11.3.3 Dokončovací nůž

Na dokončení profilu přivařovacího konce dle EN 12 627 se používá nástroj složený z držáku PDXNL 2525 M15 a destičky DNMG 150604E-FM; T9230. Více o nástroji, destičce i povlaku je již napsáno v kapitole 3.6.3.2.

3.12 Výroba závitů

Teorie k problematice vrtání, což je úvodní operace před výrobou samotných závitů M24 pro závrtné šrouby, je popsána v kapitole 3.5.

Závit je základní konstrukčně technologický prvek ve strojírenství, jak spojovací, tak pohybový. V tomto případě se jedná o prvek spojovací. Závity se dále dělí na vnější a vnitřní, v tomto případě se jedná o obrábění vnitřního závitu. Tento druh závitů se obrábí strojními či ručními závitníky (v mém případě strojním). Velikost, tvar a úprava řezné hrany závisí především na obráběném materiálu. [5]

3.12.1 Proces výroby závitů

Nejprve se kus upne na obráběcím centru. Všechny operace jsou uskutečněny pomocí řídicího programu, který je nahrán ve stroji. Následuje vyvrtání 8 děr na roztečné kružnici o průměru 170 mm. Otvory jsou obráběny plátkovým vrtákem průměru 21 mm, což je ideální vrták pro následné řezání závitů M24.

Po vyvrtání následuje výměna nástroje na závitník M24. Tento závitník je vyroben z materiálu HSSE. Závitník vyřeže požadovaný závit M24 do předvrtaných děr, čímž je proces obrábění tělesa zpětného ventilu téměř dokončen. Pro kompletní dokončení zbývá ještě naposledy vyměnit nástroj, kdy přichází na řadu jednobřítý záhlubník z HSS. Ten ojehlí vyvrtané a závitěm opatřené otvory a vytvoří náběhovou hranu závitů.

3.12.2 Výrobní stroj

Pro závěrečnou obráběcí operaci se používá CNC vertikální obráběcí centrum firmy TAJMAC, které nese označení ZPS MCFV 125 EZ (obr. 35).



Obr. 35 Obráběcí CNC centrum MCFV 125

Tabulka 10 Rozměry CNC obráběcího centra [6]

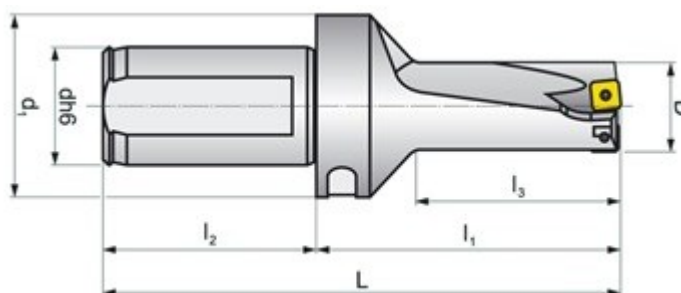
| Základní rozměry | | | |
|--|--------|--------|----------|
| Délka | Šířka | Výška | Hmotnost |
| L [mm] | B [mm] | H [mm] | m [kg] |
| 6300 | 3700 | 3600 | 10000 |
| Výkonnostní parametry stroje | | | |
| Délka pojezdu osy X [mm] | | | 1270 |
| Délka pojezdu osy Y [mm] | | | 610 |
| Délka pojezdu osy Z [mm] | | | 760 |
| Maximální otáčky stolu [min^{-1}] | | | 6000 |
| Celkový příkon stroje [kW] | | | 38 |
| Délka stolu [mm] | | | 1270 |
| Šířka stolu [mm] | | | 600 |
| Otočný stůl | | | NE |

3.12.3 Výrobní nástroj

Při závěrečné obráběcí operaci na obráběcím centru se používají celkově tři nástroje. Jedná se o vrták $\varnothing 21$ mm, dále o záhlubník a na závěr závitník M24. Vrták je opatřen výměnnými břitovými destičkami, záhlubník a závitník jsou z rychlořezné oceli.

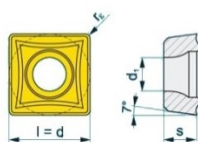
3.12.3.1 Plátkový vrták $\varnothing 21$

Na úvod obrábění se vyvrtá 8 děr průměru 21 mm, což je ideální rozměr pro metrický závit M24. Tato operace se realizuje plátkovým vrtákem značky Pramet. Jedná se o 2D vrták, kterým firma disponuje. Označení tohoto vrtáku je 802D-21-42-S25. Na tomto vrtáku jsou použity VBD nesoucí označení SCET 060204-SD; D8330.

Obr. 36 Plátkový vrták $\varnothing 21$ [12]

Rozměry vrtáku [12]

- $D = 21 \text{ mm}$
- $L = 133 \text{ mm}$
- $l_1 = 77 \text{ mm}$
- $l_2 = 56 \text{ mm}$
- $l_3 = 49,5 \text{ mm}$
- $dh_6 = 25 \text{ mm}$
- $d_1 = 45 \text{ mm}$



Obr. 37 VBD vrtáku [12]

Rozměry destičky [12]

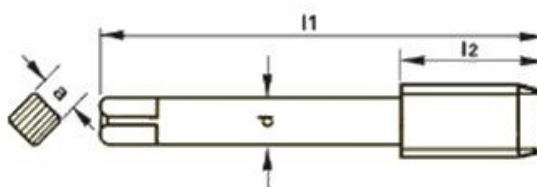
- $l = 6,35 \text{ mm}$
- $d = 6,35 \text{ mm}$
- $d_1 = 2,9 \text{ mm}$
- $s = 2,38 \text{ mm}$
- $r_e = 0,8 \text{ mm}$

Označení materiálu destičky: 8330 (obr. 34)

Materiál VBD je shodný s materiálem použitým při vrtáku použitým pro vrtání průtoků. Více o tomto materiálu v kategorii 3.10.3.1.

3.12.3.2 Závitník M24

Předposlední obráběcí operací na obráběcím centru, stejně jako v celém postupu zajišťuje strojní závitník M24 z materiálu HSSE (Rychlořezná ocel + 5% Co). Jedná se o závitník s lamačem třísky, pro závit M24 se základním stoupáním 3,0 mm. Závitník je vyroben v souladu s normou DIN 376.



Obr. 38 Závitník M24 [23]

Rozměry závitníku [24]

- $d = 18,0 \text{ mm}$
- $l_1 = 160 \text{ mm}$
- $l_2 = 30 \text{ mm}$
- $a = 14,5 \text{ mm}$

3.12.3.3 Záhlubník

Samotný závěr obstará tento nástroj, který slouží k ojhlení vyvrtaných děr včetně závitů. Konkrétně v tomto postupu se jedná o strojní kuželový záhlubník, vyrobený z HSS oceli. Je to jednobřítý nástroj, který má maximální průměr kužele 30 mm. Úhel břítu záhlubníku je 90°.



Obr. 39 Záhlubník [25]

Rozměry vrtáku [25]

- $D = 30 \text{ mm}$
- $d = 12 \text{ mm}$
- $L = 71 \text{ mm}$

3.13 Zámečnická práce

Před montáží do finálního produktu se těleso zkontroluje, zda na něm nejsou otřepy, popřípadě se tyto vady ojhlí. Pro ojhlení se používají rašple, pilníky, pneumatické či elektrické přímé brusky. Tyto zámečnické práce se realizují na montážní dílně firmy Armatury KLAD spol. s r.o.

3.14 Montážní práce

Montáž kompletního produktu (vysokotlakého zpětného ventilu) se děje na montážní dílně, která je součástí výrobních prostor podniku Armatury KLAD spol. s r.o. Montážní práce zahrnuje i jednu obráběcí, dokončovací operaci. Touto operací je lapování, kdy se lapuje dosedací a zároveň těsnicí plocha kuželka – sedlo. Taktéž zde spadá ražení identifikačních údajů do tělesa. Na závěr se hotový produkt zkompletuje, je nutno dbát na to, aby se do tělesa vložila odpovídající kuželka.



Obr. 40 Montážní dílna

3.14.1 Lapování

Lapování je označován jako zvláštní druh velmi jemného broušení, kdy k úběru materiálu dochází volným brusivem. Jedná se o dokončovací operaci, díky které se dosahuje nejvyšší rozměrové přesnosti a nejnižší drsnosti povrchu obrobenej plochy. [6]

Na lapování sedel se používá ruční lapovací přípravek, tudíž jsou nutné lapovací pasty. Ve firmě se používá lapovací pasta BT320. Lapovací pasta se aplikuje mezi kuželku a sedlo zpětného ventilu a pomocí přípravku se tyto díly přesně dokončují tak, že daná kuželka přesně zapadá a těsní v přesně daném tělesu, vůči sedlu, které je v tělesu navařeno.

