

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta
Katedra jakosti a spolehlivosti strojů



Konstrukce a renovace historického motocyklu
Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.
Autor: Ondřej Lukeš

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ondřej Lukeš

Inženýrství údržby

Název práce

Konstrukce a renovace historického motocyklu

Název anglicky

Construction and renovation of a historic motorcycle

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je stručný popis renovačních metod a jejich praktické využití při renovaci spalovacího motoru historického motocyklu a popis konstrukce rámu a dílčích příslušenství.

Metodika

1. Úvod
2. Rozbor současného stavu (analýza renovačních metod, popis současného stavu motocyklu)
3. Cíl práce
4. Metodika práce
5. Výsledky (renovace motoru, konstrukce rámu, dílčí příslušenství, testování motocyklu)
6. Závěr

Doporučený rozsah práce

30-40

Klíčová slova

renovace, motocykl, konstrukce, motor

Doporučené zdroje informací

ČERNOVOL, M I. – HAVLÍČEK, J. – POŠTA, J. *Renovace strojních součástí*. Praha: SVÚM, 1998. ISBN 80-902015-6-3.

Předpisy, normy a periodika.

RAPELLI, A. – BEZZI, O. *Motocykly : 40 legendárních modelů*. [Praha]: Slovart, 2013. ISBN 978-80-7391-718-0.

VOKÁLEK, J. – WILSON, H. *Údržba a opravy motocyklů a skútrů*. České Budějovice: KOPP, 1998. ISBN 80-7232-022-.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Elektronicky schváleno dne 13. 11. 2017

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2018

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Konstrukce a renovace historického motocyklu vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne 27.3.2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Martinovi Pexovi, Ph.D., vedoucímu mojí bakalářské práce, za jeho odborné rady, vstřícnost, pomoc a čas, který mi věnoval při zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat rodině, a především tak svému otci za předávání jeho zkušeností z letité praxe s tímto tématem a za fyzickou podporu při demontážních a montážních operacích. Děkuji také přítelkyni za její trpělivost se mnou během vypracovávání této práce a její velkou podporu.

Konstrukce a renovace historického motocyklu

Abstrakt

Bakalářská práce je v první části zaměřena na stručný popis renovačních metod poškozených strojních součástí, které mohou být předpokladem při renovaci spalovacího motoru historického motocyklu americké značky Indian Scout 600 cm³ z roku 1926. Druhá část bakalářské práce se věnuje již samotnému motocyklu. Tato praktická část je zaměřena na renovaci součástí spalovacího motoru zmíněného motocyklu spolu se stavbou repliky tohoto motocyklu v dobové úpravě. V této části je popsána demontáž spalovacího motoru a renovace jednotlivých dílů spolu s popisem konstrukce nosného rámu a vybraných dílčích příslušenství. Práce je zakončena finální kompletačí motocyklu a jeho samotným testováním. Přílohy pak obsahují detailní fotodokumentaci demontáže motoru, konstrukce rámu, vybraného dílčího příslušenství a celkového výsledku.

Klíčová slova: renovace, konstrukce, motocykl, motor

Construction and renovation of a historic motorcycle

Summary

First part of this bachelor thesis is focused on a brief description of renovation methods of damaged machine parts, which may be a prerequisite for the renovation of the historic motorcycle engine of the American brand Indian Scout 600 cm³ from 1926. The second part of the thesis is dedicated to the motorcycle itself. This practical part is focused on the renovation of the components of the engine of the mentioned motorcycle together with the construction of its replica. This section describes the disassembly of the internal combustion engine and the renovation of the individual parts together with the description of the structure of the supporting frame and selected partial accessories. The last part of the thesis is about the final assembly of the motorcycle and its testing. Attachments contain detailed photographic documentation of engine dismantling, frame construction, selected partial accessories and overall result.

Keywords: construction, engine, renovation, motorcycle

1. Úvod	1
2. Současný stav renovačních metod a jejich analýza	2
2.1 Renovace opotřeбенých součástí opracováním na opravné rozměry.....	2
2.2 Renovace opotřeбенých součástí na původní rozměry	4
2.3 Renovace navařováním	4
2.3.1 Navařování plamenem	5
2.3.2 Navařování elektrickým obloukem.....	5
2.3.3 Navařování ruční obalenou elektrodou 111	6
2.3.4 Navařování v ochranných atmosférách 131, 135, 138.....	6
2.3.5 Návary automatem pod tavidlem 121	7
2.3.6 Navařování plazmou 15	7
2.3.7 Navařování laserem.....	8
2.4 Renovace termickým žárovým nástřikem	9
2.4.1 Vysokorychlostní nástřik plamenem – HVOF	9
2.4.2 Nástřik elektrickým obloukem – EAW	10
2.4.3 Nástřik plazmou – PA.....	11
2.4.4 Nástřik plamenem s práškem nebo drátem – OFP, OFW.....	12
2.5 Renovace součástí s trhlinami a lomy	13
2.6 Svařování.....	13
2.6.1 Svařování litinových součástí	14
2.6.2 Svařování lehkých slitin	15
2.6.3 Svařování plamenem	16
2.6.4 Svařování elektrickým obloukem.....	17
2.7 Renovace vnějších závitů	21
2.8 Renovace vnitřních závitů.....	21
2.9 Popis současného stavu motocyklu	23
2.9.1 Historie značky Indian.....	24
2.9.2 Dobová úprava Jízda smrti	26
3. Cíl bakalářské práce	27
4. Metodika.....	28
5. Výsledky	29
5.1 Výsledky – demontáž motoru a renovace jeho součástí	29
5.1.1 Hlavy motoru	31
5.1.2 Válce motoru a ventilové ústrojí.....	32
5.1.3 Pístní sady	33
5.1.4 Kliková hřídel a ojnice.....	33

5.1.5	Rozvodová kola a ložiska	34
5.1.6	Kartery motoru	35
5.1.7	Primární převod.....	36
5.2	Výsledky – konstrukce rámu.....	37
5.3	Výsledky – konstrukce dílčího příslušenství.....	39
5.3.1	Palivová nádrž.....	39
5.3.2	Plech sedla řidiče	41
5.4	Výsledky – sestavení motocyklu, seřízení a testování	41
6.	Závěr	44
	Seznam použité literatury.....	46
	Seznam obrázků	50
	Seznam tabulek	51
	Seznam příloh	51
	Samostatné přílohy.....	52

Seznam použitých zkratek a symbolů

15	metoda navařování plazmou
111	metoda navařování ruční obalenou elektrodou
121	metoda navařování automatem pod tavidlem drátovou elektrodou
122	metoda navařování automatem pod tavidlem páskovou elektrodou
131	metoda navařování tavící se elektrodou v ochranné atmosféře inertního plynu (MIG)
135 ..	metoda navařování tavící se elektrodou v ochranné atmosféře aktivního plynu (MAG)
138	metoda navařování tavící se plněnou elektrodou (MOG)
141	svařování netavící se wolframovou elektrodou v ochranné atmosféře inertního plynu (TIG)
OFW.....	nástřík plamenem s drátem (oxyfuel wire spray)
OFP	nástřík plamenem s práškem (oxyfuel powder spray)
EAW	nástřík elektrickým obloukem (electric arc wire spray)
PA	nástřík plazmou (plasma arc spray)
HVOF.....	vysokorychlostní nástřík (high velocity oxyfuel powder spray)
d_1	hledaný opravný rozměr [mm]
d	původní rozměr [mm]
d_2	rozměr v nejvíce opotřeбенém místě..... [mm]
h_{max}	maximální opotřeбенí [mm]
h_{min}	minimální opotřeбенí..... [mm]
f	přídavek na opracování [mm]

1. Úvod

U každého stroje dochází v důsledku jeho dlouhodobého provozu ke zhoršení technických vlastností. Je potřeba brát na zřetel, že ani při současném stavu moderní techniky tomu nelze zabránit. V oblasti provozu strojů má pozitivní vliv na poruchovost dobrý technický stav stroje. Udržováním dobrého technického stavu stroje lze ovlivnit jeho životnost, hospodárnost a energetickou náročnost. Důkladná a technicky správně prováděná údržba daného stroje nebo zařízení je v uvedeném smyslu potřebná a užitečná. Ovšem i ta nejpečlivěji prováděná údržba a obezřetné zacházení mohou vznik poruch pouze oddálit a snížit tak jejich počet. Z tohoto hlediska je pouhou otázkou času, kdy u daného stroje nebo zařízení dojde k poruše. Spolu s údržbou je spjata i renovace poškozených strojních součástí. Renovace poškozených strojních součástí má značný vliv na úsporu materiálu, energii a také šetří finanční prostředky a čas.

Bakalářská práce se zabývá problematikou renovačních metod strojních součástí, jejichž stupeň opotřebení dovoluje ještě provést renovaci s ohledem na to, aby byla zachována jejich původní kvalita a zrenovované součásti byly způsobilé nadále vykonávat svou funkci. Cílem práce je analyzovat a stručně popsat vybrané způsoby renovace strojních součástí, které mohou být předpokládány při renovaci spalovacího motoru historického motocyklu Indian a popsat konstrukci rámu spolu s vybraným dílčím příslušenstvím.

V praktické části této studie byl k renovaci vybrán zážehový spalovací motor od amerického výrobce Indian Scout o obsahu 600 cm^3 z roku 1926. Tato část práce bude věnována samotné renovaci a opravám jednotlivých součástí motoru. Generální opravě motoru v havarijním stavu předcházela jeho demontáž. Navržená a následně realizovaná renovace spalovacího motoru byla uzpůsobena tomu, aby byla zaručena vysoká kvalita celkové opravy a nehrozilo další poškození s ohledem na finanční možnosti.

Zmíněný zážehový spalovací motor je dvouválcové konstrukce s rozvodem typu SV. Jedná se o čtyřventilový agregát, jenž má původ v modelu motocyklu Indian Scout 600 cm^3 vyráběného již od roku 1920. Výroba této nejúspěšnější modelové řady pokračovala až do roku 1927. V tomto roce byl tento model modifikován motorem o objemu 750 cm^3 a jednalo se o policejní verzi označovanou Scout 101 vybavenou robustnějším rámem a bržděným předním kolem.

K popisu konstrukce repliky zmíněného stroje v dobové úpravě byl pro tuto práci vybrán nosný rám, do kterého bude později instalován zrenovovaný agregát. Ze skupiny dílčího příslušenství je to palivová nádrž a sedlo řidiče. Veškeré komponenty dílčího příslušenství včetně nosného rámu byly vyrobeny podle originální předlohy motocyklu Indian. Celá tato část bude zakončena finálním zkompletováním motocyklu a jeho testovací zkušební jízdou.

2. Současný stav renovačních metod a jejich analýza

Pojem renovace je v dnešní době zmiňován poměrně často. Ve většině případech je jeho význam chápán jako obnova či vylepšení daného objektu, např. domu, bytu nebo koupelny. Pro označení opravy poškozených strojních součástí se ve strojnické praxi běžně používá právě termín renovace. Ten se od opravy strojní skupiny odlišuje tím, že ve svém technologickém postupu nejsou zahrnuty demontážní, montážní a seřizovací operace. [2]

Renovace součásti je souhrnem činností, které mají za cíl obnovit provozuschopný nebo bezvadný stav součásti a její technický život. [1]

Renovační metody lze podle různých hledisek rozdělit do několika skupin. Podle druhu poškození, které jsou během renovace odstraňovány, to mohou být:

- renovace opotřebovaných součástí opracováním na opravné rozměry,
- renovace opotřebovaných součástí na původní rozměry,
- renovace opotřebovaných součástí navařováním,
- renovace termickým žárovým nástřikem,
- renovace součástí s trhlinami a lomy,
- svařování
- renovace vnitřních – vnějších závitů. [2]

V současné době existuje mnoho způsobů renovace strojních součástí. Každá renovační metoda má svůj postup, který se skládá z několika operací, kde o jedné lze hovořit jako o hlavní. V další části této kapitoly bude kladen důraz jen na tyto hlavní operace. [2]

2.1 Renovace opotřebovaných součástí opracováním na opravné rozměry

Princip této renovační metody je založený na tom, že poškozená funkční plocha vybrané součásti se opracuje tak, že je obnoven její geometrický tvar, drsnost povrchu, poloha vůči ose součásti a ostatním funkčním plochám apod. A to i za účelem změny rozměru na tzv. rozměr opravný. Aby byla zachována potřebná vůle v uložení mezi renovovanou součástí, která je ve spojení se součástí sdruženou, musí být upraveny i rozměry sdružené součásti. To je možné provést případnou výměnou sdružené součásti, která je vyrobená s již příslušným rozměrem, nebo je potřebného rozměru možné docílit její jinou úpravou jako je např. navaření, pokovení, pokrytí vrstvou plastu a další. Z tohoto důvodu, pokud se rozhoduje o zrealizování této renovace, lze postupovat tak, že nejprve se opracuje na opravný rozměr součást, která je významnější, svým tvarem náročnější na výrobu, hmotnější a dražší. Sdružená součást se vyrobí nová tehdy, je-li svým provedením jednodušší a levnější na výrobu. Pokud i sdružená součást je finančně náročná a komplikovaná na výrobu, musí se přizpůsobit opravným rozměrům. Rozhoduje-li se o použití konkrétního postupu, je zde potřeba zohlednit nejen technické, ale i ekonomické hledisko. [1]

Výhodou této renovační metody je její jednoduchost oproti výrobě téže nové součásti. Při renovaci takové součásti se provádí zpravidla její očištění, důkladná kontrola a vlastní opravení. Pokud chceme součást vyrobit novou, je s tím spojena řada dalších operací.

Nevýhodou je především to, že se zhoršuje zaměnitelnost součástí, která způsobuje následné potíže při budoucích opravách. To vede ke zvýšení požadavků na distribuci a skladování většího množství sortimentu součástí s opravnými rozměry. [1]

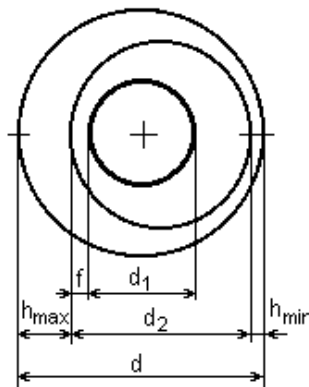
Při renovaci součásti metodou opravením na její opravné rozměry se postupuje takto:

- Nejprve se zkontroluje možný výskyt povrchových trhlin na součásti nebo jiné poškození, které vylučuje možnost renovace. Součásti, které neprojdou touto kontrolou se vyřadí.
- Součásti, které jsou použitelné se proměří a určí se jejich opravný rozměr
- Pokud je k dispozici sdružená součást s normalizovaným rozměrem, zvolí se co nejbližší použitelný normalizovaný opravný rozměr

Určení opravného rozměru:

- Nalezne se místo, kde je zřejmé největší opotřebení součásti a v tomto místě se změří házivost součásti
- Podle zvoleného způsobu opravení se zvolí přírůstek na opravení
- Nejbližší možný opravný rozměr pro místo největšího házení i pro místo největšího opotřebení se určí dle schématu (viz obr. 1)
- Po vypočítání opravných rozměrů se zvolí menší, pokud jde o opravení vnějších povrchů nebo větší, pokud se jedná o opravení vnitřních povrchů. Tímto způsobem vyhledaný rozměr je nejbližší možný, na který se renovovaná součást může opravenat.
- Jedná-li se o součást, u které máme k dispozici sdruženou součást s normalizovaným opravným rozměrem, určí se nejbližší možný normalizovaný rozměr této součásti.

