

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B0715A270013 – Strojní inženýrství

Studijní specializace: Strojírenská technologie–technologie obrábění

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Návrh přípravku pro upínání motocyklových válců a hlav válců na
konvenčním soustruhu**

Autor: Jakub TROJAN

Vedoucí práce: Ing. Michal POVOLNÝ, Ph.D.

Akademický rok 2023/2024

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jakub TROJAN**
Osobní číslo: **S20B0274P**
Studijní program: **B0715A270013 Strojní inženýrství**
Specializace: **Strojírenská technologie-technologie obrábění**
Téma práce: **Návrh přípravku pro upínání motocyklových válců a hlav válců na konvenčním soustruhu**
Zadávající katedra: **Katedra technologie obrábění**

Zásady pro vypracování

- Úvod do problematiky
- Analýza současného stavu
- Návrh přípravku
- Technicko-ekonomické zhodnocení
- Závěr

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- Elektronické informační zdroje dostupné z www.knihovna.zcu.cz
- MM průmyslové spektrum, dostupné z www.mmspektrum.com
- Scopus, dostupné z <http://www.scopus.com>
- Science direct, dostupné z <http://www.sciencedirect.com>

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Povolný, Ph.D.**
Katedra technologie obrábění

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jan Mezuliánik**
Katedra technologie obrábění

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2023**
Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2024**

L.S.

Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.
děkan

Doc. Ing. Miroslav Zetek, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Michalu Povolnému, Ph.D. za jeho čas, lidský přístup, poznámky a cenné rady při vedení mé práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Daně Kubátové, Ph.D. za její čas, který obětovala při skenování dodaných součástí, což bylo velmi podstatné pro správné vytvoření rozměrové podoby modelů přípravků. Mé poděkování patří také všem dotazovaným, kteří mi věnovali svůj čas a poskytli informace o přípravcích a materiálech potřebných pro doplnění detailů do této práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat mé přítelkyni, kamarádům a rodině za motivaci a oporu během studia.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Trojan	Jméno Jakub	
STUDIJNÍ PROGRAM	B0715A270013 Strojní inženýrství		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Povolný, Ph.D.	Jméno Michal	
PRACOVISŤE	ZČU – FST – KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Návrh přípravku pro upínání motocyklových válců a hlav válců na konvenčním soustruhu		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2024
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	54	TEXTOVÁ ČÁST	38	GRAFICKÁ ČÁST	16
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Hlavním cílem této práce je návrh přípravků pro upnutí hlavy válce a válce na konvenčním soustruhu za účelem jeho oprav či úprav. Kromě samotného návrhu přípravků je v práci pojednáno o znacích motocyklových hlav, válců, problematice jejich obrábění a přípravcích zejména užitečných na soustruzích. Z několika variant přípravků bude vybrán ten, který bude nejlépe splňovat nároky rozepsané dále.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	motocykly, válec, hlava válce, dvoudobý motor, úpravy, opravy, konvenční soustruh, přípravek, obrábění, kompresní poměr

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Trojan	Name Jakub
STUDY PROGRAMME	B0715A270013 Mechanical Engineering	
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Povolný, Ph.D.	Name Michal
INSTITUTION	ZČU – FST – KTO	
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Design of a fixture for clamping motorcycle cylinders and cylinder heads on a conventional lathe	

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KTO	SUBMITTED IN	2024
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	54	TEXT PART	38	GRAPHICAL PART	16
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The main goal of this thesis is the design of fixtures for clamping the cylinder head and cylinder on a conventional lathe for the purpose of its repairs or modifications. In addition to the design of the jigs, the thesis discusses the characteristics of motorcycle heads, cylinders, the issue of their machining and jigs especially useful on lathes. The one that best meets the requirements detailed below will be selected from several variants of fixtures.
KEY WORDS	Motorcycles, cylinder, cylinder head, two stroke engine, modifications, repairing, conventional lathe, fixture, machining, compression ratio

Obsah

Přehled použitých zkratk a symbolů.....	3
Seznam obrázků	4
Seznam tabulek a grafů	6
1 Úvod.....	7
2 Přípravky	8
2.1 Rentabilita přípravku.....	8
2.2 Přesnost ustavení	8
2.3 Konstrukční zásady	10
2.4 Opěrné a ustavující prvky	11
2.5 Mechanická upínací zařízení	12
2.6 Univerzální upínací zařízení.....	13
2.7 Skupinové přípravky	14
3 Rozbor současného stavu	16
3.1 Hlavy válců spalovacích motorů motocyklů.....	16
3.1.1 Tvar spalovací komory hlavy.....	17
3.1.2 Kompresní poměr	19
3.1.3 Otvor zapalovací svíčky	19
3.1.4 Montážní prvky	20
3.1.5 Chlazení.....	21
3.2 Válce spalovacích motorů motocyklů.....	21
4 Technologičnost konstrukce.....	24
4.1 Materiál	24
4.2 Prvky a jejich rozměry	25
4.3 Přesnost a drsnost povrchu	26
5 Návrh přípravku	27
5.1 Upínací síla.....	27
5.2 Varianta 1	30
5.3 Varianta 2	32
5.4 Varianta 3	35
6 Technicko-ekonomické zhodnocení.....	38
7 Závěr.....	41
Seznam použitých zdrojů	42
Seznam příloh.....	44

PŘÍLOHA č. 1	i
Varianta 1	ii
Varianta 2	iv
Varianta 3	v
PŘÍLOHA č. 2	vi

Přehled použitých zkratk a symbolů

Zkratka, symbol, značka	Jednotky	Název
JAWA	[-]	Janeček-Wanderer, nejstarší československá firma stále se zabývající výrobou motocyklů
ČZ	[-]	Česká zbrojovka Strakonice
DIN	[-]	Německá národní norma
ČSN	[-]	Československá státní norma, Československá norma, Česká technická norma
k_c	[MPa]	Řezný odpor
F_c	[N]	Řezná síla
F_u	[N]	Upínací síla
v_c	[m/min]	Řezná rychlost
a_p	[mm]	Hloubka řezu
A_d	[mm ²]	Plocha jmenovitého průřezu třísky
f	[mm/ot]	Otáčkový posuv
n	[-]	Počet čelistí, Počet upínacích prvků
b_d	[mm]	Jmenovitá šířka třísky
h_d	[mm]	Jmenovitá tloušťka třísky
κ_r	[°]	Úhel nastavení hlavního ostří
f	[-]	Součinitel smykového tření
k	[-]	Součinitel bezpečnosti
D_o	[mm]	Průměr obráběný
D_u	[mm]	Průměr upínaný
F_s	[N]	Síla působící na lícovaný šroub
F_{u1}	[N]	Síla v místě dotyku malé čelisti nižší
F_{u2}	[N]	Síla v místě dotyku malé čelisti vyšší

Seznam obrázků

Obr. 1 Model motoru JAWA-ČZ 175 typ 356 v řezu pro střední školy včetně válce (označeného modrou šipkou) a hlavy válce (označené zelenou šipkou).....	7
Obr. 2 Upnutí pístu za nákrůžek pomocí přípravku v řezu	9
Obr. 3 Upnutí válcového trnu na lamelových prizmatických blocích pro magnetické upínače	11
Obr. 4 Otočný hrot s ukazatelem tlaku od výrobce Röhmi	12
Obr. 5 Rozpínací trn ŠKODA s maticí pro demontáž přípravku z vřetena stroje.....	13
Obr. 6 Lícni deska na soustruhu ŠKODA SRM 1000.....	13
Obr. 7 Upnutí válce do tříčelistového sklíčidla za jeho límec (vlevo) a znázornění z toho vyplívajících deformací (vpravo).....	14
Obr. 8 Univerzální mechanický upínací přípravek pro obrobení jedenácti druhů Al výkovků	15
Obr. 9 Hlava válce a válce upnuté na věžovém přípravku.....	15
Obr. 10 Porovnání hlav válce pro dvoudobý motor Honda CR 250 (vlevo) a čtyřdobý motor Honda CRF 250R (vpravo)	16
Obr. 11 Znázornění směrování směsi z antidekonační štěrby (oblasti stlačení) do blízkosti zapalovací svíčky	17
Obr. 12 Tvar moderního spalovacího prostoru hlavy motoru HONDA CR 250	18
Obr. 13 Nástroje dostupné v sadě pro opravu metrických závitů výrobce V-Coil	20
Obr. 14 Schematicky znázorněné dotahování hlav do kříže	21
Obr. 15 Oprava válce pomocí krátké vložky (nalevo)	22
Obr. 16 Připravený válec motocyklu JAWA 250 na opravu novou vložkou od úpravce Pavla Hozmana.....	22
Obr. 17 Porovnání obalu válce později uživatelsky upraveného jinak sériového motoru typu 356 z litiny s továrním soutěžním obalem válce motoru JAWA 250 typ S553 z hliníkové slitiny	23
Obr. 18 Sestava hlavy válce a válce motoru JAWA-ČZ 175 typ 356.....	24
Obr. 19 Pohled na dosedací plochu hlavy (vlevo) k válci (vpravo).....	25
Obr. 20 Rozklad celkové řezné síly F při podélném soustružení válce	27
Obr. 21 Znázornění plochy třísky při soustružení dosedací plochy pro těsnění hlavy válce (vlevo), soustružení vnitřního povrchu válce (uprostřed) a hrubování válce před vyvložkováním (vpravo)	28
Obr. 22 Řezný odpor při hrubování litinového válce za daných podmínek.....	28
Obr. 23 Základní deska potřebná pro upnutí hlavy i válce, včetně spojovacího materiálu (modré díly jsou nezbytné navíc pro upnutí hlavy válce).....	30
Obr. 24 Varianta 1 první ustavení obrobků do přípravku (červeně znázorněny plochy k obrobení)	30
Obr. 25 Přípravek se závitěm zapalovací svíčky pro upnutí pouze hlavy válce	31

Obr. 26 Přípravek pro upnutí válce (černě znázorněny základní čelisti, zeleně spojovací materiál)	32
Obr. 27 Zjištění síly na povrchu límce ze síly čelisti	33
Obr. 28 Druhá varianta upnutí válce (vlevo) a hlavy válce (vpravo).....	34
Obr. 29 Přípravek pro upnutí hlavy válce s drážkou a spojovacím materiálem (modře označeným)	34
Obr. 30 Detailní řez popisující části třetí varianty upínacího přípravku	35
Obr. 31 Porovnání samotného přípravku pro válec (vlevo) a hlavu válce (vpravo) včetně spojovacího materiálu (označen modře)	36
Obr. 32 Poslední varianta přípravku ve sklíčidle včetně součástí (válce vlevo, hlavy válce vpravo)	36
Obr. 33 Varianta 1 první upnutí hlavy válce	ii
Obr. 34 Varianta 1 druhé upnutí hlavy válce	ii
Obr. 35 Varianta 1 první upnutí válce	iii
Obr. 36 Varianta 2 první upnutí hlavy válce	iv
Obr. 37 Varianta 2 první upnutí válce	iv
Obr. 38 Varianta 3 první upnutí hlavy válce	v
Obr. 39 Varianta 3 první upnutí válce	v
Obr. 40 Napětí na povrchu segmentu límce válce (vlevo) a jeho deformace (vpravo) v tříčelist'ovém sklíčidle.....	vii
Obr. 41 Napětí na povrchu segmentu límce válce (vlevo) a jeho deformace (vpravo) v upravených čelistech varianty 2	vii

Seznam tabulek a grafů

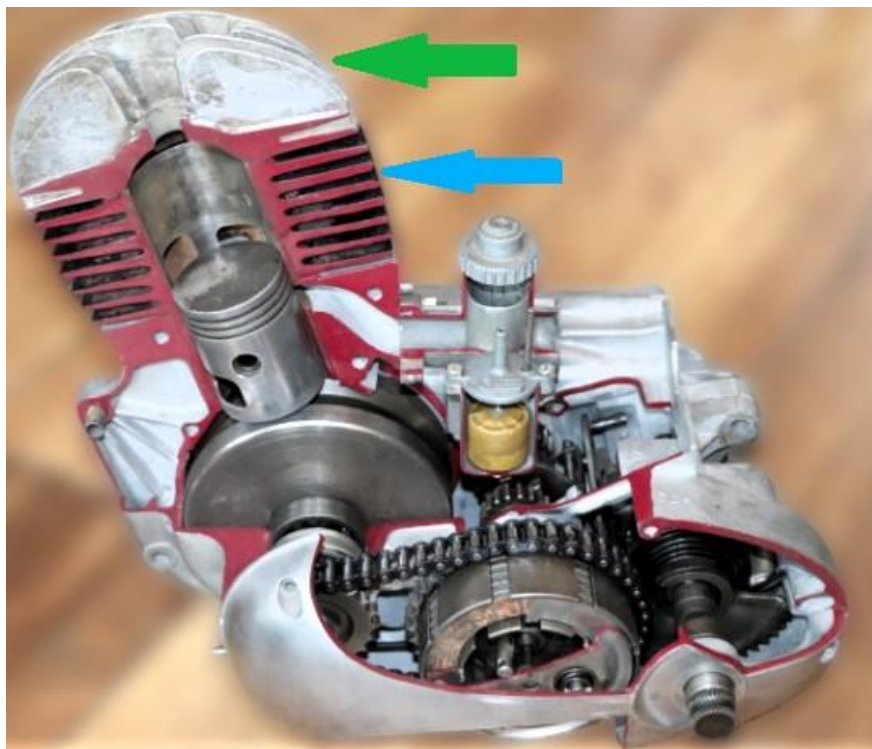
Tab. 1 Kalkulace nákladů na výrobu součásti Upínací deska	37
Tab. 2 Výčet všech součástí variant včetně jejich pořizovací ceny a ceny celkové	38
Tab. 3 Bodovací metoda s váhou pro 3 varianty	40
Graf 1 Závislost rychlosti plynů v oblasti stlačení na otáčkách klikového hřídele	18
Graf 2 Závislost ovládacího momentu klíče na velikosti celkové upínací síly na sklíčidlu	29

1 Úvod

V dnešní uspěchané době, ve které je častější spíše výměna dílů než jejich oprava (což si odporuje se snahou o šetrné chování k přírodě) nalézá stále více lidí znovu smysl v opravě starých kvalitních dílů, jelikož v době jejich výroby bylo smýšlení o jejich životním cyklu úplně jiné než dnes. Neboť se ale veškeré díly na staré stroje již nevyrábí a běžné opravy nelze provádět do nekonečna (u litinového válce s nedemontovatelnou vložkou je maximální počet výbrusů čtyři až osm) je na místě uvažovat nad dalšími postupy s takto opotřebovanými díly.

Cílem této práce je rozbor přípravků (zejména těch soustružnických) a potřebné teorie týkající se hlav a válců motocyklových spalovacích motorů, následný návrh variant nových přípravků a jejich zhodnocení z hlediska technické a ekonomické výhodnosti, ze které vzejde finální přípravek k možnému následnému použití. Přípravek by měl sloužit k opravám a úpravám válců a hlav válců motorů (viz Obr. 1) motocyklů z druhé poloviny minulého století, konkrétněji pak tehdy běžně vídanému motocyklu bývalého Československa JAWA-ČZ 175 typ 356. Tento motocykl byl zvolen díky jeho stále dobré dostupnosti na trhu (bylo vyrobeno přes 200 tisíc kusů tohoto typu) a jednoduché konstrukci motoru (válec nedisponuje výfukovou přívěrou a hlava čidly teploty). Roční objem výroby (upravených či opravených dílů) pro možné použití bude odhadem 20 kusů hlav a 20 kusů válců.

Důležité bude zpracování požadovaného přípravku tak, aby obsluha stroje (v tomto případě tedy konvenčního soustruhu) měla co nejméně práce jak s opakovaným ustavováním přípravku do samotného stroje, tak i s upínáním hlavy či válce do přípravku, a aby byla zajištěna dostatečná přesnost a tuhost upnutí. Pro přesné a efektivní obrobení jsou důležité správně zvolené prvky k vhodnému ustavení vybraných součástí na stroji, a právě těmito prvky jsou přípravky, se kterými bude potřebné se dále před samotnými návrhy seznámit.



Obr. 1 Model motoru JAWA-ČZ 175 typ 356 v řezu pro střední školy včetně válce (označeného modrou šipkou) a hlavy válce (označené zelenou šipkou) [14]

2 Přípravky

Ať už při ručním či strojním obrábění musí předmět (obrobek) zaujímat vždy požadovanou polohu vůči nástroji. Právě k tomuto účelu slouží přípravky, které lze jednoduše rozdělit na pomocné zařízení k uchycení součásti při obrábění, k přidržení součástí při sestavování (například přípravek k montáži třecí spojky) a k vedení nástroje (kupříkladu vrtací pouzdra pro dlouhé vrtáky). Dále můžeme přípravky dělit dle zdroje upínací síly na přípravky s mechanickým upínáním (využívajícího vzduchu, oleje, elektromechanického, magnetického či kombinovaného způsobu) a přípravky s ručním upínáním (vhodné právě pro použití u konvenčního soustruhu). Také je možné je rozčlenit dle použitelnosti na přípravky univerzální (většinou normalizované nebo dostupné z katalogu výrobců, pro upínání několika druhů obrobků různých velikostí i tvarů), skupinové (skládající se ze stálých a vyměnitelných součástí pro upínání celé skupiny obrobků), stavebnicové (sestaveny z typizovaných dílů) a speciální (zajišťující upnutí jednoho obrobku podle určité operace výhodněji než v univerzálním přípravku). Podle operačního určení by bylo možné třídit přípravky na obráběcí, montážní, kontrolní (k měření), rýsovací a ostatní pomocná zařízení (pomůcky k obrábění speciálních ploch na konvenčních strojích či k manipulaci). Správně zvolené přípravky mohou obsluhu stroje umožnit práci i na vícero strojích najednou a tím tedy znatelně zvýšit pracovní výkonnost. Obrábění rotačních součástí na soustruhu většinou nevyžaduje orýsování, ale je zde velký požadavek na správné ustavení (vyrovnání) obrobku. Práce na univerzálních obráběcích strojích při kusové výrobě bývá zdlouhavá a mnohdy požaduje zručnou a spolehlivou obsluhu. Avšak zavedením skupinové výroby s použitím přípravků a pomocného zařízení má kusová výroba přibližně stejné podmínky jako ta sériová. Je zřejmé, že čím větší jsou dosažené úspory přípravky (rostou s počtem vyráběných kusů), tím dokonalejší a nákladnější mohou být. [1]

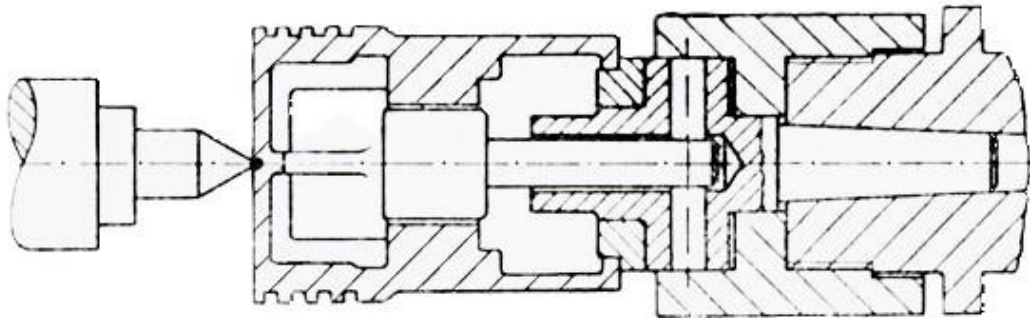
2.1 Rentabilita přípravku

Rentabilita přípravku je závislá na celkových nákladech vynaložených na jeho vyhotovení (konstrukčních a zejména na výrobních), ty se dále odvíjí od ročního objemu výroby a od výrobního programu obrobků (počtu let aktivního využívání přípravku, v našem případě zhruba šest či více let). Cenu přípravku výrazně snižuje použití normalizovaných nebo typizovaných součástí. Snižuje se tím jak strojní a konstrukční práce, tak i doba výroby a přípravek je tak jednodušší na opravení (rychlé nahrazení částí téměř během výroby). Mezi nevýhody lze zařadit vyšší jednorázové pořizovací náklady a hmotnější, manipulačně obtížnější řešení než při podobné, avšak speciální konstrukci. Na hospodárnost je důležité myslet při celém životním cyklu přípravku, proto by měl být na každý díl použitý vhodný materiál a případné poškození určitého místa by mělo jít jednoduše vyřešit opravou nebo výměnou dané části. [1]

2.2 Přesnost ustavení

Součást je nutno při výrobě vhodně uložit na stroj nebo přípravek v určité poloze vzhledem k nástroji. Plochy, na které se součást ukládá (dosedací) a od nichž se odměřují rozměry se nazývají základní a je nutno je vhodně zvolit, aby bylo dodrženo rozměrů v žádané přesnosti. Měřicí základna (základní rozměrová plocha) může být nahrazena myšleným bodem nebo přímkou a konstruktér od ní kótuje vzdálenost plochy opracované. Opěrné plochy jsou umístěny na přípravku nebo stroji a opírají se o ně ložné plochy polotovaru do požadované polohy. V běžném stavu tvoří základní ložnou plochu neobrobená část součásti, která se před následující změnou upnutí obrobí, ale v tomto případě, kdy bude k dispozici téměř hotová součást (válec nebo hlava) bude tuto plochu tvořit již dávno opracovaná část, která však může

být vlivem několikaletého používání zdeformována. U některých součástek je nutné pomocné základní ložné plochy vyrobit, nemají sice jiný funkční význam, ale obrábění by bez nich bylo obtížné. Například vnitřní obrobený nákrůžek (viditelný na Obr. 2) u pístů spalovacích motorů je určen pouze k vystředění pístu při soustružení jeho vnějšího obalu. [1]



Obr. 2 Upnutí pístu za nákrůžek pomocí přípravku v řezu [15]

Obrobek v přípravku má stejně jako každé těleso v prostoru šest stupňů volnosti, při uvažování kartézského souřadného systému se jedná o 3 posuvy v osách x,y,z a 3 rotace kolem nich. Jednoznačně ustaví součást do přípravku 6 podpěrných bodů, které odeberou právě 6 stupňů volnosti a lze je reprezentovat speciálními opěrnými prvky (nejvýhodněji rozdělenými v poměru 3:2:1). Při součástech nízké hmotnosti lze dotlačit povrch obrobku na opěru ručně, čímž dojde k ustavení a až poté se vyvodí upínací síly, které by měly mířit proti opěrám. Ale u hmotných výrobků je důležité vyvodit ustavující síly jiným způsobem, tak aby došlo pouze k dosednutí součásti na opěru a nikdy tyto síly nepřevyšovaly síly upínací. Na výslednou přesnost obráběného rozměru má při výrobě vliv několik úchylek závislých zejména na způsobu uložení součásti a jejího upnutí, na přesnosti nástroje a jeho vztahu mezi strojem a součástí, na řezných podmínkách a přesnosti i uložení přípravku. Vzniklé úchylky lze rozdělit do tří kategorií :