3.14.2 Ražení

V tomto případě se ražení realizuje raznicemi, které po úderu (v tom realizovaném ručně pomocí kladiva) zanechají v materiálu značky. Na těleso zpětného ventilu se ručně razí následující údaje:

- jmenovitá světlost DN,
- jmenovitý tlak PN,
- základní materiál,
- číslo tavby základního materiálu.

3.14.3 Montáž

Samotný postup montáže je následující:

- 1) zašroubování 8 závrtných šroubů M24,
- 2) vložení těsnění do zápichu,
- 3) vložení kuželky do otvoru (na sedlo),
- 4) vložení víka (důležitá soustředná poloha čep – otvor kuželky),
- 5) 8 x matice M24, dotažení matic do kříže

Montážní pracoviště firmy Armatury KLAD spol. s r.o. disponuje také tlakovací stolicí. Tudíž součástí práce na montáži je také tlaková zkouška armatur dle normy EN 12266-1, kdy samozřejmě testování zpětného ventilu, navíc vysokotlakého, není výjimkou.

3.15 Lakování

Po zkompletování se ventil opatří plastovými víky (aby se neaplikoval nátěr dovnitř armatury) a oblepí páskou tak, aby byl připraven pro zhotovení nátěru v lakovně. Páska se používá především pro zamezení nástřiku na závitech.

3.16 Balení – expedice

Závěrečná operace se opět realizuje na montážní dílně, kde pracovníci odstrojí nastříkaný kus od víček a pásky, zkontrolují nátěr a následně zakonzervují kus. Dále jej uloží na paletu či do bedny, dle zakázky (druh balení závisí na počtu kusů, hmotnosti kusů, zákazníkovi, atd.). K výrobku se přidá dokumentace a tím je připraven na cestu k zákazníkovi.

4 Stávající technologický postup výroby

Tabulka 11 Stávající postup

| Číslo operace | Operace Stroj/Pracoviště | Čas | | | |
|----------------------|---|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| | | Přípravy | | Obrábění t_j [min] | Celkový dávky t_D [min] |
| | | Dávky $t_{p,D}$ [min] | Jednotky $t_{p,J}$ [min] | | |
| Zadaná výrobní dávka | | 25 ks | | | |
| 0000 | Dělení materiálu CNC pila | 30 | 1 | 10 | 305 |
| 0100 | Soustružení – čela Vertikální soustruh | 60 | 10 10 | 1,3 1,3 | 625 |
| 0200 | Vrtání excentrický děr Sloupová vrtačka | 15 | 5 5 | 0,4 0,4 | 285 |
| 0300 | Soustružení profilu Vertikální soustruh | 60 | 5 5 | 31,1 31,1 | 1865 |
| 0400 | Frézování Konvenční frézka | 60 | 10 10 10 | 15,5 19 15,5 | 2060 |
| 0500 | Soustružení otvoru – úvodní Vertikální soustruh | 45 | 5 | 19,8 | 665 |
| 0600 | Stelitový návar sedla Kooperace – KSK Česká Třebová | - | - | - | - |
| 0700 | Soustružení otvoru – dokončení Vertikální soustruh | 45 | 5 | 24,8 | 790 |
| 0800 | Vrtání průtoků Horizontální vyvrtávačka | 45 | 10 5 | 34,8 26,8 | 1960 |
| 0900 | Soustružení konců Konvenční soustruh | 30 | 5 1 | 0,4 13,2 | 1010 |
| 1000 | Výroba závitů Obráběcí centrum | 60 | 10 | 2,3 | 367,5 |
| 1100 | Zámečnická práce Montážní dílna | 5 | 1 | 30 | 780 |
| 1200 | Montážní práce Montážní dílna | 5 | 1 | 60 | 1530 |
| 1300 | Lakování Lakovna | 15 | 5 | 40 | 1140 |
| 1400 | Balení – expedice Montážní dílna | 5 | 1 | 20 | 530 |

5 Návrh nového technologického postupu výroby

Nově navržený technologický postup výroby tělesa vysokotlakého zpětného ventilu Z 15 127 4320 DN 80 vychází ze stávajícího postupu výroby. Změny oproti stávajícímu postupu jsou realizovány v úvodu obrábění (soustružení čel a vrtání otvorů), pak až od 5. stanoviště (frézky). V novém postupu je tento stroj nahrazen, stejně jako jsou nahrazeny i další stroje v následující části technologického postupu. Největší výhodou použití nového stroje (3 – osého obráběcího centra) je minimalizace upínacích časů a možnost použití vyšších řezných i posuvových rychlostí. Díky návrhu tohoto nového postupu je možno dosáhnout jak zkrácení výrobních (obráběcích) časů tělesa ventilu, tak snížit kompletní výrobní náklady na celou sestavu zpětného ventilu Z 15.

5.1 Popis návrhu produktivnější technologie

Zproduktivnění výroby by mělo být zajištěno změnou technologického postupu, kdy se všechny frézovací, některé vrtací a několik soustružnických operací přesune na CNC obráběcí centrum TAJMAC H 630. Nástroje volím pouze z nástrojového parku firmy Armatury KLAD spol. s r.o. V úvahu přicházela i varianta s návrhem monolitní karbidové frézy, která by obrobila zápich pro těsnění. Ovšem propočty mi ukázaly, že tato fréza by musela být levnější než 935 Kč, aby se vyplatila.

5.2 Volba strojů pro produktivnější výrobu

Některé obráběcí operace se z důvodu úspory času nahrazují a slučují, tudíž také některé stroje jsou vynechány a postup je jiný. Úvodní operace, stejně jako stroj zůstává beze změn. Jedná se o pásovou pilu PEGAS 350x400 H-A-CNC. Následné zarovnání čel a vyvrtání excentrických otvorů, které se nyní obráběly na vertikálním soustruhu SKJ 12A CNC a radiální otočné vrtačce Kovosvit MAS VR4 se v novém postupu přesouvá na jeden stroj – obráběcí centrum TAJMAC-ZPS H630. Následné soustružení vnějšího profilu nahrubo je opět realizováno na vertikálním soustruhu SKJ 12A CNC. Frézovací operace jsou přesunuty z konvenční frézky TOS Olomouc FGU 32 na nově navržené centrum. Stejně tak jsou přesunuty operace týkající se průtoků (v původním postupu stroj TOS Varnsdorf H 100) a operace, které byly uskutečněny na obráběcím centru ZPS MCFV 125 EZ. Závěr však patří stejně jako v původním postupu soustruhu SU 50A, kde se obrábí přivařovací konce. Montážní, lakovací, balící a expediční postupy zůstávají bez

změn, kromě ražení. V novém postupu se již na ventil ručně nerazí identifikační údaje, nýbrž se gravírují. Taktéž beze změny zůstává návar Stelitu 6 v kooperaci s firmou KSK Česká Třebová a.s.

Navrhované změny z pohledu použitých strojů a pracovišť jsou přehledně popsány v tabulce 12.

Tabulka 12 Změna/zachování strojů a pracovišť

| Operace | Stroj/Pracoviště | |
|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| | Stávající postup | Nový postup |
| Dělení materiálu | CNC pila PEGAS 350x400 H-A-CNC | |
| Zarovnání čela | Vertikální soustruh SKJ 12A CNC | Obráběcí centrum H 630 |
| Vrtání excentrický děr | Sloupová vrtačka VR 4 | Obráběcí centrum H 630 |
| Soustružení profilu | Vertikální soustruh SKJ 12A CNC | |
| Frézování prizmatického tvaru | Frézka FGU 32 | Obráběcí centrum H 630 |
| Úvodní obrábění otvoru | Vertikální soustruh SKJ 12A CNC | Obráběcí centrum H 630 |
| Návar STL 6 | Kooperace – KSK Česká Třebová | |
| Dokončení otvoru po návaru | Vertikální soustruh SKJ 12A CNC | |
| Vrtání průtoků | Horizontální vyvrtávačka H 100 | Obráběcí centrum H 630 |
| Přivařovací konce | Hrotový soustruh SU 50A | |
| Výroba závitů | Obráběcí centrum MCFV 125 | Obráběcí centrum H 630 |
| Zámečnická práce | Montážní dílna | |
| Montážní práce | Montážní dílna | |
| Identifikační údaje | Montážní dílna | Obráběcí centrum H 630 |
| Lakování | Lakovna | |
| Balení – expedice | Montážní dílna | |

5.3 Volba nástrojů pro produktivnější výrobu

Nově navržené nástroje jsou nakonec vybrány jen a pouze z nástrojového parku podniku Armatury KLAD spol. s r.o. Některé nástroje zůstávají totožné, některé naopak přibýly a nahradily stávající. Změny a náhrady či zachování nástrojů je uvedena níže, v tabulce 13.