[2]



Obrázek 1, Schéma pro určení opravného rozměru [1]

Platí:

$$d_1 = d - 2 \cdot h_{max} - 2f \quad (1)$$

$$d = d_2 + h_{max} + h_{min} \quad (2)$$

$$\Delta h = h_{max} - h_{min} \quad (3)$$

Uvedené vztahy lze upravit a vyjádřit:

$$\text{pro čep} \quad d_1 = d_2 - \Delta h - 2 \cdot f \quad (3)$$

$$\text{pro díru} \quad d_1 = d_2 + \Delta h + 2 \cdot f \quad (4)$$

2.2 Renovace opotřebených součástí na původní rozměry

Při výrobě, ale i při samotné renovaci strojních součástí, lze použít velké množství technologií, které vytvářejí nebo upravují povrchové vrstvy základního materiálu. Pokud se jedná o renovaci, veškeré renovační technologie mají jedno společné – doplňují či jinak přidávají materiál na funkčních plochách, které jsou opotřebené. Po vytvoření vrstvy je možno obnovit potřebný geometrický tvar, a především původní rozměry součástí. Přínosem této renovační metody je hlavně to, že nenarušuje princip zaměnitelnosti součástí, jelikož mají původní nebo i lepší vlastnosti. Nevýhodou může být v některých případech složitější technologický postup renovace. Tato renovační metoda se používá zejména u hřídelí, čepů, přídavných nástrojů zemních strojů, kolejnic apod. [2]

2.3 Renovace navařováním

Často používanou metodou při renovaci opotřebených součástí na původní rozměry je navařování. Úkolem této renovační metody je nanesení vrstvy kovu na místa opotřebených ploch součástí. To má za následek obnovení rozměrů a v některých případech i výrazné zlepšení vlastností povrchu. [2]

Důležitou podmínkou této renovační metody je správná analýza druhu opotřebení, vliv prostředí a pracovní podmínky. Na základě těchto podmínek lze zvolit odpovídající technologii navařování a výběr vhodného přídavného materiálu. [3]

Navařovací materiály je možné nanášet takřka jakýmkoliv svařovacím procesem. K tomu, aby byl vybrán vyhovující navařovací materiál pro určité použití, jsou potřeba následující informace:

- jaký je typ opotřebení,
- jaký je základní materiál,
- jakému svařovacímu procesu se dává přednost,
- jaký druh povrchu se vyžaduje. [4]

Postup renovace navařování:

- zjištění míry a rozsahu vady,

- princip vzniku opotřebení,
- parametry renovace,
- určení druhu materiálu,
- zpracování technologického postupu,
- vlastní provedení. [5]

2.3.1 Navařování plamenem

Tento způsob (viz obr. 2) je téměř shodný se svařováním. Je používán převážně na specifické aplikace. Plamen je seřizován jako redukční s přebytkem acetylénu 7,5 %. Kromě správného poměru směsi plynu je potřeba správně seřídít intenzitu plamene, který by měl v případě měkkého plamene dosahovat výstupní rychlosti 90 m/s. [5]; [6]

Správným nastavením plamene se zajistí vznik hladkého povrchu bez nerovností. Charakteristickým rysem navařování plamenem je předehřev povrchu na teplotu cca 1200 °C, protože takto vysoká teplota předehřevu brání praskání návaru. Při navařování dochází k minimálnímu promísení se základním materiálem a povrch se nataví do 0,2 mm. Jelikož je tepelné zatížení plošné, je napětí v návaru poměrně nízké. Po navařování plamenem se doporučuje provedení celkového mírného ohřevu, který slouží k vyrovnání napětí. Nejčastějšími slitinami při návaru plamenem jsou Fe, Ni a Co. Další alternativou mohou být trubičky plněné WC-Co, Hastelloy, Nimonic a Stellite. [7]; [8]



Obrázek 2, Navařování plamenem [31]

2.3.2 Navařování elektrickým obloukem

Rychlost navařování elektrickým obloukem je mnohem vyšší než u plamene. Vzhledem k bodovému tepelnému zatížení je pravděpodobný vznik trhlin, což je jeden z důvodů předehřevu. Výhodou předehřevu je především to, že snižuje ochlazovací rychlost, vnitřní pnutí a tvrdost v teplem ovlivněné oblasti. Při navařování elektrickým obloukem má první vrstva zředění cca 50 %, což má za následek pokles tvrdosti. Následná vysoká rychlost ochlazení způsobí zakalení. [7]; [9]

Návary se ve většině případů, pokud je to možné, dělají vždy vícevrstvé. Tím se zajistí rovnoměrné rozložení navařené vrstvy. Používané elektrody musí být dokonale vysušené a její obal nesmí být oloupaný. Pokud jsou navlhle nebo je jejich obal poškozený, mají návary pórovitou strukturu a nemají rovnoměrné složení. [1]

2.3.3 Navařování ruční obalenou elektrodou 111

Při tomto způsobu navařování se používají elektrody se speciálním rutilovým nebo bazickým obalem. Bazický obal je užitečný pro snížení obsahu síry, fosforu a obsahu kyslíku. Pomocí obalu elektrody se taktéž provádí legování, a to díky legujícím prvkům, které obsahuje obal elektrody. Jelikož jsou tyto návarové kovy velice tekuté, je nutné navařovat ve vodorovné poloze shora. Pokud je na plochu renovované součásti potřeba nanést velkou tloušťku návaru, je možno použít mezivrstvy z nízkouhlíkové nebo austenitické oceli, které zajistí mezi základním materiálem a návarem lepší vazby. [10]; [11].

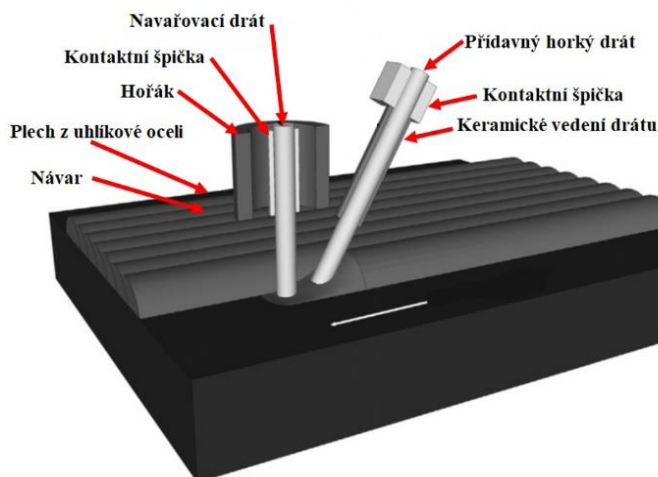
2.3.4 Navařování v ochranných atmosférách 131, 135, 138

V tomto případě se používá hlavně plněných drátů (metoda 138), které mohou mít různou podobu (viz obr 3). Navařování touto metodou je relativně jednoduché. Náplň se skládá z legujících prvků, různých karbidů a může obsahovat struskotvorné přísady. Tato technologie navařování (viz obr. 4) je vhodná především pro extrémně namáhaná místa a umožňuje svařovat v ochranné atmosféře i mimo ni. Jako ochranná atmosféra se v tomto případě používá např. směs argonu s oxidem uhličitým nebo argon s dusíkem. Pokud je použita technologie bez ochranné atmosféry, je atmosféra vytvářena při tavení plniva, které je v trubičkovém drátě. [8]; [12]



Obrázek 3, Typy plněných elektrod [8]

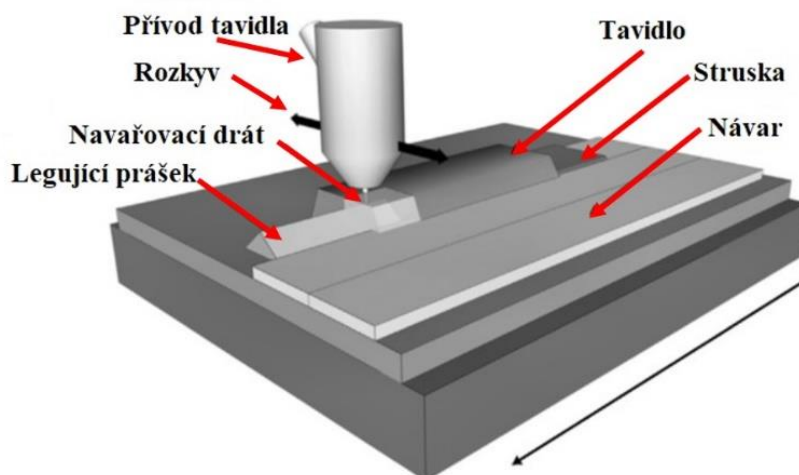
Je možné také použít technologie navařování netavící se elektrodou v ochranné atmosféře inertního plynu, tj. metoda 141, a využít škálu různých režimů navařování. Pro docílení rovnoměrnější struktury návaru se hodí např. pulzní navařování. [8]; [13]



Obrázek 4, Schéma navařování tavící se elektrodou v ochranné atmosféře [8]

2.3.5 Návary automatem pod tavidlem 121

U této technologie navařování (viz obr. 5) se používají různé druhy plných drátů, pásků, plněných drátů apod. Návary provedené touto technologií jsou korozivzdorné. Legování se provede pomocí tavidla, které dále chrání tavnou lázeň před okolní atmosférou. Případnou komplikací zde může být míra promísení se základním materiálem, která je u této technologie 15–30 %. [14]; [15].

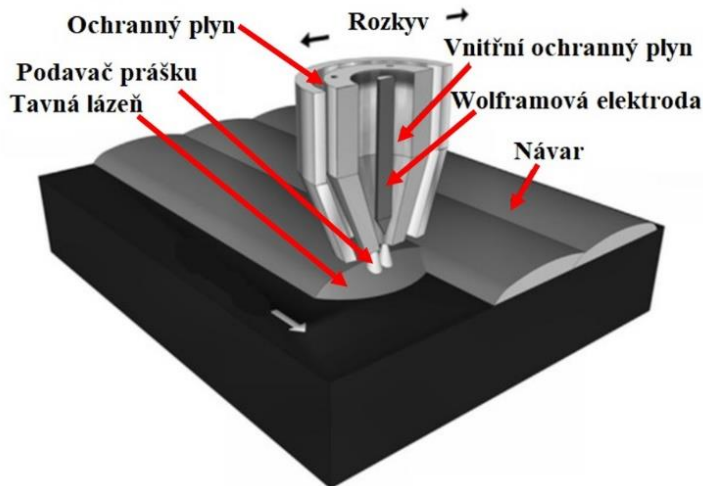


Obrázek 5, Navařování automatem pod tavidlem [8]

2.3.6 Navařování plazmou 15

Navařování plazmou (viz obr. 6) je dalším svařovacím procesem používaným k nanášení ochranných vrstev neboli povlaků na povrch opotřeбенé součásti. Tento způsob navařování se vyznačuje především nízkým promísením, jeho hodnota je do 10 % s výtěžností prášku až 95 %. Návary jsou relativně bez vad, s vysokou čistotou, nízkou drsností a vyznačují se absencí pórů a bublin. Je zde využit elektrický oblouk, který je stabilizovaný pomocí ionizovaného plazmového plynu. Díky tomu dochází ke vzniku koncentrovaného plazmového paprsku. Rychlost ohřevu materiálu je vlivem tepelné intenzity paprsku, která dociluje hodnot až 15 kW, velice vysoká. Naopak teplo které je vnesené do základního materiálu s deformacemi a s oblastí ovlivněnou teplem, je nízké. Správných požadovaných vlastností lze dosahovat při návaru, jehož tloušťka je vyšší než 1 mm. [8]; [13]

Návary vzniklé touto technologií se dále vyznačují malými přídávky na opracování a možností využití automatizace a tím následné zvýšení efektivity tohoto navařování. Přídavné materiály se zde používají ve formě prášku, tyčinek, trubiček a další. Výše uvedený elektrický oblouk o vysoké stabilitě lze dále použít i pro navařování tzv. mikro-plazmou na úrovni 0,05 A. V tomto případě je energie oblouku soustředěna na velice malý rozsah oblasti povrchu materiálu. [8]; [15]; [16]



Obrázek 6, Navařování plazmou [8]

2.3.7 Navařování laserem

Laser neboli zesílení světla stimulovanou emisí záření vychází z anglického názvu Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, který představuje samotnou podstatu principu činnosti. Zmíněné zesílení má charakter řetězové reakce a samotný proces je nadále zvyšován průchody rezonátorem aktivního prostředí laseru. Prostor laseru je uzavřeno dvojicí zrcadel, jejichž vzdálenost se rovná násobku vlnové délky emitovaného záření. Díky 100 % odrazivosti zrcadla se vrací všechny fotony do aktivního prostředí. Zrcadla s propustností 80 až 90 % propustí po dosažení kritického množství fotonů část záření, které má formu velmi krátkého vysokoenergetického pulsu. U současných pevnolátkových laserů se opakovací frekvence pohybuje mezi hodnotou 1 až 500 Hz. Hodnota celkové energie je v rozpětí od 0,1 do 200 J. Vlnová délka těchto laserů je kolem 700 až 1200 nm. Z laseru vychází záření, které je vedeno do technologické hlavy a není fokusováno. Teprve až v technologické hlavě je provedena fokusace až na povrch daného materiálu, na který je navařováno. Výhodou těchto pevnolátkových laserů je možnost do určité míry vést fokusovaný svazek pomocí světlovodných kabelů. U výkonového plynového CO₂ Laseru je aktivní prostředí vytvořeno směsí plynů He + N₂ + CO₂, jejichž poměr může být různý, ale tím nejběžnějším je 82 : 13,5 : 4,5. Tyto lasery mohou pracovat ve dvou režimech, a to v kontinuálním nebo pulsním. Jejich výkon je od 0,5 kW do 20 kW, ovšem maximální hodnoty mohou dosahovat až 200 kW. Účinnost u těchto laserů je vyšší než u pevnolátkových a dosahuje až 30 %. [3]

Při svařování laserem se vytváří kapilára, která je vyplněná parami kovu s vysokým tlakem. Vzniklé páry kovu jsou vlivem vysoké teploty ionizovány a laserem indukovaná plazma je vysokou rychlostí tryskána z místa svaru. Nežádoucím pronikáním fotonů do svarové spáry zabráňuje plazma, která pohlcuje veškerou část svazku záření a snižuje především hloubku průniku fotonů. Plazma se obvykle vychyluje ofukováním ochranným plynem Ar, Ar + CO₂, N₂, ovšem nejlepších výsledků se dosahuje při použití plynu He.

Úkolem ochranného plynu je chránit tavnou lázeň a vzniklý tuhnutí svarový kov před vlivem oxidace vzdušného kyslíku. Vysoce uspokojivých výsledků lze dosáhnout u svařování vysokolegovaných ocelí, niklu, molybdenu a další. Díky rychlému ohřevu lze svařet materiály s vysokou tepelnou vodivostí jako Cu, Ag, Al, ale i materiály které mají vysokou teplotu tavení, což jsou W, Mo, Ta, Zr, Ti atd. Pokud se v dopadové ploše změní hustota výkonu, je tím ovlivněna geometrie, ale i rozměr vzniklé svarové lázně. Při malých hustotách do 10^5 W.cm^{-2} probíhá formování svarové lázně a přenos tepla primárně vedením a hodí se především pro spojování tenkých plechů. Pro svařování velkých tloušťek materiálů je potřeba vysoká hustota výkonu nad hodnotu 10^8 W.cm^{-2} , kterou lze použít při řezání laserem. [3]

2.4 Renovace termickým žárovým nástřikem

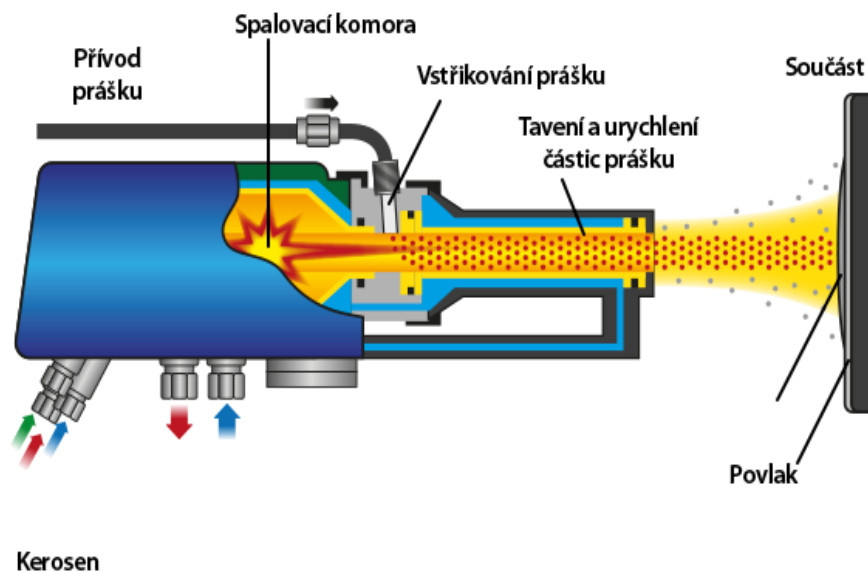
V současné době existuje velké množství metod zabývajících se nanášením povlaků. Jednou z metod využívanou pro termické nástřiky, které chrání součásti proti opotřebení, se používají zejména OFW, OFP, EAW, PA a HVOF. Z důvodu stále se měnících požadavků na životní prostředí a zpřísňujícím se normám se např. chrom nanáší častěji metodou HVOF, oproti minulosti, kdy byl nanášen elektrickým obloukem. Většina povlaků používaných především pro zvýšení odolnosti vůči opotřebení se nanáší metodou HVOF nebo plazmou díky velice dobrým výsledkům těchto technologií. Výše zmíněná metoda HVOF je v současnosti ve velkém vývoji a pro karbidy se používá ve vícero případech nežli plazmový nástřik. Jednou z dalších v dnešní době používaných metod je metoda nástřiku elektrickým obloukem, která je díky nízkým nákladům značně rozšířena. Oproti metodě HVOF ale nemá příliš ucházející kvalitu. Tloušťka nanášených nástřiků se pohybuje od 75 do 380 μm . Ve většině případech dochází po nanášení nástřiku k opracování na požadovanou drsnost, která se pohybuje v rozpětí mezi 0,1 až 1,6 μm . Dojde-li k situaci, kdy je potřeba tlustší vrstva povlaku, je vhodné využít niklový (NiCrAl, NiCrMo) nebo kovový povlak. Po této operaci je možnost nanášení další vrstvy požadovaného povlaku. [16]; [17]; [18]