- a) Úchylky uložení součásti ε závislé na způsobu uložení v přípravku.
Tato úchylka je závislá na dvou složkách, a to na úchylce, která vznikne, když základna rozměrová nesouhlasí se základnou ložnou ε_n a úchylce o kterou se změní rozměr vzdálenosti obráběné plochy vlivem uložení na opěrnou plochu ε_s (ta je dále závislá na úchylce podpěrné součásti ε_e).
- b) Úchylky přípravku ε_p závislé na činnosti přípravku.
Tato úchylka je součtem až čtyř dílčích úchylek. Úchylky vzniklé upínáním součásti ε_{py} , která vzniká deformací stykových vrstev vlivem upínací síly (zejména znatelná je při ručním upínání, kde kolísá upínací síla), zpravidla ne větší než 0,005 mm (proto se často neuvažuje). Úchylky vzniklé uložení přípravku na stroj ε_{po} , které představují vůle, nebo nepřesnosti ve spojích součástí přípravku. Úchylky vzniklé ustavením nástroje vzhledem k přípravku ε_{pn} (tuto úchylku lze do značné míry omezit vhodně použitým a seřízeným digitálním odměřováním i na konvenčním stroji) a úchylky vzniklé dělicím způsobem (pouze u dělicích přípravků) ε_{pp} .
- c) Úchylky střední hospodárné přesnosti při obrábění s

[1]

2.3 Konstrukční zásady

Pro obrobení i upnutí určitého obrobku existuje mnohdy několik správných variant, ale většinou se různí ve vícero faktorech počínaje náklady, kvalitou povrchu, přesností rozměru a v neposlední řadě dobou potřebnou k vyhotovení. Při konstruování upínacího přípravku je důležité se řídit následujícími pravidly :

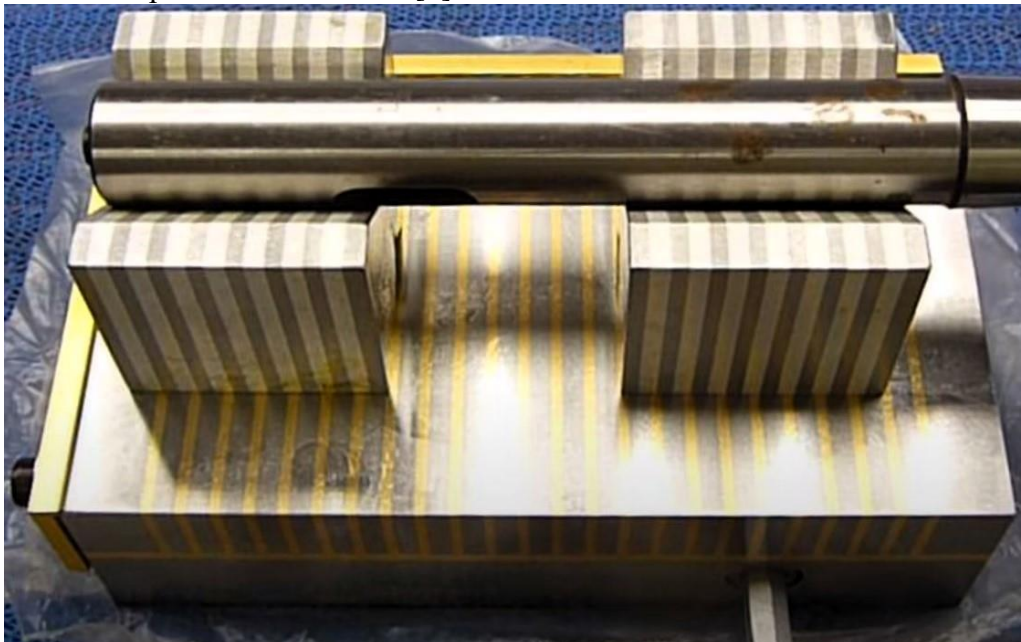
- Přesné vyjasnění pracovního postupu před navržením přípravku. Vhodné je při prvním obrobení vytvořit plochu nebo díru výchozí pro další operace.
- Pro menší série uspořádat operace tak, aby bylo, pokud možno na co nejvíce využito jediného upínacího zařízení.
- Obráběná plocha musí být co nejbližší k upínací ploše obráběcího stroje, aby bylo zaručeno dostatečné stability přípravku.
- Přípravek musí být správně dimenzován, aby se nedeformoval vlivem upínací a řezné síly.
- Poloha součástí musí být v přípravku jednoznačně definována dorazy, proti kterým má, pokud možno, vždy směřovat tlak od nástroje.
- Používání přípravku má být snadné a pohodlné, ovládací prvky musí být dobře přístupné, ovládané v jednom smyslu (směr pohybu hodinových ručiček) a jejich počet co nejnižší.
- K upínání nesmí být použito velké tělesné námahy ani kladiva, proto musí být mezi požadované prvky vloženy převody k zvětšení a urychlení účinku.
- Poloha obsluhovacích prvků při práci nesmí překážet nástroji ani odchodu třísek.
- Pokud je třeba s přípravkem manipulovat ze stroje, jeho váha nesmí převyšovat 20kg a pro zlepšení manipulace je vhodné doplnit přípravek manipulačními prvky (oky, rukojeťmi).
- Dosedací plochy přípravku musí být snadno přístupné pro čištění a přípravek musí poskytovat vhodný odtok třísek a procesní kapaliny.
- Prvky vystavené opotřebení musí být odolné a někdy i vyměnitelné.
- U rychloběžných strojů musí být prvky upínané na vřeteno stroje vyvážené, aby nezpůsobovaly nebezpečné chvění pro stroj i nástroj a jejich hmotnost má být co nejnižší, aby nezvětšovala moment setrvačnosti, který by zhoršoval rozběh a doběh vřetene.
- Dbát na bezpečnost a vyvarovat se všech ostrých hran, s kterými by mohla přijít obsluha do přímého kontaktu (zaoblování či zkosení vyčnívajících hran).
- Prostor pro vložení obrobku upraven tak, aby se manipulace konala daleko od nebezpečných částí stroje či nástroje.
- Pro snížení nákladů a času vždy volit co nejvíce normalizovaných součástí. Nejprve však rozhodnout, zda není výhodnější zvolit či poupravit přípravek již vyhotovený.

Pro odvod třísek je výhodné uvažovat několik variant, mezi které se řadí například zešíkmení, po němž mohou třísky volně padat, díry ve stěnách, které mohou sloužit také k vyvážení přípravku a zároveň lepšímu odvodu procesní kapaliny, správný rozměr upínací plochy, který nesmí být větší než potřebný a odstranění všech prohloubení, koutů nebo výdutí. Nejčastější mechanismus pro očištění přípravku od třísek u konvenčního soustruhu je rotací vlastní vahou, proudem procesní kapaliny nebo ručním čištěním pomocí háčku či štětce. Při uvažování jakosti, velikosti, tvaru a množství třísek se součástí značně vystavené vlivu třísek pro zmenšení oteru tepelně zpracovávají (kalí). Materiál přípravku musí naplňovat všechna požadovaná kritéria (dostatečná pevnost, pružnost, odolnost proti opotřebení) a zároveň musí být cenově přijatelný. O volbě materiálu součástí přípravku rozhoduje zpravidla velikost jeho namáhání, požadovaná přesnost (tuhost), předem určené pracovní prostředí, počet vyrobených kusů přípravku, hmotnost a v neposlední řadě cena a druh polotovaru s možnostmi nástrojárny. V kusové výrobě se vyskytují často takzvané nezbytné přípravky, které se vyrábějí i přesto, že prodražují celou výrobu, neboť bez nich nelze dosáhnout dostatečné přesnosti. Jinak ale musí vždy

zajišťovat zkrácení výrobního času a snížení nákladů. Při navrhování přípravku je nutné dokonale znát výkonnost a ostatní technické údaje strojů, pro které je přípravek určen. [1]

2.4 Opěrné a ustavující prvky

Opěrné prvky pevné jsou určeny k jednoznačnému opření plochy obrobku v přípravku a definují tak jeho umístění vzhledem k nástroji. Nejdůležitější požadavek na ně kladený je trvalá přesnost polohy. Kvůli zajištění dostatečné odolnosti proti opotřebení se jejich pracovní plochy cementují a kalí na tvrdost HRC 58 až 62. Mezi nejjednodušší pevné opěry patří opěrné čepy, které se do tělesa přípravku zpravidla zalisovávají a můžeme je dělit na čepy s dosedací plochou rovinnou a hladkou pro opření o již obrobené povrchy a čepy s kulovou hlavou pro neobrobené plochy. Čepů s kulovou plochou není možno užít k opírání o obrobený povrch, jelikož by došlo k jeho otačení. K opěrným prvkům pevným lze také zařadit opěrné lišty, u kterých je častějším způsobem montáže k přípravku šroubování dvěma nebo více šrouby. Uplatní se obzvláště při upínání těžkých obrobků případně pomohou při zachycení velkých rezných sil. Mají úzký, nízký, krátký profil se zkosenými hranami a obvykle i se zahluobenou částí pro hlavu šroubů, aby případné zanesení třísek nezměnilo přesnost upnutí. Neopomenutelným členem skupiny pevných opěr jsou opěry prizmatické, které slouží k podepření válcových obrobků, jejich kontaktní úhel nabývá nejčastěji hodnot z rozsahu 60° až 120° a existují také v magnetickém provedení (viz Obr. 3). Na rozdíl od předchozích opěr tyto určují polohu také stranovou, a proto je důležité je zajistit kolíky nebo šrouby. Pro upínání odlitku či výkovku mohou mít dotykové plochy úhel větší než zápusťkový či licí úkos a tím zajistí dostatečné upnutí nevyžadující další součásti. K ustavení obrobků s nepřesnou a nesouosou válcovou plochou se využívá posuvně stavitelných prizmat, která se seřizují pomocí šroubů až po vložení obrobku. [1]



Obr. 3 Upnutí válcového trnu na lamelových prizmatických blocích pro magnetické upínače [16]

Velmi častým typem opěr na soustruzích či bruskách jsou hroty, jelikož se používají pro obrábění vnějších rotačních ploch. Nejpřesnější je uložení mezi pevné hroty, kde přesnost otáčení závisí na přesnosti důlků. Kvůli velkému otěru jsou hroty vyrobeny z legované, či přímo nástrojové oceli. Důležité je před vyhotovením důlku čelo náležitě zarovnat, aby hrot správně dosedal. Nejčastější úhel hrotů bývá 60° , pro vyšší rychlosti se používají hroty otočné (zobrazený na Obr. 4), které však mají oproti hrotům pevným nižší přesnost. Se zvětšujícím

úhlem hrotů by sice pevnost narůstala, ale zvětšoval by se tak i podíl osově síly. Při obrábění delších součástí velkými řeznými rychlostmi je důležité myslet na teplotní roztažnost materiálů, a proto se hroty vyrábí i se zřetelem na podélnou dilataci. Ukládají se ve vřetenu či objímce koníku stopkou, která má nejčastěji Morseův kužel patričné velikosti. [1]



Obr. 4 Otočný hrot s ukazatelem tlaku od výrobce Röhmm [17]

Pokud má součást jednu nebo dvě přesné díry lze k ustavování obrobku použít středících čepů, které se do přípravku lisují, nebo dotahují pomocí matice. Pokud je otvor většího průměru nebo má osazení doplňuje se čep kroužkem buďto v těle čepu nebo odděleným, který lze v případě opotřebení samostatně vyměnit a zajišťuje se maticí nebo několika šrouby (pomocí šroubů lze nákrůžek vyměnit shora i bez vyložení přípravku ze stroje). Aby nasouvání obrobku na čepy nebylo tak obtížné zakončují se čepy zaváděcím zakončením (zkosením nebo zaoblením). Pokud je třeba vyrábět často menší série a obrobek mění rozsah rozměrů je výhodné místo pevných opěr užít opěry přestavitelné stále v jednom přípravku, kde se tyto opěry vhodně dle velikosti součásti nastaví na potřebnou výšku většinou pomocí závitu. Pokud není obrobek dostatečně tuhý a hrozí jeho deformace vlivem řezných sil používá se kromě výše zmíněných opěr také pomocných (stavitelných), které již nemění polohu obrobku v přípravku, ale pouze zlepšují přesnost a klidný chod. [1]

2.5 Mechanická upínací zařízení

Šrouby a matice jsou mnohdy užívány jako mechanické upínací prvky, jelikož jsou schopny vytvořit velký svěrný tlak pomocí malé upínací síly (velký převod), jsou velmi jednoduché, dostupné, samosvorné a univerzální. Mezi jejich nevýhody lze zařadit zdlouhavé upínání (zejména při velkém zdvihu) a riziko poškození obrobku či závitu při nevhodné obsluze. Aby se plocha obrobku neponičila doplňují se konce šroubů různě připevněnou otočnou podložkou a pro pohodlnější utahování mají na opačné straně místo několikahránné hlavy rukojeti různých tvarů (běžné hlavy se používají pouze tam, kde konstrukční rozměry neumožňují rukojeti). Pro upínání, které vyžaduje vyšší zdvih se používá bajonetová či plunžrová konstrukce. Pokud je vyžadováno velmi rychlé a relativně levné ruční upnutí používá se výstředníků nebo vaček, které bez doplnění štelováním poskytují pouze malý rozsah upínatelného rozměru. Mnohem častější je však užití klínů, dvouramenných pák (upínek) a kloubových mechanismů ve spojení s dalšími prvky, které přijdou vhod obzvláště při frézování i hoblování. K upínání obrobků s přesnou dírou (H6, H7 či jinou) zejména na soustruzích a bruskách slouží kuželové trny, přičemž díry nemají být delší než 1,5 násobek průměru kaleného a broušeného trnu, který má mírnou kuželovitost (1 : 1300 až 1 : 2500). Jelikož se většinou jedná o jemné dokončovací operace s minimální třiskou vyhoví požadavku jednoznačného pevného ustavení součásti nalisování na trn, které je však zdlouhavé a pro různé veliké otvory se musí vyrábět jiné zvláštní trny na míru. Pohodlnějším a rychlejším zařízením oproti kuželovému trnu je trn rozpínací (viz Obr. 5), na který lze obrobek nasunout rukou. Uložen je většinou pomocí stopky s kuzelem do vřetena stroje a je unášen třením mezi těmito plochami. Princip ustavení tkví v rozříznutých částech pouzdra, které se vlivem

dotahování matice či šroubu rozevívají v otvoru obrobku. Dlouhé obrobky se upínají na trn, který je kombinací válcového trnu a rozpínacího pouzdra, slouží k obrobení součásti s délkou přibližně dvojnásobnou vůči rozměru díry o přesnosti IT 6 až IT 8. Střední průměr rozpínacího pouzdra má menší rozměr než otvor v součásti, aby bylo možné obrobit její čelo, náběžný úhel tohoto pouzdra je 15°. Podobně jako slouží rozpínací trny k upnutí za vnitřní průměr existují kleštiny k upínání součástí za vnější průměr. [1]



Obr. 5 Rozpínací trn ŠKODA s maticí pro demontáž přípravku z vřetena stroje [18]

2.6 Univerzální upínací zařízení

Univerzálních upínacích zařízení se používá k upínání technologicky a tvarově podobných součástí různých velikostí. Tato zařízení jsou velmi dobře dostupná ať už jako příslušenství daného stroje od výrobce, nebo katalogový produkt specializovaných výrobců a je možné zařízení mezi stroji přenášet. [1]

Upínací desky (lící desky)

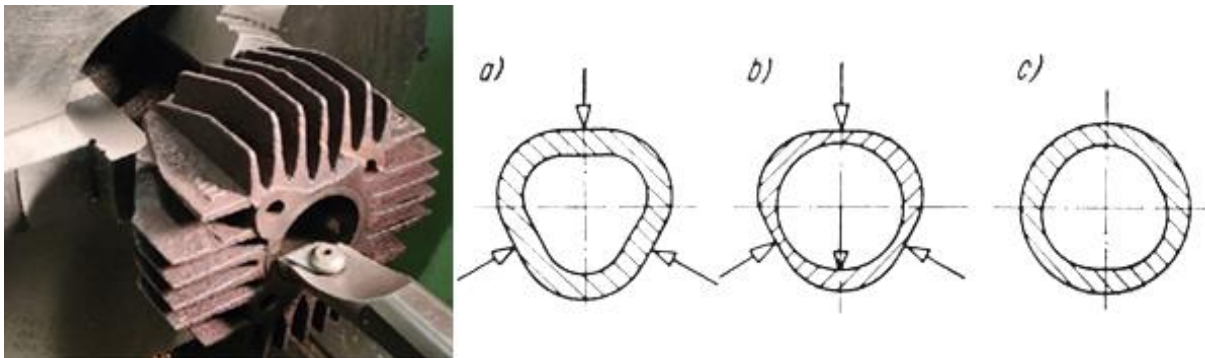
Upínací desky (viditelné na Obr. 6) se používá nejčastěji k těm nejtěžším pracím, zpravidla vrtání a soustružení na soustruzích. Každá čelist desky se pohybuje nezávisle na ostatních, a proto jsou upínací desky vhodné k obrábění průměrů mimo osy symetrie součásti, navíc má většinou deska také drážky pro montáž dalšího vybavení. [1]



Obr. 6 Lící deska na soustruhu ŠKODA SRM 1000 [19]

Ruční sklíčidla (univerzální)

Dalším obvyklým příslušenstvím soustruhů jsou sklíčidla, která jsou využívána stejně jako lící desky k upínání součástí většinou však s osou rotace v ose symetrie. Nejrozšířenějším druhem jsou právě tříčelist'ová univerzální sklíčidla s centrickým upínáním, ale dnes běžně dostupné jsou také sklíčidla s nesoustředným upínáním, nebo s jiným počtem čelistí (zpravidla 2, 4, nebo 6) pro upínání tvarově odlišných součástí. Upínací síly jsou zde vzhledem ke konstrukci nižší než u lících desek. Upínací čelisti jsou vedeny v T drážkách tělesa sklíčidla a na zadní straně mají obloukové drážky, které zabírají do spirálového kola uloženého rotačně v tělesu sklíčidla. Otáčením ručně kličkou s čtyřhranným zakončením v pastorku sklíčidla vyvodí Archimedova spirála z rotace soustředný posuv čelistí do osy rotace. Čelisti bývají stupňovité (vnější nebo vnitřní), v spirálovitých drážkách je možné je přesazovat a umožňují upínání nejrůznějších vnitřních nebo vnějších rozměrů limitovaných katalogem výrobce (největší upínatelný rozměr je určen zpravidla vnějším průměrem sklíčidla, který sklíčidlo charakterizuje). Čelisti jsou nejčastěji v tvrdé sadě, tedy na povrchu cementovány a poté kaleny, ale je možné zakoupit i sadu čelistí měkkých, které bývají vyšší a dodatečně se opracují dle tvaru předmětu, jenž se má upínat. Kromě ručního upínání se nabízí také strojní, které však znemožňuje upínání tyčového materiálu skrze vřeteno, a proto se dnes často (zejména u CNC strojů) využívá ovládání pneumatické, hydraulické, nebo elektrickým servomotorem, tím lze vyvinout vyšší upínací síly a zároveň zjednodušit konstrukci sklíčidla. Při upínání tenkostěnných předmětů je třeba dát pozor na to, aby se vlivem upínací síly čelistí obrobek nedeformoval (viz Obr. 7), což představuje překážku při upnutí válce za jeho vystouplý tenkostěnný límeč (tloušťka stěny obvykle nabývá rozměru 2 až 4 mm). [1]



Obr. 7 Upnutí válce do tříčelist'ového sklíčidla za jeho límeč (vlevo) [20]
a znázornění z toho vyplývajících deformací (vpravo) [15]

Dalšími důležitými upínacími zařízeními jsou unášecí srdce vhodné zejména k broušení a soustružení součástí s důlky a upínací úhelníky, které slouží k upnutí součásti s rovinnou dosedací plochou a mají dvě kolmá ramena s podélnými drážkami k sešroubování součástí k úhelníku nebo úhelníku na stroj. [1]

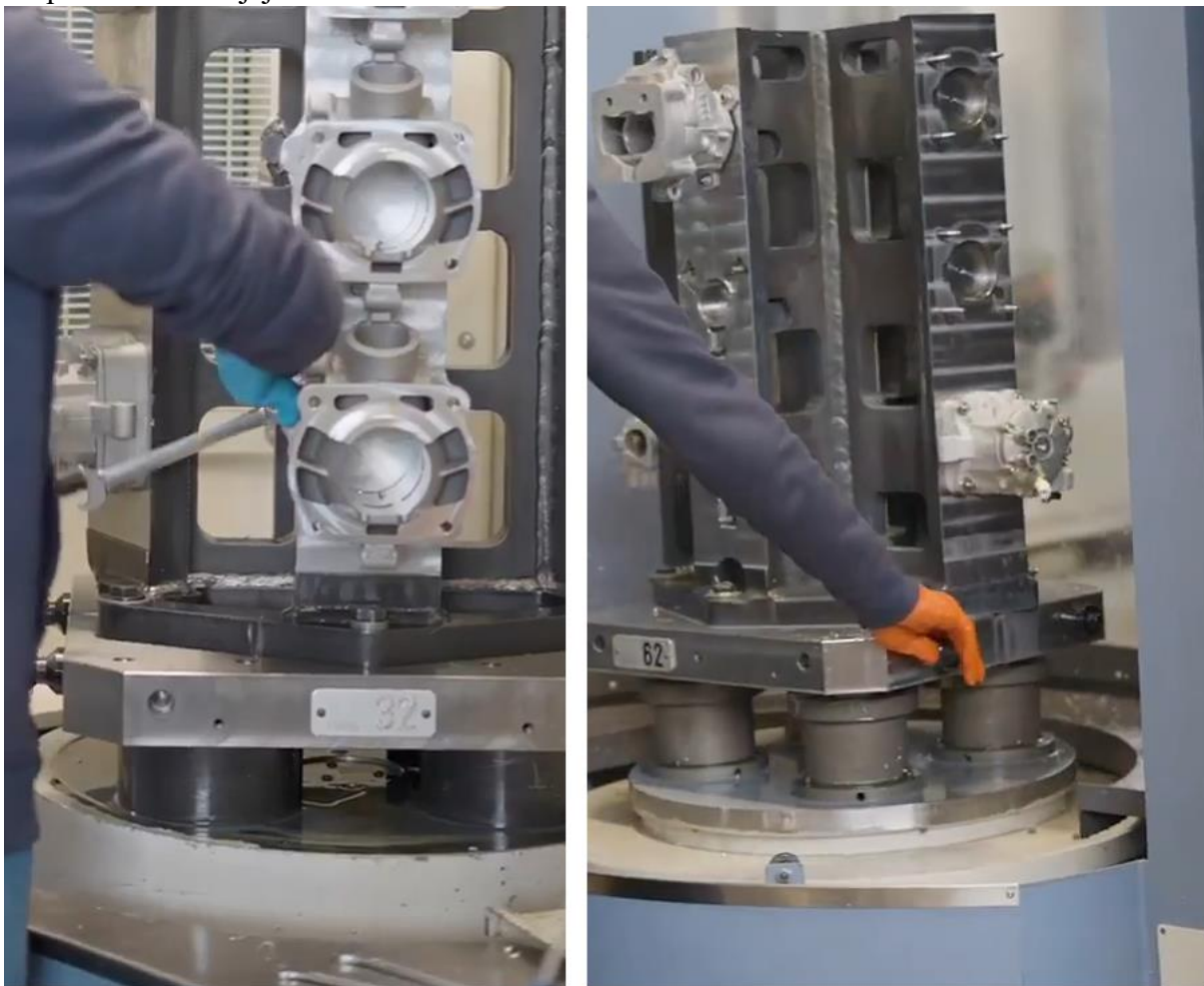
2.7 Skupinové přípravky

Pro skupinu obrobků se společnými konstrukčně technologickými znaky, jednotnou přesností, kvalitou povrchu a se stejnou, nebo podobnou polohou obráběných ploch se využívá skupinového přípravku (viditelný na Obr. 8). Ten se skládá ze stálých součástí (zpravidla tělesa přípravku a upínacího mechanismu) a seřiditelných či vyměnitelných součástí (navržených podle zvláštnosti tvarů skupin a výměnných při dávce jednoho typu na typ jiný). Univerzální přípravky jsou předchůdci přípravků skupinových. [1]



Obr. 8 Univerzální mechanický upínací přípravek pro obrobení jedenácti druhů Al výkovků [21]

Při sériové výrobě nových dílů je možné k co nejvyššímu vytížení CNC obráběcích center využití věžových přípravků umístěných na paletách, díky kterým se sníží čekání obsluhy na dokončení obrábění a zvýší se tedy celkový čas v řezu za den a tím i produktivita procesu. Jak lze z následujícího obrázku (Obr. 9) vpravo pozorovat, konkrétní vzhled ložné i okolní plochy přípravku může nabývat různých podob dle upnuté součásti, k pochopení a správnému navržení těchto ploch bude nutné se seznámit s konkrétními prvky těchto součástí a s problematikou jejich obrábění.