Tabulka 13 Změna/zachování nástrojů

| Operace | Nástroj ve stávajícím postupu | Nástroj v novém postupu |
|---------------------------------------|--|---|
| Zarovnání čela | Držák: PVLNR 2525M08 VBD: WNMG 060408E-M; T6630 | Držák: TAN07R160M40.0E10 VBD: ONMU0705ANPN-MJ; AH3135 |
| Excentrická díra | HSS středící vrták Ø 6,3 | |
| Profil na hrubo | PVLNR 2525M08 VBD: WNMG 060408E-M; T6630 | |
| Profil na čisto | Držák: PDXNL 2525 M15 VBD: DNMG 150604E-FM; T8330 | |
| Prizmatický tvar | Nožová hlava: Narex 2464.15 VBD: SPKR 1504EDSR; M8040 | Držák: TAN07R160M40.0E10 VBD: ONMU0705ANPN-MJ; AH3135 |
| Otvor pro kuželku před návarem | HSS vrták Ø 90,0+ HSS vrták Ø 70,0 (zabroušený na rovné čelo)+ Držák: A50U-PCLNR 16 VBD: CNMG 160612E-NM; T9325 | Držák: 880-D0700L50-04 VBD: 880-0604W06H-P-GM; 4044+ Držák: R390-063Q22-18M VBD: R390-180608H-PL; 4240 |
| Identifikační údaje | Ruční ražení | Držák: 99616-14 VBD: N9MT11T3 CT-NC40; P35 |
| Otvor pro kuželku na čisto | Držák: A50U-PCLNR 16 VBD: CNMG 160612E-NM; T9325 +HSS vrták Ø 70,0+ Držák: A50U-PDUNR 15 VBD: DNMG 150408E-FM; T9325 | |
| Zápich pro těsnění | Držák: GFIR 2525 M04L 170110-A VBD: LCMF 041604-M; T9325 | |
| Vrtání průtoků | HSS vrták Ø 56,0 | Držák: 804D 56 224 S40 VBD: SCET 150512-UD; D8330 |
| Vrtání 8xØ21 | Držák: 802D-21-42-S25 VBD: SCET 060204-SD; D8330 | |
| Ojehlení 8xØ21 | HSS strojní záhlubník | Držák: 495-020A20-4509M VBD: 495-09T3M-PM; 1030 |
| Závit 8xM24 | HSSE závitník M24 | HSS závitník E001M24 |
| Přechod průtoků | Držák: A25R-PVLNR 08 VBD: WNMG 080404E-FM; T8330 | |
| Přivařovací konec na hrubo | Držák: PVLNR 2525M08 VBD: WNMG 060408E-M; T6630 | |
| Přivařovací konec na čisto | Držák: PDXNL 2525 M15 VBD: DNMG 150604E-FM; T8330 | |

5.4 Frézování na CNC

Jedná se o metodu obrábění, při které se část obráběného materiálu (tříška) odebírá břitý rotující nástroj (frézy). Posuv koná většinou obrobek, ovšem může jej konat také nástroj. U moderních strojů (jako je toto frézovací centrum) jsou posuvové pohyby plynule měnitelné a mohou se konat ve všech směrech. Na CNC frézovacích centrech se dá nejen frézovat, ale také vyvrtávat, vrtat, vystružovat či dělat závit. [3, 4]

5.4.1 Proces frézování

Zde bych rozdělil popis operací realizovaných na obráběcím centru H 630 na 3 části – 3 upnutí (v novém postupu pod číselnými kódy 0100, 0300 a 0600).

5.4.1.1 0100 – 1. upnutí

Po úvodním dělení materiálu, které zůstává beze změny, se zarovnávají čela a zároveň vyvrtají excentrické otvory pro vystředění kusu na karuselu. Tato operace se předtím realizovala na zmíněném karuselu (zarovnání čel) a na vrtačce (vrtání excentrů). V novém postupu se obě operace slučují na nově navržené obráběcí centrum. Velkou výhodou je otočný stůl, kdy se tyto operace na celém kusu dají udělat na jedno upnutí.

Postup je tedy následující. Nejprve se nově navrženou VBD frézou (která ovšem figuruje v nástrojovém parku podniku) zarovná čelo, poté se vymění nástroj za strojní středící vrták – navrtávák. Tím se vyvrtá excentrický otvor. Následně se otočí stůl o 180° a realizuje se totožný postup na druhé straně polotovaru. Tím je kus připraven pro soustružení profilu na hrubo, které je totožné jako ve stávajícím postupu.

5.4.1.2 0300 – 2. upnutí

Frézovací operace realizovány ve stávajícím postupu na klasické frézce se přesouvají na obráběcí centrum. Společně s nimi se zde přesouvají operace týkající se otvoru pro kuželku (před návarem). Přidává se operace gravírování identifikačních informací (náhrada za ražení). Nejprve se tedy kus upne pomocí prizmatických upínek. Následuje ofrézování první plochy. Tento nástroj je totožný s nástrojem použitým při první upnutí, kdy byl použit pro zarovnání čel. Po ofrézování se vyvrtá otvor Ø70 mm (z důvodu absence většího plátkového vrtáku ve firmě). Tento otvor se poté rozjíždí plátkovou frézou na průměr 97 mm. Poté se kus musí odepnout, otočit v upínkách o 90° a opět upnout. Další obráběcí operace zajišťuje obrobení druhé plochy. Poté se kus otočí pomocí otočného stolu o 180°, ofrézuje se třetí a tedy i poslední plocha. Vymění se nástroj na

gravírovací frézu a vyfrézují se identifikační údaje. Tím je kus připraven pro návar Stelitu 6 v kooperaci KSK Česká Třebová.

5.4.1.3 0600 – 3. upnutí

Po návaru se kus upne stejně jako u předchozí operace realizované na obráběcím centru pomocí prizmatických upínek tak, že otvor pro kuželku je v ose vřetene stroje. Následuje vyvrtání 8 děr průměru 21 mm, které se ojehlí srážecem hran a vyrobí se do nich závity M24. Při stále stejném upnutí a pouhém pootočení stolu o úhel 73° se realizuje výroba 1. průtoku. Provrtá se průtok pomocí plátkového vrtáku $\varnothing 56$ mm. Následně se kus opět pouze na otočném stole otočí o úhel 180° a provrtá se i 2. průtok. Po vyvrtání průtoků jsou obráběcí operace tělesa zpětného ventilu téměř u konce. Závěr je stejně jako v předchozím postupu realizován na stroji SU 50A, kde je postup shodný se stávajícím.