Pro výsledné vlastnosti povlaku má vliv i množství přídavného prvku, např. pro povlak NiCrBSi je využíván jako přídavný prvek Fe_2O_3 , jehož množství je závislé na zvolené metodě nástřiku. V případě plazmového nástřiku je jeho hodnota procentuálního zastoupení 26 % a pro metodu HVOF 22,5 %. Takto vytvořený poměr zaručuje vhodné vlastnosti, a hlavně odolnost vůči opotřebení. [19]; [20]

2.4.1 Vysokorychlostní nástřik plamenem – HVOF

U této metody je směs hořlavých plynů přiváděna do spalovací komory. Zde dojde ke vznícení plynů. Z tohoto místa přechází plyny do usměrňovacího systému a speciální expanzní trysky délky 8 až 30 cm. Odtud nakonec vycházejí společně s nástřikovým materiálem. Materiál vychází těsně před východem z trysky a je soustředěn do středu

plamene (viz obr. 7). Plyn, který vychází, dosahuje rychlosti 1525 až 1825 m.s⁻¹ a teplota směsi může mít teplotu až 2800 °C. Palivo může zastoupit propylen, vodík, propan, acetylen, kerosin, methylacetylen-propadien. U tohoto způsobu nástřiku nedochází k nadměrnému ohřívání částic, jelikož je u nástřiku zohledněna především rychlost nástřikového plamene. Vysoké rychlosti nástřiků způsobují deformaci částic při jejich dopadu na povrch. To má za následek vysokou adhezní sílu vůči povrchu a dobrou přilnavost k povrchu renovované součásti. Tato technologie nástřiku se vyznačuje nízkou pórovitostí povrchu, a to menší než 1 %. Přilnavost povrchu je vyšší než 70 MPa. [16]; [18]; [21]



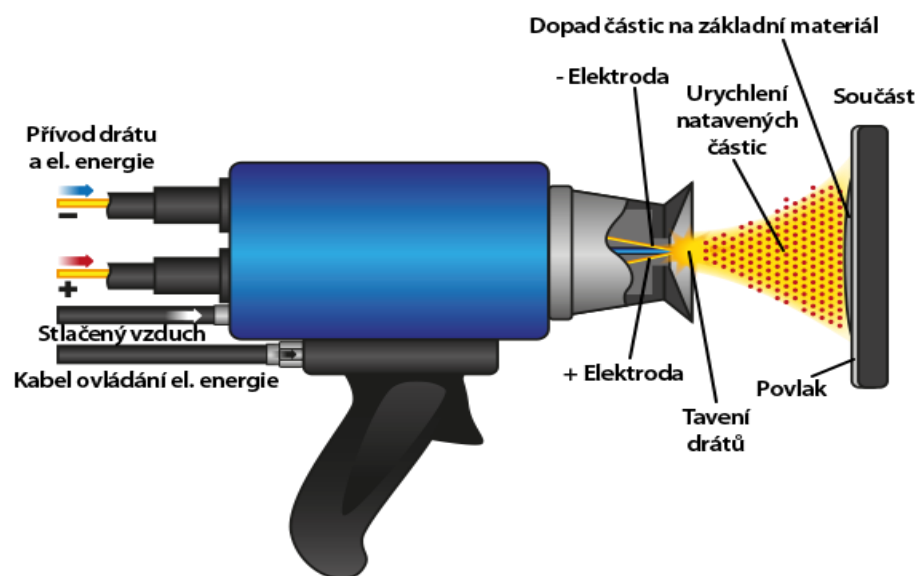
Obrázek 7, Princip vysokorychlostního nástřiku plamenem – HVOF [32]

Lze rozlišit dva typy vysokorychlostních nástřiků. Hlavním parametrem je tlak ve spalovací komoře, který v případě vysokorychlostního typu dosahuje tlaku až 241 kPa a velikost dodaného tepla je až 527 MJ. Oproti tomu druhý typ hyper-rychlého nástřiku dosahuje ve spalovací komoře tlaku od 620 do 827 kPa s dodaným teplem o hodnotě 1 GJ. Jako palivo je v tomto způsobu nanášení využito kerosin. K podpoře spalování se používá buď kyslík nebo vzduch. Kvůli tepelnému ovlivnění nanášecí pistole může být chlazená vzduchem nebo vodou. Díky nízkým nanášecím teplotám se tyto vysokorychlostní nástřiky používají především pro směsi WC/C nebo pro samo-tavitelné směsi se základem NiCrSiB. [16]; [18]; [21]

2.4.2 Nástřik elektrickým obloukem – EAW

Tento způsob nanášení povlaků se liší od jiných metod tím, že dochází k přímému tavení materiálu (viz obr. 8). Do vzájemné spolupráce zde přicházejí dva dráty, které fungují jako dvě elektrody a vytvářejí mezi sebou elektrický oblouk. K podpoře děje hoření nebo pro řízení oxidace nástřiku zde může být přítomné i palivo. K rozprášení nataveného materiálu je v této situaci aplikován stlačený vzduch, jehož tlak dosahuje 400 až 600 kPa. [18]; [22]

Odlišnou vlastností této metody od ostatních je, že nástřikový proud obsahuje již předem rozpuštěné částice, které se zde rozpustily. Opouští-li částice zónu elektrického oblouku, ihned dojde k poklesu jejich teploty, a proto je lepší krátká dopadová vzdálenost. Výhodou těchto krátkých dopadových vzdáleností je lepší přilnavost k podkladu. Dalším vlivem ovlivňujícím zvýšení přilnavosti je rychlost rozprašovacího média, jehož hodnota je až 100 m.s^{-1} . Přínosem této technologie nanášení je minimální ohřev povlakované součásti. Největší část tepla s sebou nesou nanášené částice. Rozprašované částice mají kulovitý tvar a rozměry okolo $200 \mu\text{m}$, obdobně jako u plazmového nebo plamenového nanášení. Velikost částic lze ovlivnit. Částice se zvětšuje, pokud roste velikost proudu nebo průměr drátu. Velikost částic je také možné ovlivnit poklesem proudu vzduchu nebo napětí. Tloušťka nanášené vrstvy se pohybuje od 0,2 do 10 mm. [18]; [23]



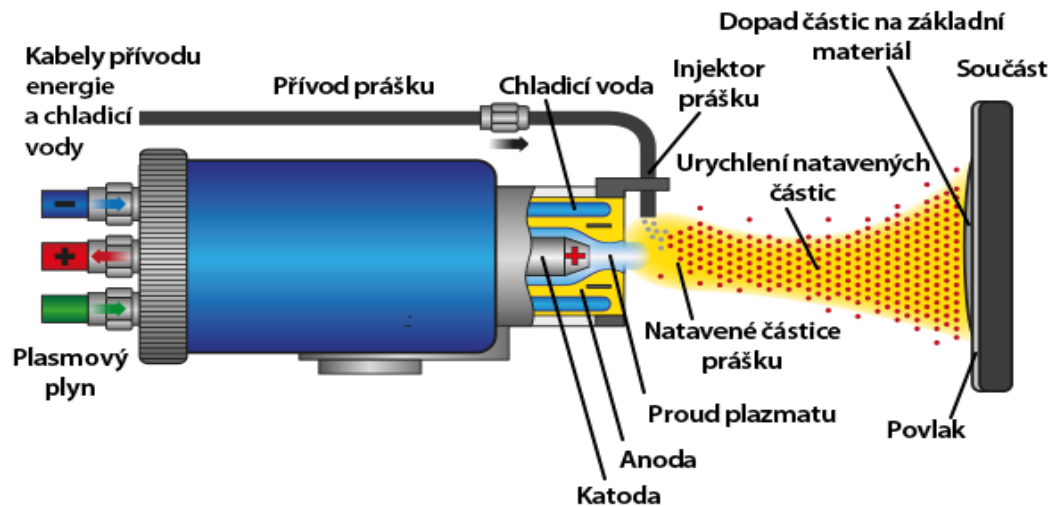
Obrázek 8, Princip nástřiku elektrickým obloukem – EAW [32]

2.4.3 Nástřik plazmou – PA

U této technologie (viz obr. 9) se nástřik provádí díky plazmovému oblouku, který vzniká mezi anodou a katodou. Katodu představuje především wolfram a anodu měď. Soustředěná energie z plazmového oblouku je převáděna do plynového média po tak dlouhou dobu, dokud nedojde k ionizaci plynu. Z tohoto důvodu nejsou na ionty vázané elektrony, které se volně pohybují. Ve chvíli, kdy přestane být dodávána energie, dojde opět ke spojení elektronů s ionty. Tímto jevem se vytváří světelné záření a teplo. Vzniklý plazmový paprsek má teplotu až $20\,000 \text{ }^\circ\text{C}$ a jeho rychlost se pohybuje kolem 2000 m.s^{-1} . Roztavené částice materiálu dokáže vynášet rychlostí až 900 m.s^{-1} . [18]

Používanými médii zde mohou být argon (Ar), argon/helium (Ar/He), argon/vodík (Ar/H₂), dusík (N₂) a dusík/vodík (N₂H₂). Důležitým faktorem ovlivňujícím teplotu u ústí hořáku je druh stabilizačního média. Např. u paprsku stabilizovaného plynou směsí Ar + H₂ v poměru Ar : H₂ = 3,52 lze dosáhnout teploty u ústí hořáku až $20\,000^\circ\text{C}$, kdežto při použití

dusíku N_2 je tato teplota $16\,000\text{ }^\circ\text{C}$. Nanášený materiál je na povrch součásti dodáván přívodem (viz obr. 9) ve formě prášku. Velikost částic ovlivňuje při dávkování také jejich vycházející rychlost. Významným bodem při použití této technologie je výběr nevhodnějšího místa v příčném řezu hořáku, které má nejpříjemnější teplotu k natavení částic. Ve většině případech je prášek před ústí plazmového hořáku dodáván ze strany, ale nevhodnější pozicí je střed ve směru proudu plynu. [22]



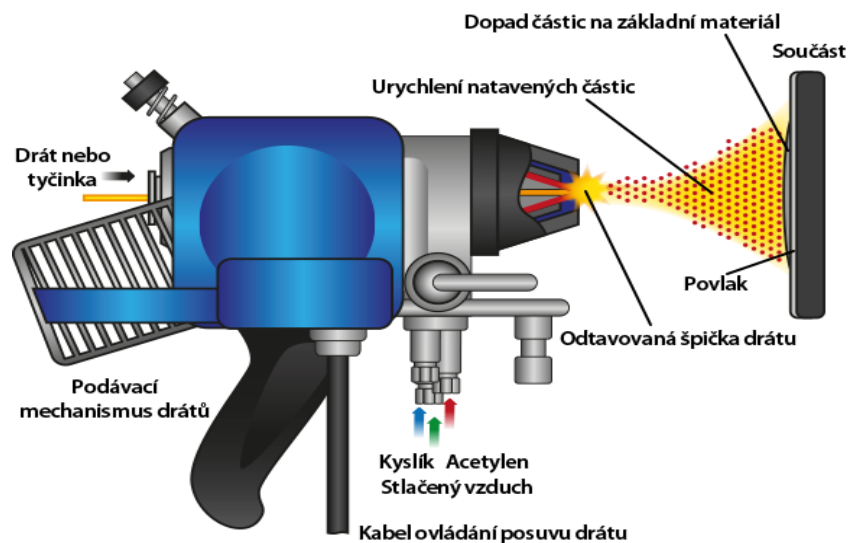
Obrázek 9, Princip nástřiku plazmou – PA [32]

Proudící částice jsou v paprsku velmi krátkou chvílí, proto lze tuto metodu použít pro široké množství materiálů, např. od nylonu, který se vyznačuje svou nízkou teplotou tání, až po beryllium, jehož teplota tání je vysoká. Je důležité brát ohled na volbu stabilizačního prostředí, protože u některých stabilizačních médií může docházet k následné oxidaci povlaku. Tato metoda je tedy spíše vhodná pro oxidy. Výhodou nejnovějších technologií je zabránění nadměrnému ohřátí renovované součásti, na kterou je povlak nanášen. Především nadměrnému ohřátí lze za pomoci nového typu hliníkové nebo pozlacené fólie, na jejímž povrchu je vrstva flexibilní keramiky. Teplotu výrobku lze tak snížit až o 65 %. [16]; [22]

2.4.4 Nástřik plamenem s práškem nebo drátem – OFP, OFW

Nástřik plamenem (viz obr. 10) patří k jednomu ze základních typů nástřiků. Spalováním základní směsi plynů dochází ke vzniku tepla. Uvnitř spalovací komory je mísen acetylen spolu s kyslíkem. Vlivem hoření směsi těchto plynů dochází ke vzniku vysokých teplot. Nanášené povlakovací směsi jsou do plamene přiváděny těsně před jeho opuštěním z trysky. Tyto směsi mohou být mimo prášku dodané také ve formě drátu. Z trysky poté vyletí roztavené částice, které se zachycují na povrch součásti. Drát má vlivem vyšší hustoty směsi vyšší teplotu tání oproti prášku, který má teplotu tání nižší. Plyn se pohybuje rychlostí do $100\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Rychlost částic před dopadem na povrch součásti je cca $80\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Samotné spalování plynů nejčastěji probíhá mimo opravovací trysku. Teplota dosahuje při spalování více než $2600\text{ }^\circ\text{C}$. Způsob smíšení plynů spolu s teplotou spalování výrazně ovlivňuje

teplotu, která proudí z trysky. Z použitého poměru lze kontrolovat, zdali je plamen redukční nebo oxidační. Pro povlakovací materiály je prospěšný hlavně redukční plamen. [18]



Obrázek 10, Princip nástřiku plamenem s práškem nebo drátem [18]

2.5 Renovace součástí s trhlinami a lomy

Jednou z mnoha příčin, která má za následek vznik trhlin a lomů u strojních součástí, může být nesprávně zvolená konstrukce nebo nevyhovující technologie výroby. Mimo tyto příčiny může být dalším faktorem nevhodný provoz, během kterého dochází k výraznému namáhání součástí vnějšími silami nebo k přílišnému tepelnému namáhání. U strojních součástí vyrobených z houževnatých materiálů dochází ke vzniku deformací, kdežto u součástí, které jsou vyrobené z materiálu s nízkou tažností, dochází ke vzniku lomů. Podle způsobu vzniku se rozlišují dva typy lomů.

Křehký lom vznikne v případě, je-li namáhání větší než pevnost daného materiálu.

Únavový lom vznikne v případě, je-li namáhání v čase proměnlivé.