Obr. 9 Hlava válce a válce upnutý na věžovém přípravku [20]

3 Rozbor současného stavu

Válec a hlava válce jsou srdcem spalovacího motoru, od jejich stavu, velikosti a zpracování lze určit mnoho údajů o vozidle ze kterého pochází, ať už jde o jeho přibližné stáří, počet najetých kilometrů, typ pohonu, nebo jeho technickou vyspělost a zpracovanost. Jejich úpravou lze změnit průběh a hodnotu výkonu motoru, spotřebu paliva, ale také razantně snížit životnost zbylých součástí samotného motoru i daného vozidla.

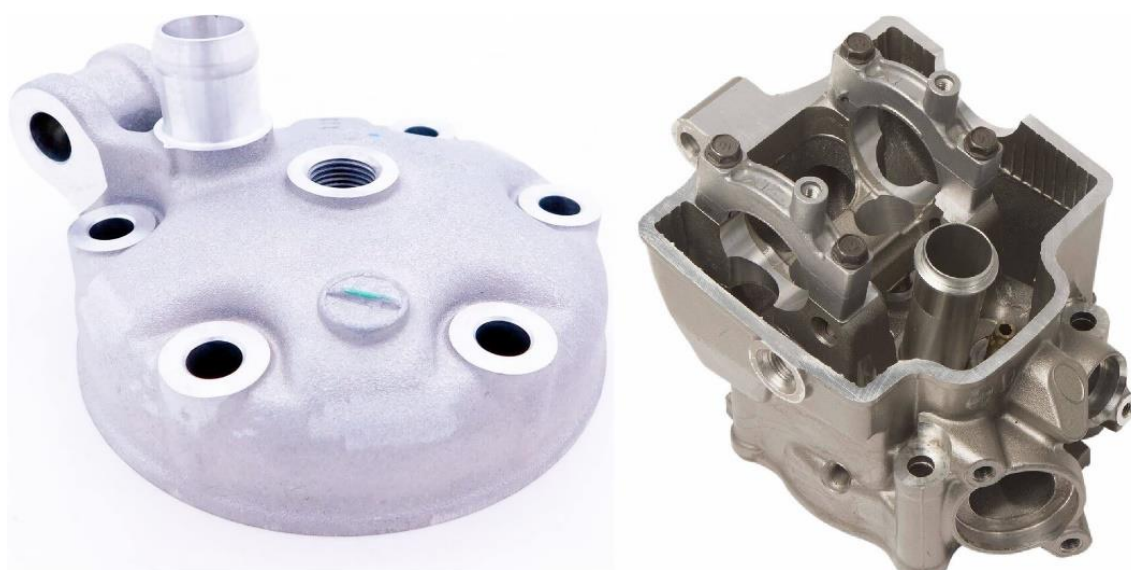
V padesátých letech minulého století, kdy docházelo k vývoji a výrobě vybraného motocyklu bylo běžně dostupné palivo o hodnotě pouhých 63 oktanů. Až ke konci desetiletí došlo k zahájení prodeje paliva s 84 oktany a počet oktanů paliva Normal se zvýšil na hodnotu 72. [2]

Jak se technický rozvoj urychloval, stalo se vysokooktanové palivo s aditivy běžně dostupným (na čerpacích stanicích po Evropě) a lze díky němu nyní čerpat i jeho výhody, mezi které patří vyšší čistota (v případě odstávky vozidla netvoří ETBE žádné zhuštěné části v palivu a tím má delší skladovatelnost), odolnost proti samozápalům a ochrana součástí vozidla před opotřebením či korozi (ethanol, který je zastoupen v BA „E10“ max deseti procenty na rozdíl od ETBE váže vzdušnou vlhkost, tím zvyšuje korozivní účinek paliva a ničí plastové či pryžové díly při dlouhodobém kontaktu). [3]

Použití paliva s nižším oktanovým číslem značně omezuje tepelnou účinnost motoru tím, že musí být motor konstrukčně upraven na určitý kompresní poměr tak, aby nedocházelo k samovolným detonacím směsi od přehřátého motoru či vlivem velkého tlaku a rychlosti při stlačení směsi pístem. V následujících řádcích bude uveden částečný rozbor hlav a válců pro lepší porozumění zmíněných prvků a přiblížení konstrukce těchto součástí. Znalosti z dalších podkapitol budou klíčové pro pochopení následných oprav a všech možných úprav sériových dílů na výše zmíněný typ motoru.

3.1 Hlavy válců spalovacích motorů motocyklů

Hlavy válců dvoudobých motorů se od těch čtyřdobých diametrálně odlišují (viditelné na Obr. 10), a proto bude tato rešerše detailně provedena na dvoudobé hlavy válců s pouhým poukázáním na některé další problémy při úpravách hlav čtyřdobých.

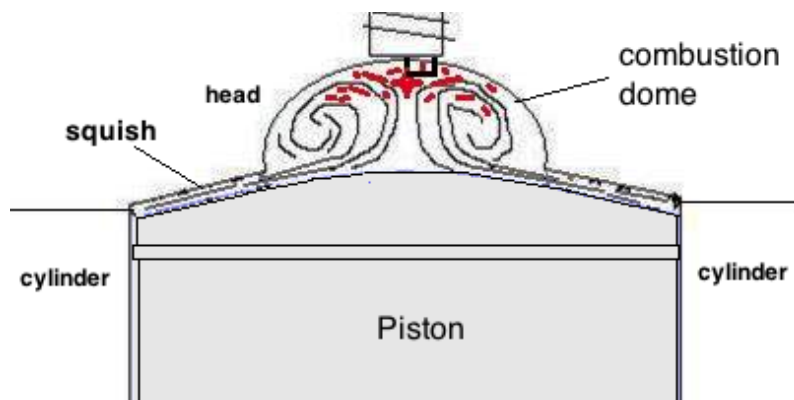


Obr. 10 Porovnání hlav válce pro dvoudobý motor Honda CR 250 (vlevo) [22]
a čtyřdobý motor Honda CRF 250R (vpravo) [23]

U dvoudobých motorů je konstrukční řešení hlav poměrně jednoduché, jelikož nejsou zpravidla nic jiného než pouhé víko válce, které má několik jednoduchých úkolů jako především těsné uzavření spalovacího prostoru, odvedení tepla vzniklého spaliny, poskytnutí montáže a demontáže zapalovací svíčky (většinou normalizovaným metrickým závitem) a tím i seřízení předstihu zapalování pomocí přípravku, zamezení dotyku s pístem a klepání (detonací), u novějších motorů poskytnutí montáže a demontáže čidla teploty a jiných příslušenství. Pro výše zmíněné úkoly se dlouhodobými zkušenostmi nejlépe osvědčily hlavy vyrobeny z odlitku hliníkové slitiny dostatečné pevnosti (aby při opakované demontáži nedocházelo k jejich poškození). Mezi dobře známé výhody prověřeného materiálu náleží zejména dobrá slévateľnost, vynikající tepelná vodivost vůči nízké hustotě, dobrá svařitelnost, korozní odolnost a obrobitelnost. U čtyřdobých hlav je tepelné namáhání mnohem větší, jelikož nedochází k ochlazení pouze vzduchem, vodou nebo olejem, ale také pomocí čerstvě nasáté směsi procházející sacím ventilem, který je velmi blízko ventilu výfukovému (v minulosti byla snaha některých výrobců tuto nevýhodu potlačit výrobou hlavy obráběním z duralového výkovku). [4]

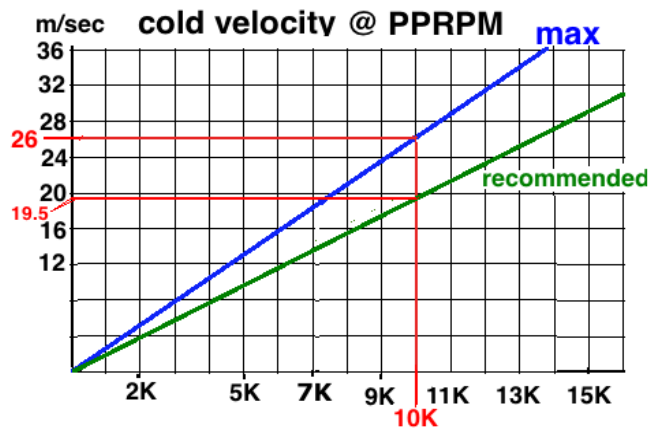
3.1.1 Tvar spalovací komory hlavy

Tvar spalovací komory je hlavním prvkem v boji proti detonačnímu spalování. Nejprve byla vytvořena hrana prostoru stlačení kvůli rychlejšímu přesunu směsi směrem k zapalovací svíčke, tím docházelo k efektivnější vířivé výměně plynů v motoru, což bylo později odhaleno jako skvělý pomocník pro ochlazení hran pístu a tím i snížení rizika detonací vlivem horkých stěn válce a pístu. Zmenšením teploty vystavené spalovací plochy hlavy lze docílit nižších tepelných ztrát, však pouze do určité míry. Stejně tak lze zrychlením plynů blízko prostoru stlačení v oblasti otáček nejvyššího výkonu ochránit motor před klepáním (do pro každé palivo jiné maximální rychlosti proudění). [5]



Obr. 11 Znáznornění směřování směsi z antidetonační štěrbin (oblasti stlačení) do blízkosti zapalovací svíčky [5]

Vysoké rychlosti poblíž hrany stlačení totiž vedou k rychlému hoření blížícímu se termodynamicky ideálnímu ději s konstantním objemem (izochorickému), což ale může zvýšit emisi oxidů dusíku a zhoršit spalování v jiných oblastech otáček motoru. Nejvýhodnější rychlost pro pohyb plynů v oblasti stlačení je bohužel ta, která nejvíce namáhá čep klikového hřídele. [5] Proto je důležité vycházet při konstrukci spalovací komory jak ze znalostí teoretických, tak také z těch empirických (zejména ze soutěžních motorů, kde výkon a jeho průběh byl často nejvíce zkoumaným elementem). Po nahlédnutí do grafu (Graf 1) ukazujícího doporučenou (zelenou) a maximální (modrou) rychlost pohybu plynů lze zjistit, že s rostoucími otáčkami motoru jsou povoleny vyšší rychlosti proudění směsi.



Graf 1 Závislost rychlosti plynů v oblasti stlačení na otáčkách klikového hřídele [24]

Zkušenostmi bylo zjištěno, že tvar spalovací komory je nejvýhodnější půlkulovitý s antidetonační štěrbinou (hranou stlačení) po okraji, jelikož usnadňuje víření směsi, zlepšuje její hoření a zároveň půlkulovitý tvar poskytuje nejmenší povrch při daném objemu. Díky malému obsahu spalovacího prostoru převezme hlava méně tepla ze spalín a ty lze pak jednodušeji převést do okolí pryč (chlazením). Dále je výhodná z důvodu šíření hoření, které by bez vlivu proudění prohořovalo skrze směs zažehnutím zapalovací svíčky v téměř kulovitých (kvůli umístění svíčky spíše polokulovitých) vlnách, které jsou ale vlivem proudění a antidetonační štěrbinou deformovány do tvaru podobnému poloviny kužele. [6]

Se snahou výrobců udržet motor v zóně bezpečnější, než nejvyššího výkonu (a tím předejít možnosti detonace vlivem výrobních nepřesností) bývá antidetonační štěrbinu větší než vyžadovaná. Proto chceme-li z motoru dostat maximální výkon je vhodné mít k němu vždy individuální přístup a provádět pokaždé při montáži hlavy válce kontrolu výšky antidetonační štěrbinu (pomocí deformace modelíny, nebo drátku cínu průměru většího, než cílená výška hrany stlačení a následným přesným odměřením velikosti této deformace). [7]



Obr. 12 Tvar moderního spalovacího prostoru hlavy motoru HONDA CR 250 [22]

Také na drsnost povrchu spalovací komory je důležité brát zřetel, na příliš drsném povrchu by dobře držely úsady od spálené směsi, a proto je výhodné tuto plochu leštit a udržovat ji co nejvíce čistou a hladkou bez ostrých hran (viditelné výše na Obr. 12).

3.1.2 Kompresní poměr

Kompresní poměr je velmi důležitý atribut spalovacího motoru ovlivňující jeho účinnost, výkon, pružnost a jiné další kvality. Zjednodušeně se jedná o součet objemů spalovacího prostoru s objemem nad pístem v dolní úvrati dělený objemem samotného spalovacího prostoru. V dávných dobách byl relativně nízký, neboť nebyl takový požadavek na výkon motoru, otáčky klikového hřídele byly spíše v řádech stovek než několik tisíců za minutu, startování probíhalo většinou lidskou silou (ruční nebo nožní startovací pákou) a palivo větší a rychlejší stlačení nedovolovalo (docházelo k detonacím a motor měl těžký chod a obtížný start). Pokud potřebujeme přesně určit kompresní objem daného motoru musíme znát jeho zdvih, vrtání válce a objem, který směs zaujme v prostoru hlavy v době, kdy je píst v horní úvrati (nejblíže hlavě). Tento objem nejjednodušeji určíme pomocí otvoru pro zapalovací svíčku, díky kterému na píst s daným otvorem nasměrovaným v nejvyšší poloze pustíme přesně odměřený objem kapaliny (nejčastěji oleje), dokud ji nevidíme zaujímat závit pro svíčku. Vysoký kompresní poměr skýtá velkou řadu výhod jako vysoké stlačení, rychlejší víření a prohořívání směsi, což zjednodušeně s přizpůsobením ostatních dílů podporuje vyšší otáčky motoru a tím i vyšší výkon společně s nižší spotřebou. Bohužel to ale s sebou nese i určité nevýhody, mezi které se řadí vysoký tlak na píst, ložiska a další součásti motoru, obtížnější start a tvrdší chod v oblasti nízkých otáček. Volbu příliš vysokého poměru omezuji právě detonace, které způsobují ráz překročením samozápalné hodnoty směsi ohřevem od již zapálené směsi svíčkou, šířící se mnohonásobně vyšší rychlostí než při běžném hoření (z té odvozen název detonace). Motor s detonacemi má nižší výkon, životnost, spolehlivost a vydává dutý kovový zvuk. Hlavními prvky proti detonacím jsou tedy správně zvolená hodnota předstihu zápalu, používání paliv s vysokou samozápalnou hodnotou, udržování motoru v oblasti vyšších otáček a konstrukční řešení s ideálním kompresním poměrem společně s vhodným antidetonačním tvarem spalovacího prostoru. Nejvyšší hodnoty dosahují stroje pro silniční závodění (9:1 až 16:1), čím větší objem motoru, tím však zpravidla bývá nižší hodnota kompresního poměru. Nejrychlejší změnu lze provést pomocí těsnění pod hlavou jiné výšky, tím lze dosáhnout snížení, ale i zvýšení (při dokonalých dosedacích plochách je možný pro vzduchem chlazené motory i provoz bez těsnění pod hlavou válce) kompresního poměru. Pokud však chceme provést změnu natrvalo a není už odkud odebrat těsnění, lze kompresi ovlivnit jinou výškou pístu, válce nebo hlavy. Nejproveditelnějším z těchto řešení bývá vesměs právě ono snížení hlavy, jelikož je pro vzduchem chlazené dvoudobé motory vyrobena z dobře obrobitelné hliníkové slitiny a případné chyby ve výšce je stále možné opravit větším těsněním. Pokud má motor spouštění nožní pákou, ale kvůli zvýšení komprese jej lze obtížně spustit je vyhovujícím doplňkem dekompresor (dekompresní ventil), který usnadní práci zejména při spouštění studeného či směsi přehlceného motoru. [4]

3.1.3 Otvor zapalovací svíčky

Otvor pro svíčku je zpravidla metrický jemný závit nejčastěji o rozměru M 14x1,25 (případně M 10x1,00, nebo M 12x1,25 a jiné). Hloubku závitu volí konstruktér, který vychází z tlaku, katalogů svíček a konstrukčního řešení zejména chlazení hlavy (u vodou chlazených motorů je možné oddělit spalovací komoru od vnějšího obalu hlavy, jelikož tím nedojde k zhoršení tepelného přechodu mezi součástmi, protože jsou odděleny proudem chladící kapaliny). Nejteplejší je vždy strana válce blíže výfukovému kanálu, i naproti tomu že je většinou tato oblast ve směru jízdy motocyklu, a tak je nejvíce ochlazována proudícím vzduchem na rozdíl od strany protější. Proto je snaha některých výrobců předejít nerovnoměrnému ohřevu válce a pístu vhodně přesazeným půlkulovitým prostorem spalovací komory a umístěním závitu pro svíčku dál od výfukového kanálu. Pomocí přesazení dojde

k zvětšení antidetonační šterbiny (hrany stlačení) poblíž výstupu výfukových plynů z válce a tím i rovnoměrnějšímu ochlazení součástí motoru. [7]

Častým problémem je poničení závitu svíčky, ať už nevhodnou montáží, kdy se svíčka může zaklesnout do závitu mírně mimo osu, nebo demontáží, kde tvrdé úsady karbonu napečené na vnější hraně svíčky uvnitř spalovací komory vyšroubováváním postupně třou o závit a zvětšují jeho vůli (poté může dojít i k velmi riskantní situaci, kdy svíčka ze závitu vyletí za běhu motoru). Proto je důležité svíčky kontrolovat, ať už kvůli diagnostice správné funkce procesu spalování (kde může svíčka barvou úsad odhalit nesprávně nastavenou směs či jiné závady v ději), nebo kvůli jejich čistotě a velikosti jiskry v správný moment (definovaný zapalováním). Pokud je závit v kritickém stavu je vhodná jeho oprava. Dnes jsou běžně sehnatelné sady na opravu (viditelné na Obr. 13), ale vhodnější je oprava tohoto závitu s vložkou vyrobenou na míru (závit, který bude vložku držet v hlavě válce musí být těsnější než závit pro zapalovací svíčku).



Obr. 13 Nástroje dostupné v sadě pro opravu metrických závitů výrobce V-Coil [25]

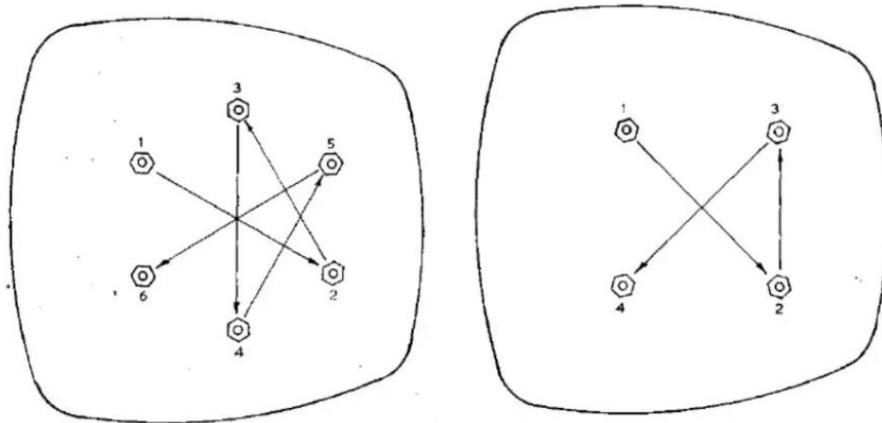
Důležité je také umístění svíčky po opravě, která musí být, pokud možno přesně na stejné pozici jako v případě originálního závitu, tedy nezasahující hlouběji k pístu či směrem ven. Zajímavostí je, že některé soutěžní či sportovní hlavy měly svíčky dokonce dvě a přepínačem bylo možné ovládat chod pouze jedné, nebo obou současně. [4], [6]

U čtyřdobých hlav navíc komplikují aplikaci této opravné vložky závitu pro svíčku sedla ventilů, do kterých nesmí vložka nijak zasahovat.