5.4.2 Výrobní stroj

Horizontální obráběcí centrum H630 je vybaveno dvěma stoly, což umožňuje upínat kus během obráběcí předchozího (z důvodu úspory času). Oba stoly jsou otočné, řízení je pomocí řídicích programů (ve firmě Armatury KLAD spol. s r.o. se používá program SolidCam 2015). Jedná se o trojosé obráběcí centrum s poháněnými nástroji. Tento stroj nabízí vysokou pevnost a tuhost, dále vyniká tepelnou a dynamickou stabilitou. Na tomto stroji mohou být použity vyšší rezné a posuvové rychlosti oproti konvenčním strojům. Nevýhodou je logicky delší přípravný čas (ovšem i ten se minimalizuje právě použitím programu SolidCam). Tento čas navíc se vyplatí, ovšem ve většině případů jen při větším množství kusů ve výrobní sérii (dávce). [26]



Obr. 41 Obráběcí CNC centrum H 630

Tabulka 14 Rozměry CNC frézovacího centra [6, 27]

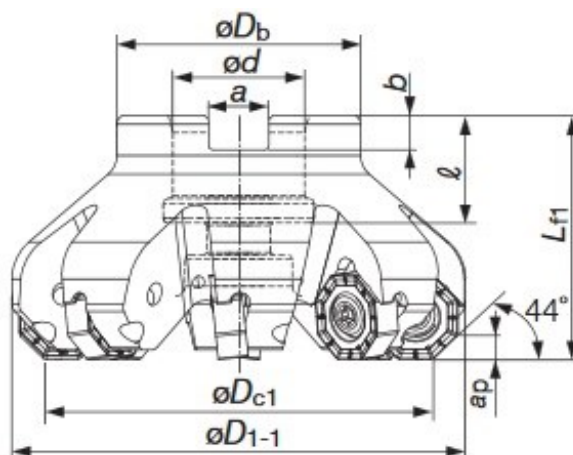
| Základní rozměry | | | |
|--|--------|--------|-------------|
| Délka | Šířka | Výška | Hmotnost |
| L [mm] | B [mm] | H [mm] | m [kg] |
| 5340 | 3140 | 3260 | 17000 |
| Výkonnostní parametry stroje | | | |
| Délka pojezdu osy X [mm] | | | 750 |
| Délka pojezdu osy Y [mm] | | | 700 |
| Délka pojezdu osy Z [mm] | | | 770 |
| Maximální otáčky vřetene [min^{-1}] | | | 6000 |
| Celkový příkon stroje [kW] | | | 38 |
| Délka stolu [mm] | | | 630 |
| Šířka stolu [mm] | | | 630 |
| Maximální zatížení stolu [kg] | | | 800 |
| Maximální rozměry dílce – průměr x výška [mm] | | | Ø 750 x 800 |
| Otočný stůl | | | ANO |

5.4.3 Výrobní nástroje

Tato kapitola obsahuje nově navržené nástroje, které jsou vybrány z aktuálního nástrojového parku podniku. Jedná se o různé VBD frézy, plátkové vrtáky, gravírovací frézu a závitník.

5.4.3.1 VBD fréza Ø 160

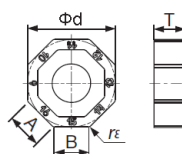
Pro úvodní operaci, zarovnání čel, je použita čelní válcová fréza s výměnnými břitovými destičkami firmy Tungaloy s.r.o. Tato fréza nese název TAN07R160M40.0E10, VBD se označují ONMU0705ANPN-MJ; AH3135. Výměnné břitové destičky jsou od stejné firmy a je jich použito na této fréze celkově 10.



Obr. 42 VBD fréza [28]

Rozměry držáku [28]

- $D_{c1} = 160 \text{ mm}$
- $D_{1-1} = 173 \text{ mm}$
- $L_{H2} = 63 \text{ mm}$
- $l = 29 \text{ mm}$
- $D_b = 100 \text{ mm}$
- $d = 40 \text{ mm}$
- $a = 16,4 \text{ mm}$
- $b = 9 \text{ mm}$
- $i = 10$



Obr. 43 Destička pro frézu [29]

Rozměry destičky [30]

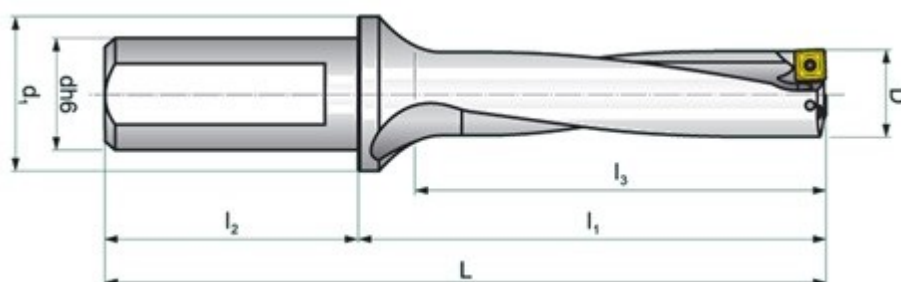
- $d = 17,3 \text{ mm}$
- $A = 7,2 \text{ mm}$
- $B = 7,2 \text{ mm}$
- $T = 6,2 \text{ mm}$
- $r_\varepsilon = 0,8 \text{ mm}$

Označení materiálu destičky: AH3135

Jedná se o řezný materiál, kterým lze obrábět širokou škálu materiálů (uhlíková a korozivzdorná oceli či titanové slitiny). Materiál má vysokou tepelnou odolnost a je výrobcem popisován jakožto materiál s dlouhou a stabilní životností. [31]

5.4.3.2 Plátkový vrták

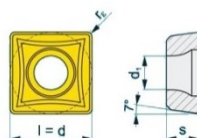
Vrtání průtoků zpětného ventilu se realizuje pomocí 4D plátkového vrtáku značky Pramet. Tento vrták s vnitřním chlazením nese označení 804D 56 224 S40. Tento vrták je osazen plátky SCET 150512-UD z materiálu D8330.



Obr. 44 Plátkový vrták [12]

Rozměry vrtáku [12]

- $D = 56 \text{ mm}$
- $L = 319 \text{ mm}$
- $l_1 = 249 \text{ mm}$
- $l_2 = 70 \text{ mm}$
- $l_3 = 235,5 \text{ mm}$
- $dh6 = 40 \text{ mm}$
- $d_1 = 58 \text{ mm}$



Obr. 45 VBD vrtáku [12]

Rozměry destičky [12]

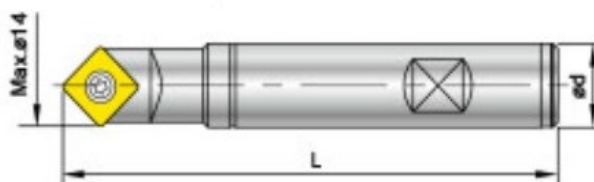
- $l = 15,875 \text{ mm}$
- $d = 15,875 \text{ mm}$
- $d_1 = 5,6 \text{ mm}$
- $s = 5,56 \text{ mm}$
- $r_e = 1,2 \text{ mm}$

Označení materiálu destičky: 8330 (obr. 34)

Jedná se o nejuniverzálnější řezný materiál z řady 8300. Více o materiálu je popsáno v kapitole 3.11.3.1.

5.4.3.3 Gravírovací fréza

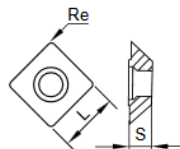
Tento nástroj se používá pouze pro vyfrézování identifikačních informací do tělesa ventilu. Nástroj je plátkový od firmy Nine9. Je složen z držáku 99616-14 a výměnné břitové destičky, která nese označení N9MT11T3 CT-NC40; P35. V nově navrženém postupu toto gravírování nahrazuje ruční ražení. Konkrétně na toto těleso by se frézovaly následující informace: KLAD; DN80 PN320; C22.8/P250GH; číslo tavby (viz atest materiálu).



Obr. 46 Gravírovací fréza [45]

Rozměry držáku [32]:

- $d = 16 \text{ mm}$
- $L = 100 \text{ mm}$



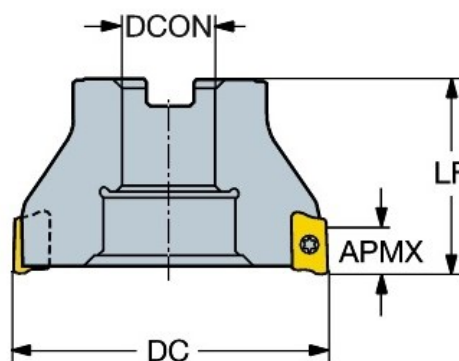
Obr. 47 Gravírovací plátek [33]

Rozměry destičky [33]:

- $L = 11,11 \text{ mm}$
- $Re = 0,8 \text{ mm}$
- $s = 3,97 \text{ mm}$

5.4.3.4 VBD fréza Ø63

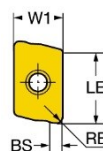
Nástroj firmy Sandvik Coromant je používán složen z držáku značeného R390-063Q22-18M a 6 plátek, ty nesou označení R390-180620M-PM; 4240. Tyto plátky volím z důvodu, že mají $r_e = 2$ mm. Toto zaoblení vyhovuje pro obrobení díry před návarem, kdy v rozích je použit právě rádius R2.