V případě vzniku únavového lomu u strojní součásti se nedoporučuje její následná oprava, ale je nutná výměna. Renovace takto poškozené součásti není vhodná z hlediska toho, že vzniklé poškození je důsledkem opakovaného cyklického namáhání. [2]

Způsoby oprav součástí s trhlinami a lomy:

- svařování,
- metoda Metallock,
- záplaty. [2]

2.6 Svařování

U této technologie lze vlivem působení tepla, respektive tlaku, a za potenciálního použití přídavného materiálu podobného složení jako má základní materiál, který svařujeme, vytvořit nerozebíratelná spojení. Technologie může být aplikována pro spojování strojních

částí, ale i celých konstrukcí tvořících jednoduché tvary. Takto vytvořené polotovary se nazývají svařence, respektive svarky, u nichž ve většině případů dochází k následnému zpracování, zejména obrábění. [24]

Výhodou těchto spojů je především velká pevnost, trvanlivost a také těsnost. Vytvořené konstrukce jsou díky svařování v porovnání např. s odlitky mnohem jednodušší a umožní uspořit až 50 % materiálu. Výhodou je dále zvýšení produktivity práce, zkrácení výrobního času a hlavně v kusové a malosériové výrobě umožňuje rychlou realizaci konstrukčních návrhů. Nenahraditelné místo má také v opravárenství, protože umožňuje renovaci funkčních částí, zvláště tak exponovaných dílů. [24]

Nevýhodou je nerozebíratelnost vytvořených spojů, změna struktury a tím i mechanických vlastností svarových spojů. Dále dochází ke vzniku vnitřních pnutí a deformací, což může vést ke vzniku vnitřních vad materiálu. K realizaci je potřeba kvalifikovaných pracovníků. [24]

Svařování se používá prakticky ve většině výrobních oborů, a to jak při výrobě, tak při kompletaci nových strojů a velkých konstrukčních celků jako jsou ocelové konstrukce, tlakové nádoby, kotle, parní generátory, jaderné reaktory, mosty, lodě a jiné dopravní prostředky. Postupně bylo vyvinuto velké množství metod a jejich vylepšení, z nichž mnohé mají širokou škálu použití a jiné jsou oproti tomu vhodné pro zcela odlišné účely. [24]

2.6.1 Svařování litinových součástí

Součásti z litin jsou ve většině případů vyrobeny z šedé litiny, popř. z litiny temperované nebo tvárné. Technologie svařování je pro všechny tyto druhy problematická, nejobtížnější je však v případě šedé litiny, o které pojednává tato kapitola. U ostatních druhů lze vědomosti o svařování šedé litiny také použít. [25]

Šedá litina patří k obtížně svařitelným materiálům, což je ovlivněno jejími mechanickými a metalurgickými vlastnostmi. Má především malou tažnost, houževnatost a je křehká. Všechny druhy šedé litiny se vyznačují vysokým obsahem uhlíku o hodnotě 2,5 % až 4 %, který je obsažen ve formě grafitu a v základní hmotě. Vlastnostmi základní hmoty se příliš neliší od uhlíkové oceli, tudíž ji lze tepelně zpracovávat i kalit. Během svařování dochází k působení nepříznivých vlivů, které omezují možnosti a vynucují si při svařování zvláštní postupy:

1. Svařování šedé litiny s vysokým předehřátím (na 600 až 700 °C)

Touto metodou se dosahuje nejlepších výsledků z hlediska kvality svaru. Vlivem vysokého předehřátí se tato technologie hodí v případě, nedojde-li k poškození na plochách, které jsou již obrobena na čisto, a to např. pro opravy surových odlitků nebo u součástí, které jsou opětovně opracovatelné. Z důvodu malého tepelného spádu lze použít jako přídatný materiál tyčinky ze šedé litiny a svařovat plamenem. To povoluje zhotovit svar bez pórů a

studených spojů. Součást se po svaření nechá vychladnout na teplotu max. 50 °C/h. V místě svaru a jeho okolí nevznikají zakalená pásma, ani téměř nedochází ke vzniku vnitřního pnutí.

Svařovat lze elektrickým proudem, ale i obalenou elektrodou, u které hrozí riziko výskytu pórovitého povrchu svaru. Vyhovujícím přídavným materiálem je i elektroda s nižším obsahem Cu nebo Ni. [25]

2. Svařování obloukem tzv. za studena

Tento způsob vyžaduje mnohem důkladnější dodržování všech opatření, a ne vždy lze docílit uspokojivé kvality svaru. Může zde dojít ke vzniku tvrdých přechodových pásem, kterým nelze zcela zabránit a vnitřní pnutí zde také není zcela vyloučeno. U tohoto způsobu je vyžadováno dodržování správného postupu, díky kterému lze dosáhnout vyhovujících výsledků, nedochází k poškození jiných opracovaných ploch a v ojedinělých případech není nutná úplná demontáž. Z toho důvodu je tato metoda v opravárenství velice rozšířená a výhradně používaná. Za studena se šedá litina svařuje zvláště elektrickým obloukem za pomoci speciálních elektrod vyrobených pro tento účel. [25]

Správný postup je tento:

1. Zajistí se konce všech vzniklých trhlin proti dalšímu šíření. To se provede pomocí vyvrtání děr příčného průměru na jejich koncích nebo vytvořením krátkých příčných housenek, za koncem každých trhlin.
2. Připraví se úkopy pro svařování, nejlépe pomocí speciální drážkovací elektrody.
3. Svar se rozdělí na krátké úseky, přičemž jeho délka bude maximálně rovna 1,5násobku tloušťky materiálu, ale doporučuje se spíše kratší.
4. Vyzkoušením elektrody předem na vzorku stejné litiny se vybere správná elektroda, která se s danou litinou dobře spojuje. Pomocí regulace se nastaví nejmenší možný proud, elektroda se drží kolmo a je potřeba udržovat krátký oblouk.
5. Okamžitě po položení housenky se pořádně proková nosem zámečnického kladiva (ne ostrým svářečským kladívkem, aby nedošlo ke vzniku vrubů).
6. U svařovaného dílu se nechá poklesnout teplota pod 50 °C
7. Po vychladnutí kusu se pokládá další housenka, která přibližně jednou třetinou zasahuje na předcházející a opět se okamžitě proková a nechá vychladnout.
8. Tímto způsobem se pokračuje až do chvíle, dokud se neprovede celý svar. Nedoporučuje se přílišného spěchu, housenky by se neměly prodlužovat a po každém jejich položení je nutné nechat součást důkladně vychladnout. [25]

2.6.2 Svařování lehkých slitin

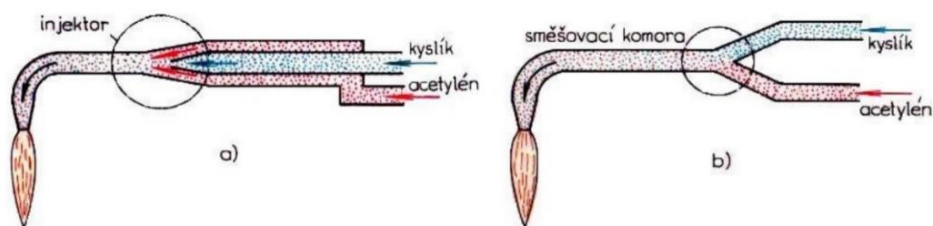
Význam slitin hliníku jako strukturálního materiálu se v současné době zvyšuje. Hliníkové slitiny jsou k dispozici s příznivými kombinacemi jak fyzických, tak technologických vlastností, které umožňují uplatnění v širokém spektru strojírenské výroby. Podobně jako výroba strojních součástí ze slitiny hliníku neustále roste také technologie

svařování. Nicméně je potřeba vzít v úvahu jiné spektrum slitin hliníku a jejich vhodnost pro svařované spoje. Životnost svařovaných spojů ovlivňuje okolní prostředí a teplota. Kvalitu svařovaného spoje může dále ovlivnit metoda ukládání, ochranná atmosféra a kovová výplň. Správně vybraný způsob ukládání, vhodný stínící plyn a elektroda s chemickým složením odolným opotřebením v provozu výrazným způsobem prodlužuje životnost renovované součásti. [26]

Mezi hlavní vlastnosti ovlivňující jistým způsobem možnost svařování hliníku je bod tavení, součinitel tepelné roztažnosti a tepelná vodivost. Bod tavení se u hliníku a jeho slitin pohybuje mezi 580 až 650 °C. Ovšem měrné a skupenské teplo je prakticky dvojnásobné než u oceli, tudíž je potřeba k roztavení jednotky hmotnosti stejné množství tepla jako pro ocel. Hodnota součinitele tepelné roztažnosti hliníku je přibližně dvakrát větší než u oceli. Tepelná vodivost hliníku je čtyřikrát větší než oceli, tudíž je šířka tepelně ovlivněného pásma kolem svaru znatelně větší a také pnutí v okolí svarů způsobené tepelnou dilatací, neboli roztažností, je větší. Hliník je dále z důvodu místních rozdílů ve složení vyskytujících se v okolí svarů velmi citlivý na korozi. [25]

2.6.3 Svařování plamenem

Zdrojem tepla je plamen, který vzniká vlivem spalování směsi hořlavého plynu, a to nejčastěji acetylénu, případně vodíku nebo propanu, s kyslíkem. Svařovací soupravy se skládají z lahví opatřených lahvovým ventilem, redukčním ventilem spolu s obsahovým a pracovním manometrem, hadic (pro hořlavý plyn červená barva, pro kyslík modrá barva), svařovacích hořáků a příslušenství. Ke vzájemnému smíšení hořlavého plynu spolu s kyslíkem v požadovaném poměru slouží svařovací hořáky, díky nimž regulujeme výstupní rychlosti směsi a tvarujeme plamen pro daný způsob svařování. Používají se dva druhy: nízkotlaký – injektorový a vysokotlaký – směšovací (viz obr. 11). [24]



Obrázek 11, Svařovací hořáky: a) nízkotlaký; b) vysokotlaký [24]

Pro vyplnění svarové spáry se používá přídavný materiál. Ten bývá ve formě svařovacího drátu o průměru 1,6 až 8 mm. Průměr zvoleného drátu je závislý na tloušťce svařovaného materiálu. K zabránění vzniku oxidace a rozpouštění oxidů na povrchu kovů se používají tavidla, která jsou vyrobena z chloridů či fluoridů alkalických prvků a jsou dostupná ve formě prášků, past nebo roztoků. Tavidla jsou buď výplní trubičky nebo se nanášejí na přídavný materiál jako obal. Pomocí ventilů lze u hořáku regulovat svařovací plamen. [24]

Podle chemického složení lze rozlišit tyto typy plamene:

- neutrální – vyznačuje se spalováním přibližně stejného množství acetylénu a kyslíku. Vytvořený vnitřní kužel plamene je ostře ohraničen. Lze jím dosáhnout teploty přes 3100 °C
- s přebytkem acetylénu – vyznačuje se svítícím závojem vzniklým kolem vnitřního kužele (použití při svařování hliníku)
- s přebytkem kyslíku – zvýšení obsahu kyslíku má za následek zkrácení vnitřního kužele, jeho tvar je ostřejší a má namodralou barvu. Plamen má oxidační charakter a jeho použití není vhodné pro ocel, litinu a lehké kovy. Používá se především pro svařování mosazí.

Podle regulovatelné rychlosti plamene lze rozlišit:

- ostrý plamen – vyznačuje se velmi vysokou výstupní rychlostí a má snahu odtrhnout se od ústí hořáku, případně zhasnout,
- normální plamen – má optimální výstupní rychlost a používá se pro většinu operací, hoří klidně a zajišťuje nejlepší vzhled svaru,
- měkký plamen – vlivem malé výstupní rychlosti má tendenci zpětně šlehnout a používá se pro tenké plechy. [24]

K docílení vzniku co nejkvalitnějších svárů musí být před svařováním plochy důkladně čisté a zbavené případných nečistot, barev a rzi. Za účelem dokonalého provaření se svarové plochy dle tloušťky materiálu různě upravují. Nejčastěji se zhotovují úkosy např. frézováním, hoblováním nebo řezacími – drážkovacími hořáky. I když význam této technologie sváření velmi poklesl, jedná se stále o důležitou a nezastupitelnou technologii ve spojování materiálů. Používá se zejména při opravách, při svařování trubek apod. Výhodou této technologie je její univerzálnost, neboť lze svařovat ocel, litinu ale i neželezné kovy. [24]

2.6.4 Svařování elektrickým obloukem

V současnosti se jedná o nejpoužívanější metodu tavného svařování. Zdroj tepla tvoří elektrický oblouk, který hoří mezi elektrodou a příslušným svařovaným materiálem nebo mezi dvojicí elektrod zapojených na vhodný elektrický zdroj. Vlivem tepla elektrického oblouku dochází k místnímu natavení a poté následnému spojení – svaření součástí. Ke svařování je využíván stejnosměrný nebo střídavý proud o intenzitě 30 až 500 A a napětí 10 až 70 V. Jako zdroje stejnosměrného proudu se používají točivé svařovací agregáty a zdroje střídavého proudu tvoří svařovací transformátory. [24]

Elektrody lze rozdělit na tyto druhy:

- **Tavné elektrody** – jedná se o nejpoužívanější elektrody, které mohou být obalené a používají se v případě stejnosměrného i střídavého proudu. Obal elektrody má za

úkol chránit svarový kov před účinky atmosféry, stabilizovat oblouk a zpomalit chladnutí svaru vytvořenou struskou. Obaly jsou A – kyselé, B – bazické, C – organické, R – rutilové nebo kombinace RA, RB, RC.

- **Holé tavné elektrody** – jedná se pouze o svařovací dráty pro svařování v ochranné atmosféře nebo za použití pod tavidlem.
- **Netavné elektrody** – jsou uhlíkové nebo wolframové a slouží pouze jako prostředek k vytvoření oblouku mezi netavnou elektrodou a svařovaným materiálem, nikoliv k vytvoření svarového kovu.

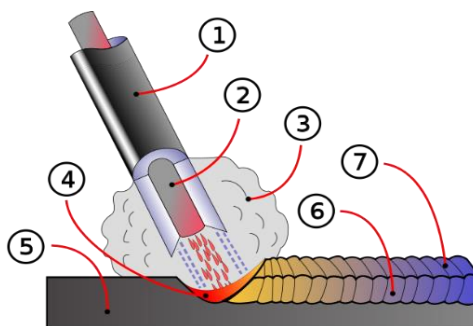
Při volbě obalené elektrody je nutno brát zřetel na:

- základní svařovaný materiál – chemické složení materiálu, jeho mechanické a technologické vlastnosti, tloušťku materiálu,
- druh a velikost namáhání svaru – tahové, tlakové, ohybové, statické nebo dynamické namáhání apod.,
- poloha při svařování,
- prostředí, ve kterém bude svarek vystaven. [24]

Jakost svaru ovlivňuje při ručním svařování hned několik faktorů jako je průměr elektrody, svařovací proud, délka oblouku a rychlost svařování. Podle tloušťky svařovaného materiálu, rozměru, polohy a druhu obalu se zvolí průměr jádra elektrody. Podle průměru elektrody se určí svařovací proud. Tavidla se v případě obloukového svařování připravují jako anorganické látky, a to nejčastěji jako křemičitany a mangan. Během svařovacího procesu zakrývají tavidla svařovací oblouk a chrání svařovací lázeň před přístupem vzduchu. [24]

Svařování elektrickým obloukem obalenou elektrodou

Vzniklým teplem z elektrického oblouku se taví svařovaný materiál, kovové jádro elektrody a její obal. Struska vytvořená z obalu elektrody chrání odtavované kapky kovu před škodlivými účinky vzduchu tím, že kapky kovu obaluje a zároveň vytváří plynovou clonu (viz obr. 12), jež zabraňuje přístupu vzduchu ke kapkám. Vrstva strusky dále zpomaluje rychlost ochlazování svaru, zabraňuje vzniku teplotních pnutí a s tím spojených deformací materiálu. Svařování se provádí nejčastěji ručně ve všech polohách, poněvadž oblouk má na tavnou část přímý vliv. [24]



Obrázek 12, Schéma ručního obloukového svařování obalenou elektrodou [33]

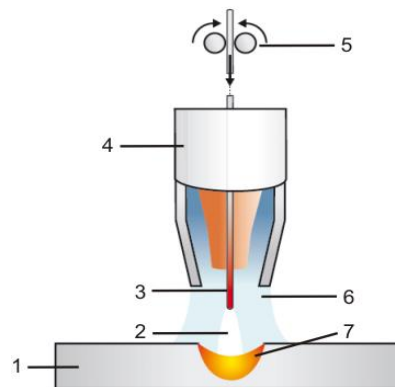
(1 – obal elektrody, 2 – kovové jádro elektrody, 3 – ochranný plyn (clona), 4 – svarová lázeň, 5 – základní materiál, 6 – svarový kov, 7 – struska)