3.1.4 Montážní prvky

Jak již bylo zmíněno dříve, hlava válce má obvykle jeden (pro zapalovací svíčku), nebo více vnitřních závitů, pro teplotní čidlo nebo jiná další příslušenství (například dekompressor), kromě toho vlastní vždy hlavy běžné průchozí válcové otvory pro upevnění k válci (zpravidla tři a více otvorů), případně mohou obsahovat jiné díry, přes které se šroubují vzpěry k rámu k potlačení vibrací nebo u vodou chlazených motorů pro přívod chladicí kapaliny. Jelikož je vybraný motocykl vzduchem chlazený a staršího data výroby, hlava válce se skládá pouze ze čtyř otvorů pro uchycení k válci a jednoho vnitřního jemného metrického závitu k montáži zapalovací svíčky (pro typ 356 vždy uprostřed spalovacího prostoru, ale pro typy jiné také se svíčkou z boku). Aby hlava správně těsnila (a nedošlo k její deformaci) je důležité přesně dodržet stanovený montážní postup. Dotahují se šrouby (či matice) opatrně křížovým způsobem (viz Obr. 14) nejprve všechny na nižší utahovací moment, poté znovu na vyšší a až na poněkolikáté na finální utahovací moment udávaný výrobcem (nebo dle použitého spojovacího materiálu), dále se motor ohřeje na provozní teplotu, hlava se znovu do kříže dotáhne a po ochladnutí (doba minimálně jedné hodiny) dojde k poslednímu kontrolnímu

dotahování. Demontáž je přesným opakem montáže, je zde tedy důležité pořadí povolování, jinak může dojít k poškození dosedací plochy. [7]



Obr. 14 Schematicky znázorněné dotahování hlav do kříže [7]

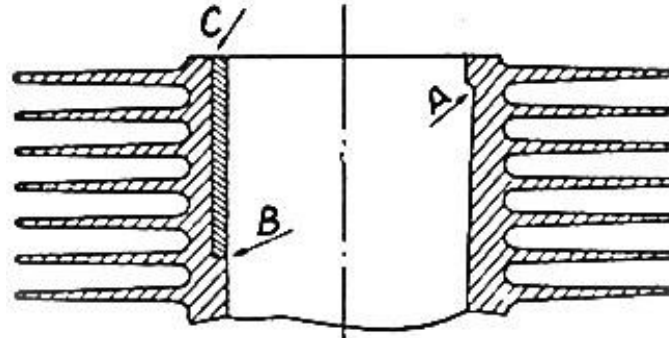
3.1.5 Chlazení

Kromě ochlazování spalovacího motoru čerstvě nasátou směsí je také velmi důležité chlazení proudícím médiem. Konstrukční řešení se pro chlazení motoru vzduchem, nebo kapalinou velmi liší, hlavy válců pro motory chlazené vodou (viz Obr. 10 a Obr. 12) dosahují zpravidla menších rozměrů a plnějších tvarů, naopak hlavy pro motory chlazené vzduchem jsou velmi členité (žebry), aby umožnili proudícímu vzduchu co nejlepší odvod tepla, což může představovat určitou překážku při upínání i obrábění. Problematická může být demontáž, kdy při povolování závitu může dojít k rychlému odlehčení klíče a následnému nárazu do žebra, čímž dojde k jeho prasknutí či deformaci. Prasklé žebro není vhodné sešroubovat (zhoršil by se tím přenos tepla), a proto je nejvhodnější jej nechat přivařit a následně znovu obrobít dosedací plochy, jelikož svarový spoj vnese teplotním ovlivněním deformaci do hlavy z lehké slitiny. Velkou nevýhodou konstrukčně nepřiliš složitěho náporového chlazení vzduchem je však obtížná možnost regulace (zejména v létě při nízkých rychlostech, nebo naopak v mrazivých podmínkách) a nemožnost tento typ chlazení jednoduše předimenzovat (při nadměrném zvýšení komprese dochází k přehřívání motoru). [6]

3.2 Válcové spalovací motorů motocyklů

Podobně jako je tomu u hlav válců je tomu tak i u odlišností mezi čtyřdobými a dvoudobými válci, kde však čtyřdobé mohou být mnohem jednodušší, jelikož veškerá výměna plynů se děje v hlavě a pouze v části nad pístem. Zatímco dvoudobé válce většinou obsahují sací, prepouštěcí a výfukové kanály zhotovené ve válci, které zpravidla otevírá a uzavírá píst s kroužky pohybem od dolní po horní úvrať. Právě výše zmíněné kanály představují mírné riziko pro poškození nástroje při zvyšování zdvihového objemu motoru, protože při obrábění válce na větší průměr vyvíjí kanály na nástroj větší nároky vlivem přerušovaného řezu a zvětšováním průměru vrtání dochází mnohdy také k zvětšení průřezu těchto kanálů. U dvoudobého motoru je válec jedním z hlavních indikátorů opotřebení celého motoru, a tudíž nutnosti generální opravy. Při velmi silně vyběhaném válci lze zjistit nadměrné opotřebení hmatem, nebo pohledem u dojezdové hrany pístních kroužků v horní úvrať (bod A na Obr. 15), ovšem pokud je válec téměř na hranici opotřebení je vhodné se řídit příručkou výrobce (kde je zapsán údaj maximální odchylky vývrtní válce) a adekvátními měřidly (spárové měřky pro zjištění vůle kroužků ve válci a dutinový měřák pro změření nejmenšího a největšího průměru ve válci). Před měřením nebo obráběním je důležité válec důkladně omýt a očistit od usazeného karbonu (zuhlennatělé zbytky oleje), jinak by měření nemuselo být

dostatečně přesné a nástroj by byl při obrábění válce zbytečně více poškozován. Starší typy motocyklů Jawa a ČZ včetně vybraného mají vzduchem chlazený válec celý vyhotoven z litiny, ale u závodních, sportovních nebo strojů pro armádu bylo obvyklé použití válce z lehké hliníkové slitiny s nalisovanou litinovou vložkou (viz Obr. 17 vpravo), kde toto zpracování bylo vídané již před koncem druhé světové války, ale nebylo tak populární kvůli nákladnější a technologicky obtížnější výrobě. [8]



Obr. 15 Oprava válce pomocí krátké vložky (nalevo) [9]

U motorů s několikrát převrtanými válci nelze již provést další výbrus z důvodu příliš tenké stěny (která by se nadměrně hřála a deformovala), a proto je vhodné je opravit zalisováním nové vložky nebo nanesením nového kluzného povrchu. Při nadměrném opotřebení pouze v horní části válce bylo možné provést opravu vsazením krátké vložky (s přesahem 0,025 mm až 0,05 mm v litinové válci nehledě na velikost vývrtnu), která by nezaujímal celou délku vývrtnu (viz Obr. 15). [9]



Obr. 16 Připravený válec motocyklu JAWA 250 na opravu novou vložkou od úpravce Pavla Hozmana [26]

Otvor vložky musí mít před zalisováním do válce přídavek (obvykle 0,5 mm či méně), aby bylo možné po jeho zalisování uskutečnit tepelné ustálení v elektrické peci několika ohřevy na teplotu přibližně 200 °C s následným pozvolným ochlazením.

Po prvním tepelném cyklu se provede soustružení vnitřního průměru vložky již s minimálním přídavkem pro následné obrobení. A po posledním ohřevu s pozvolným ochlazením následuje broušení anebo honování s přísnou kontrolou rozměrů. Tím dojde k ustálení nevyrovnaného pnutí mezi materiály a minimalizují se nenadálé deformace při provozu. Vnitřní plocha vložky nesmí být příliš hladká, jelikož drsnost v příčném směru udržuje mazací olejový film na stěnách válce. Tovární způsob, kterým se velmi ojediněle vyráběl lehký válec s dobrými kluznými vlastnostmi a zároveň perfektním přestupem tepla je metoda AL-Fin nebo AL-FER, kde dochází k zalévání vložky přímo do slitiny hliníkového válce a tím k difuznímu spojení vrstev obou spojovaných kovů, což má za následek vynikající přestup tepla, ale za cenu velmi technologicky náročné realizace. [6]



Obr. 17 Porovnání obalu válce později uživatelsky upraveného jinak sériového motoru typu 356 z litiny [27] s továrním soutěžním obalem válce motoru JAWA 250 typ S553 z hliníkové slitiny [28]

Po zásadních úpravách motoru je velmi obvyklé, že motor začne více hřát (hůře chladit), zejména znatelné je to u válců celolitinových, kde by zvětšení žebor mělo za následek hlavně nárůst hmotnosti oproti výraznému lepšímu chlazení. A proto se na upravené motory doporučovalo vyrobit válce z plného kusu lehké hliníkové slitiny (viz Obr. 17 vlevo) s přísadami (mědi, křemíku, niklu atd.), s kónickými žebry, které poskytují nejlepší chladicí výsledky a s přesně vyhotoveným otvorem pro vložku, aby bylo zajištěné co nejlepší přilehnutí stýkajících se povrchů a tím zlepšení odvádění tepla z litinové vložky na vnější povrch válce. [9]

4 Technologičnost konstrukce

Pro správnou konstrukci přípravku bude zásadní si správně definovat všechny důležité rozměry a vlastnosti těchto dvou vybraných součástí, které bude třeba znát pro obrobení za účelem oprav nebo úprav k jejich bezchybné funkci.

4.1 Materiál

Jak již bylo zmíněno v teoretické části, pro tehdejší standartní dostupné dvoudobé motocykly bylo ekonomicky výhodné vyrábět válce ze stejného materiálu jako vložky, tedy z nelegované šedé litiny s lupínkovým grafitem dle ČSN 42 2424, u které mohlo být dále užito k zvýšení její odolnosti proti opotřebení izotermického kalení, nebo navýšení některých prvků na horní hranici v rámci příslušného materiálového listu. Tento materiál byl kdysi kromě válců hojně užíván také k výrobě ventilů, ozubených kol a jiných značně namáhaných součástí díky jeho dobrým vlastnostem při namáhání tlakem, a schopností tlumit rázy a vibrace. Dle tloušťky stěny disponoval materiál pevností v tahu přibližně 260 MPa a tvrdostí 210 HB. [10], [11]

Pro hlavy válců československých motocyklů byla používána zpravidla hliníková slitina dle ČSN 42 4384 (známá také jako AlSi10CuMn), která se s tvrdostí pohybuje okolo 55 HB a pevností v tahu nad 120 MPa, je dobře nebo velmi dobře svařitelná běžnými metodami (plamen, elektrický oblouk, netavící se elektroda) a dobře slévatelná, avšak málo odolná proti korozi. Tato slitina je vhodná pro středně namáhané součásti vozidel a obrobitelností se řadí k třídě 10d. Dále poslouží k složitým i tenkostěnným odlitkům, u kterých není zvláštní požadavek na mechanické hodnoty a čistotu obrobeného povrchu (vyskytují se zde drobné vady uvnitř součásti). [12], [13]

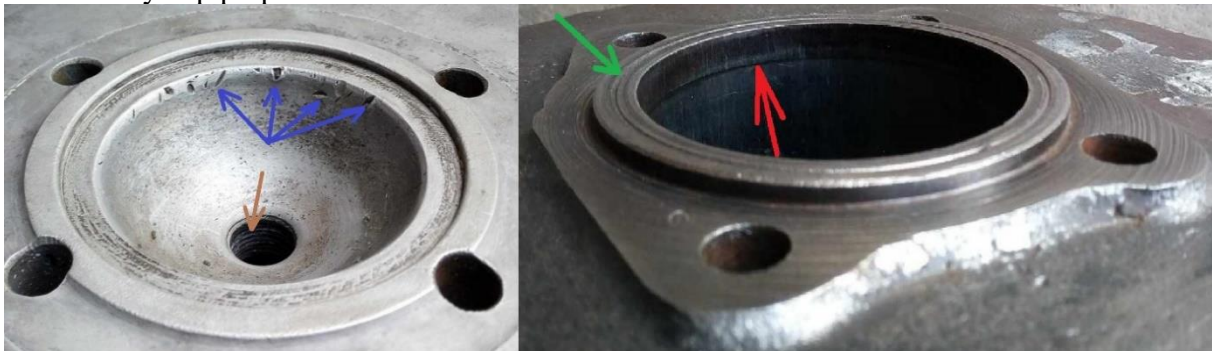


Obr. 18 Sestava hlavy válce a válce motoru JAWA-ČZ 175 typ 356

4.2 Prvky a jejich rozměry

Válec má vnitřní válcový vývrt průměru 58 mm (či větší dle počtu oprav) v délce 147 mm (celková výška válce) s jedním sacím kanálem (o rozměrech přibližně 45,5 mm šířky a 15,5 mm výšky) vzadu na límci, dvěma přepouštěcími kanály na bocích (přibližně 13 mm vysoké a každý jeden 26,5 mm široký) a dvěma výfukovými kanály (o výšce 18,5 mm a šířce jednoho 22 mm) vpředu válce. Výfukové kanály vystupují ven z válce ve formě dvou přírub s vnějším závitem M 45 x 1,5 o délce 15 mm a osazeným otvorem jmenovité světlosti necelých 32 mm a vystupujícím osazením otvoru na 35,5 mm od vnější hrany přibližně 7 mm pro montáž výfukových kolen (viz Obr. 18).

Na příruby jsou v místech za závity napojena tři žebra po bocích, která obíhají celý válec kolem dokola stejně jako čtyři žebra nad nimi. Směrem ven z válce se žebra ztenčují zřejmě kvůli lepšímu formování, ale také hlavně kvůli rovnoměrnějšímu odvodu tepla motoru, proto je i jejich půdorys eliptický nikoliv kruhový. Z půdorysu je také možno vidět dosedací plochu těsnění hlavy válce, která tvarem kopíruje čtyři průchozí otvory (průměrem necelých 9,5 mm) pro závrtné šrouby a vystupující nízké válcové osazení, které má vnější průměr 70 mm a výšku od dosedací plochy necelé 3 mm (viz Obr. 19 zelená šipka). Naproti výfukovým přírubám od středu válce ven vede jediné vertikální (směřující rovnoběžně s vrtáním válce) žebro o šířce 4 mm spojující všech sedm žebor oběžných. Z válce zespodu (strany pro těsnění válce k blokům motoru) vystupuje 70 mm vysoký válcový límec vnějšího průměru 68 mm, který skýtá dvě přepouštěcí okna. Ta jsou otvírána pohybem pístu, často však dojde k jejich deformaci, nebo se díky tenké stěně v jejich okolí vytvoří vlásečnicové trhliny, a proto se spodní žebro okna často odřezává a hrany zaoblují (válce novějších motocyklů již toto žebro továrně neměly). Límec s válcem krom vývrtu sdílí vnějším obvodem vnitřní hranu těsnění k blokům motoru a výstup přepouštěcích kanálů směrem do bloku motoru.



Obr. 19 Pohled na dosedací plochu hlavy (vlevo) k válci (vpravo)

Hlava válce se skládá z jednoho centrálního otvoru hloubky přibližně 12 mm skýtající závit pro zapalovací svíčku M 14 x 1,25 s vrchní dosedací plochou pro její utěsnění průměru 24 mm a dále z čtyř průchozích otvorů hloubky přibližně 26 mm umístěných okolo těsnící plochy v lichoběžníkovém rozpoložení (o průměrech v rozsahu 9,4 až 9,7 mm) pro závitové konce šroubů vyčnívajících z bloků motoru pro upevnění hlavy a válce. Z druhé strany (strana směrem ven z motoru) má hlava zřetelně vidět 15 ztenčujících se (z cca 4 mm u paty na 2,5 mm u konce) žebor různých výšek vystupujících kolmo vzhůru od jejich rovnoběžné základny, z toho je 9 žebor přerušovaných, aby bylo možné dotáhnout matice a zapalovací svíčku ve správné pozici. Montážní plocha pro těsnění má vnitřní průměr 58 mm, vnější 70 mm a hloubku 2,5 mm, kde vnější osazení pro usazení těsnění do pozice činí plocha s vnějším průměrem 81 mm, do které z částí zasahují i čtyři výše zmíněné otvory.

4.3 Přesnost a drsnost povrchu

Zdaleka nejnáročnější na přesnost a drsnost povrchu bude oprava vývrtu válce, který může být vlivem vysokého opotřebení nesouměrný (viz Obr. 19 červenou šipkou označená hmatatelná hrana výběhu kroužků) a v případě poškození povrchu prasknutou pojistkou pístního čepu či jiným způsobem poničený tak, že bude třeba vytvořit novou vložku, což si bude žádat velký úběr materiálu. Ideální výsledný povrch po opracování válce v přípravku by měl zapadat do tolerance H6 (+0,019 mm, +0 mm) s, pokud možno co nejnižší dosaženou drsností povrchu (~Ra 0,8). Důležité je neopomenout přídavek (+0,08 mm, +0,06mm) na průměru pro následné honování otvoru válce brusnými kameny různých drsností pro snížení ovality, kuželovitosti a třídy přesnosti (na IT 5 až IT 4) s výslednou drsností Ra 0,4 až Ra 0,1 (nižší drsnost by pro provoz válce byla na škodu, protože by olej stékal ze stěny rychleji dolů). Ostatní plochy jsou zejména těsnícího charakteru (tak, aby společně s těsněním z různého materiálu působily plynu nepropustný spoj) a obrábět je bude nutné hlavně pro zlepšení rovinnosti s tím, že bude důležité také zachovat jejich kolmost vzhledem k vrtání válce a drsnost bude potřebné dodržet v rozmezí Ra 1,6 až 3,2 pro hlavní plochy a Ra 6,3 pro plochy vedlejší, které se na funkci těsnění přímo nepodílí. Nejčastější je poškození právě těsnící plochy u hlavy válce, jelikož je vyrobena ze slitiny měkčí, než je slitina válce a její tepelné namáhání je vyšší. Poškození závitů je druhá nejčastější vada (viz Obr. 19 hnědá šipka) u této součásti, jelikož u takto starého motoru dochází k poškození samotného kompresního prostoru (fialovomodrá šipka tentýž obrázek) velmi zřídka (prasklý kroužek má tendenci odejít pouze výfukovým kanálem dále do výfuku a pojistky pístního čepu díky nižším jmenovitým otáčkám klikového hřídele praskají ojediněle). Obrobení dosedací plochy válce nebude vždy nutné, ale po hrubějším úběru na vrtání či po vyvločkování válce bude doporučeno tuto plochu sjednotit s nově vytvořenou tak, aby v budoucnu nečinila problémy s možnými netěsnostmi.

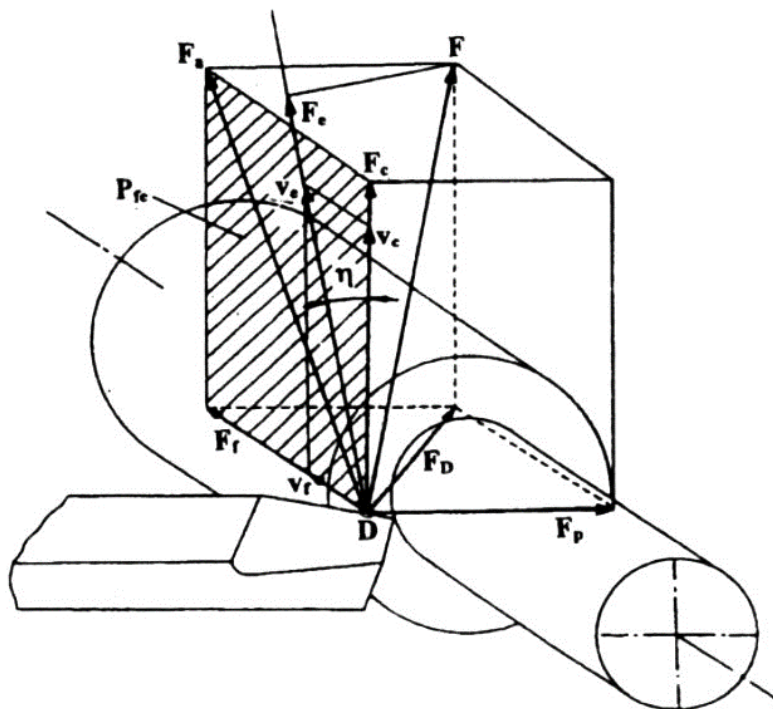
5 Návrh přípravku

Upnutí vybraných součástí je možné vyřešit mnoha způsoby, proto zde budou uvedeny pouze tři hlavní řešené varianty včetně jejich výhod a nevýhod, které byly uvažovány. Varianta 1 byla konstrukčně nejjednodušší, však pro obsluhu stroje bude upínání pracné a zdlouhavé, varianty 2 a 3 budou jednodušší pro provoz, ale konstrukčně i technologicky náročnější na výrobu. Před vytvořením rozměrové podoby konkrétních přípravků bude nutné je správně nadimenzovat a k tomu je třeba znalosti upínací síly přípravku pro jeho bezpečný provoz na stroji.