Obr. 48 Gravírovací fréza [34]

Rozměry držáku [34]

- DC = 63 mm
- DCON = 22 mm
- APMX = 15,4 mm
- LF = 40 mm



Obr. 49 VBD frézy Ø 63 [35]

Rozměry destičky [35]

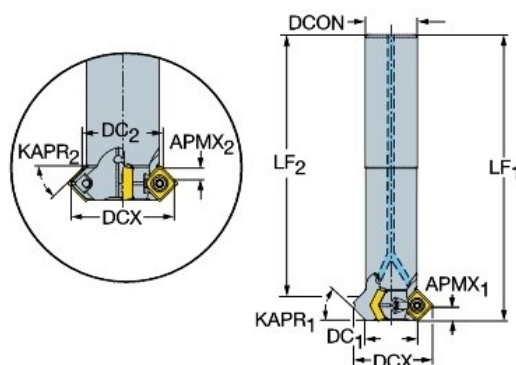
- W1 = 11 mm
- BS = 0,5 mm
- LE = 15,4 mm
- RE = 2 mm

Označení materiálu destičky: 4240

Materiál 4240 značky Sandvik Coromant vyniká svou spolehlivostí, je vhodný pro menší série výrobků a poměrně častou změnu materiálů. Tím splňuje podmínky, které jsou ve výrobě firmy Armatury KLAD spol. s r.o. Materiál je možno používat pro obrábění s procesním médiem či pro suché obrábění. [36]

5.4.3.5 Fréza na hrany Ø31,5

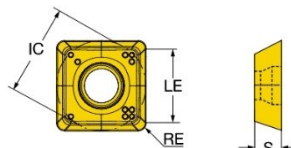
Další nástroj firmy Sandvik Coromant je používán pro sražení hran pod úhlem 45°. Je složen z držáku 495-020A20-4509M a 4 VBD, ty jsou značeny kódem 495-09T3M-PM; 1030.



Obr. 50 Fréza na hrany [37]

Rozměry držáku [28]:

- DCX = 31,902 mm
- DCON = 20 mm
- DC1 = 20,5 mm
- DC2 = 20,969 mm
- KAPR1 = 45°
- APMX = 5,468 mm
- LF1 = 110 mm
- LF2 = 98,2 mm



Obr. 51 VBD frézy na hrany [38]

Rozměry destičky [28]:

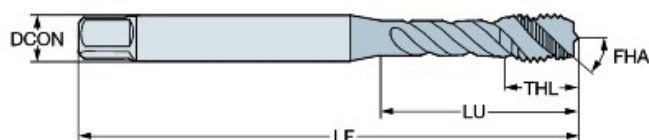
- IC = 9 mm
- S = 3,51 mm
- LE = 7,4 mm
- RE = 0,8 mm

Označení materiálu destičky: 1030

Tato karbidová třída je opatřena PVD povlakem, jedná se o první volbu při nestabilních podmínkách obrábění. Výrobce těchto VBD taktéž doporučuje tento materiál pro obrábění nízkouhlíkové oceli, což je případ tělesa zadaného zpětného ventilu Z 15. [36]

5.4.3.6 Závitník M24

Závitník M24 se používá pro výrobu metrického závitu M24, který v základní řadě má stoupání $p = 3$ mm. Konkrétně tento závitník je produktem firmy Sandvik Coromant, označen je E003M24. Jedná se o nástroj pro výrobu závitů ve slepých dířích, což splňuje požadovanou aplikaci.



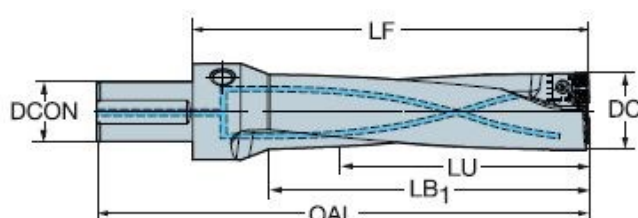
Obr. 52 Závitník M24 [39]

Rozměry závitníku [39]

- DCON = 18 mm
- THL = 30 mm
- LF = 160 mm
- LU = 113 mm
- M = M24
- P = 3 mm

5.4.3.7 Plátkový vrták Ø 70

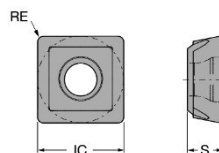
Pro navrtání díry před návarem se používá plátkový vrták Ø70 firmy Sandvik Coromant. Nástroj je složen z držáku 880-D0700L50-04 a je osazen plátky 880-0604W06H-P-GM; 4324. Tyto plátky jsou na vrtáku celkově 4.



Obr. 53 Plátkový vrták Ø 70 [40]

Rozměry držáku [40]:

- DC = 70 mm
- DCON = 50 mm
- LF = 374,6 mm
- LU = 296 mm
- LB1 = 323,63 mm
- OAL = 456 mm



Obr. 54 VBD vrtáku [41]

Rozměry destičky [41]

- IC = 10,65 mm
- RE = 0,6 mm
- S = 3,5 mm

Označení materiálu destičky: 4324

Materiál GC4324 firmy Sandvik Coromant je doporučován jako první volba pro zvýšení produktivity za stabilních podmínek obrábění. Tento materiál disponuje vysokou odolností vůči otěru, což zajišťuje dlouhou životnost těchto destiček. Taktéž odolává vysokým teplotám v místě řezu, vhodný pro vyšší řezné a posuvové rychlosti, stejně jakožto delší časy v řezu. Na destičce je nanesen jemnozrnný TiCN povlak, který se vyznačuje tvrdostí a odolností vůči otěru. [42]

6 Nově navržený technologický postup výroby

Tabulka 15 Nový postup

| Číslo operace | Operace Stroj/Pracoviště | Čas | | | |
|----------------------|---|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| | | Přípravy | | Obrábění t_j [min] | Celkový dávky t_D [min] |
| | | Dávky $t_{p,D}$ [min] | Jednotky $t_{p,J}$ [min] | | |
| Zadaná výrobní dávka | | 25 ks | | | |
| 0000 | Dělení materiálu CNC pila | 30 | 1 | 10 | 305 |
| 0100 | Úvodní frézování Obráběcí centrum | 60 | 5 | 1,7 | 230 |
| 0200 | Soustružení profilu Vertikální soustruh | 60 | 5 5 | 31,1 31,1 | 1865 |
| 0300 | Frézování před návarem Obráběcí centrum | 60 | 10 10 | 14,2 19,6 | 1405 |
| 0400 | Stelitový návar sedla Kooperace – KSK Česká Třebová | - | - | - | - |
| 0500 | Soustružení otvoru – dokončení Vertikální soustruh | 45 | 5 | 24,8 | 790 |
| 0600 | Frézování po návare Obráběcí centrum | 60 | 10 | 14,2 | 665 |
| 0700 | Soustružení konců Konvenční soustruh | 30 | 5 1 | 0,4 13,2 | 1010 |
| 0800 | Zámečnická práce Montážní dílna | 5 | 1 | 30 | 780 |
| 0900 | Montážní práce Montážní dílna | 5 | 1 | 45 | 1155 |
| 1000 | Lakování Lakovna | 15 | 5 | 40 | 1140 |
| 1100 | Balení – expedice Montážní dílna | 5 | 1 | 20 | 530 |

7 Technicko - ekonomické zhodnocení

Úkol této kapitoly je jasný – vyčíslit náklady, které jsou potřebné pro výrobu tělesa zpětného ventilu Z 15. Jedná se o technicko – ekonomické porovnání stávajícího a nově navrženého technologického postupu. Strojní časy stávajícího postupu výroby byly vypočteny pomocí vzorců a programu Excel. Přípravné časy pro jednotlivá pracoviště byly dodány firmou Armatury KLAD spol. s r.o. V nově navrženém postupu jsem, co se strojních časů týká, vycházel především z programu SolidCam 2015. Zbývající časy byly vypočteny pomocí vzorců a programu Excel. Časy přípravy jednotlivých pracovišť byly opět dodány podnikem.

Hodinové taxy jednotlivých pracovišť, které jsou použity v diplomové práci, byly dodány taktéž firmou.