Oblouk mezi elektrodou a svařovaným materiálem je spolu se svarovým kovem chráněn před účinky okolní atmosféry umělou atmosférou. Podle použitého ochranného plynu a druhu elektrody lze rozlišit i způsoby obloukového svařování v ochranném plynu neboli atmosféře:

a) Svařování v ochranné atmosféře oxidu uhličitého tavnou elektrodou – metoda **MAG**

(Metal Aktiv Gas)

V tomto případě hoří elektrický oblouk mezi kovovou tavnou elektrodou, kterou tvoří holý drát o průměru 0,8 až 2,4 mm a svařovaným materiálem v aktivní atmosféře oxidu uhličitého nebo směsi oxidu uhličitého, argonu a kyslíku. Tento způsob svařování je v průmyslu jedním z nejpoužívanějších – zejména pak v poloautomatickém nebo automatickém režimu. Svařuje se pouze stejnosměrným proudem, a to při kladné polaritě elektrody. Z důvodu hlubokého závaru a vzniku úzkého svaru umožňuje tato technologie svařovat plechy tloušťky 12 mm bez úkosů. Princip metody MAG je znázorněn (viz obr. 13), používá se hlavně pro svařování nelegovaných, nízkolegovaných a vysokolegovaných ocelí. [24]



Obrázek 13, Princip metody MIG/MAG [34]

(1 – základní materiál, 2 – elektrický oblouk, 3 – tavná elektroda (holý drát), 4 – plynová tryška, 5 – podávací zařízení, 6 – ochranná atmosféra, 7 – svarová lázeň)

b) Svařování v ochranné atmosféře argonu tavnou elektrodou – metoda **MIG**

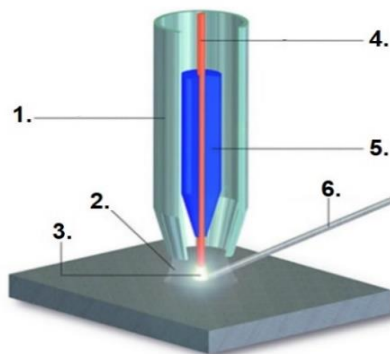
(Metal Inert Gas)

Elektrický oblouk hoří stejně jako u metody MAG mezi kovovou tavnou elektrodou, kterou tvoří holý drát o průměru 0,8 až 2,4 mm a svařovaným materiálem v proudu netečného plynu argonu, hélia nebo jejich směsi. Elektroda (holý drát) je dodáván do místa svaru pomocí podávacího zařízení (viz obr. 13). Rychlost podávání drátu lze regulovat. Výhodou směsného plynu je v první řadě zajištění rychlého ohřevu, dostatečnou tekutosti a řádné odplynění roztaveného kovu. U této metody je opět využito stejnosměrného proudu

při kladné polaritě elektrody a svařuje se znovu poloautomatickým nebo automatickým režimem. Pomocí této technologie lze svařovat materiály tloušťky 30 až 50 mm z hliníku, mědi, titanu a dalších neželezných kovů. [24]

c) Svařování v ochranné atmosféře argonu netavnou elektrodou – metoda WIG (TIG)
(Wolfram Inert Gas; TIG – Tungsten Inert Gas)

Elektrický oblouk u tohoto způsobu hoří mezi netavnou wolframovou elektrodou a mezi svařovaným materiálem v proudu netečného plynu, který tvoří nejčastěji argon, hélium nebo jejich směs. Netečný plyn v tomto případě chrání svarový kov před přístupem vzduchu a určitým způsobem zvyšuje stabilitu svařovacího oblouku. Svařování se provádí většinou ručně. Materiály jako je hliník, hořčík a jejich slitiny se svařují pomocí střídavého napětí, kdežto ocel, měď, titan a jejich slitiny za použití stejnosměrného proudu. Plechy malé tloušťky lze svařovat bez přídavného materiálu, materiály větší tloušťky je nezbytné svařovat s přídavným materiálem stejného složení jako je základní materiál. Přídavný materiál je do místa svaru přiváděn ve většině případů ručně nebo podávacím zařízením. Netavná elektroda je vyrobena z čistého wolframu nebo s přidanou přísadou oxidu thoria. [24]



Obrázek 14, Schéma svařování metody TIG/WIG [35]

(1 – tryška stínícího plynu, 2 – stínící plyn, 3 – elektrický oblouk, 4 – wolframová netavicí elektroda, 5 – kontaktní trubice, 6 – přídavný materiál)

Při tomto způsobu svařování je také podstatná polarita:

- Obrácená polarita – je nezbytně nutné použít tlustou elektrodu, která je zapojena na plusový pól zdroje. Tím dochází k čistícímu účinku, protože kladně nabitě ionty argonu rozrušují povrchovou vrstvu oxidů. Vzniklý svar je mělký a široký.
- Přímá polarita – použijeme tenkou elektrodu, kterou zapojíme na minusový pól zdroje. V tomto případě nedochází k čistícímu účinku. Svar je hluboký a úzký.
- Svařování střídavým proudem – zde se využije kladné půlperiody k čistícímu účinku argonu. [24]

2.7 Renovace vnějších závitů

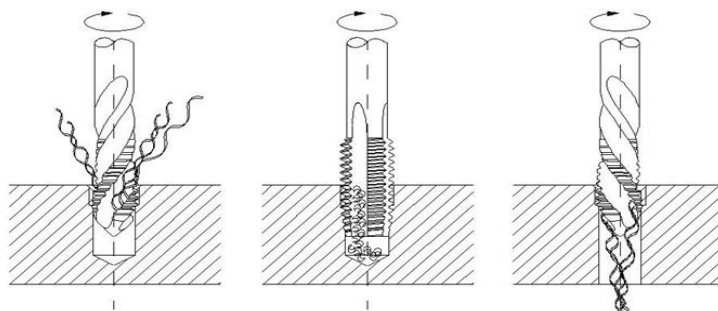
Renovace vnějších závitů se používá poměrně málokdy. Většinou pouze v případech, jedná-li se o závit na součásti, která je svým tvarem složitá nebo nákladná na výrobu. Možnosti renovace jsou následující:

- Obnovení geometrického tvaru závitu – za použití závitového očka nebo závitnice (proříznutí na soustruhu). Tento způsob opravy se doporučuje jen při lehkém poškození závitu vlivem deformací, ke které dojde neohleduplnou manipulací se součástí (naklepnutí závitu) nebo, obzvláště u závitů s jemným stoupáním, nasazením matice tzv. přes závit. V této situaci je většinou poškozen pouze první závit, tudíž může být první závit v případě dostatečné délky celého závitu odstraněn (odbroušen, odsoustružen).
- Zhotovení závitu menšího průměru – odstraní se starý poškozený závit a vyřízne se nový, menšího průměru. Nelze použít vždy.
- Zhotovení nového závitu původních rozměrů – po odstranění starého závitu např. soustružením se navaří nový materiál, opracuje na příslušný rozměr a vyřízne se nový závit. I tento způsob nelze použít ve všech situacích a je náročný.
- Výměna části se závitem – po odstranění poškozeného závitu (odsoustružení, odbroušení) se přivaří (třením natupo, elektronovým paprskem) nový, pro daný případ zhotovený kus součásti.
- Navaření části s poškozeným závitem a následná výroba nového závitu. [1]

2.8 Renovace vnitřních závitů

Renovace vnitřních závitů se provádí mnohem častěji, lze ji provádět několika způsoby:

- Obnovení geometrického tvaru závitu – pomocí různých druhů závitníků (viz obr. 15) nebo proříznutím závitovým nožem. Tento způsob lze aplikovat pouze v případě lehkého poškození závitu.
- Změnou konstrukce spoje – odvrtáním díry s poškozeným závitem a vytvořením ze slepé díry průchozí díry, do které se použije delší šroub s podložkou a maticí. Lze použít pouze tam, kde to dovolí konstrukce a tvar spojovaných součástí.
- Zhotovení závitu většího průměru – odvrtáním otvoru s poškozeným závitem na příslušný průměr potřebný pro vyříznutí nového, většího závitu. Lze aplikovat v případě, je-li v okolí poškozeného závitu dostatek materiálu pro zhotovení závitu s větším průměrem a pokud je možné upravit i druhou ze spojovaných součástí, a to z důvodu použití většího průměru šroubu. [1]



Obrázek 15, Řezání vnitřního závitu různými druhy závitníku [36]

Vnitřní závity lze dále renovovat pomocí závitových vložek Helicol vyrobených z ušlechtilé oceli, které jsou vytvarovány z lichoběžníkového průřezu na pružnou spirálu. Pevnost závitu u závitové vložky Helicol je zajištěna tím, že síly, které jsou v závitě, se přenáší ze strany na stranu. Montáž závitové vložky se provádí obdobně jako u šroubu, a to tak, že se vložka zatočí pomocí montážního vřetene. Po montáži do správné polohy se montážní vřeteno vyšroubuje z vložky. [1]

Závitové vložky se vyrábí ve dvou provedeních:

- **Helicoil plus free running** – toto provedení (viz obr. 16) má přesně vytvarovaný lichoběžníkový profil spirály. Vnitřní závit je kalibrován a je použitelný z obou stran.



Obrázek 16, Závitová vložka Helicoil Plus free running včetně vřetena [27]

- **Helicoil plus screwlock** – podobný způsob jako typ Helicoil free running s rozdílem dodatečného zpracování svěrné oblasti (viz obr. 17), jejíž úkolem je sevřít šroub k jeho zajištění. Vložka je vyrobena z tvarovaných závitů ve tvaru polygonu, které svírají boky šroubu. Tyto vložky lze použít pouze se šrouby vyšší pevnosti. [27]



Obrázek 17, Závitová vložka Helicoil plus screwlock [27]

2.9 Popis současného stavu motocyklu

Praktická část této bakalářské práce se zabývá renovací čtyřtaktního spalovacího motoru pocházejícího z historického motocyklu Indian Scout 600 z roku 1926. Jedná se o dvouválcový motor chlazený vzduchem s technickými parametry (viz tab.1).

Tento motor byl pořízen jako nefunkční v nálezovém stavu a čelil mnoha poškozením, kvůli nimž byl motor v neprovozuschopném stavu a byla tak nutná jeho celková renovace. Zvolení celkové renovace bylo zřejmé již při samotné vizuální kontrole spalovacího motoru a po jeho následné demontáži.

Tabulka 1, Technické parametry motoru [37]

Druh motoru	Benzinový, čtyřdobý, vzduchem chlazený
Průměr válce	70 mm
Počet válců	2
Objem válců	600 cm ³
Zdvih	78 mm
Mazání	Ztrátové, olejovým čerpadlem
Karburátor	Schebler Deluxe DLX-10
Typ rozvodu	SV

Praktická část dále věnuje pozornost stavbě repliky motocyklu Indian Scout 600 z roku 1926 ovlivněného dobovou úpravou tzv. Jízda smrti. Myšlenka postavit repliku zmíněného motocyklu napadla autora ve chvíli, kdy byl sehnán samotný motor, který prošel renovací. Nejdůležitější součástí stavby tohoto projektu byl druhý motocykl stejného typu, ovšem civilní verze Indian Scout z roku 1925 v polo rozebraném stavu (viz obr. 18).



Obrázek 18, Předlohový motocykl Indian Scout 600 cm³ rok 1923

Tento motocykl sloužil jako předloha při výrobě některých součástí motocyklu. Jako velkého fanouška této motocyklové značky autora jistým způsobem ovlivnila dobová úprava stroje uvedená v knize Indian ze železa od spisovatele Jima Lensvelde. Dobová úprava zmíněná v kapitole níže Jízda smrti, má za následek absenci nebo úpravu vybraných dílů na motocyklu, která s sebou nese řadu výhod při provozování zmíněné atrakce v tehdejší době. V neposlední řadě dobová úprava zaručeně usnadnila práci stavby motocyklu. Chybějící díly

představují především přední blatník, přední a zadní osvětlení, kryt řetězu a střední tlumič sedla. Mezi díly, které prošly dobovou úpravou a byly vyrobeny, jsou zadní blatník, který je oproti originálu zkrácený, a sportovní řídítka. Dalšími vyrobenými díly dle originálu jsou nosný rám, vidlice, nádrž, přední odpružení, pedál brzdy, plech sedla, střed zadního kola, spojkový pedál, řadící páka, startovací páka, výfuk a další drobné dílčí příslušenství. Ostatní chybějící díly, které jsou náročné na výrobu, byly zakoupeny ve speciálních obchodech jako nové tzv. repliky. Mezi tyto díly patří americké ráfky R17 (viz Příloha č.4), náboj předního kola, výplet s niply, karburátor Schebler Deluxe DLX-10, sání karburátoru, spojkové lamely, rozeta, brzdový buben, veškerá ložiska, gumové díly, pedály a další drobné díly.

2.9.1 Historie značky Indian

Motocykly značky Indian patří k jedné z nejslavnějších značek na světě. Historie strojů Indian, podobně jako řada dalších značek, sahá až do roku 1899. V listopadu toho roku postavil Oscar Hedstrom svůj první stroj, jehož podoba připomínala v porovnání s dnešními motocykly spíše jízdní kolo.

Zakladatelem výrobní továrny Indian byl George Hendee, který měl touhu postavit motocykl ve snaze usnadnit jízdu kolegům. První model motocyklu představující v tehdejší době jízdní kolo s následně vestavěným motorem byl představen v lednu roku 1900 v Madison Square Garden. Tento model vyústil v neuvěřitelný úspěch vedoucí k zahájení činnosti továrny Indian. Jejím zahájení předcházelo jednání Oscara Hedstroma a Hendeeho. Jejich domluva spočívala v tom, že Hedstrom bude vyrábět motocykly podle Hendeeho návrhu. O půl roku později byl vytvořen první Indian na světě. Konstrukce vycházela ze zcela nezávislých principů a spalovací motor byl začleněn do rámu motocyklu již během návrhu, nikoliv dodatečně, jak tomu bylo dříve v případě přestaveb jízdních kol. První motocykl vynikal především vysokou spolehlivostí a jeho maximální rychlost dosahovala až 50 km/h. Na tehdejší dobu šlo o bezkonkurenční konstrukci, které se žádná továrna nedokázala vyrovnat.

Na počátku roku 1905 se na trhu objevil první model osazený dvouválcovým motorem (viz obr. 19) a rok na to sjel z výrobní linky první sériový závodní motocykl značky Indian.



Obrázek 19, První model motocyklu Indian [38]

Téměř každý den docházelo k překonávání rychlostních rekordů a statistické údaje dokazovaly, že nejrychlejší stroje byly právě značky Indian. Motocykly Indian se účastnily legendární anglické Tourist Trophy, kde zvítězily okamžitě při premiérovém startu.

V roce 1915 opustil továrnu Indianu spoluzakladatel a konstruktér Hedstrom a o rok později prodal partner Hendee svůj podíl newyorskému obchodníkovi Johnu F. Alvordovi. Motocykly si na území Ameriky získaly ve 20. letech nesmírnou oblibu. Továrna dodávala na trh stále větší a výkonnější stroje.

Od roku 1920 se začal vyrábět oblíbený model Scout. Po dvou letech výroby tohoto modelu následovala modifikace na model Chief, a to opět s dvouválcovým motorem s objemem válců 998 cm³, který byl později zvýšen na 1200 cm³, kdy poté model nesl název Big Chief. Psal se rok 1922 a společnost převzala kontrolu nad továrnou Ace a tím získala řadový čtyřválcový agregát.

Koncem 20. let se továrny dotkla ekonomická krize a hovořilo se o jejím uzavření. V roce 1930 vstoupil na scénu Paul du Pont, po čemž se úroveň řízení produkce poněkud zlepšila. O deset let později, tj. po vypuknutí II. světové války v roce 1940, putovala polovina roční produkce motocyklů do francouzské armády. V roce 1942 se zhotovilo 16 647 strojů a o rok později 16 456 kusů. V letech 1944-45 vyjelo ze závodu pouze 6000 motocyklů. V listopadu roku 1945 prodal Du Pont celý závod skupině vedené Relpem B. Rogersem, který měl v plánu stavět motocykly v evropském stylu. Od roku 1946 obsahoval výrobní program továrny pouze model Chief a o rok později vzrostla produkce těchto modelů z 3621 na 11 849 exemplářů. Koncem tohoto roku se plánovaly uvést na trh nové stroje přezdívané lightweight, které navrhl konstruktér G. Briggs Weaver. Sérii těchto modelů poháněly motory jednoválcové 220 cm³, dvouválcové 440 cm³ a čtyřválcové 880 cm³.