5.1 Upínací síla

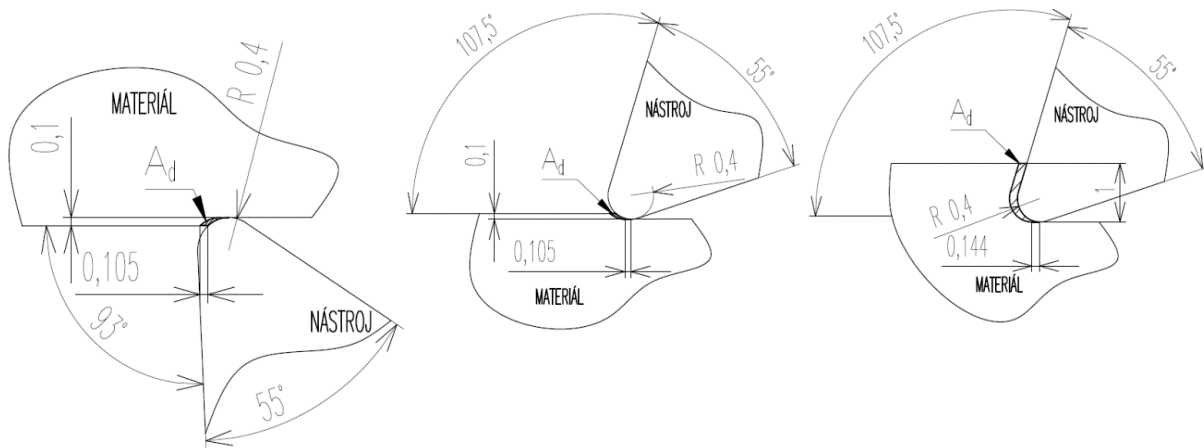
K zjištění upínací síly bude nejprve nutné zjistit velikost a směr řezné síly působící na obrobek při soustružení, důležité je mít na paměti také to, že velikost upínací síly je značně omezena deformací obrobku (viz Obr. 7). Pro výpočet upínací síly bude vybrána vnitřní válcová plocha, kde vlivem opotřebení válce pístem (v oblasti sání) a kroužky (od sání až po konec dráhy pístu) bude samovolně docházet k mírné změně hloubky prvního řezu, kterou obsluha nastaví při prvním záběru na dosedací ploše pro hlavu válce. Na základě známé velikosti řezného odporu k_c je možné vypočítat řeznou sílu F_c (viditelnou na Obr. 20) následovně :

$$F_c = k_c \cdot A_D = k_c \cdot b_D \cdot h_D$$



Obr. 20 Rozklad celkové řezné síly F při podélném soustružení válce [29]

Pro soustružení vnějších čelních ploch byl zvolen nůž SDJCR 3232 P11 ($\kappa_r = 93^\circ$) a pro soustružení vnitřních ploch nůž S32T SDQCR 11 ($\kappa_r = 107,5^\circ$) s vyměnitelnými břitovými destičkami pro litinový válec s označením DCMT 11 T3 04-KF (s teoretickými řeznými podmínkami pro poslední záběr $a_p = 0,1$ mm, $f = 0,105$ mm/ot, $v_c = 245$ m/min) a pro hliníkovou slitinu hlavy válce s označením DCMW 11 T3 04FP (s teoretickými řeznými podmínkami $a_p = 0,1$ mm, $f = 0,076$ mm/ot, $v_c = 400$ m/min).



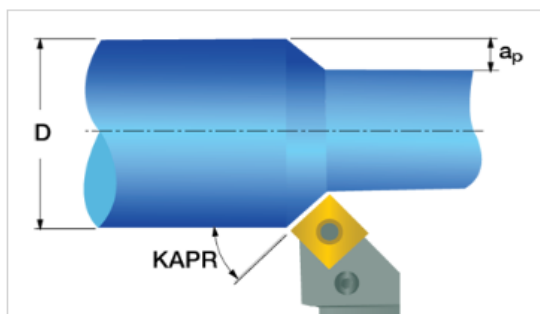
Obr. 21 Znárodnění plochy třísky při soustružení dosedací plochy pro těsnění hlavy válce (vlevo), soustružení vnitřního povrchu válce (uprostřed) a hrubování válce před vyložkováním (vpravo)

Jelikož při běžné opravě jde pouze o dokončovací úběry (jemné soustružení), nikoliv o hrubování materiálu (viz Obr. 21) za účelem zásadních změn, vniká při většině řezů do součástí pouze část rádiusu destičky nástroje, tím pádem se do průřezu třísky nepromítá délka ostří a velikost řezné síly nepřekračuje 100 N, proto bude dále maximální velikost řezné síly z hlediska dimenzování přípravku vypočtena z hrubování vnitřní válcové plochy kvůli následnému vyložkování válce, kde budou za účelem snížení celkového času obrábění teoreticky použity následující vyšší řezné podmínky $a_p = 1$ mm, $f = 0,144$ mm/ot, $v_c = 245$ m/min, z nichž lze vypočítat řeznou sílu vypočítat jako :

$$F_c = k_c \cdot a_p \cdot f = 2354 \cdot 1 \cdot 0,144 \doteq \underline{\underline{339 \text{ N}}}$$

Pro výpočet byla hodnota řezného odporu zjištěna díky obdobnému litinovému materiálu dle DIN z online programu firmy Iscar, kde pro celý výpočet došlo k ověření i velikosti řezné síly F_c ze zvolených řezných podmínek pro hrubování válce viz Obr. 22.

Workpiece diameter (D_w):	70	mm
Depth of cut (a_p):	1	mm
Feed per revolution (f_r):	0.144	mm
Cutting speed (v_c):	245	m/min
Spindle speed (n):	1114.1	rpm
Workpiece material:	GG 25	DIN
Effective rake angle (γ):	0	deg.
Tool cutting edge angle (KAPR):	107.5	deg.



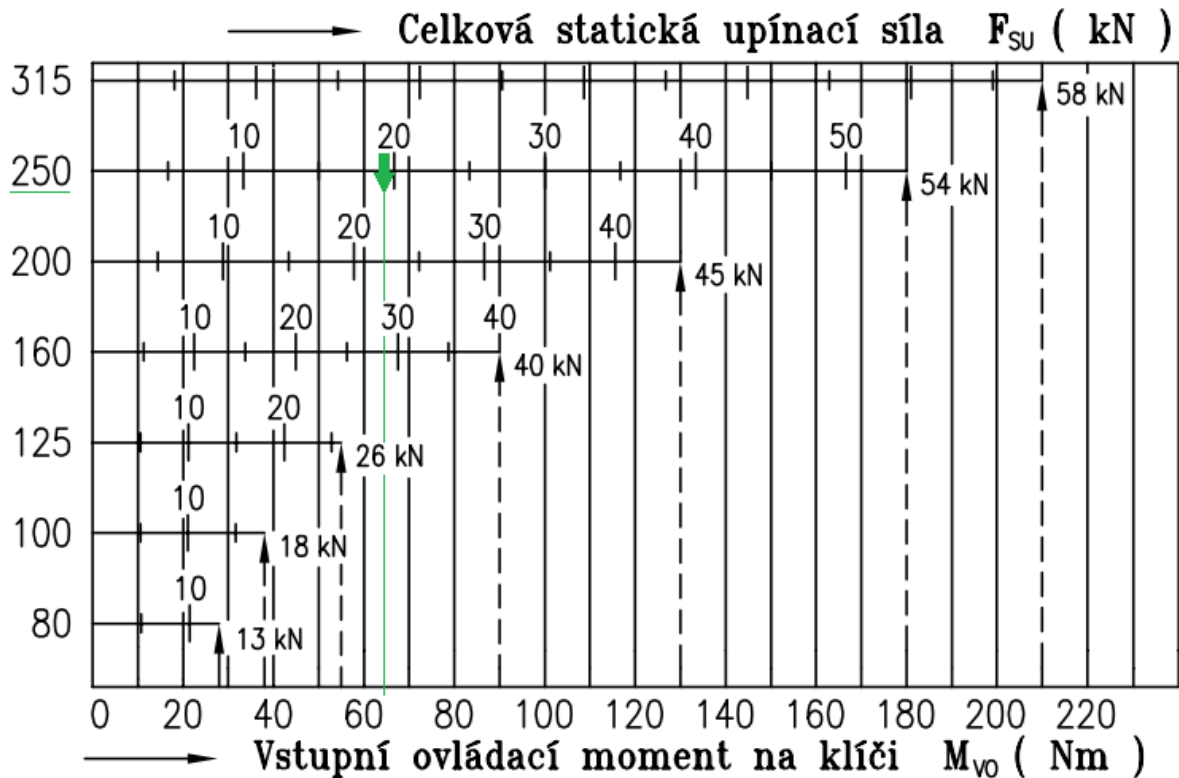
Kc:	2 354	N/mm ²
Net mean power demand:	1,36	KW
Material removal rate:	34,78	cm ³ /min
Mean torque:	11,69	Nm
Tangential force:	338,94	N

Obr. 22 Řezný odpor při hrubování litinového válce za daných podmínek [30]

Ze znalosti řezné síly lze dále vypočítat minimální velikost upínací síly pro bezpečné upnutí. Vzhledem k možnému zvětšení řezné síly otupením nástroje, výskytu vzájemných nepřesností povrchů (nerovností) a přerušovaných řezů, či poklesem upínací síly vlivem odstředivé síly působící rotací sklíčidla na čelisti bude pro výpočet zvolen součinitel bezpečnosti $k = 2,6$, pro mastný styk kalené oceli (čelisti) a litiny (límce válce) byl zvolen třecí součinitel $f = 0,05$.

$$F_u = k \cdot \frac{F_c}{n \cdot f} \cdot \frac{D_o}{D_u} = 2,6 \cdot \frac{339}{3 \cdot 0,05} \cdot \frac{70}{68} \doteq \underline{\underline{6\,049\text{ N}}}$$

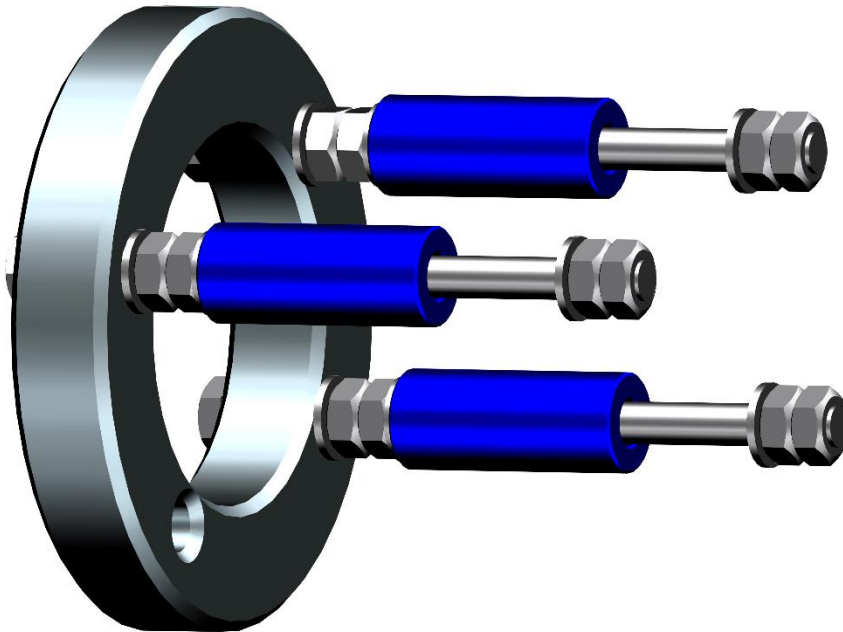
Za předpokladu, že je na konvenčním soustruhu osazené univerzální samostředící tříčelist'ové sklíčidlo je možné z vypočtené minimální upínací síly zjistit utahovací moment pro potřebné utažení sklíčidla viz Graf 2. Pro následovnou konstrukci variant, a také pro upřesnění zvolíme jako výchozí sklíčidlo o průměru 250 mm, kde utahovací moment vykonaný obsluhou stroje bude dosahovat minimálně 64 Nm.



Graf 2 Závislost ovládacího momentu klíče na velikosti celkové upínací síly na sklíčidlu [31]

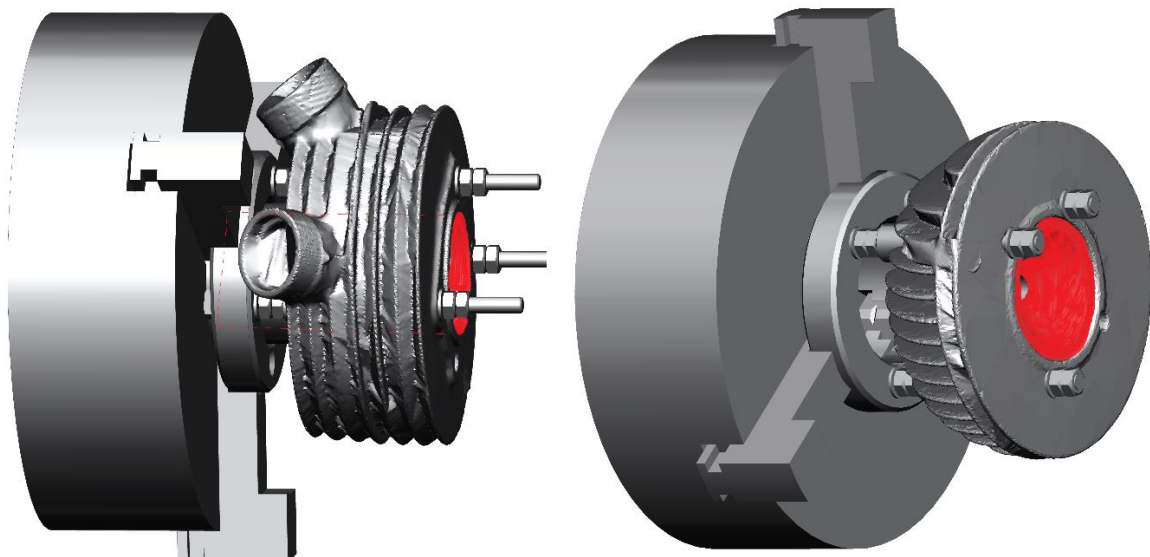
5.2 Varianta 1

První varianta uvažuje s nejnižší konstrukční náročností přípravku, avšak pro obsluhu stroje bude upínání pracné, při obrábění válce bude vždy nutné prvně opracovat vnitřní plochu válce, což je možné realizovat i kooperačně, ale to by značně prodloužilo časovou náročnost oprav, a proto dojde k prvnímu upnutí válce na základní desku pomocí podložek, matic a šroubů (viz Obr. 23) za otvory pro závrtné šrouby k dotažení hlavy a válce k bloku motoru.



Obr. 23 Základní deska potřebná pro upnutí hlavy i válce, včetně spojovacího materiálu (modré díly jsou nezbytné navíc pro upnutí hlavy válce)

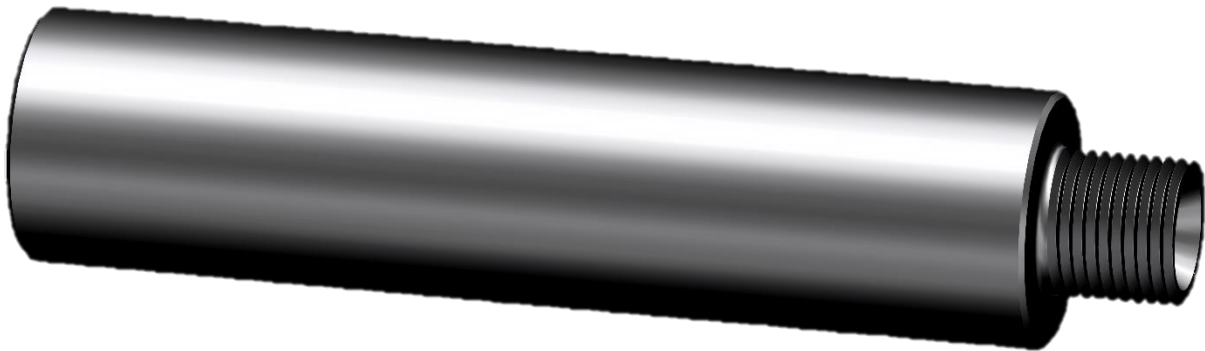
Kontrolování házivosti bude v tomto momentu zdoluhavé, protože obsluha bude muset po každém dotažení jednoho upínacího šroubu zkontrolovat házivost obrobku znovu a případně šrouby opět povolit a utáhnout na jiné pozici. Jelikož matice či hlavy šroubů na horní ploše válce nebudou umožňovat obrobení čelní plochy (viz Obr. 24), bude nutné přípravek se šrouby vyjmout ze stroje, obrobek sundat z přípravku a na stroj upevnit rozpínací soustružnický trn do kužele vřetene, na který se usadí válec opřený méně poškozenou plochou o doraz trnu.



Obr. 24 Varianta 1 první ustavení obrobků do přípravku (červeně znázorněny plochy k obrobení)

Poté dojde k ručnímu dotažení matice rozpínacího trnu, opření soustružnického trnu otočným hrotem a kontrole házivosti, případně zopakování celého tohoto postupu tam a zpět (zde však bude jednoduše zaručeno poměrně přesné upnutí, jelikož výrobce trnu garantuje házivost rozpěrného pouzdra vůči Morse kuželu do 0,02 mm). Díky rozpěrnému trnu bude možné obrobit horní i spodní dosedací plochu válce na jedno upnutí načisto v potřebné přesnosti a za vysoké tuhosti upnutí, čímž bude oprava válce hotová.

Při opravě hlavy bude užito taktéž otvorů pro šrouby k dotažení hlavy k válci, jen bude nutné na závity nasadit rozpěrné trubičky (viz Obr. 23 modré díly) pro oddálení žeber hlavy od přípravku, aby nedošlo k jejich poškození. Po kontrole házivosti bude možné obrobit spalovací prostor včetně dosedací plochy pro těsnění, ale čelní vedlejší plocha bude obdobně nedostupná jako v případě válce kvůli maticím. Ještě před vyndáním přípravku ze stroje bude potřebné zkontrolovat kvalitu závitu zapalovací svíčky. Pokud bude závit poškozen, nebo příliš vychýlen vůči dosedací ploše těsnění provede obsluha jeho odstranění (vyvrtáním) a vyhotoví nový závit pro osazení závitovou vložkou (viz Obr. 13). Po osazení vložky do hlavy se hlava válce našroubuje na přípravek (viz Obr. 25), který má na konci vyřezán závit zapalovací svíčky a dále obsahuje středící důlek pro podepření otočným hrotem.



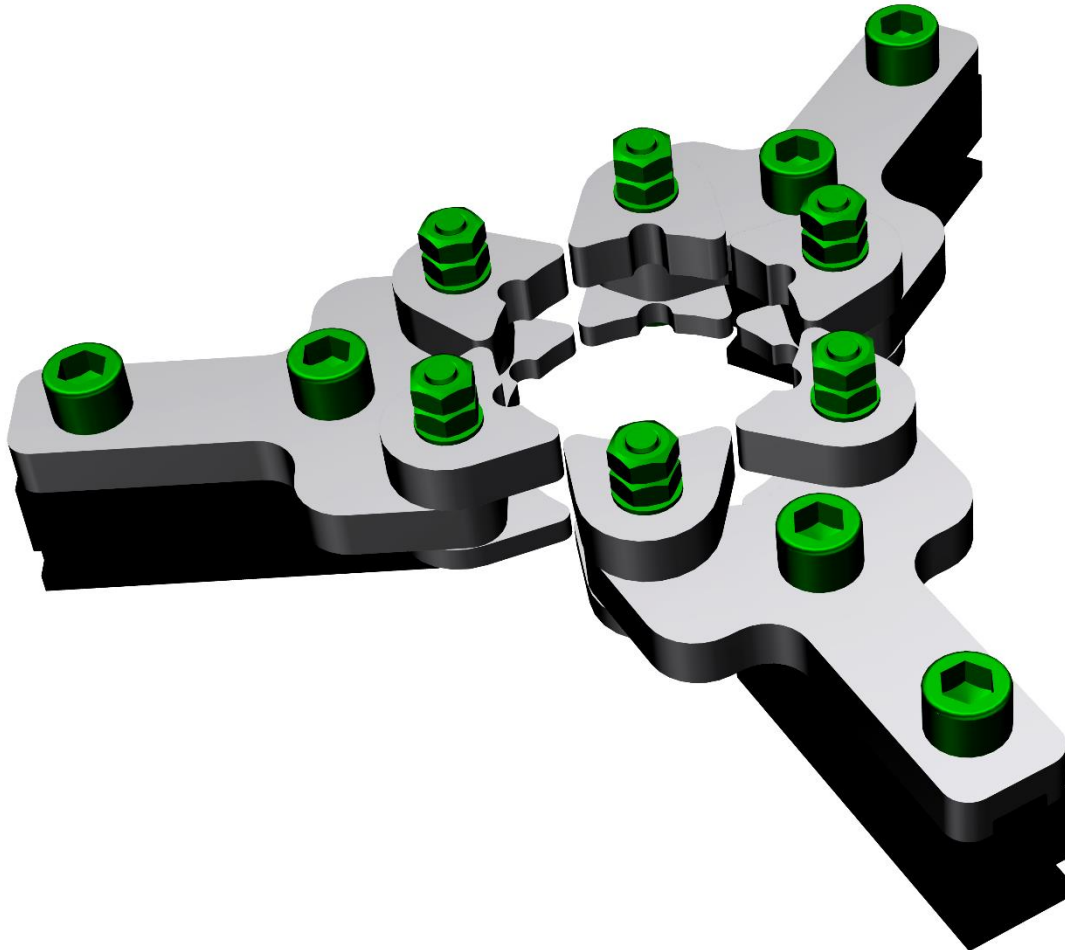
Obr. 25 Přípravek se závitem zapalovací svíčky pro upnutí pouze hlavy válce

Po upnutí tohoto přípravku do tříčelistového sklíčidla bude možné opracovat čelní vnější plochu hlavy a tím bude dokončena kompletní oprava těchto součástí.

Modely s jednotlivými přípravky před a po upnutí součástí viz PŘÍLOHA č. 1.

5.3 Varianta 2

Druhá varianta pracuje s myšlenkou výroby speciálních čelistí (viz Obr. 26) pro rovnoměrnější rozložení tlaku na límeč válce a tím i možnost jej upnout do běžného univerzálního tříčelistového sklíčidla s upravenými čelistmi s dvanácti body dotyku, čímž se zvýší přesnost upnutí a zároveň několikanásobně sníží deformace obrobku.