7.1 Současná technologie výroby

Příklad výpočtu časů a nákladů

0000 – Dělení materiálu – CNC pila PEGASH-A 350

| | |
|-----------------------|--------------------|
| Hodinová sazba: | 816Kč/hod |
| Přípravný čas dávky: | 30 min = 0,500 hod |
| Přípravný čas 1 kusu: | 1 min = 0,016 hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 10 min = 0,166 hod |
| Počet kusů v dávce: | 25 |

Celkový přípravný čas:

$$\text{Přípravný čas dávky} + \text{přípravný čas X kusu} = 0,500 + X \cdot 0,016 = 0,516 \text{ hod}$$

Celkový čas pro výrobu 1 kusu:

$$\text{Celkový přípravný čas} + \text{výrobní čas 1 kusu} = 0,516 + 0,166 = 0,687 \text{ hod}$$

Výrobní náklady pro 1 kus:

$$\text{Celkový čas pro výrobu 1 kusu} \cdot \text{hodinová sazba} = 0,516 \cdot 816 = 421,1 \text{ Kč}$$

Celkový čas pro výrobu 25 kusů:

Celkový přípravný čas + počet kusů · výrobní čas 1 kusu =

$$= 0,500 + 25 \cdot 0,016 + 25 \cdot 0,166 = 5,08 \text{ hod}$$

Výrobní náklady pro 25 kusů:

$$\text{Celkový čas pro výrobu 25 kusů} \cdot \text{hodinová sazba} = 5,08 \cdot 816 = 4148,0 \text{ Kč}$$

Stejně jsem postupoval při výpočtech všech ostatních operací, jak u stávajícího, tak u nově navrženého technologického postupu výroby zpětného ventilu.

0100 – Soustružení čel – Vertikální soustruh SKJ 12 NC

| | |
|------------------------------|---------------------|
| Hodinová sazba: | 1020 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 82,6 min = 1,38 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 1404 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 625 min = 10,42 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 10625 Kč |

0200 – Vrtání excentrický děr – Sloupová vrtačka VR4

| | |
|------------------------------|---------------------|
| Hodinová sazba: | 918 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 25,8 min = 0,43 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 395 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 285 min = 4,75 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 4361 Kč |

0300 – Soustružení profilu – Vertikální soustruh SKJ 12 NC

| | |
|------------------------------|----------------------|
| Hodinová sazba: | 1020 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 132,2 min = 2,20 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 2247 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 1865min = 31,08 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 31705 Kč |

0400 – Frézování – Frézka FGU 32

| | |
|------------------------------|----------------------|
| Hodinová sazba: | 918 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 140 min = 2,33 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 2142 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 2060 min = 34,33 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 31518 Kč |

0500 – Úvodní soustružení otvoru – Vertikální soustruh SKJ 12 NC

| | |
|------------------------------|---------------------|
| Hodinová sazba: | 1020 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 69,8 min = 1,16 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 1187 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 665 min = 11,08 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 11305 Kč |

0600 – Návar STL6 – Kooperace KSK Česká Třebová a.s.**0700 – Dokončení otvoru – Vertikální soustruh SKJ 12 NC**

| | |
|----------------------------|---------------------|
| Hodinová sazba: | 1020 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 74,8 min = 1,25 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 1272 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 790 min = 13,17 hod |

Výrobní náklady pro 25 kusů: 13430 Kč

0800 – Vrtání průtoků – Horizontální vyvrtávačka H 100

Hodinová sazba: 918 Kč/hod

Výrobní čas 1 kusu: 121,6 min = 2,03 hod

Výrobní náklady pro 1 kus: 1861 Kč

Výrobní čas 25 kusů: 1960 min = 32,67 hod

Výrobní náklady pro 25 kusů: 29988 Kč

0900 – Soustružení konců – Soustruh SU 50A

Hodinová sazba: 918 Kč/hod

Výrobní čas 1 kusu: 49,6 min = 0,83 hod

Výrobní náklady pro 1 kus: 759 Kč

Výrobní čas 25 kusů: 1010 min = 16,83 hod

Výrobní náklady pro 25 kusů: 15453 Kč

1000 – Výroba závitů – Obráběcí centrum Z 125

Hodinová sazba: 1020 Kč/hod

Výrobní čas 1 kusu: 72,3 min = 1,21 hod

Výrobní náklady pro 1 kus: 1229 Kč

Výrobní čas 25 kusů: 367,5 min = 6,13 hod

Výrobní náklady pro 25 kusů: 6248 Kč

1100 – Zámečnická práce – Montážní dílna

| | |
|------------------------------|---------------------|
| Hodinová sazba: | 867 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 36 min = 0,60 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 520 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 780 min = 13,00 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 11271 Kč |

1200 – Montáž – Montážní dílna

| | |
|------------------------------|----------------------|
| Hodinová sazba: | 867 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 66 min = 1,10 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 954 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 1530 min = 25,50 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 22109Kč |

1300 – Lakování – Lakovna

| | |
|------------------------------|----------------------|
| Hodinová sazba: | 867 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 60 min = 1,00 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 867 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 1140 min = 19,00 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 16473 Kč |

1400 – Balení, příprava k expedici – Montážní dílna

| | |
|------------------------------|--------------------|
| Hodinová sazba: | 867 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 26 min = 0,43 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 376 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 530 min = 8,83 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 7659 Kč |

Finanční zhodnocení

Celkové výrobní náklady pro 1 kus: 15769,2 Kč

Celkové výrobní náklady pro 25 kusů: 216291,0 Kč

7.2 Nově navržená technologie výroby**0000 – Dělení materiálu – CNC pila PEGAS H-A 350**

Hodinová sazba: 816 Kč/hod

Výrobní čas 1 kusu: 41 min = 0,68 hod

Výrobní náklady pro 1 kus: 558 Kč

Výrobní čas 25 kusů: 305 min = 5,08 hod

Výrobní náklady pro 25 kusů: 4148,0 Kč

0100 – Úvodní frézování – Obráběcí centrum H 630

Hodinová sazba: 1500 Kč/hod

Výrobní čas 1 kusu: 66,8 min = 1,11 hod

Výrobní náklady pro 1 kus: 1670 Kč

Výrobní čas 25 kusů: 230 min = 3,83 hod

Výrobní náklady pro 25 kusů: 5750,0 Kč

0200 – Soustružení profilu – Vertikální soustruh SKJ 12 NC

Hodinová sazba: 1020 Kč/hod

Výrobní čas 1 kusu: 132,2 min = 2,20 hod

Výrobní náklady pro 1 kus: 2247 Kč

Výrobní čas 25 kusů: 1865 min = 31,08 hod

Výrobní náklady pro 25 kusů: 31705 Kč

0300 – Frézování před návarem – Obráběcí centrum H 630

| | |
|------------------------------|----------------------|
| Hodinová sazba: | 1500 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 113,8 min = 1,90 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 2845 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 1405 min = 23,42 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 35125 Kč |

0400 – Návar STL6 – Kooperace KSK Česká Třebová a.s.**0500 – Dokončení otvoru – Vertikální soustruh SKJ 12 NC**

| | |
|------------------------------|---------------------|
| Hodinová sazba: | 1020 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 74,8 min = 1,25 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 1272 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 790 min = 13,17 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 13430 Kč |

0600 – Frézování po návareu – Obráběcí centrum H 630

| | |
|------------------------------|---------------------|
| Hodinová sazba: | 1500 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 84,2 min = 1,40hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 2105,0 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 665 min = 11,08 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 16625 Kč |

0700 – Soustružení konců – Soustruh SU 50A

| | |
|------------------------------|----------------------|
| Hodinová sazba: | 918 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 49,6 min = 0,83 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 759 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 1010 min = 16,83 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 15453 Kč |

0800 – Zámečnická práce – Montážní dílna

| | |
|------------------------------|---------------------|
| Hodinová sazba: | 867 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 36 min = 0,60 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 520 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 780 min = 13,00 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 11271 Kč |

0900 – Montáž – Montážní dílna

| | |
|------------------------------|----------------------|
| Hodinová sazba: | 867 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 51 min = 0,85 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 737 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 1155 min = 19,25 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 16690Kč |

1000 – Lakování – Lakovna

| | |
|------------------------------|----------------------|
| Hodinová sazba: | 867 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 60 min = 1,00 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 867 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 1140 min = 19,00 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 16473 Kč |

1100 – Balení, příprava k expedici – Montážní dílna

| | |
|------------------------------|--------------------|
| Hodinová sazba: | 867 Kč/hod |
| Výrobní čas 1 kusu: | 26 min = 0,43 hod |
| Výrobní náklady pro 1 kus: | 376 Kč |
| Výrobní čas 25 kusů: | 530 min = 8,83 hod |
| Výrobní náklady pro 25 kusů: | 7659 Kč |