Rok 1948 přinesl velmi velký rozruch a za poslední dva roky se prodej motocyklů zdvojnásobil na 400 000, kdy většinu tvořily nízkohmotnostní stroje určené pro evropský trh. Následkem toho se rozšířil počet dealerů značky Indian a výroba motocyklů byla zahájena v East Springfieldu.

V roce 1949 v Anglii se setkal samotný Rogers s britským finančníkem J. Brockhousem, z důvodu poskytnutí úvěru 1,5 milionu dolarů za účelem spolupráce se společností Vincent H.D.R., jež měla zhotovit prototyp motocyklu Indian Vincent. Partneři plánovali vyrábět tento prototyp 2 až 3 roky, než bude připraven výkonnější čtyřválec. V dubnu téhož roku se továrna Indian oficiálně stala společností Indian Sales Company pod kontrolou Brockhouse. Z důvodu změny obchodního hlediska byla dealerům ukládána povinnost prodávat také britské motocykly A.J.S, Douglas, Excelsior, Matchless, Norton, Royal Enfield a Vincent. Z důvodu těchto aktivit nemohl Rogers zaručit své postavení ve správní radě a ve funkci jej v lednu roku 1950 nahradil Brockhouse. O rok později společnost nabízela modely Brave s objemem válců 250 cm³ a model Warrior a Chief s objemem válců 500 cm³.

V roce 1953 se přestal vyrábět model Chief. O dva roky později nabízeli dealeri firmy pouze stroje Royal Enfield pod jménem Indian, ale ve skutečnosti originální Indiani už neexistovali.

Počátkem 60. let předznamenal vpád japonských továren Honda a Kawasaki na trh zánik společnosti Associater Motor Cycles, která v roce 1962 ukončila svou činnost a prodala průmyslová práva Josephu Berlinerovi. Ten název Indian již nadále nepoužíval a v tuto dobu značka tohoto jména skončila. [28]

2.9.2 Dobová úprava Jízda smrti

Během výroby motocyklů série Scout v letech 1920-27 se továrna Indian pídila po tom, jak efektivním způsobem upoutat pozornost veřejnosti a zaujmout tak potenciální zákazníky. Překonávání rychlostních a dálkových rekordů bylo již na denním pořádku a neznamenal tak nic zvláštního. Z tohoto důvodu se zrodily tzv. jízdy smrti (viz obr. 20). Během jízdy jezdci využívali odstředivé síly a pohybovali se tak kolmo po stěnách v dřevěných válcích o průměru cca 10 m. K udržení se na stěně smrti nebyla potřeba vysoká rychlost, ve skutečnosti stačila jen rychlost dosahující 35 km/h. V těchto rychlostech vytvářeli jezdci na dobově upravených motocyklech kaskadérské kousky, kterými bavili diváky. Veřejnost toužila po dalších a více nebezpečných kouscích a po celé zemi se tak vytvářely kaskadérské skupiny. [28]



Obrázek 20, Jízda smrti [39]

3. Cíl bakalářské práce

Hlavním cílem bakalářské práce je stručný popis renovačních metod a jejich praktické využití při renovaci spalovacího motoru historického motocyklu a popis konstrukce rámu a dílčích příslušenství. Hlavního cíle práce tak bude dosaženo prostřednictvím dílčích cílů:

1. demontáž motoru a renovace jeho součástí,
2. popis konstrukce rámu,
3. popis konstrukce dílčího příslušenství,
4. sestavení motocyklu, seřízení a testování.

4. Metodika

K vytvoření metodologického rámce praktické části byly prostudovány literární prameny, které se zabývají problematikou renovací strojních součástí. Získané informace z literárních pramenů jsou zpracovány v literární rešerši. Dostupné informace o renovačních metodách jsou pouhým předpokladem při renovaci jednotlivých částí spalovacího motoru motocyklu. Z tohoto důvodu jsou u renovace jednotlivých součástí motoru zvoleny technologické postupy pro jejich renovaci, a pokud tak nebylo učiněno, byly jednotlivé díly zakoupeny jako nové. Zakoupení nových dílů bylo v těchto případech cenově výhodnější než jejich samotná renovace a bylo tak dosaženo patřičné kvality opravy a životnosti součástí. Ke konstrukci rámu a dílčího příslušenství byl využit druhý originální motocykl, který posloužil jako předloha. Z důvodu širokého množství dílčího příslušenství byly vybrány jen dva díly.

1. Demontáž motoru a renovace jeho součástí

První úkol praktické části je zaměřen na demontáž a celkovou renovaci spalovacího motoru Indian. Před samotnou demontáží agregátu byla vykonána vizuální kontrola, při které byla nalezena řada poškození. Tato poškození budou popsána a brána v potaz až po celkové demontáži motoru a renovaci jeho součástí. Jednotlivé části motoru budou renovovány v následujících skupinách:

- hlavy motoru,
- válce motoru a ventilové ústrojí,
- pístní sady a ložiska pístních čepů,
- kliková hřídel,
- rozvodová kola a ložiska,
- kartery motoru,
- primární převod.

2. Popis konstrukce rámu

Druhá část praktické části je zaměřena na popis konstrukce nosného rámu motocyklu. V této části bude stavěna replika nosného rámu motocyklu Indian Scout 600 cm³ 1926 podle rámu totožného motocyklu Indian Scout 600 cm³, ovšem z roku 1925.

3. Popis konstrukce dílčího příslušenství

Tato část je zaměřena na popis konstrukce dílčího příslušenství. Prvním dílem zvoleným pro popis konstrukce je palivová nádrž. Při výrobě palivově-olejové nádrže bude postupováno podle předlohy nádrže originálního motocyklu. Druhým dílem ze skupiny dílčího příslušenství vybraného pro popis konstrukce je plech sedla řidiče. Při konstrukci plechu sedla bude postupováno podle předlohy zapůjčeného sedla.

4. Sestavení motocyklu, seřízení a testování

V závěrečné fázi praktické části bude motocykl fyzicky sestaven, seřízen a následně otestován zkušební jízdou.

5. Výsledky

Renovaci spalovacího motoru lze obnovit jeho funkčnost, výkon, jenž byl vlivem provozu snížen, ale i zlepšit hodnoty emisí. Jejím cílem je taktéž zvýšení spolehlivosti motoru. Během renovace motoru je velmi nezbytné provést kontrolu, popřípadě výměnu nebo renovaci všech součástí, které byly nejvíce namáhány vlivem provozu. Mezi nejvíce teplotně namáhané díly patří hlavy válců, válce motoru a pístní skupina. Další díly, u kterých je renovace důležitá, jsou ty, mezi kterými probíhá tření. Mezi tyto díly lze zařadit stěny válců motoru, pístní kroužky, ložiska ojníc, čepy klikové hřídele, dřívky ventilů a zdvihátek v jejich vedeních.

Renovaci lze u jednotlivých součástí motoru aplikovat několika způsoby. Prvním způsobem je renovace původního dílu. U tohoto způsobu se provádí potřebné úkony, jejichž úkolem je zlepšit jejich funkci a estetičnost. Pokud nastane situace, kdy je součástka ve stavu, kdy je její renovace příliš finančně náročná, je potřeba přistoupit ke koupi dílu z druhovýroby. Z hlediska minimální dostupnosti náhradních dílů z druhovýroby na spalovací motor Indian Scout 600 cm³, o kterém práce pojednává, a historické hodnoty stroje se vyplatí i kusová výroba dílu. V těch nejlepších případech je díl v tak dobrém stavu, že jeho renovace není nutná. Před renovací, ať už jakéhokoliv motoru, je podstatné mít přibližný přehled o jeho stavu, který lze zjistit celkovou demontáží a vizuální kontrolou. Demontáž motoru Indian proběhla za pomoci knihy Renovace a opravy motocyklů – Jürgen Nöll (viz. citace č. 29).

Montážní operace veškerých zrenovovaných dílů motoru popsanych ve výsledcích kapitoly 5.1 byly provedeny v opačném pořadí, než při celkové demontáži.

5.1 Výsledky – demontáž motoru a renovace jeho součástí

Na obrázku číslo 21 je zobrazený samotný čtyřtákní dvouválcový motor motocyklu Indian Scout o objemu 600 cm³ ve výchozím stavu před renovací.



Obrázek 21, Výchozí stav motoru Indian Scout před renovací

Před demontáží spalovacího motoru bylo potřeba nejprve motor důkladně omýt čistícím prostředkem nebo jiným rozpouštědlem pro odstranění mastných nečistot. Po

následném odmaštění bylo provedeno opláchnutí a osušení. Následně byl z motoru a třístupňové převodovky vypuštěn zbytek motorového a převodového oleje.

Samotná demontáž motoru byla zahájena odšroubováním 11 ks matic svorníků držících hliníkový kryt primárního převodu na levé straně motoru. Primární převod je zde tvořen pomocí trojice kol s šikmým ozubením. První ozubené kolo uložené na levé hřídeli děleného klikového mechanismu je vůči pootočení zajištěné kuželem, klínkem a speciální zajišťovací podložkou pod maticí. Toto kolo bylo po odšroubování matice a odstranění podložky staženo speciálním třiramenným stahovákem. Středové ozubené kolo spojující klikový mechanismus spolu s hlavní hřídelí převodovky bylo vysunuto spolu s dvojicí jednostranně otevřených klecí a jednotlivými válečky z čepu uloženého v bronzových futrech. Třetí ozubené kolo (největší) tvořící zároveň spojkový koš je upevněné na hlavní hřídeli převodovky, stejně tak jako první ozubené kolo primárního převodu na hřídeli klikové hřídele pomocí klínku, kuželu a matice spolu se zajišťovací podložkou.

K jejímu povolení a sejmutí bylo potřeba zaaretovat celé ozubené kolo, které tvoří zároveň spojkový koš. Spojkový koš tvoří přítláčný talíř s 12 ks pružin, za nimiž se nachází pěti-lamelová mokrá spojka, která byla s mezi-plechy demontována po povolení šesti matic. Dále nebránilo nic tomu, aby byl sejmut hliníkový mezikus primárního převodu. Po sejmutí mezikusu byla pomocí odšroubování čtyř matic oddělena převodovka od skříně motoru.

Rozebírání motoru následně pokračovalo odšroubováním zbylých matic hlav válců a jejich následným sejmutím. Na dně pístu byla viditelná vrstva usazeného karbonu a na stěnách válců byly hluboké rýhy. K sundání válců bylo potřeba na každém válci povolit plechové krytky zdvihátek ventilů a čtveřici uzavřených matic držící každý válec.

Dalším úkonem potřebným k zahájení pùlení motoru a vyjmutí klikové hřídele z motoru byla demontáž rozvodu a 6 ks šroubových svorníků. Demontáži rozvodu z pravé strany motoru předcházela demontáž olejového čerpadla a odšroubování 12 ks šroubů s čočkovou hlavou. Pod rozvodovým víkem se nachází kaskáda 6 ozubených kol s přímým ozubením. Hlavním kolem, které pohání celé rozvody, je nejmenší ozubené kolo, které je nalisováno na pravé hřídeli děleného klikového mechanismu a zajištěno šroubem s levostranným závitem. Jeho demontáž proběhla po povolení šroubu opět pomocí stahováku.

Následující dvě kola tvoří vačky, které zdvihají čtveřici vahadel a ty následně čtveřici zdvihátek ventilů. Jedno z kol tvořící zároveň vačku má na svém čepu šnek, který pohání pastorek v olejovém čerpadlu. Další dvě kola spojují pouze ozubené kolo od magneta-dynama. Každé ozubené kolo je z výroby označeno ryskou kvůli časování, tudíž je jejich záměna při pozdější montáži vyloučena. Ozubená kola jsou nalisována na čepech, která jsou uložena pomocí bronzových kluzných ložisek z jedné strany ve skříně motoru a z druhé strany ve víku rozvodů. Jejich demontáž je spolu se zdvihátky ventilů nasunutých na čepech jednoduchá. Po takto provedeném postupu demontáže přišel okamžik pùlení skříně motoru. Pùlení skříně motoru proběhlo po odšroubování matic jednotlivých svorníků spojující

kartery po obvodě a následným postupným oddalováním obou polovin skříně motoru. Po oddálení karterů motoru na potřebnou vzdálenost byl následně vyjmut klikový mechanismus spolu s jeho uložením. Uložení je na levé straně motoru tvořeno dvojicí jednostranně uzavřených klecí s valivými elementy neboli válečky. Mezi klecemi je dále vymezovací pouzdro a vymezovací podložky. Na pravé straně je opět dvojice jednostranně uzavřených klecí s válečky a vymezovacími podložkami (viz Příloha č. 2).

Tím byl motor kompletně rozebrán. Po rozebrání motoru následovalo umytí všech jeho součástí a jejich kontrola. Po provedení revize byly jednotlivé součástky rozděleny do dvou skupin. První skupinu tvořily součásti, u nichž se prováděla renovace a tu druhou neopravitelné součásti. Do skupiny, které potřebují opravit nebo zrenovovat, byly zařazeny hlavy válců, válce motoru, ventilové ústrojí, rozvody, primární převod, kliková hřídel a kartery. Skupinu neopravitelných součástek motoru tvořily díly, jejichž renovace by byla z ekonomického hlediska nevýhodná. Do této skupiny patří pístní sada, rozvodová kola, veškerá ložiska, spojkové pružiny, ventilové pružiny a spojkové lamely.

Z důvodu neodborného odlehčení ojníc vyvrtáním otvorů do jejich těla a tím budoucího možného rizika defektu jakožto nejvíce namáhaného dílu motoru, byly sehnány originální ojnice z totožného motoru.

Veškeré fotografie z demontáže motoru a rozebrané třístupňové převodovky, jež byla předána specializované firmě k renovaci, jsou uvedeny (viz Příloha č. 1). Fotografie tykající se zrenovovaného motoru a jeho částí jsou zobrazeny (viz Příloha č. 2).

5.1.1 Hlavy motoru

Během vizuální kontroly byla nalezena ulámaná žebra na obou litinových hlavách válců (viz obr. 22).



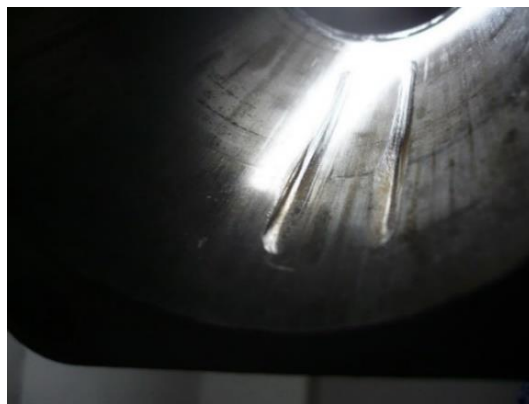
Obrázek 22, Hlava válce před renovací

Chladicí žebra zajišťují odvod tepla a jejich vzhled vlivem poškození nepůsobí pěkně. Hlavy byly nejprve očištěny a poté opískovány. Oprava chladících žebor litinových hlav se prováděla pomocí ručně vytvořených litinových plátek obdobného základního materiálu a následného plamenného svaření, kde přídatným materiálem byl mosazný drát. Nakonec byl pomocí úhlové brusky vybroušen tvar nových žebor tak, aby se nelišil od

ostatních. Hlavy byly po těchto provedených úkonech nakonec galvanicky niklovány. Z důvodu vysokého tepelného ovlivnění hlav během provozu došlo k jejich zkroucení. Dosedací plochy byly srovnány do roviny opracováním na opravné rozměry. Závity pro zapalovací svíčky byly nakonec proříznuty závitníkem příslušného stoupání.

5.1.2 Válce motoru a ventilové ústrojí

Prohlídkou válců motoru po jejich sejmutí bylo nalezeno poškození a opotřebení. Při pohledu do válců byly na jejich pracovních stěnách objeveny vyrezlé plochy a hluboké rýhy (viz obr. 23) vzniklé pravděpodobně axiálním posunem pístních čepů z důvodu jejich nedostatečného nebo chybného zajištění.