Obr. 26 Přípravek pro upnutí válce (černě znázorněny základní čelisti, zeleně spojovací materiál)

Pro zjištění kolikrát se sníží kontaktní síla čelisti na povrchu válce je nutné tuto sílu rozložit viz Obr. 27. K získání velikosti síly, která působí v ose šroubu F_S formulujeme podmínku rovnováhy v ose x následovně:

$$F = 2 \cdot F_S \cdot \cos 30^\circ \quad \Rightarrow \quad F_S = \frac{F}{2 \cdot \cos 30^\circ} \doteq \frac{7000}{2 \cdot 0,86602} \doteq \underline{\underline{4041,5 \text{ N}}}$$

Díky znalosti velikosti síly F_S a podmínek rovnováhy v ose x i ose y (horní případ Obr. 27) je možné zjistit hledané síly v dotyku malé čelisti s límcem válce.

$$F_S \cdot \cos 30^\circ = F_{u1} \cdot \cos 14^\circ + F_{u2} \cdot \cos 45,8^\circ$$

$$F_S \cdot \sin 30^\circ = F_{u1} \cdot \sin 14^\circ + F_{u2} \cdot \sin 45,8^\circ$$

$$3500 - F_{u2} \cdot \cos 45,8^\circ = F_{u1} \cdot \cos 14^\circ$$

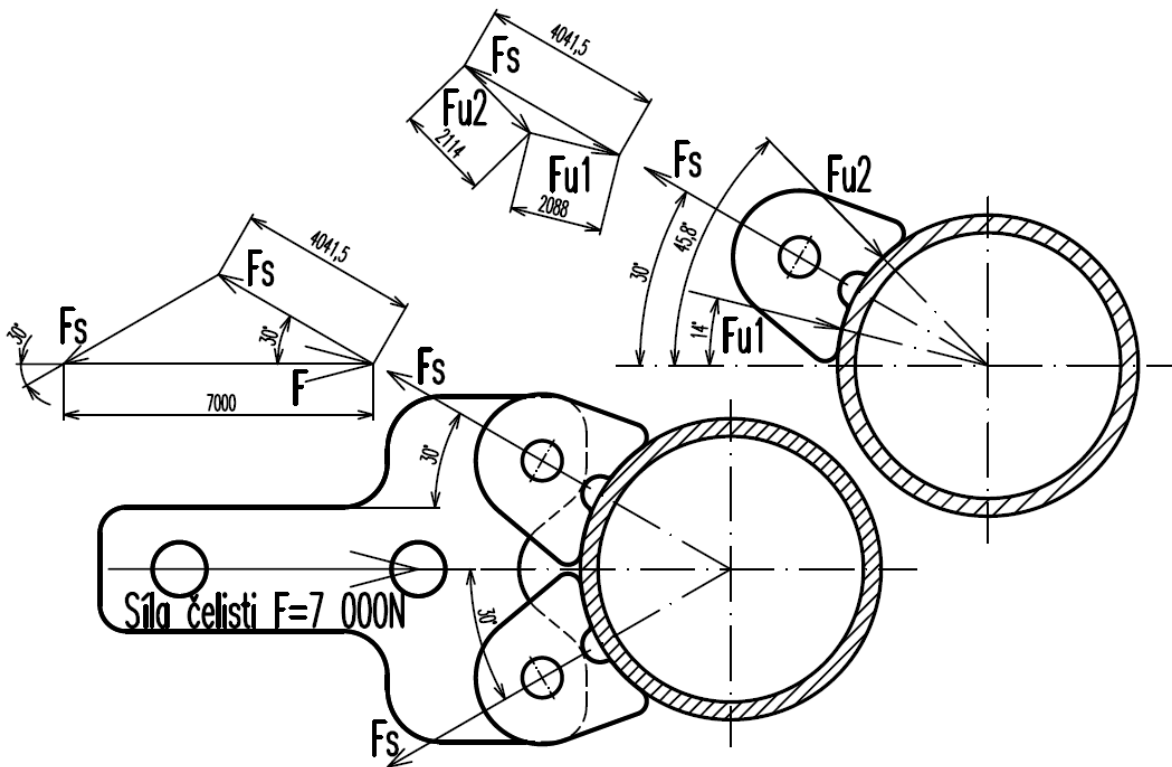
$$F_{u1} = \frac{3500 - F_{u2} \cdot \cos 45,8^\circ}{\cos 14^\circ}$$

$$F_s \cdot 0,5 = \frac{3500 - F_{u2} \cdot \cos 45,8^\circ}{\cos 14^\circ} \cdot \sin 14^\circ + F_{u2} \cdot \sin 45,8^\circ$$

$$F_s \cdot 0,5 - \sin 14^\circ \cdot \frac{3500}{\cos 14^\circ} = F_{u2} \cdot \left(\sin 45,8^\circ - \frac{\cos 45,8^\circ \cdot \sin 14^\circ}{\cos 14^\circ} \right)$$

$$F_{u2} = \frac{F_s \cdot 0,5 - \sin 14^\circ \cdot \frac{3500}{\cos 14^\circ}}{\left(\sin 45,8^\circ - \frac{\cos 45,8^\circ \cdot \sin 14^\circ}{\cos 14^\circ} \right)} \doteq \frac{2020,75 - 0,24192 \cdot \frac{3500}{0,97029}}{\left(0,71691 - \frac{0,69716 \cdot 0,24192}{0,97029} \right)} \doteq \underline{\underline{2114 \text{ N}}}$$

$$F_{u1} = \frac{3500 - F_{u2} \cdot \cos 45,8^\circ}{\cos 14^\circ} \doteq \frac{3500 - 2114 \cdot 0,69716}{0,97029} \doteq \underline{\underline{2088 \text{ N}}}$$

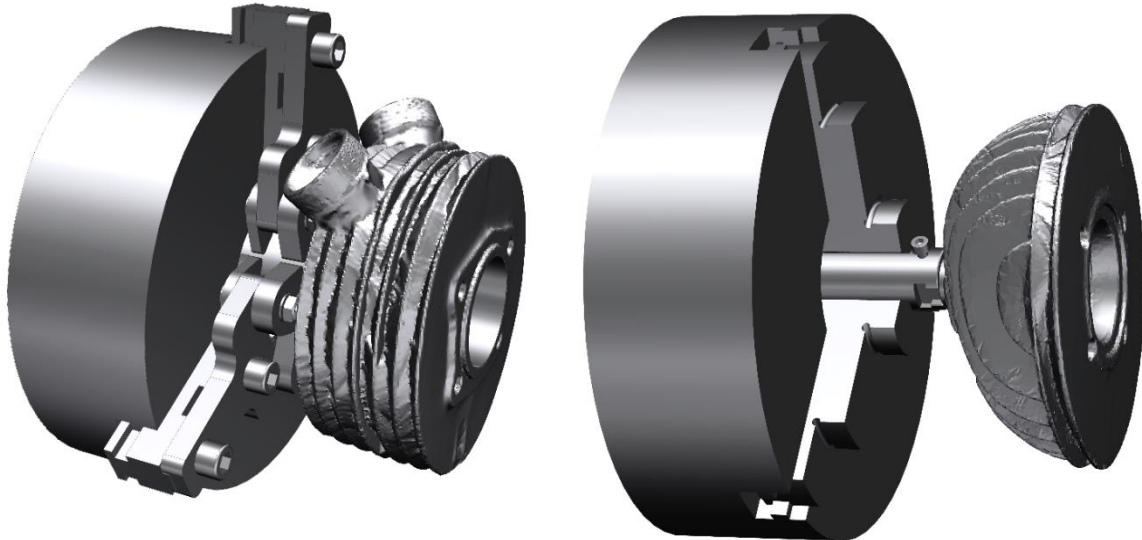


Obr. 27 Zjištění síly na povrchu límce ze síly čelisti

Kvůli nerovnoměrné síle při ručním upnutí byla upínací síla jedné čelisti zvýšena pro jednoduchost na rovných 7 kN. Z výše uvedených výpočtů lze vidět, že síly v místě dotyku jsou více než třikrát menší oproti původní osamocené síle jedné čelisti při standardní variantě upnutí do tříčelistového sklíčidla, což výrazně sníží napětí límce válce. Byla provedena také zjednodušená FEM analýza pro představu, jak výrazný by byl pokles deformace a napětí (viz PŘÍLOHA č. 2), ze které bylo zjištěno, že i díky přípravku pravděpodobně nebude snížení deformací takové, aby neohrozilo výslednou kvalitu obrobené plochy, a proto by bylo nutné zvolit menší úběry pro obrábění válce, díky čemuž by nebyla potřebná tak vysoká upínací síla, která by mohla vyvolat nechtěné deformace takto rizikové součásti.

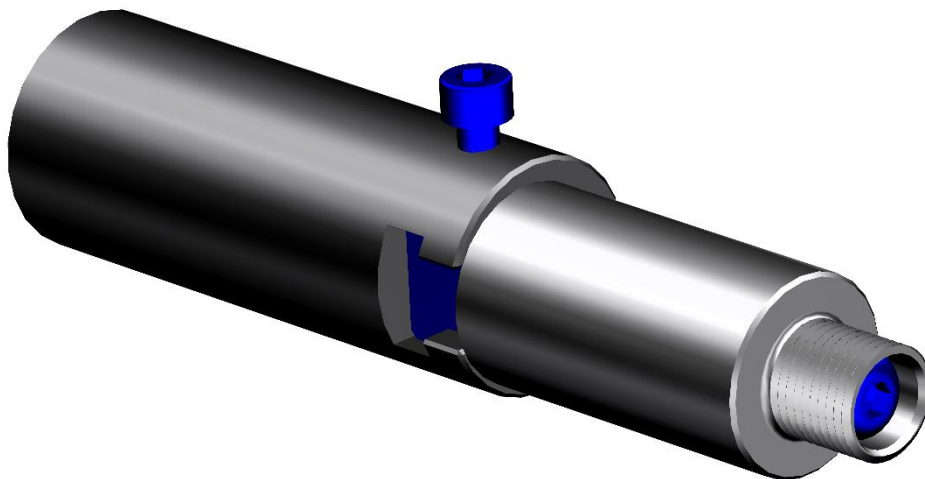
Modely s jednotlivými přípravky před a po upnutí součástí viz PŘÍLOHA č. 1.

Výhoda této varianty spočívá zejména v možnosti obrábět vnitřní válcový vývrt s čelní plochou pro těsnění válce k hlavě válce na jedno upnutí, ovšem válec v tomto přípravku nebude možné plně obrobit za účelem jeho vyvločkování, nebo obrobení dosedací plochy válce k blokům motoru (které však nebývá tak často poškozené či problematické). Dále bude upínání jednodušší z hlediska kontroly házivosti, jelikož dotykové body přípravku (čelistí) budou broušeny přímo na sklíčidlu stroje a tím bude zaručena jejich minimální házivost vůči teoretickému středu.



Obr. 28 Druhá varianta upnutí válce (vlevo) a hlavy válce (vpravo)

Tato úprava čelistí však nijak nepomůže k upnutí hlavy válce, proto varianta 2 zahrnuje upnutí hlavy za otvor pro svíčku, což však omezuje obrobení hlavy v případě zásadního poškození tohoto otvoru. Za tímto účelem by byl tyčový přípravek pro upnutí za otvor svíčky vybaven drážkou s T maticí (viz Obr. 29), která by zajišťovala možnou excentricitu v případě umístění otvoru znatelně mimo osu rotace spalovacího prostoru.



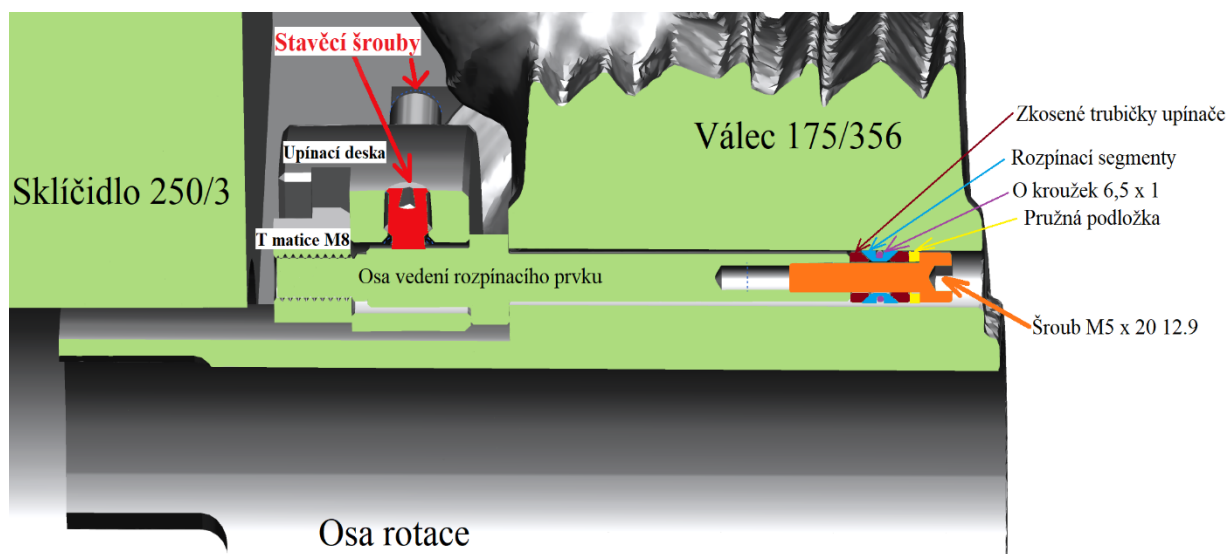
Obr. 29 Přípravek pro upnutí hlavy válce s drážkou a spojovacím materiálem (modře označeným)

Dále bude excentricitu možno nastavit vypodložením závitů zapalovací svíčky vymezovacími podložkami či pootočením závitové části přípravku s hlavou vůči základně s drážkou. Velkou nevýhodou tohoto provedení bude fakt, že se obsluha neobejde bez výměny čelistí, což je časově náročná operace, u které je nutné dodržet přesné pořadí zakládání jednotlivých čelistí.

5.4 Varianta 3

Varianta poslední zvažuje použití pouze jednoho speciálního přípravku pro opracování obou součástí a všech jejich potřebných ploch. K tomu však bylo důležité vybrat takový upínací prvek, který by netvořil překážku při upnutí z jiného směru či obrábění přilehlé plochy v jeho blízkosti.

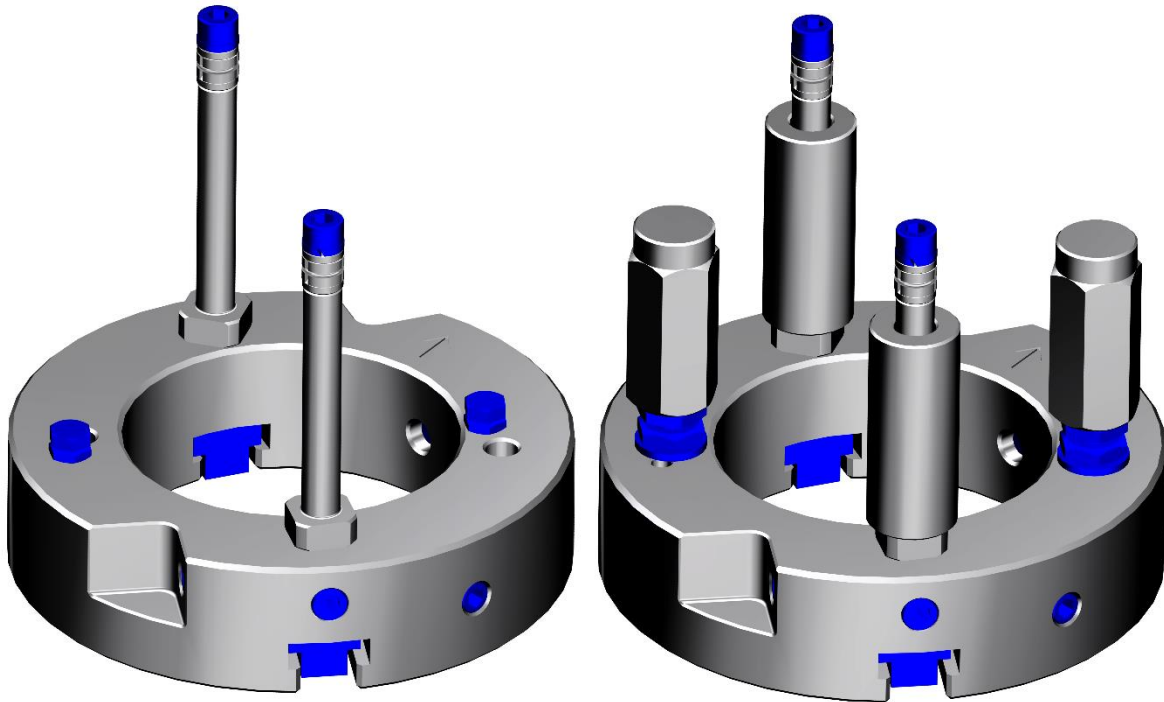
Hlavními společnými prvky válce i hlavy válce jsou kromě těsnící plochy také otvory pro závrtné šrouby, které bohužel nejsou vysoké kvality, což se týče drsnosti a přesnosti, ale v rámci sestavy zaujmají vždy téměř přesně shodnou pozici. Předlohou pro vytvoření potřebného upínacího prvku byl středící upínač s šroubem s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem (bude nejvhodnější pro tento stísněný prostor).



Obr. 30 Detailní řez popisující části třetí varianty upínacího přípravku

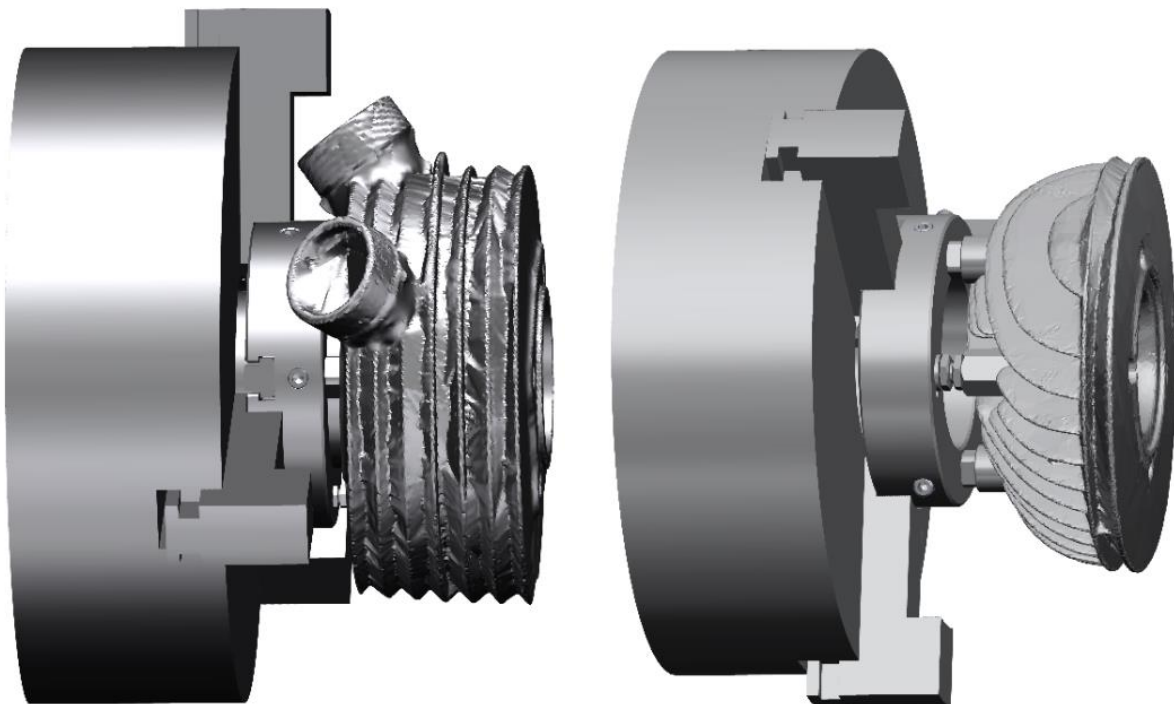
Díky použití tohoto rozpínacího prvku bude možné obrobit vnitřní válcovou plochu válce zároveň s přilehlým čelem na jedno upnutí. Po dokončení opravy válce nebude zapotřebí demontovat celý přípravek (upínací desku) ze stroje, ale pouze bude třeba povolit šrouby, které zajišťují rozpínání segmentů držených pospolu pryžovým kroužkem a vyměnit obrobek s následným ustavením prvků pro minimální házivost (pro jednodušší zachování polohy osy vedení rozpínacího prvku slouží dva přítlačné šrouby s koncem ve tvaru válcového čepu z polyacetalu se závitovou nylonovou pojistkou, aby nedošlo k samovolnému povolení viz Obr. 30 červená barva).

Modely s jednotlivými přípravky před a po upnutí součástí viz PŘÍLOHA č. 1.



Obr. 31 Porovnání samotného přípravku pro válec (vlevo) a hlavu válce (vpravo) včetně spojovacího materiálu (označen modře)

Dorazové prvky pro vyrovnání součásti bude třeba měnit (rozdíl je zřejmý na Obr. 31), jelikož hlava musí být od upínací desky na rozdíl od válce vzdálena, aby nedošlo k poškození žeber (viz Obr. 32).



Obr. 32 Poslední varianta přípravku ve sklíčidle včetně součástí (válec vlevo, hlava válce vpravo)

Velmi důležitou stavební součástí bude kromě rozpínacího prvku také upínací (základní) deska, na kterou se budou ukládat další součásti přípravku a bude mít přímý kontakt s čelistmi sklíčidla. Pro tento díl zde bude uvedena tabulka znázorňující orientační výčet položek potřebných pro výrobu včetně jejich ocenění.

Tab. 1 Kalkulace nákladů na výrobu součásti Upínací deska

Výrobní náklady na součást Upínací deska varianty 3				
Polotovar	cena za ks	počet ks	zhotovitel	celková cena
Ocel kruhová $\varnothing 120 - 32 C45$	276,- Kč	1	ZJP s.r.o.	276,- Kč
Pálení 12kW laserem	180,- Kč	1		180,- Kč
Celková cena za polotovar				456,- Kč
Vlastní obrábění	cena za úkon	počet ks		celková cena
Obrobení čel a průměrů	30,- Kč	4		120,- Kč
Vrtání $\varnothing 6,8$	14,- Kč	4		56,- Kč
Závitování M8	21,- Kč	4		84,- Kč
Celková cena za vlastní obrábění				260,- Kč
CNC příprava a obrábění	cena za hodinu	počet hodin	zhotovitel	celková cena
CAM program	850,- Kč	0,5		425,- Kč
Frézování T drážky	950,- Kč	0,3		285,- Kč
Přesné vrtání otvorů a 2 zahloubení	950,- Kč	0,3		285,- Kč
Závitování děr M8	950,- Kč	0,2		190,- Kč
Ruční závitování děr M5	320,- Kč	0,2		64,- Kč
Upínání, odjehlování, měření	320,- Kč	0,5		160,- Kč
Celková cena za CNC obrábění				1409,- Kč
Dokončovací operace	Cena za úkon	počet ks	zhotovitel	celková cena
Kalení v ochranném obalu	80,- Kč	1		80,- Kč
Popouštění	40,- Kč	1		40,- Kč
Broušení čela naplocho	180,- Kč	2		360,- Kč
Celková cena za dokončování				480,- Kč
Výsledné náklady na vyhotovení součásti				<u>2605,- Kč</u>

6 Technicko-ekonomické zhodnocení

Jelikož jsou u varianty 1 i 2 kupována přímo potřebná upínací zařízení, která představují pravděpodobně nadpoloviční většinu potřebných finančních prostředků na pořízení celé varianty, vychází takto patrně cenově nejvýhodněji varianta poslední viz Tab. 2 znázorňující jednotlivé položky, ze kterých se varianty skládají včetně jejich přibližného nacenění.