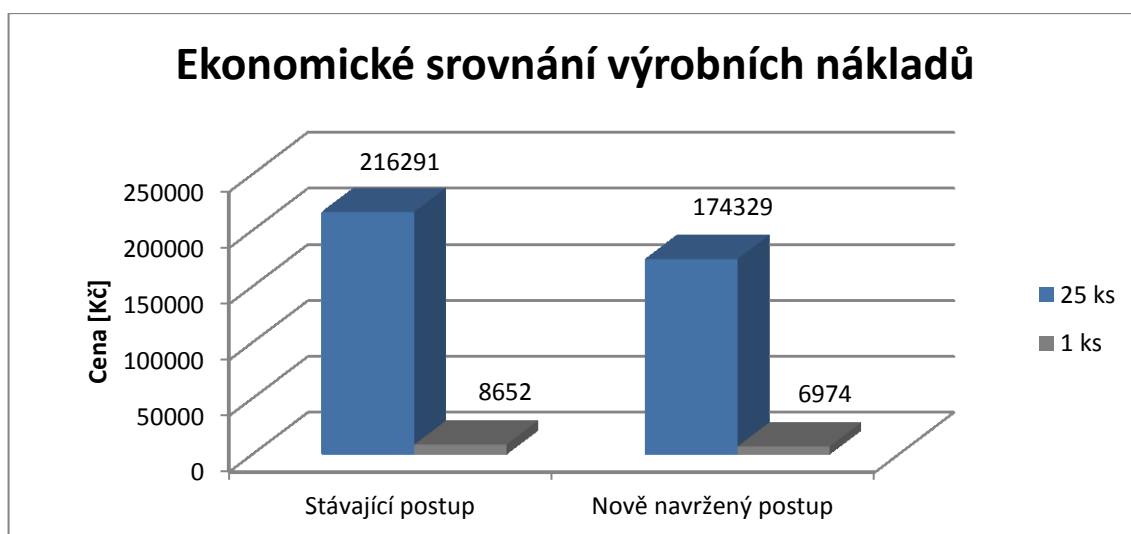
Finanční zhodnocení

| | |
|--------------------------------------|--------------|
| Celkové výrobní náklady pro 1 kus: | 13955,3Kč |
| Celkové výrobní náklady pro 25 kusů: | 174328,25 Kč |

7.3 Závěrečné technicko – ekonomického zhodnocení

Změny spojené s využitím nedávno zakoupeného stroje, obráběcího centra TAJMAC H 630, mají za důsledek úspory. Jedná se o úspory jak časové, tak finanční. Překvapivě se nově navržený postup vyplatí již od 1 kusu, což vyjadřuje i graf 1. Tento fakt je překvapující především vzhledem k delším přípravným časům z důvodu vytvoření programu pro CNC obráběcí centrum. Ovšem očividně se výrazně zkrátily časy obrábění a tím se dosáhlo těchto výsledků. Graf 1 obsahuje i finanční hodnoty stávajícího a nově navrženého postupu, pro celou výrobní dávku i 1 kus. Všechny hodnoty jsou Kč.

Graf 1 Ekonomické srovnání výrobních nákladů



Koláčový graf, který je níže uveden a označen jako graf 2 znázorňuje cenu pro jeden kus při zadané výrobní dávce, která činila 25 kusů. Hodnota pro stávající výrobu činí 8652 Kč, pro nově navržený postup se jedná o hodnotu 6974 Kč. Změnou výrobní technologie tělesa zpětného ventilu se dosáhne úspory 1678 Kč/ks (při dané výrobní dávce 25 ks). Cena za jeden kus vychází pouze z nákladů spojených s obráběním, lakováním a montáží tělesa zpětného ventilu, popřípadě lakování a montáž celkového produktu (zpětného ventilu). Nejsou zde zahrnuty ceny výroby či nákupu dalších dílů sestavy, stejně jako vyhotovení návaru Stelit 6.

Výpočet úspory na 1 ks při výrobní dávce 25 ks

Cena za 1 ks

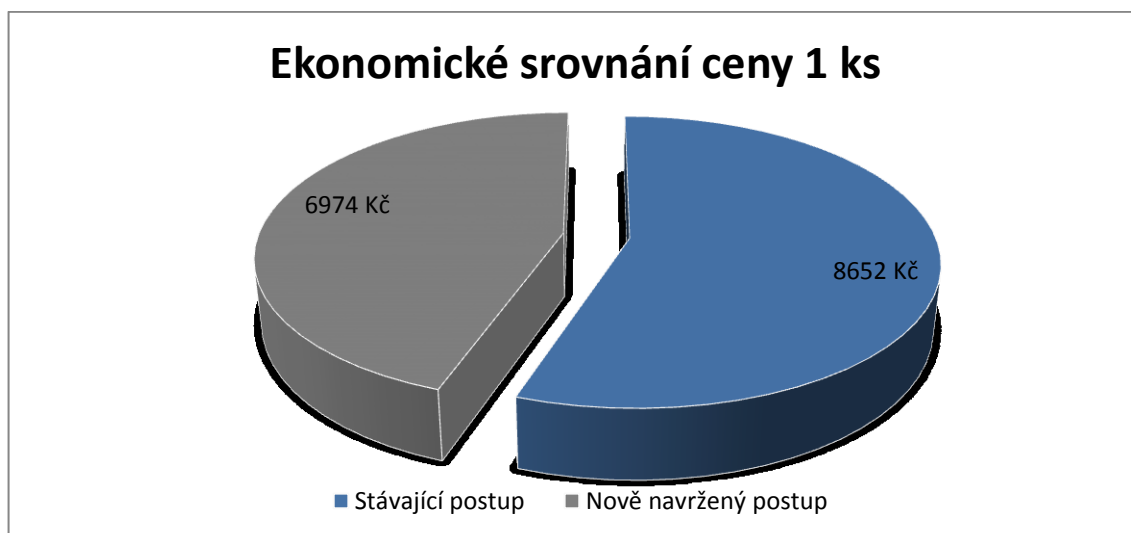
Cena stávající výroby 25 ks/25 = 216291/25 = 8652 Kč

Cena navržené výroby 25 ks/25 = 174329/25 = 6974 Kč

Cena za stávající 1ks – cena za navržený 1ks = 8652 – 6974 = 1678 Kč

Finanční úspora na 1 ks při výrobě 25 ks je tedy 1678 Kč.

Graf 2 Ekonomické srovnání ceny 1 kusu



Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout a ověřit technologický postup výroby tělesa zpětného ventilu (a tím pádem celé výroby zadaného produktu), který by byl produktivnější než postup stávající. Tohoto zefektivnění se dosáhlo zkrácením výrobních časů, což taktéž snižuje výrobní náklady na jeden kus v zadané výrobní dávce.

Pro tuto práci dávka činila 25 kusů. Nově navržený postup má se stávajícím postupem společného jen minimum. Tento inovativní postup maximálně využívá nový stroj firmy Armatury Klad spol. s r.o. Jedná se o obráběcí centrum, kde se přesunula většina obráběcích operací, které se realizují na tělese zpětného ventilu.

Překvapivým zjištěním bylo, že nově navržený postup vychází jak časově, tak především ekonomicky výhodněji než stávající technologie již od jediného kusu. Můj předpoklad byl takový, že se přesunutí operací na CNC obráběcí centrum vyplatí až při výrobě několika kusů, vzhledem k delším přípravným časům. Tyto přípravné časy se protahují z důvodu napsání NC kódu, či vytvoření programu v CAM systému. Toto vytváření programu v CAM systému, konkrétně v programu SolidCAM 2015 bylo použito i v tomto případě.

Vzhledem ke zkušenostem pracovníků podniku a problematice dosednutí těsnících ploch sedlo – kuželka jsem se nakonec rozhodl pro dokončení otvoru pro kuželku na vertikálním soustruhu. Taktéž dokončení tohoto otvoru až po navrtání průtoků se v dalším kontextu ukázal jako špatná volba, vzhledem k tomu, že by následoval přerušovaný řez na vertikálním soustruhu, což rozhodně není pro dokončovací soustružnickou operaci vhodná strategie. Taktéž jsem po propočtech zavrhl myšlenku na frézování drážky pro těsnění. Výroba pomocí monolitní karbidové frézy by sice byla o 2 minuty a 12 vteřin rychlejší než při obrábění zapichovacím soustružnickým nožem (na každém kusu), avšak tato monolitní fréza není v nástrojovém parku podniku Armatury KLAD spol. s r.o. Nákup této frézy by se vyplatil při ceně nástroje pod 935 Kč, což není reálná cena (ta se pohybuje od cca 6000 Kč).