Obrázek 23, Poškození stěny válce motoru

Z hlediska tohoto rozsáhlého poškození se neprovádělo přeměření a tím určení míry jejich opotřebení. Po následné demontáži ventilových klínků spolu s talířkovými podložkami, pružinami a miskami byly z boku válců demontovány ventily. Následovala kontrola vůle ventilů ve vodítkách ventilů. Vodítka jsou u tohoto motoru vyrobena ze šedé litiny, a proto smí mít sací ventil radiální vůli 0,05-0,08 mm. Výfukový ventil, který je mnohem více tepelně namáhaný, vyžaduje větší vůli. Vůle dřívků ventilů v jednotlivých otvorech vodítek byly příliš vysoké. Z důvodu složitosti renovace těchto dílů oproti jednoduchosti výrobě nových vodítek podle vzoru byla vodítka z šedé litiny vysoustružena nová s uvažovaným rozměrem dřívku nového ventilu. Mezitím bylo provedeno povrchové opískování a galvanické poniklování válců. Nově vyrobená vodítka byla do válců motoru zalisována za využití rozdílu teplot jednotlivých součástí. Na těle dřívků jednotlivých ventilů bylo viditelné adhezivní opotřebení a číselníkovým úchylkoměrem bylo zjištěno jejich ohnutí, a proto proběhla jejich výměna za nové. Dosedací plochy sedel ventilů byly opraveny pomocí ventilové frézy jejichž úhel činil sklon 45°. Poté byly válce vlivem výše popsaného poškození stěn zrenovovány opracováním na opravné rozměry. Vlivem hlubokých rýh na stěnách válců došlo vybroušením funkčních ploch na opravný rozměr ke ztenčení stěn válců. Po konzultaci se zaměstnanci speciální firmy byly válce z hrozícího budoucího defektu převložkovány. V neposlední řadě byly srovnány dosedací plochy válců s hlavami.

5.1.3 Pístní sady

Posouzení stavu pístů spadajících do tzv. skupiny neopravitelných součástí se z důvodu zaměnění předešlého rozměru válců jakožto sružené součásti se neprovádělo. Písty (viz obr. 24) byly vyrobeny nové, a to speciální firmou podle originálních pístů a podle příslušného opravného rozměru válce, respektive vložky.



Obrázek 24, Nové písty vyrobené podle originálu

Další díly spadající do pístní skupiny jsou pístní čepy. Jejich demontáž byla provedena za pomoci speciálního stahovaku pístního čepu. Pístní čep se musí v pouzdru ojnice otáčet bez znatelné radiální vůle. V tomto případě čelil pístní čep v kluzném ložisku ojnice nadměrné vůli a na čepch bylo za použití pravítka viditelné otláčení, které je nežádoucí. Pístní čepy byly opět z důvodu finanční náročnosti renovace vyměněny za nové. Dalším důvodem nadměrné vůle pístního čepu v oku ojnice bylo zřejmé opotřebení kluzných ložisek. Ty byly vyměněny za nově vysoustružená pouzdra z ložiskového bronzu. Vnější průměr pouzdra musí mít vůči oku ojnice přesah 0,03-0,06 mm. Výměna byla provedena za pomoci dílenského lisu. Po montáži byla stavitelným výstružníkem nastavena vůle na 0,02 mm k budoucímu vytvoření olejového filmu a nedošlo tak k vzájemnému zadření tohoto uložení. Nakonec byla ojnicní kluzná ložiska na hřbetu ojnice provrtána z důvodu vytvoření mazacího kanálku (viz obr. 25).



Obrázek 25, Provrtané hřbety ojníc

5.1.4 Kliková hřídel a ojnice

Kliková hřídel znázorněná (viz obr. 26) byla po demontáži motoru v kritickém stavu. Na setrvačnicích byla nalezena hloubková koroze nejspíše z důvodu dlouhodobé absence

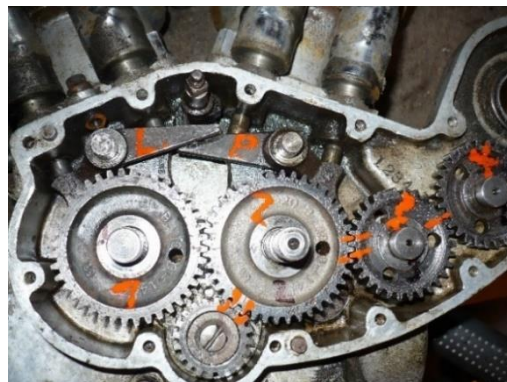
olejové náplně spolu s kombinací vzdušné vlhkosti prostředí. Na ojnicím čepu bylo zaznamenáno adhezivní opotřebení a povrchová koroze. Dělený klikový mechanismus byl rozlisován na dílenském lisu a proběhlo jeho následné odmaštění a čištění. Celkovou renovací obsahující výměnu jednotlivých čepů, ojnicního ložiska, úhlování ojnic, vyvážení spolu s písty a uložení klikové hřídele v karterech spalovacího motoru provedla speciální firma zabývající se danou problematikou.



Obrázek 26, Kliková hřídel ve stavu před renovací

5.1.5 Rozvodová kola a ložiska

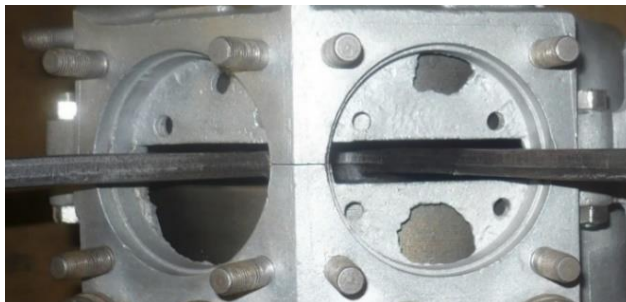
U rozvodových koleček s přímým ozubením byla na jejich povrchu nalezena důlková koroze. Na ozubení bylo dále zaznamenáno únavové opotřebení. Ozubená kola lze do určité míry za použití správné technologie renovovat navařováním a následným broušením. Z důvodu nalezeného poškození, nezaručení dlouhé životnosti a spolehlivosti úzce spojené se správným časováním jiskry, nebyla po konzultaci se speciální firmou renovace zvolena. Z tohoto hlediska byla nalezena zahraniční firma zabývající se výrobou nových rozvodových koleček do těchto předválečných motocyklů. Ozubená kola rozvodů (viz obr. 27) jsou uložena v kluzných ložiscích zalisovaných z jedné strany ve víku rozvodů a z druhé v karteru motoru. Vlivem výměny všech ozubených kol za nová bylo potřeba jednotlivá bronzová pouzdra vylisovat a vyměnit za nově vysoustružená pouzdra s patřičným průměrem dle čepu ozubených kol. Jejich montáž byla provedena nalisováním a zalepením.



Obrázek 27, Rozvody motoru před renovací

5.1.6 Kartery motoru

Hliníkové kartery neboli skříně motoru vykazovaly spolu s obalem převodovky řadu poškození a z toho důvodu musela proběhnout jejich renovace. Nejprve byly kartery otryskány jemným abrazivem. Následně byly zjištěny vylámané a poškozené průchozí přepážky mezi válci a klikovým prostorem (viz obr. 28). Ponechání vylámaných přepážek by znamenalo nadměrné mazání stěn válců, čímž by docházelo k dostávání se motorového oleje do spalovacího prostoru a jeho následné nadměrné spotřebě a zanášení karbonizačními částicemi spalovacího prostoru spolu se zapalovacími svíčkami.



Obrázek 28, Poškozené přepážky

Při opravě těchto přepážek (viz obr. 29) byla využita renovace součástí s trhlinami a lomy a jako technologie bylo zvoleno svařování. Za upnutí obou karterů k sobě byly v místě přepážek vyfrézovány přesné otvory tak, aby došlo k obrobení zbytku ulomených přepážek. Pomocí hliníku stejné tloušťky byly do otvorů vyfrézované přesné tvary přepážek spolu s otvory, které byly následně přivařeny pomocí metody MIG. Místa svarů byla nakonec obrobena. Obdobným způsobem byl opraven obal převodové skříně (viz obr. 30).



Obrázek 29, Opravené přepážky



Obrázek 30, Oprava obalu převodovky

Na patce držící k rámu pravého karteru byla nalezena trhlinka. Tato trhlinka mohla vzniknout pravděpodobně z důvodu nedostatečného utažení šroubového spoje za podpory vibrace motoru. Trhlinka byla vybroušena se zkosením hran a svařena metodou MIG.

U hliníkových karterů byly pomocí závitníků příslušeného stoupání zrenovovány vnitřní závity, a to u výpustného šroubu oleje, hladinového šroubu a závitu přívodu oleje od čerpadla.

Za použití čelního frézování byly srovnány na opravný rozměr plochy ve styku s válcí a plocha, na které je upevněné magneto-dynamo. Při této příležitosti byl opraven otvor, jímž prochází hřídel magneta-dynama k rozvodům a byl zde nalisován těsnicí kroužek příslušeného rozměru. Dále pak byly srovnány dosedací plochy karterů z důvodu dokonalé těsnosti obou polovin.

Do pravého karteru jsou zalisována vodítka zdvihátek ventilů, jež měla spolu se zdvihátky nadměrnou vůli. K renovaci těchto vodítek byla využita metoda opracování na opravné rozměry za použití stojanové vrtačky a výstružníku. Kvůli opětovné finanční náročnosti při zvolení renovace byla zdvihátka vyrobená a tepelně zpracovaná nová, podle vzoru s uvažovaným opravným rozměrem vodítek s příslušnou vůlí.

5.1.7 Primární převod

Spojkový koš spolu s největším ozubeným kolem primárního převodu je uložen na vývodové hřídeli převodovky pomocí bronzového kluzného ložiska. U tohoto uložení byla mezi ložiskem a hřídelí zaznamenána značná vůle. Kluzné ložisko bylo vylisováno a vyměněno za nově vysoustružené pouzdro příslušného rozměru a zalisováno opět na dílenském lisu.

Prostřední ozubené kolo (viz obr. 31) uložené na čepu pomocí dvojice jednostranně uzavřených valivých ložisek mělo vůli.



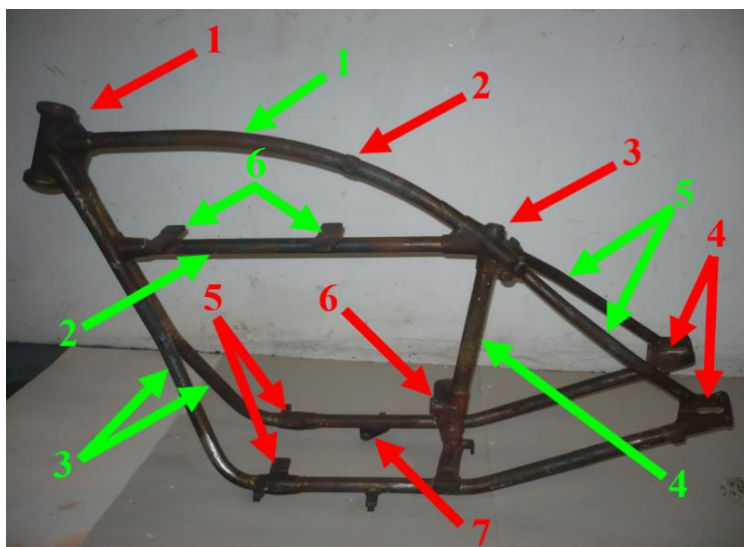
Obrázek 31, Primární převod

Na povrchu čepu bylo shledáno adhezivní opotřebení, jenž mělo za následek vznik vůle prostředního spojovacího ozubeného kola. Obě ložiska byla vyměněna za nová a čep byl vysoustružen a tepelně zpracován podle předlohy také nový. Díky nadměrné olejové náplni v převodovce spolu s tímto primárním převodem byla ozubená kola ve velmi zachovalém stavu a z toho důvodu nebyla potřeba jejich renovace nebo výměna za nová.

5.2 Výsledky – konstrukce rámu

Nosný rám tohoto motocyklu je typ trubkový. Takto konstrukčně řešené motocyklové trubkové rámy se vyznačují především vysokou pevností a dostatečnou tuhostí. [30]

Rám je sestaven z pěti kusů tvarovaných trubek a dvou rovných trubek. Detailně popsané jednotlivé komponenty rámu jsou znázorněné (viz obr. 32). Konce jednotlivých trubek se scházejí v odlitcích neboli styčnicích, které jsou zde svařeny pomocí plamene, kde je přídatným materiálem mosaz. K započítí samotné stavby repliky rámu probíraného motocyklu bylo potřeba demontovat stávající originální rám z předlohového motocyklu. Po získání samotného rámu zobrazeného (viz obr. 32) proběhlo očištění, odstranění povrchové koroze a poté byla zahájena výroba jednotlivých odlitků neboli styčniců. Pro výrobu odlitků bylo důležité vytvořit pro jednotlivé odlitky formy. Formy byly zhotoveny spolu se správně zvolenou dělicí rovinou pomocí sádry na odlitky. Sádrové formy se skládaly dle náročnosti daného odlitku ze dvou či více kusů. Po takto vytvořených formách bylo nutné zhotovit modely. Modely byly odlity pomocí epoxidové pryskyřice, která se v tekutém skupenství vlila do utěsněného prostoru sádrové formy. Po vytvrzení epoxidové pryskyřice a drobných ručních úpravách byly modely připraveny k odlití reálných odlitků ve speciální firmě.



Obrázek 32, Komponenty rámu motocyklu

Odlitky (červeně označené)

1. Krk řízení
2. Držák sedla
3. Podsedlový kříž
4. Odlitky držící zadního kola
5. Patky motoru a držáky pedálů
6. Hlavní kříž s úchytem motoru
7. Držák brzdového pedálu

Ocelové komponenty (zeleně označené)

1. Horní nádržová ohnutá trubka
2. Spodní nádržová rovná trubka
3. Hlavní nosná trubka (2x)
4. Rovná podsedlová trubka
5. Nosné trubky zadního kola
6. Držáky nádrže (2x)

Vyhotovené hrubé odlitky ze šedé litiny byly podle předlohového rámu opracovány na příslušné rozměry trubek a další potřebné rozměry. Veškeré díry pro trubky byly vrtané na stojanové vrtačce s takovým průměrem, aby mezi dírou a trubkou byla vůle potřebná k zatečení mosazi. U odlitku krku řízení č. 1 byl otvor pro přední vidlici spolu s lůžky pro misky kuličkových ložisek soustružen. U zadních odlitků držících osu zadního kola č. 4 byly drážky frézovány. U odlitku podsedlového kříže č. 3 byl navíc dodatečně vytvořen závit pro mechanismus pérování. Plechové držáky nádrže č. 6 byly ohýbány ručně. Jednotlivé obrobene odlitky společně s modely z epoxidové pryskyřice jsou znázorněny (viz obr. 33).



Obrázek 33, Odlitky a modely rámu

Veškeré trubky atypických průměrů, ze kterých se nosný rám motocyklu skládá, byly zakoupeny u zahraničního prodejce.

Tvarované trubky č. 3 a 5 byly ohýbány za pomoci ohýbacího stroje s trnem s využitím metody navíjení. Oblouk horní nadnádržové trubky č. 1 byl vytvořen na hydraulickém ohýbacím stroji. Ohnutí trubek na příslušné úhly a poloměry dle výkresové dokumentace provedla speciální firma podle předlohového rámu a sehnané výkresové dokumentace. Naohýbané trubky byly poté zkráceny na potřebné délky. V tomto okamžiku se provádělo spasování a neustálé měření celého nosného rámu motocyklu spolu s přední vidlicí. Správně ustavené pozice odlitků a trubek v ose byly zajištěny provedenými svarovými body a zajišťovacími kolíky, aby nedošlo k vzájemnému vyosení.

Nakonec byl celý rám za pomoci plamenného svařování s přidavným materiálem mosaz plamenem svařen, aby bylo dosaženo dostatečné tuhosti a pevnosti rámu. Finální podoba nosného rámu před povrchovou úpravou (viz obr. 34). Stejným způsobem byla vyrobena přední vidlice a řídítka. Další fotografie z konstrukce nosného rámu a přední vidlice jsou uvedeny (viz Příloha č. 3).



Obrázek 34, *Finální podoba nového nosného rámu (bez držáků nádrže)*

5.3 Výsledky – konstrukce dílčího příslušenství

Výroba replikového dílu nebo replikové součásti za účelem zkompletování motocyklu Indian Scout v dobové úpravě znamená, že daný díl nebo součást byla vyrobena reprodukcí podle původního vzorového dílu.