Tab. 2 Výčet všech součástí variant včetně jejich pořizovací ceny a ceny celkové

Varianta 1				
Název vyráběné součásti	Polotovar	cena za ks	specifikace materiálu	cena celkem
Základní deska	ø119 x ø65 x 20	1 470 Kč	12 050	1 470 Kč
3ks rozpěrné trubičky	3ks ø20 x 70	140 Kč		420 Kč
Tyč se závitem M14 x 1,25	ø26 x 120	190 Kč		190 Kč
Název nakoupené součásti		cena za ks	specifikace materiálu	cena celkem
Rozpěrný trn (55,58,60)		6 653 Kč		6 653 Kč
3ks šroub M8 x 60 DIN 933		4 Kč	10.9	12 Kč
3ks šroub M8 x 150 DIN 933		10 Kč	10.9	30 Kč
9ks podložka 8,4 DIN 125A		2,50 Kč	300HV	22,50 Kč
12ks matice M8 DIN 934		0,43 Kč	10.9	5,16 Kč
Celkové náklady varianty 1			<u>8 802,66 Kč</u>	

Varianta 2				
Název vyráběné součásti	Polotovar	cena za ks	specifikace materiálu	cena celkem
3ks čelist rozdvojená	3ks 80 x 115 x 12	500 Kč	12 050	1 500 Kč
6ks V-čelist masivní	6ks 40 x 35 x 12	120 Kč		720 Kč
6ks V-čelist tenká	6ks 40 x 35 x 6	100 Kč		600 Kč
Tyč s drážkou	ø30 x 80	320 Kč		320 Kč
Tyč se závitem a dírou	ø26 x 62	200 Kč		200 Kč
Název nakoupené součásti		cena za ks	specifikace materiálu	cena celkem
Základní čelist 250/3		5 599 Kč		5 599 Kč
6ks šroub M8 x 45 DIN 609		20,30 Kč	8.8	121,80 Kč
T matice M6 x 15 DIN 508		46 Kč	10	46 Kč
6ks šroub M12 x 25 DIN 912		7,21 Kč	12.9	43,26 Kč
20ks podložka 9x15 DIN 988		0,7 Kč	34-47 HRC	14 Kč
12ks matice M8 DIN 934		0,33 Kč	8.8	3,96 Kč
šroub M6 x 60 ISO 7380		3,14 Kč	10.9	3,14 Kč
podložka 6,1 DIN 7980		0,17 Kč	A1	0,17 Kč
Celkové náklady varianty 2			<u>9 171,33 Kč</u>	

Varianta 3				
Název vyráběné součásti	Polotovary	cena za ks	specifikace materiálu	cena celkem
Upínací deska (základní)	ø120 x ø64x 32	2 605 Kč	12 050	2 605 Kč
2ks osy vedení rozpínání	2ks ø18 x 95	942 Kč	15 142	1 884 Kč
2ks rozpěrné matice	2ks 6HR 17 x 45	150 Kč	12 050	300 Kč
2ks rozpěrné trubky	2ks ø20 x 50	140 Kč		280 Kč
6ks rozpínací element	2ks ø10 x 10	36 Kč		216 Kč
4ks rozpínací kužel	2ks ø10 x 10	35 Kč		140 Kč
Název nakoupené součásti		cena za ks	specifikace materiálu	cena celkem
4ks šroub M8 x 22 POM		63,78 Kč	10.9	255,12 Kč
2ks šroub M8 x 12 POM		63,78 Kč	10.9	127,56 Kč
2ks T matice M8 x 15 DIN 508		37 Kč	10	74 Kč
4ks matic M8 DIN 439B		2,02 Kč	A2	8,10 Kč
2ks šroub M8 x 60 DIN 933		4 Kč	10.9	8 Kč
2ks šroub M8 x 40 DIN 913		3,87 Kč	45H	7,74 Kč
2ks O-kroužek 6,5x1		1,40 Kč	NBR 70	2,80 Kč
2ks šroub M5 x 20 DIN 912		1,10 Kč	10.9	2,20 Kč
2ks podložka 8,4 DIN433		0,95 Kč	A2	1,90 Kč
2ks matice M5 DIN 439B		0,77 Kč	A2	1,54 Kč
2ks podložka 5,1 DIN7980		0,15 Kč	A1	0,30 Kč
Celkové náklady varianty 3			<u>5 914,26 Kč</u>	

Z konce druhé tabulky lze dobře zjistit, že poslední varianta je finančně nejméně náročná na pořízení, ale je zdaleka nejrozsáhlejší, co se počtu součástí týče. Otázkou však stále zůstává, zda její provoz bude rentabilní a k tomu je dále vypracována tabulka (Tab. 3), která již uvažuje určitá kritéria, podle kterých lze varianty bodově odlišit od 5 (nejlepší) po 1 (nejhorší) a dále tato kritéria subjektivně ohodnotit jejich důležitostmi pro obsluhu, či provoz tohoto přípravku.

Tab. 3 Bodovací metoda s váhou pro 3 varianty

Hodnocení	5	4	3	2	1
Náklady v tisících Kč	do 3	3÷6	6÷9	9÷12	12÷50
Rychlost upnutí	0 až 3 min.	3 až 6 min.	6 až 9min.	9 až 12min.	12 až 15 min.
Rychlost vycentrování					
Tuhost v %	100 až 80	80 až 60	60 až 40	40 až 20	20 až 0
Univerzálnost v %					
Dostupnost ve dnech	0 až 2	2 až 4	4 až 6	6 až 8	8 až 10
Kritérium/Varianta	1	2	3	Důležitost	Váha
Náklady	3	2	4	6	0,286
Rychlost upnutí	3	4	4	5	0,238
Rychlost vycentrování	2	4	3	4	0,190
Tuhost	3	3	2	3	0,143
Univerzálnost	3	3	2	2	0,095
Dostupnost	3	2	2	1	0,048
Výsledek variant	<u>2,81</u>	<u>3,10</u>	<u>3,24</u>	21	1

Za předpokladu, že je výše uvedená tabulka vyplněná shodně s realitou, je možné usoudit, že touto metodou vycházející z kombinace základních výpočtů a odhadu lze označit poslední variantu jako nejvhodnější a variantu 1 jako nejméně vhodnou. To však platí pouze v případě, že by došlo k obrobení jediné součásti. V případě použití přípravku při vícero kusech by velmi záleželo na přesném pracovním postupu (zda by při zapnutém strojním posuvu připravovala obsluha upnutí další součásti, která by byla buďto stejná, nebo by docházelo k jejich střídání). Varianta 3 by byla zřejmě nejvýhodnější pro obrábění vždy jednoho typu součásti (pro změnu typu z válce na hlavu válce je třeba sejmout dva opěrné šrouby M5 a našroubovat do přípravku šrouby stavěcí M8 s maticemi a na osy vedení rozpínacího prvku nasunout rozpěrné trubky pro oddálení žebel hlavy od upínací desky) dle stavby přípravku (Obr. 31). Největší výhodou poslední varianty je tedy to, že díky své komplexnosti (složitosti jako sestavy) umožňuje pro veškeré obrobení výměnu pouze minimálního počtu dílů a není třeba, aby obsluha zasahoval do utahování, či povolování sklíčidla.

7 Závěr

V první polovině teoretické části bylo nutné popsat přípravky, vyjasnit jejich potřebné konstrukční náležitosti a pravidla pro pohodlné používání a zmínit některé přípravky používané na soustruzích, které by mohly být použity ať už jako součást přípravku, nebo pro inspiraci k výrobě nového. V druhé polovině byly rozebrány hlavy válců a válce, aby bylo možné porozumět prvkům těchto součástí a uvědomit si souvislosti mezi nimi pro správnou konstrukci přípravků a následné opravy či úpravy součástí na nich. Kvůli vybranému válci a hlavě motoru Jawa-ČZ 175 typ 356, který se již nevyrábí, ale je stále k vidění na silnicích, zejména při veteránských srazech, byla rešeršní část orientována na variantu dílů jednoválcových dvoudobých motorů.

Cílem této práce bylo vytvoření návrhu přípravku pro upínání motocyklových hlav a válců na konvenčním soustruhu, a proto se začátek praktické části věnuje vybraným součástem a jejich prvkům, materiálům, rozměrům, drsnosti a přesnosti výsledného povrchu. Dále byla vypočítána řezná síla při nejnáročnějších řezných podmínkách (hrubování vývrtu litinového válce) a z ní zjištěna potřebná upínací síla, ke které byl uveden také minimální utahovací moment, pokud by se jednalo o upnutí do tříčelistového sklíčidla velikosti 250 mm. Poté byly představeny tři konstrukční varianty přípravků včetně jejich vyobrazení s obrobky pro lepší pochopení jejich funkce a detekci kolizí se součástmi. Nakonec bylo nutné zjistit, která z vytvořených variant bude nejvýhodnější a k tomu byla vytvořena zvrubná tabulka s orientačním naceněním všech součástí každé varianty, a poté tabulka subjektivně hodnotící jednotlivé atributy přípravků dle jejich důležitosti. Z obou těchto tabulek vyšla nejlépe poslední varianta, u které lze předpokládat, že by pomohla ve vybavené opravě veteránů, nebo v dílnách zabývajících se opravou vybraných součástí s nutností dostatečně kvalitního obráběcího stroje.

Možným zlepšením přípravku by bylo po nutném zjištění střediska hmotnosti zvolených součástí upravit přípravek obráběním tak, aby středisko hmotnosti součásti s přípravkem leželo pokud možno přesně v ose rotace a tím se tedy snížil setrvačný moment této sestavy, čímž by se snížil negativní účinek zvýšených otáček rotace sklíčidla na pokles upínací síly čelistí a zmenšila by se také síla namáhající uložení vřetena stroje, což by ideálně mělo za následek snížení opotřebení ložisek vřetena stroje a možnost dosáhnout vyšší řezné rychlosti zároveň se zmenšením vibrací a tím zlepšit kvalitu obrobků. Dále by bylo možné provést analýzu součástí obdobných strojů téže doby, ze které je zvolen motor motocyklu a upravit přípravek tak, aby sloužil jako skupinový pro většinu hlav a válců dvoudobých jednoválcových motorů oné doby (provedení této myšlenky by zjednodušoval fakt, že všechny JAWA-ČZ motory doby 1956-1960 měly použity na vybrané součásti stejné materiály a stejnou velikost závitu šroubů pro uchycení hlavy k válci a blokům motoru).

Seznam použitých zdrojů

- [1] CHVÁLA, Břetislav a Josef VOTAVA. *Přípravky*. 1. B.m.: ČVUT Praha, 1980. ISBN 55-461-80.
- [2] ČIŽMÁŘ, Zeno a Miroslav ŠTOCHL. *Benzina v promenach casu* [online]. [citováno 5. listopad 2023]. Dostupné z: [https://www.orlenbenzina.cz/getmedia/1cd372ac-3d03-4062-8993-77d1ba7dafd3/Benzina-v-promenach-casu_compressed-\(1\).pdf](https://www.orlenbenzina.cz/getmedia/1cd372ac-3d03-4062-8993-77d1ba7dafd3/Benzina-v-promenach-casu_compressed-(1).pdf)
- [3] ČEPRO, as. *Nejčastější dotazy k palivu E10* [online]. [citováno 5. květen 2024]. Dostupné z: https://www.ceproas.cz/files/otazky_a_odpovedi_k_e10.pdf
- [4] HUSÁK, Pavel. *Sportovní motocykly* [online]. B.m.: Praha: Naše vojsko, 1967. ISBN 28-019-67. Dostupné z: <https://ndk.cz/view/uuid:60ddf990-289f-11e6-ae84-005056827e51?page=uuid:a85f10d0-444a-11e6-8361-5ef3fc9ae867>
- [5] FORREST, Michael. *Squish Band/Squish Velocity info* [online]. [citováno 23. listopad 2023]. Dostupné z: <https://www.dragonfly75.com/moto/SquishVelocity.html>
- [6] HUSÁK, Pavel, Milada HUSÁKOVÁ a Aleš NOVOTNÝ. *Upravujeme motocykl pro závod* [online]. B.m.: PRAHA: SNTL, 1974. ISBN 04-208-74. Dostupné z: <https://ndk.cz/view/uuid:3fedf7c0-2963-11e6-a7c6-005056827e52?page=uuid:8699b420-4920-11e6-8361-5ef3fc9ae867>
- [7] A. GRAHAM, Bell. *Two-Stroke Performance Tuning* [online]. B.m.: Haynes Manuals Inc, 1999. ISBN 978-1-85960-619-3. Dostupné z: https://www.academia.edu/36298158/Graham_Bell_Two_Stroke_Performance_Tuning
- [8] TŮMA, Adolf. *Motocykl od A az do Z* [online]. B.m.: PRAHA, 1947. Dostupné z: <https://ndk.cz/view/uuid:6a898180-1b57-11e6-8401-005056827e51?page=uuid:f0782f60-3c74-11e6-ad5e-5ef3fc9bb22f>
- [9] ČERMÁK, Václav, Josef JOZÍF a Vojtěch POKORNÝ. *Motocykl - vyšší škola motorismu* [online]. B.m.: PRAHA: Práce, 1954. Dostupné z: <https://ndk.cz/view/uuid:5ac84c70-9a68-11e4-94a8-005056827e51?page=uuid:db227560-c7c9-11e4-8935-001018b5eb5c&fulltext=v%C3%A1lec>
- [10] LIŠKA, Jaroslav, Jiří ŠANTORA a Jaroslav VOTRUBA. *Tepelné zpracování* [online]. B.m.: Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964. ISBN 04-425-64. Dostupné z: <https://ndk.cz/view/uuid:5475a8c0-c7f7-11ed-9822-005056827e51?page=uuid:e0ad76aa-edfd-40a4-b677-281fe0ceb0c9>
- [11] Mechanické hodnoty pro ozubená kola z vybraných čs. materiálů. *ozubeni.cz* [online]. [citováno 14. duben 2024]. Dostupné z: <http://www.ozubeni.cz/ozubeni/vlastnosti.html>
- [12] ČSN 42 4384 [online]. [citováno 23. únor 2024]. Dostupné z: https://www.ydylstandards.org.cn/static/down/pdf/CSN%2042%204384-1987_0625.pdf

- [13] VÁVRA, Pavel a Jan LEINVEBER. *Strojnické tabulky* [online]. B.m.: Úvaly: Albra, 2003. ISBN 80-86490-74-2. Dostupné z: <https://ndk.cz/view/uuid:46272cb0-25ce-11e3-9319-005056827e51?page=uuid:4aa109c0-5178-11e3-9ea2-5ef3fc9ae867>
- [14] *ŠKOLNÍ MODEL MOTOR JAWA 175 kývačka*. In: Aukro.cz [online]. [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://aukro.cz/skolni-model-motor-jawa-175-kyvacka-355-skolni-rez-motorem-kejvacka-7009825961>
- [15] CHVÁLA, Břetislav a Antonín ŘEZÁČ. *Přípravky a zařízení pro zkrácení vedlejších časů ve výrobě* [online]. 1. B.m.: Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1963. ISBN 04-282-63. Dostupné z: <https://ndk.cz/view/uuid:9232c6a0-c3a9-11e7-9c14-005056827e51?page=uuid:9038f040-caed-11e7-a351-005056825209>
- [16] *Lamelový prizmatický blok pro magnetické upínače*. In: Kovonastroje.cz [online]. [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://www.kovonastroje.cz/lamelovy-prizmaticky-blok-2ks-pro-magneticke-upinace-58x45x51mm-vcp-2>
- [17] *Otočný upínací hrot Röhms 503AC Control MK 3 s ukazatelem tlaku*. In: Grandic.cz [online]. [cit. 2024-01-15]. Dostupné z: <https://www.grandic.cz/sveraky-sverky-stojany-hridele-rohm-60798-otocny-upinaci-hrot-rohm-503ac-control-mk-3-s-ukazatelem-tlaku>
- [18] *Rozpínací soustružnický trn s tlačnou maticí ČSN 243375*. In: Kovonastroje.cz [online]. [cit. 2024-05-14]. Dostupné z: <https://www.kovonastroje.cz/rozpinaci-soustruznicky-trn-s-tlacnou-matici-csn-243375>
- [19] *Soustruh Škoda SRM 100*. In: Exapro.cz [online]. [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: <https://www.exapro.cz/skoda-srm-100-p231027025/>
- [20] *2 Stroke research & development* [online]. [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/groups/671081149638729/>
- [21] *UNIVERZÁLNÍ MECHANICKÝ UPÍNAČÍ PŘÍPRAVEK PRO VÍKO ČERPADLA*. In: Flowtech.cz [online]. [cit. 2024-01-15]. Dostupné z: <https://flowtech.cz/produkty/univerzalni-mechanicky-upinaci-pripravek-pro-viko-čerpadla/>
- [22] *HONDA 12201-KSK-730 CYLINDER HEAD*. In: Amazon.com [online]. [cit. 2023-12-17]. Dostupné z: <https://www.amazon.com/Honda-HONDA-12201-KSK-730-CYLINDER-HEAD/dp/B00NO0IQ0Y>
- [23] *Cylinder Works Cylinder Head Kit – CH1003-K01 | Honda CRF250R 2004-2007*. In: Fortnine.ca [online]. [cit. 2023-12-17]. Dostupné z: <https://fortnine.ca/en/cylinder-works-cylinder-head-kit-ch1003-k01>
- [24] *ALL ABOUT THE SQUISH BAND And My Squish Calculator*. In: Dragonfly75.com [online]. [cit. 2023-11-17]. Dostupné z: <https://www.dragonfly75.com/moto/sqVelocity.html>
- [25] *Rychlý způsob, jak opravit poškozený vnitřní závit*. In: Kutil.cz [online]. [cit. 2024-05-17]. Dostupné z: <https://www.kutil.cz/dilna/rychly-zpusob-jak-opravit-poskozeny-vnitri-zavit/>
- [26] HOZMAN, Pavel. *Projekt “Pérák 300ccm”* [online]. [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=927391665767529&set=pb.100054901114156.-2207520000&type=3>

- [27] DVOŘÁK, Tomáš. *Upravený válec 175* [online]. [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/groups/877345065620424/permalink/3690498964305006>
- [28] *Jawa Evropan , Libenák hliníkový válec*. In: Aukro.cz [online]. [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://aukro.cz/jawa-evropan-libenak-hlinikovy-valec-7003287276>
- [29] KOCMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. *Technologie obrábění*. Brno: CERM, 2001. ISBN 80-214-1996-2.
- [30] *Machining Power*. Mpwr.iscar.com [online]. [cit. 2024-04-18]. Dostupné z: <https://mpwr.iscar.com/Turning/MachiningPower/Longitudinal/StraightEdge>
- [31] *Diagram silových poměrů II*. Interní dokument firmy TOS Svitavy, a.s., Kontakt pro nahlédnutí: Ing. Pavel Chmelík sklicidla@tos.cz.