Díky nově navrženému postupu úspora na jednom kusu, při zadané výrobní dávce, která činila 25 kusů, činí 1678 Kč. Celková úspora pro tuto dávku je rovna téměř pětině původních nákladů. Jedná se o částku 41962 Kč pro tuto výrobní dávku (25 kusů).

Poděkování

Touto cestou bych chtěl vyjádřit svůj dík zaměstnancům firmy Armatury KLAD spol. s r.o., kteří mi věnovali svůj čas a pomohli mi svými odbornými názory (vyzdvihl bych především pana Radka Herudka – CNC programátor). Taktéž jim patří mé díky za poskytnutí veškerých informací, které byly potřebné k vypracování diplomové práce.

Taktéž bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce prof. Dr. Ing. Josefu Brychtovi z katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie VŠB – TU Ostrava za poskytnutí odborných konzultací a odborného řízení této práce.

Použitá literatura

- [1] BRYCHTA, Josef. *Obrábění I: Návod pro cvičení 1. část*. Ostrava: VŠB-TUO Ostrava, 2004. ISBN 80 – 248 – 0576 – 6.
- [2] BRYCHTA, Josef. *Obrábění I: Návod pro cvičení 2. část*. Ostrava: VŠB-TUO Ostrava, 2004. ISBN 80 – 7078 – 470 – 9.
- [3] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II – 2. díl*. Ostrava: Ediční středisko VŠB – TU Ostrava, 2008. s. 150. ISBN 978 – 80 – 248 – 1822 – 1.
- [4] HUMÁR, A. *Technologie I (Technologie obrábění – 1. část)*. Brno: VUT Brno, 2003. 138 s.
- [5] HUMÁR, A. *Technologie I (Technologie obrábění – 2. část)*. Brno: VUT Brno, 2004. 95 s.
- [6] HUMÁR, A. *Technologie I (Technologie obrábění – 3. část)*. Brno: VUT Brno, 2004. 57 s.
- [7] Interní materiály firmy ARMATURY Klad spol. s r.o.
- [8] Ventil. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ventil>
- [9] Hutní materiály. *BODEN* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.boden.cz/sortiment.html>
- [10] 12 024. *Steel number* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: http://www.steelnumber.com/en/steel_composition_eu.php?name_id=712
- [11] Značení ocelí. *E-konstruktor* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://e-konstruktor.cz/prakticka-informace/prevodni-tabulka-znaceni-oceli>
- [12] Katalog Pramet 2016. *Dormer Pramet* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: http://www.dormerpramet.com/Downloads/PRAMET_General%20Catalogue%202016_EN.pdf
- [13] CNC pila. *Pegas-Gonda* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: http://www.pegas-gonda.cz/cz/pily/350x400-h-a-cnc_26.htm

- [14] Pilový pás. *PILANA MARKET s.r.o.* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.pilanamarket.cz/listy-a-pasy-2/pilovy-pas-bimetal-m51-531/>
- [15] Svislý soustruh. *Karimpex strojírna s.r.o.* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.karimpex-strojirny.cz/pdf/svisle-soustruhy.pdf>
- [16] Materiály VBD. *M&V* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: https://katalog.mav.cz/data/pramet2/files/materialy_vbd_soustruzeni.pdf
- [17] Středící vrták. *Kovonástroje* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <https://www.kovonastroje.cz/Nastroje-pro-kovoobrabeni/Soustruzeni/Stredici-vrtaky-navrtavaky/Vrtak-stredici-A-vybrusovany.html>
- [18] Nové nástroje a řezné materiály. *MM Průmyslové spektrum* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/nove-nastroje-a-rezne-materialy.html>
- [19] HSS vrtáky. *MT nástroje* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <https://www.mt-nastroje.cz/i-zavitniky/eshop/24-1-Vrtaky-HSS-HSSCo/581-4-prumer-70-00-az-90-00mm/5/7718-DIN345-Vrtak-kuzelova-st-HSS-D90-00-1140>
- [20] Vrták s kuželovou stopkou. *MT nástroje* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: https://www.mt-nastroje.cz/fotky3985/fotov/_ps_74531140.pdf
- [21] Konvenční frézka. *TOS Olomouc* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.tos-olomouc.cz/oc-cz/vyrobni-program/univerzalni-produkcni-frezky/konzolova-frezka-fgu-32/>
- [22] Vodorovná vyvrtávačka. *ZAKO Turčín spol. s r.o.* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.zakoturcin.cz/download/h100-w100.pdf>
- [23] Závitník. *HH-nástroje* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.hh-nastroje.cz/soubory/9cz.pdf>
- [24] Závitníky. *ASIL* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: http://www.asilteknik.com.tr/resimler/urunler/urunler_0314277220991530.jpg

- [25] Záhlučník. *Kovonástroje* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <https://www.kovonastroje.cz/Nastroje-pro-kovoobrabeni/Zahlubovani-a-ojehlovani/Zahlubniky/Jednobrite-zahlubniky/Jednobrity-zahlubnik-30mm-HSS-90.html>
- [26] Horizontální obráběcí centrum. *TAJMAC-ZPS* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.tajmac-zps.cz/cs/H-630>
- [27] Horizontální obráběcí centrum. *TAJMAC-ZPS* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: http://www.tajmac-zps.cz/sites/tajmac-zps-2.os.zps/files/h630_cz.pdf
- [28] Frézovací nástroje. *Tungaloy* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <https://www.tungaloy.com/wp-content/uploads/385.pdf>
- [29] Schéma VBD. *IMC Companies* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: http://www.imc-companies.com/Tungaloy/TungaloyCatalogFiles/illust_M/664.gif
- [30] Rozměry VBD. *IMC Companies* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.imc-companies.com/Tungaloy/TungaloyCatalog/Item.aspx?cat=6861820&fnum=664&mapp=ML&GFSTYP=M>
- [31] Materiál VBD. *Tungaloy* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <https://www.tungaloy.com/press-release/millline-expansion-pvd-grade-ah3135-milling-inserts/>
- [32] Gravírovací fréza. *Jic tools* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: http://www.jic-tools.com.tw/products/detail.asp?sn=375&cate_no=0&pk_gid=012&inpage=3
- [33] Obráběcí nástroje. *TGS* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.tgs.cz/content/fck/files/katalogy/201505041794695.pdf>
- [34] VBD fréza. *Sandvik Coromant* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.sandvik.coromant.com/en-us/products/Pages/productdetails.aspx?c=r390-063q22-18m>

[35] Schéma VBD. *Sandvik Coromant* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z:
<http://www.sandvik.coromant.com/en-us/products/Pages/productdetails.aspx?c=r390-063q22-18m#query=%7B%22n%22:%22CopMatchingCUTINTMASTER%22,%22l%22:%22INSMILG%22,%22r%22:%5B%5D,%22c%22:%5B%5D%7D>

[36] Materiál VBD. *Sandvik Coromant* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z:
http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/milling/grade_information/pages/default.aspx

[37] VBD fréza. *Sandvik Coromant* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z:
<http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/products/Pages/productdetails.aspx?c=495-020a20-4509m>

[38] Schéma VBD. *Sandvik Coromant* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z:
<http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/products/Pages/productdetails.aspx?c=495-020a20-4509m#query=%7B%22n%22:%22CopMatchingCUTINTMASTER%22,%22l%22:%22INSMILG%22,%22r%22:%5B%5D,%22c%22:%5B%5D%7D>

[39] Závitník. *Sandvik Coromant* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z:
<http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/products/Pages/productdetails.aspx?c=EX03PM24>

[40] Rotační nástroje. *Sandvik Coromant* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z:
http://sandvik.ecbook.se/SE/cs/Rotating_tools_2015/

[41] VBD frézy. *Sandvik Coromant* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z:
<http://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/Pages/productdetails.aspx?c=880-06%2004%20w06h-p-gm%204044>

[42] Materiál VBD. *Sandvik Coromant* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z:
http://sandvik.ecbook.se/SE/cs/CoroDrill_880/?page=6-7

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Výkres tělesa zpětného ventilu PN 320 DN 80 pro návrh

Příloha č. 2 – Výkres tělesa zpětného ventilu PN 320 DN 80 opracování

Příloha č. 3 – Výkres sestavy zpětného ventilu PN 320 DN 80

Příloha č. 4 – Technologický postup stávajícího výrobního postupu

Příloha č. 5 – Technologický postup nově navrženého výrobního postupu