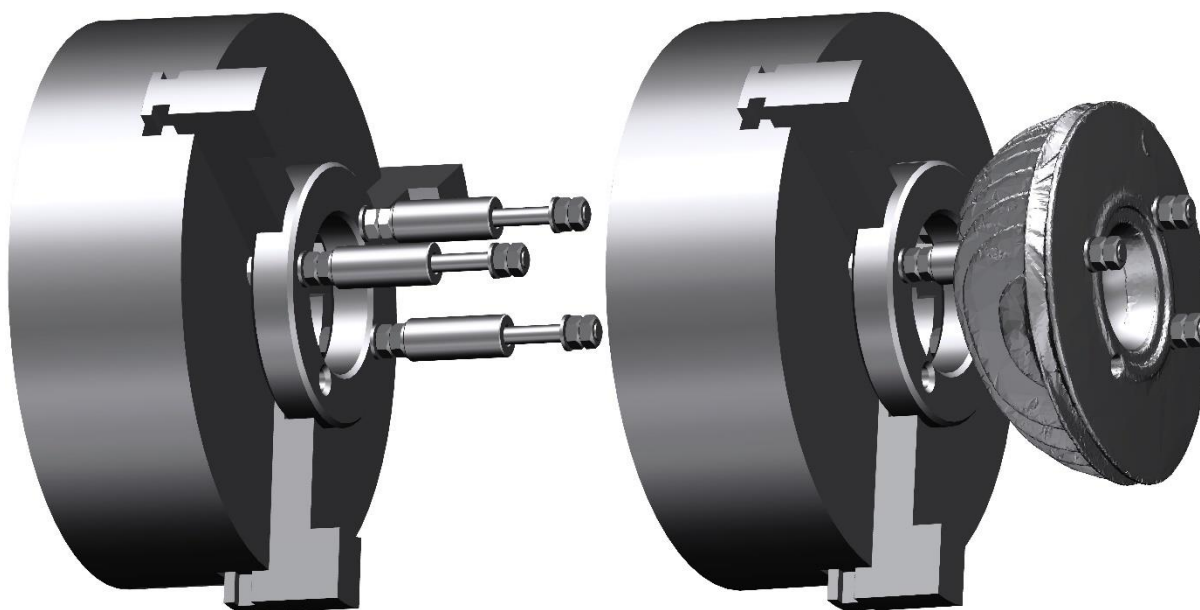
Seznam příloh

PŘÍLOHA č. 1: NX modely variant přípravků.....	i
PŘÍLOHA č. 2: Simulace upínacích sil na segment límce válce.....	vi

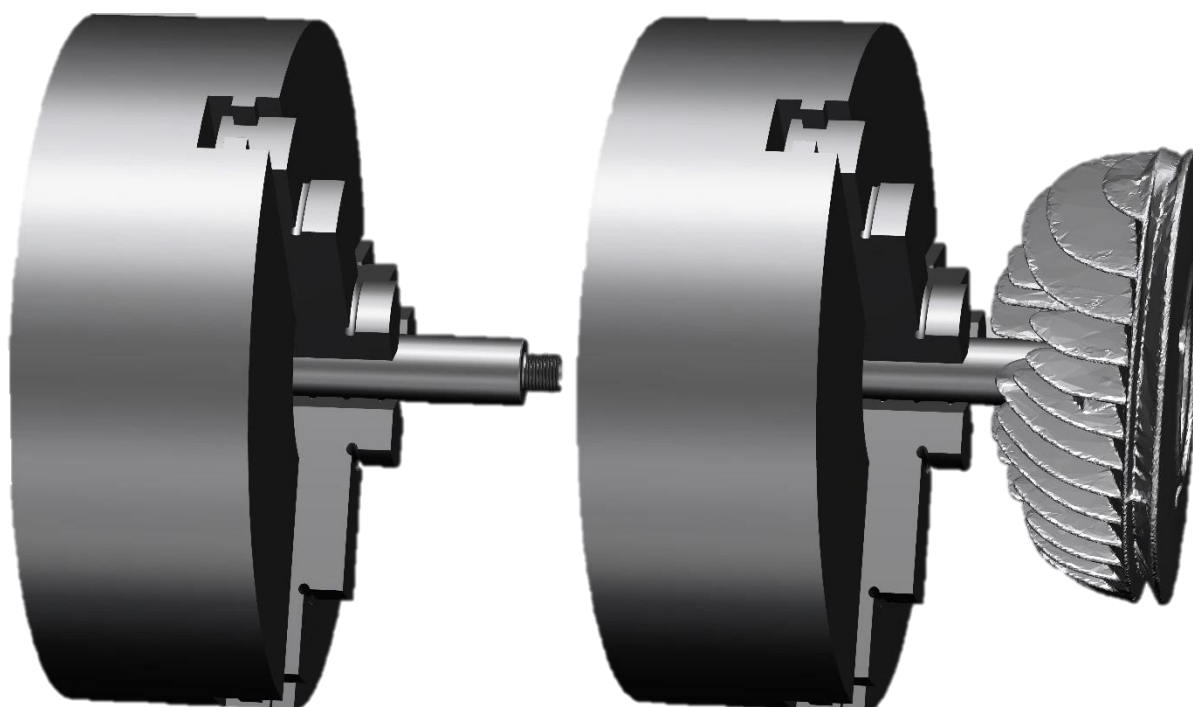
PŘÍLOHA č. 1

NX modely variant přípravků

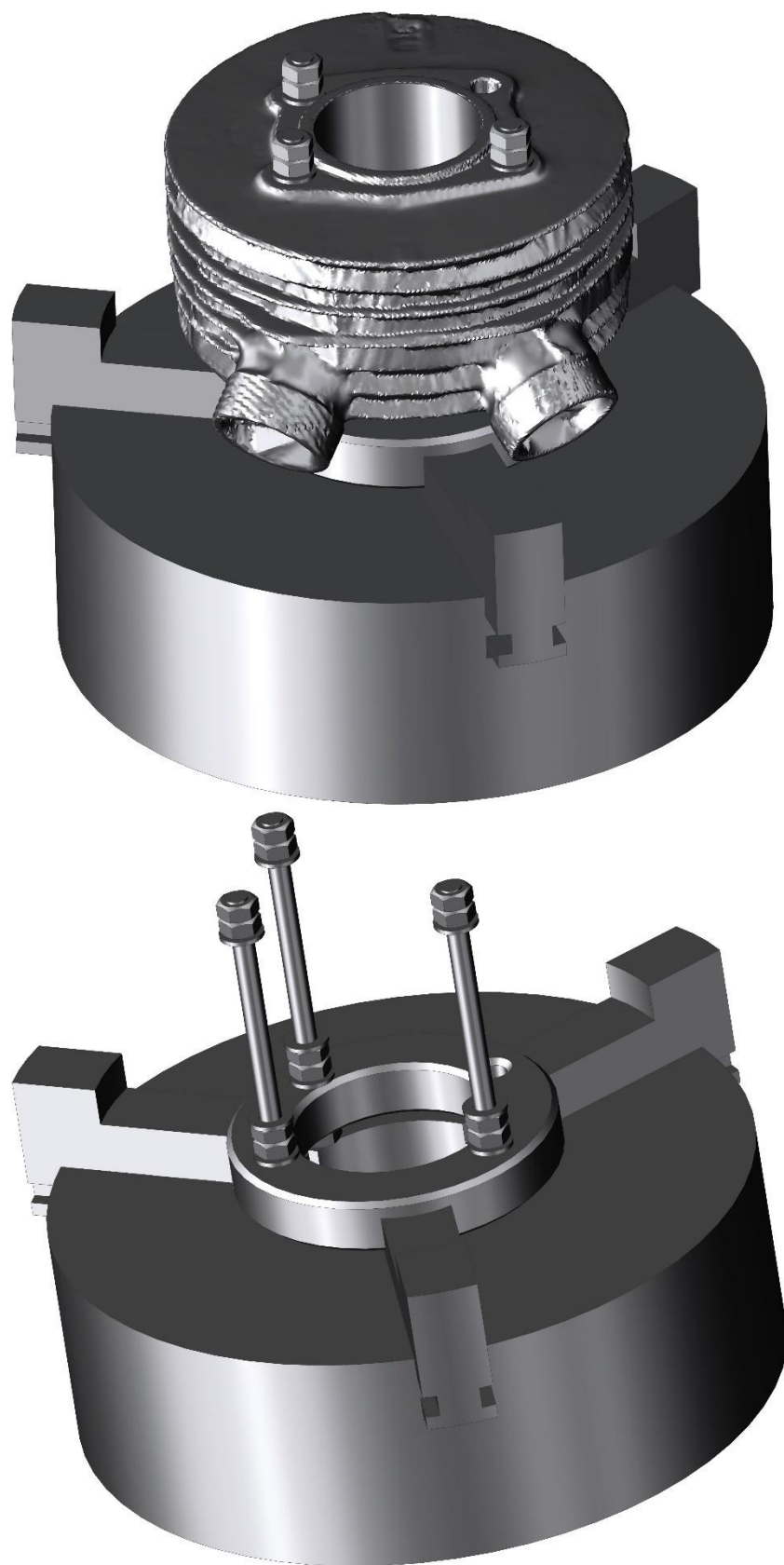
Varianta 1



Obr. 33 Varianta 1 první upnutí hlavy válce

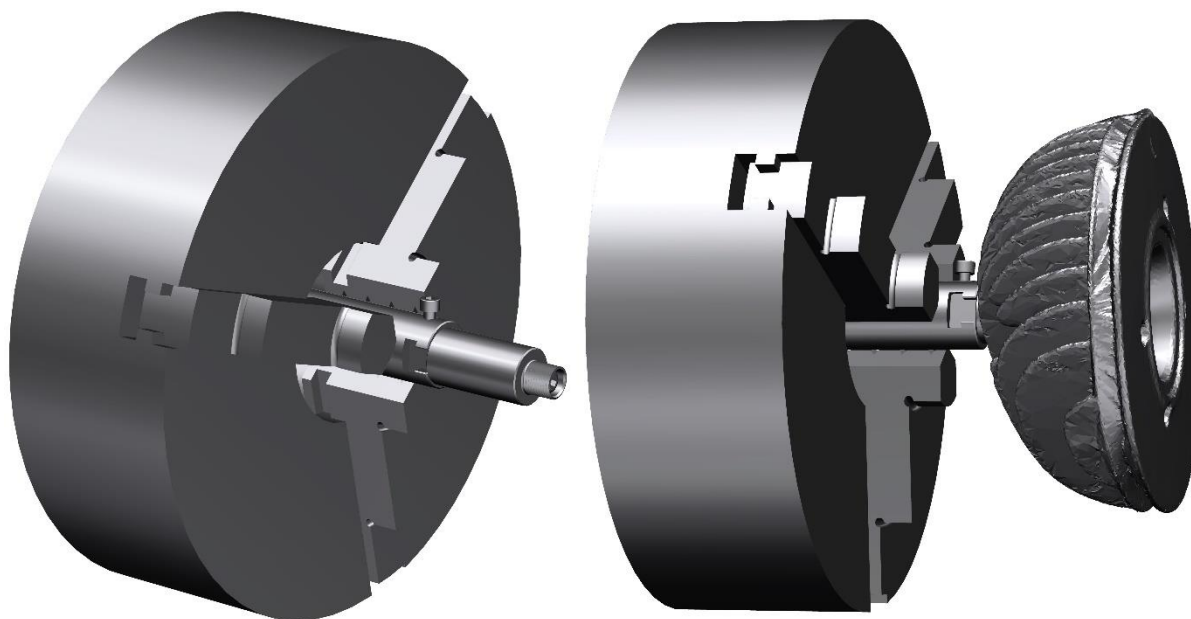


Obr. 34 Varianta 1 druhé upnutí hlavy válce

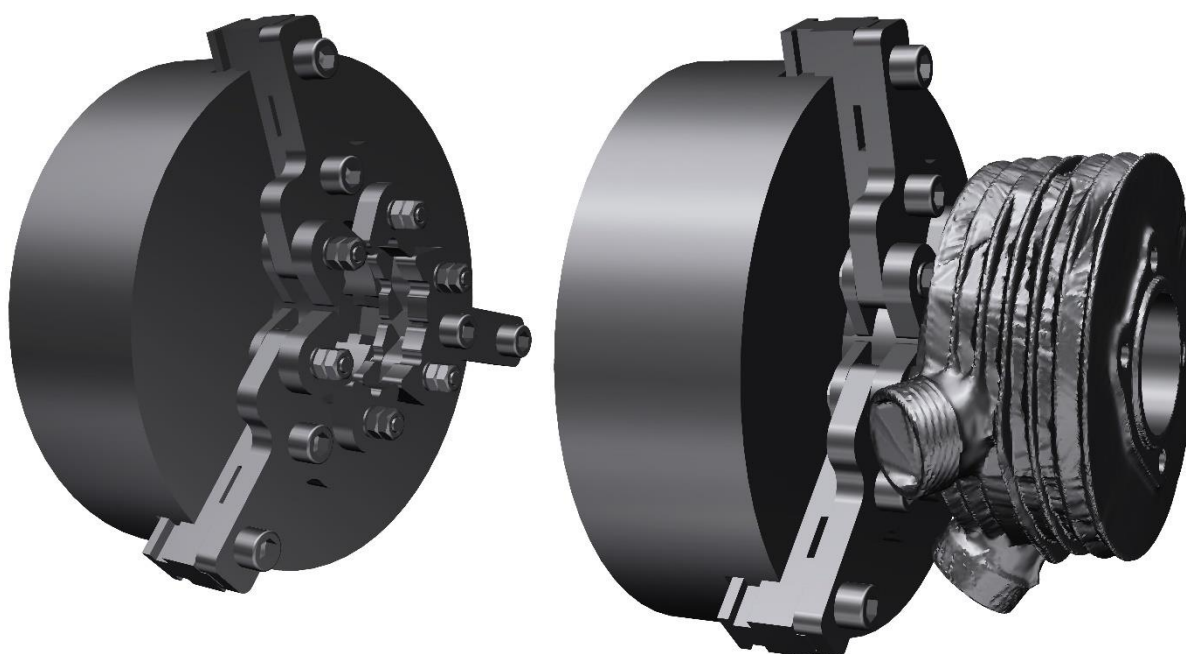


Obr. 35 Varianta 1 první upnutí válce

Varianta 2

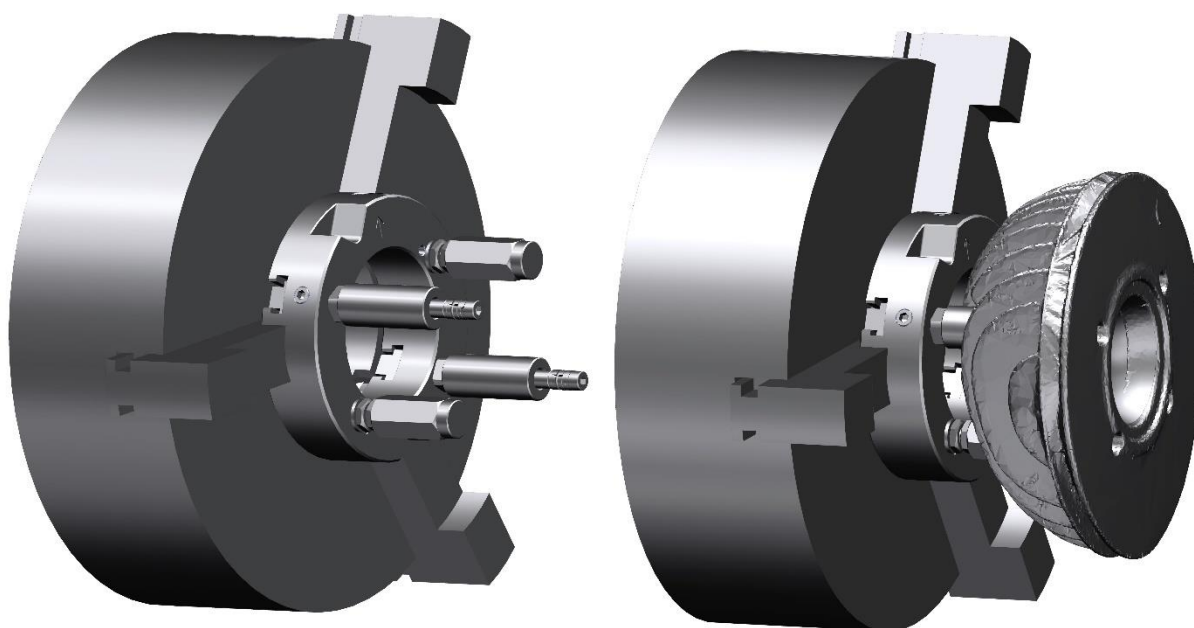


Obr. 36 Varianta 2 první upnutí hlavy válce

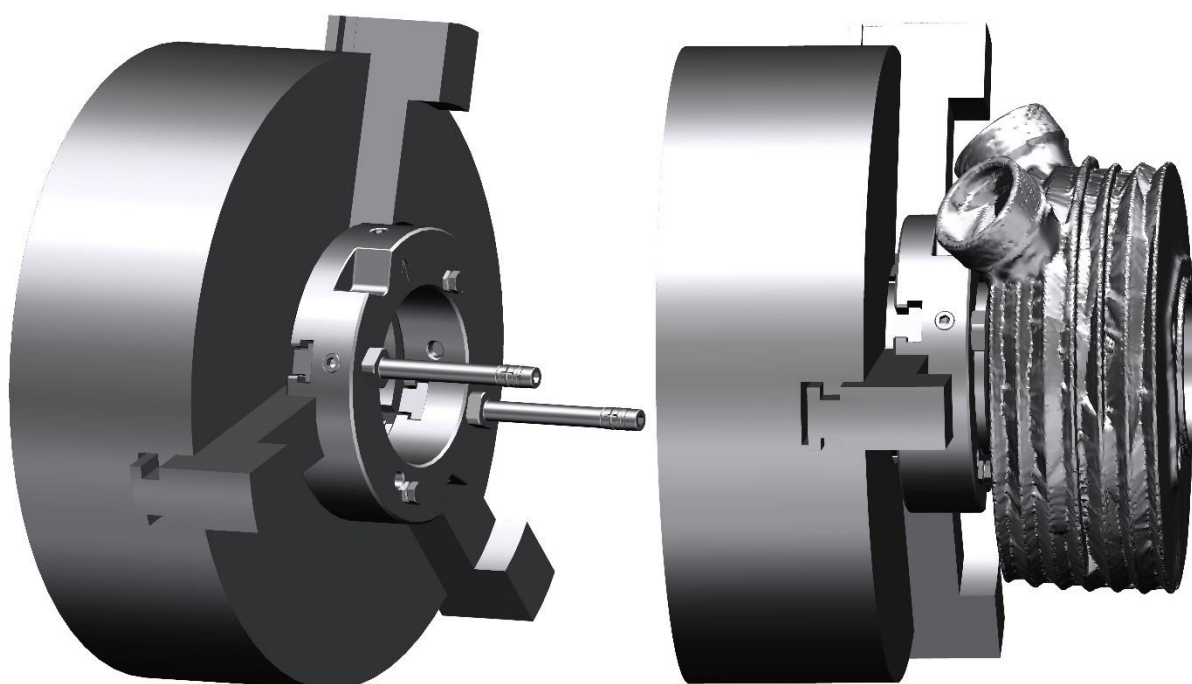


Obr. 37 Varianta 2 první upnutí válce

Varianta 3



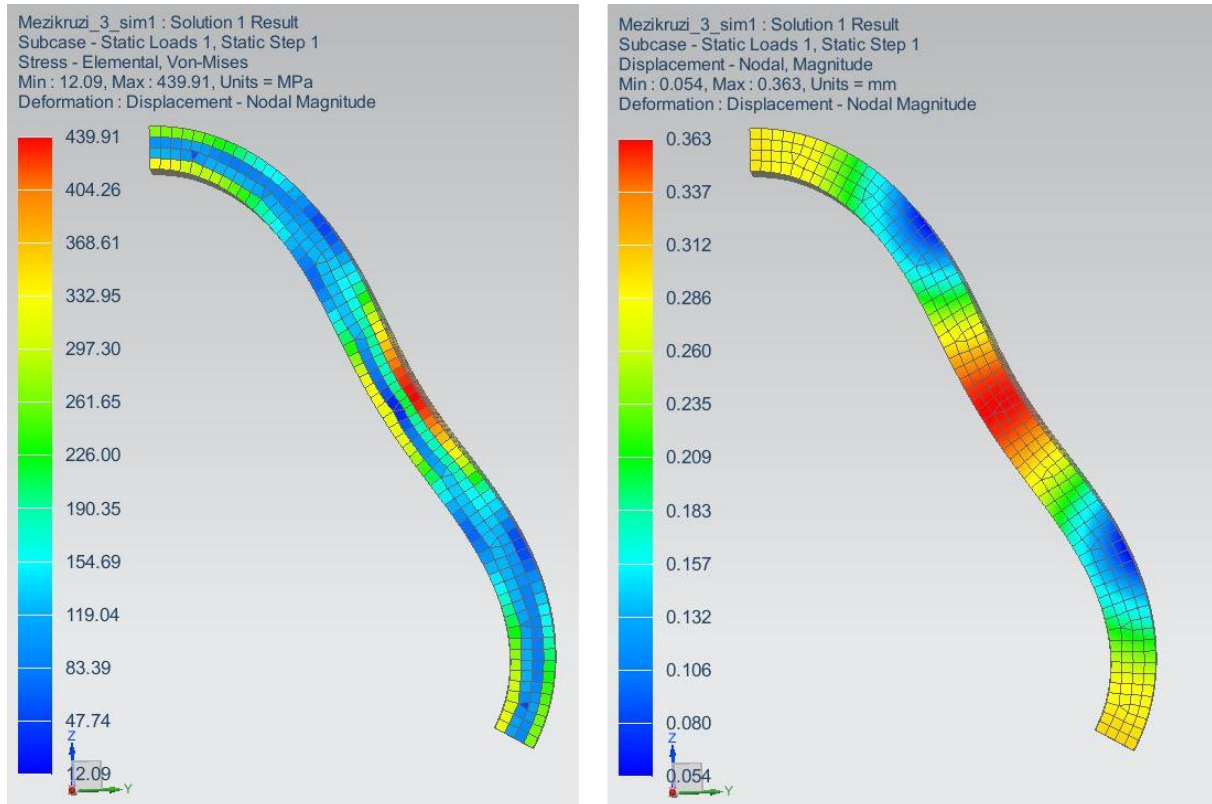
Obr. 38 Varianta 3 první upnutí hlavy válce



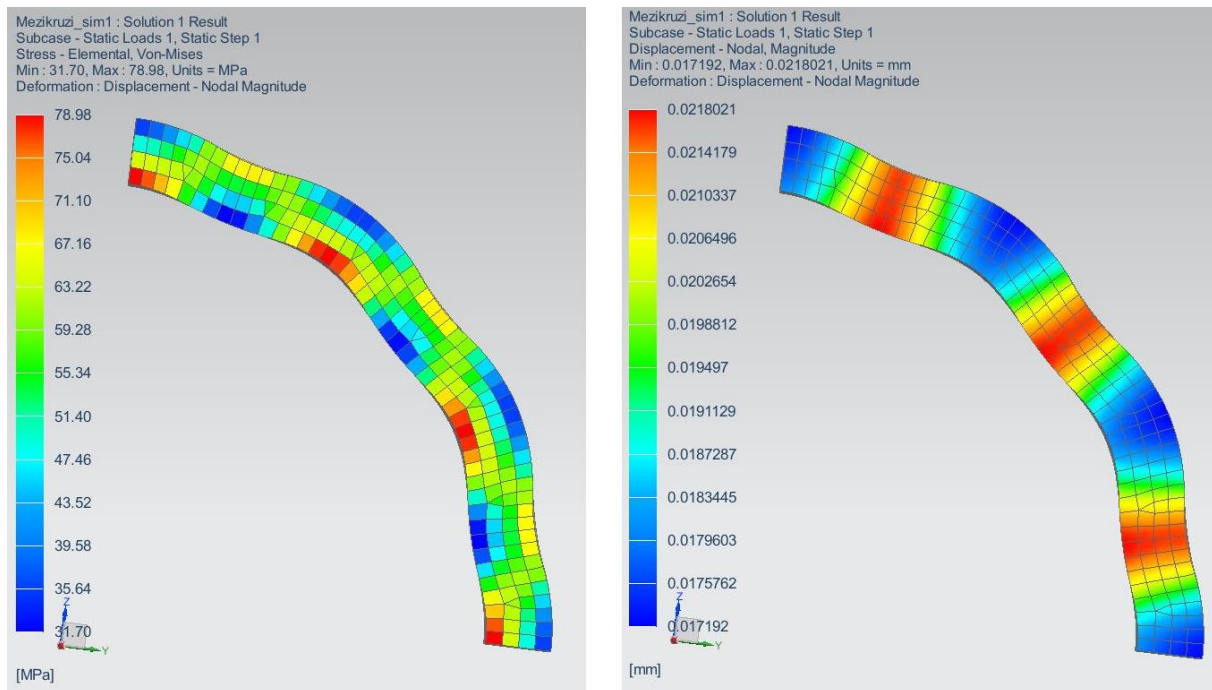
Obr. 39 Varianta 3 první upnutí válce

PŘÍLOHA č. 2

Simulace upínacích sil na segment límce válce



Obr. 40 Napětí na povrchu segmentu límce válce (vlevo) a jeho deformace (vpravo) v tříčelist'ovém sklíčidle



Obr. 41 Napětí na povrchu segmentu límce válce (vlevo) a jeho deformace (vpravo) v upravených čelistech varianty 2