Vzorem ke konstrukci dílů dílčího příslušenství se ve většině případech staly použité a demontované díly ze vzorového motocyklu Indian Scout civilní verze z roku 1925. Výroba dílů dílčího příslušenství motocyklu má za cíl dosáhnout věrného obrazu původních vzorů. Z důvodu tehdejší velkosériové výroby a tím přizpůsobených strojů a speciálních přípravků byly výrobní technologie v tomto případě zaměněny za náhradní technologie a převážně tak ruční výrobu. Pro popis konstrukce jednotlivých dílů ze skupiny dílčího příslušenství byly pro tuto práci vybrány díly jako je palivová nádrž a sedlo motocyklu.

5.3.1 Palivová nádrž

K výrobě palivové – olejové nádrže byla opět využita originální nádrž z předlohového motocyklu. Nádrž tvoří dvě od sebe oddělené komory, kde jedna je na palivo (benzin) a druhá komora na motorový olej. Každá komora má svůj uzávěr. Uzávěry jsou pomocí hrdel vyvedeny na vrch nádrže, umístěné v její pravé polovině. Originální nádrž je původně vyrobena ze dvou hlavních továrních výlisků a její obě poloviny jsou k sobě připájené cínem. Přepážka oddělující obě komory (olej a palivo) je v pravé půlce nádrže také připájena. V olejové komoře se dále nachází olejová ruční pumpa sloužící pro ruční přimazávání klikové hřídele při jízdě do nadměrného stoupání.

Zahájení výroby nádrže bylo započato výrobou dřevěného vzoru (kopyta) nádrže, který představoval její přesný tvar se zmenšenými rozměry na všech jejích plochách o tloušťku plechu nádrže. Ostatní rozměry jako jsou poloměry zaoblení a úhly byly zachovány podle originálu. Z důvodu továrního vylisování obou polovin u originální nádrže by ruční

výroba nových polovin ze dvou byla nerealizovatelná nebo značně složitá, a proto byl v tomto případě hlavní obal nádrže vyroben ze čtyř dílů.

Samotná výroba spočívala ve tvarování hlubokotažného ocelového plechu za studena, zejména tak vyklepávání částí umístěných na bocích nádrže podle dřevěného kopyta za pomoci úderů plastové paličky. Tam, kde bylo potřeba plech stáhnout, byl použit ruční stahovací stroj nebo stříh, který byl následně svařen elektrickým obloukem v ochranné atmosféře oxidu uhličitého (MAG). Po zhotovení obou bočnic nádrže byly vyrobeny obvodové plechy nádrže. Na pravém obvodovém plechu pravé půlky nádrže byl na ohýbacím stroji vytvořen po celém obvodě falc, znázorněný na pravé půlce originální nádrže (viz obr. 35). Falc je zde zhotoven z důvodu pevného ustavení obou polovin nádrže do sebe a tvoří plochy pro dokonalé zatečení cínu a následné utěsnění.



Obrázek 35, Postup výroby nádrže motocyklu

Vyrobené boční a obvodové plechy k sobě byly přivařeny elektrickým obloukem v ochranné atmosféře oxidu uhličitého (MAG). Poté byly do nádrže zhotoveny veškeré otvory pro nalévací hrdla, vývod paliva, vývod oleje do klikové skříně, držák dekompresoru, díry pro trubku ručního přimazávání a otvory pro matice držící nádrž k rámu. Do jednotlivých otvorů byla vysoustružena 2x závitová hrdla, 1x vývod paliva, 1x uzávěr paliva, 2x uzavřené matice držáku dekompresoru, 2x průchodky ruční mazací pumpy a 4x neprůchodné matice k upevnění nádrže k rámu. Všechny tyto vysoustružené komponenty spolu s plechovou stěnou oddělující obě komory byly z vnitřku nádrže na ustavovacích deskách přibodovány a následně zapájeny cínem podle originálu. Jednotlivé svary metodou MAG byly také přepájeny kvůli jistotě těsnosti. V konečné fázi byly obě poloviny nádrže vzájemně zapájeny. Palivová i olejová komora byla nakonec odmaštěna a vylita silikonovým kaučukem k utěsnění případných netěsností a zabránění vzniku koroze v budoucnu. Nakonec byla nádrž natlakována a ověřena tak její těsnost. V konečné fázi (viz obr. 36) byla z důvodu místních drobných nerovností nádrž natmelena a ručně broušena. Další fotografie konstrukce palivové – olejové nádrže jsou uvedeny (viz Příloha č. 5).



Obrázek 36, Finální podoba nádrže před lakováním

5.3.2 Plech sedla řidiče

Jelikož nebylo u předlohového motocyklu sedlo k dispozici, muselo být zapůjčeno. Výroba sedla byla provedena obdobným způsobem jako boky palivové nádrže, a to ručním vyklepáváním pomocí silonové paličky. Vyústění neboli zúžení v přední části sedla muselo být ke stažení opět nastříhováno a svařeno pomocí MAG s následným zabroušením. Poté proběhlo přivaření šroubů k uchycení sedla v přední části a k odpružení v zadní části. Ve finální podobě plechu sedla (viz obr. 37) musely být zhotoveny vyvrtáním otvory pro nýty držící kožený potah sedla. Očalounění bylo provedeno ve speciální firmě. Další fotografie konstrukce plechu sedla řidiče jsou uvedeny (viz Příloha č. 6).



Obrázek 37, Výroba plechu sedla

5.4 Výsledky – sestavení motocyklu, seřízení a testování

Po výrobě všech dílčích příslušenství byly jednotlivé díly opískovány korundovým pískem. Plechové komponenty, jako jsou palivová nádrž spolu se zadním blatníkem, byly z důvodu případných místních nerovností srovnány karosářským tmelem a ručně broušeny. V konečné fázi byly jednotlivé díly zvláště nastříkány dvousložkovým polyesterovým plnicím tmelem a po opětovném zbroušení nalakovány s patinovým vzhledem. Veškeré díly, jako jsou vahadla a zdvihátka předního odpružení, listová pružina, páčka zadní brzdy, táhla zadní brzdy, klíč brzdy, zpětné zrcátko, odpružení sedla, veškerý spojovací materiál, osy kol a řadící páka, byly galvanicky niklovány.

Následným krokem byla montáž všech dílů (viz Příloha č. 7) a sestavení tak celého motocyklu. Nejprve byla k nosnému rámu přimontována přední vidlice, dále pak říditka a

obutá kola. Do rámu byl následně vložen kompletní smontovaný motor s převodovkou včetně sání a karburátoru. Potom byly přimontovány svody výfuku s koncovkou. Nakonec proběhla montáž všech ostatních dílů. Každé uložení čepů a ložisek na motocyklu, připadající v úvahu během montáže, bylo naplněno mazacím tukem. Jednotlivá šroubová spojení s korunkovou maticí byla zajištěna závlačkou. Šroubová spojení držící 3 patky motoru byla zajištěna lepidlem na závity kvůli možnému povolání.

K samotnému testování celého motocyklu byla nutná řada předcházejících operací týkajících se nastavení a seřízení veškerých ovládacích prvků, jako je např. ovládání plynu (pravá rukojeť) spolu se strunou ovládající klapku karburátoru, ovládání zapalování neboli předstih (levá rukojeť), nožní a ruční páky zadní brzdy s brzdícím bubnem. U karburátoru Schebler Deluxe DLX-10 byla seřízena hlavní a volnoběžná tryska počtem otáček udávaných výrobcem pro záběh motoru. Zrenovované magneto-dynamo BOSCH 6 V speciální firmou bylo připevněno na základní desku obou karterů a pomocí ozubeného kola s přímým ozubením bylo zařazeno do kaskády ozubených kol rozvodů do polohy dle rysek, které znázorňují správné časování jiskry. Po montáži pravého víka rozvodů bylo nastaveno mazání a vůle ventilů. Olejové čerpadlo na víku rozvodů bylo pro začátek nastaveno na nejvyšší hodnotu podávání maziva do prostoru klikové skříně. Pro správný běh motoru byly stavíci šrouby zdvihátek za pomoci spárových měrek nastaveny ventilové vůle dle předepsaných hodnot výrobce (sací ventil 0,15 mm, výfukový ventil 0,2 mm). Následovalo doplnění provozních hmot jako je palivo a motorový olej Paramo M6AD. Prostor klikového prostoru skříně byl zaplněn motorovým olejem podle hladinové rysky a jednotlivé kohouty byly puštěny. Do hlav byly zašroubovány zapalovací svíčky a do bateriové schránky byl vložen a zapojen akumulátor 6 V. Konce vysokonapěťových kabelů byly jen lehce nasazeny na zapalovací svíčky, aby v případě nečekaně vysokých otáček šly rychle sejmout a šel tak zastavit motor. V tento moment nastal vytožený okamžik, čímž byl první start.

Zrenovovaný spalovací motor (viz obr. 38) se podařilo nastartovat ihned na první pokus. Agregát byl ponechán ve volnoběžných otáčkách, aby se dostatečně zahřál. Následně byla zkontrolována těsnost benzinového a olejového vedení spolu s čerpadlem. Poté byl podle zvuku motoru přenastaven volnoběh motoru a byla vyzkoušena funkce spojky. Již po krátké chvíli začal motor z povrchu válce a hlav silně kouřit, což mělo za následek vypalování zbytků oleje a tuku na nejvíce tepelně namáhaných místech motoru.



Obrázek 38, Zrenovovaný spalovací motor Indian Scout 600

Při první zkušební jízdě (viz Příloha č. 8) byla vyzkoušena činnost brzd a nastaven předstih na větší hodnotu. Při první delší jízdě, kdy byl motor i převodovka zahřátý na provozní teplotu, byl znovu seřízen karburátor. Poté bylo zkontrolováno dotažení veškerých šroubových spojení na motoru a rámu.

6. Závěr

Bakalářská práce „Renovace a konstrukce historického motocyklu“ se v teoretické části zabývá renovačními metodami strojních součástí, které jsou analyzovány, stručně popsány a prakticky doloženy během renovace spalovacího motoru historického motocyklu Indian Scout z roku 1926. Cíl praktické části je popis demontáže motoru a jeho renovace, dále pak konstrukce zhotovení nosného rámu a vybraného dílčího příslušenství tohoto motocyklu.



Obrázek 39, Finální podoba motocyklu Indian (pravá strana)

Zvolené renovační metody jsou vybrány s ohledem na jednotlivé poškození a opotřebení součástí spalovacího motoru. Vzhledem k cenám a dostupnosti některých dílů je zakoupení nových součástí finančně výhodnější a renovační metoda je v těchto případech pouhým předpokladem.

Motor byl pořízen ve zcela havarijním stavu a nebyl funkční. Byla provedena jeho demontáž, vizuální kontrola stavu jednotlivých komponentů a zvážen jejich možný způsob renovace. Na základě této kontroly byly součásti spolu se sdruženými součástmi rozděleny do několika skupin: hlavy motoru, válce motoru a ventilové ústrojí, pístní sady a ložiska pístních čepů, kliková hřídel a ojnice, rozvodová kola a ložiska, kartery motoru a primární převod. V těchto skupinách byly jednotlivé díly za použití moderních technologií ve specializovaných firmách a vlastních dostupných strojů zrenovovány.

Z hlediska toho, že některé demontované a dále nepoužitelné součásti již není možné zakoupit jako nové a jejich renovace je ekonomicky nevýhodná v porovnání s výrobou nové součásti, bylo potřeba mnoho součástí vyrobit. Spalovací motor byl nakonec úspěšně zkompletován a seřízen.

Nosný rám motocyklu byl vyroben zcela přesně podle předlohy rámu originálního motocyklu Indian. Stavbě tohoto rámu předcházela úspěšná výroba odlitků, ohýbání trubek a zkompletování svařováním. Pro popis konstrukce dílů ze skupiny dílčího příslušenství

motocyklu byla vybrána palivová nádrž a plech sedla. Tyto vybrané díly byly pomocí jednotlivých vzorů úspěšně zkonstruovány a vyzkoušeny v běžném provozu.

Zrenovovaný motor byl úspěšně vsazen do vyrobené repliky motocyklu a po zkompletování a seřízení byl motocykl uveden do provozu a byla tak ověřena jeho funkčnost. U motoru nebyly během záběhu a následného dlouhodobého provozu zjištěny žádné poruchy a nedostatky.

Výsledkem praktické části je plně funkční a pojízdná replika (viz obr. 39-40) motocyklu Indian Scout 600 cm³ z roku 1926 v tzv. dobové úpravě Jízda smrti, kterému předcházela celková renovace spalovacího motoru spolu s konstrukcí nosného rámu motocyklu a vybraného dílčího příslušenství. Bylo tak dosaženo splnění všech stanovených dílčích cílů. Autor, jakožto samotný spolunajítel motocyklu, je velice spokojen s odvedenou prací. Motocykl je nyní připraven na cestování po veteránských srazech.



Obrázek 40, Finální podoba motocyklu Indian (levá strana)

Seznam použité literatury

- [1] POŠTA, Josef, Jaroslav HAVLÍČEK a Michail I ČERNOVOL. *Renovace strojních součástí*: [vědecká monografie]. 2. vyd. Praha: SVÚM, 1998. ISBN 80-902015-6-3.
- [2] LEGÁT, Václav. *Management a inženýrství údržby*. Praha: Professional Publishing, 2013. ISBN 978-80-7431-119-2.
- [3] KUBÍČEK, Jaroslav. *Technologie Svařování: Studijní opory* [online]. Brno: Vysoké učení technické - Fakulta strojního inženýrství, 2017 [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/img/opory/technologie_svarovani_5te_etv_etv-k_kubicek.pdf
- [4] *Svetsaren: a welding review published by ESAB*. 6. aktualizované vydání. Göteborg: ESAB, 2011. Dostupné z: <http://products.esab.com/ESABImages/prirucka%206%20vydani%202011.pdf>
- [5] DVOŘÁK, Zdeněk. *Nástroje pro zpracování polymerů, vulkanizační formy: Studijní materiál*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati - Fakulta technologická, [2013].
- [6] Svařování plamenem. Wikipedie: Otevřená encyklopedie [online]. [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sva%C5%99ov%C3%A1n%C3%AD_plamenem
- [7] KUBÍČEK, Jaroslav. *RENOVACE A POVRCHOVÉ ÚPRAVY: Pouze pracovní verze bez konečné úpravy a bez řady aplikací*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006. Dostupné také z: http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/img/opory/hrp_renovace_a_povrchove_upravy_kubicek.pdf
- [8] PATRICIO F., MENDEZ, NAIRN B., KURTIS B., et al. *Journal of Manufacturing Processes: Welding processes for wear resistant overlays* [online]. 2014, s. 4-25 [cit. 2018-11-21]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526612513000807?via%3Dihub>
- [9] VAMSI KRISHNA B., MISRA V.N., MUKHERJEE P.S., SHARMA P. Microstructure and properties of flame sprayed tungsten carbide coatings.: *International Journal of Refractory Metals & Hard Materials* [online]. Vol. 20. Indie, 2002, , 355-374 [cit. 2018-11-21]. DOI: S0263-4368(02)00073-2. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263436802000732>
- [10] MADADI, F., SHAMANIAN, M., ASHRAFIZADEH, F. Effect of pulse current on microstructure and wear resistance of Stellite6/tungsten carbide claddings produced by tungsten inert gas process [online]. 2011, s. 4320-4328 [cit. 2018-11-21]. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2011.03.076. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/241086181_Effect_of_pulse_current_on_microstructure_and_wear_resistance_of_Stellite6tungsten_carbide_claddings_produced_by_tungsten_inert_gas_process
- [11] JUST CH., BADISCH E., WOSIK J., Influence of welding current on carbide/matrix interface properties in MMCs: *Journal of Materials Processing*

- Technolog [online]. 2010, s. 408-414 [cit. 2018-11-21]. DOI: 10.1016/j.jmatprotec.2009.10.001. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/248253733_Influence_of_welding_current_on_carbidematrix_interface_properties_in_MMCs>
- [12] *Your Global Resource for Industrial Hardface Technology and Wear Resistant Technologies: Tungsten Carbide Hardfacing* [online]. Cleveland, USA: Postle Industries [cit. 2018-11-26]. Dostupné z: <http://www.tungstencarbidhardfacing.com/tungstencarbidhardfacing/index_tchf.php>
- [13] *Hard surfacing build-up tool steel repair*. [online]. Cleveland: Postle Industries, 2007 [cit. 2018-11-26]. Dostupné z: <http://www.hardfacetechologies.com/postle_hft/pdfs/postalloy_cat_eng.pdf>
- [14] WANG XINHONG, CHENG LIN, ZHANG MIN A ZOU ZENGDA. Fabrication of multiple carbide particles reinforced Fe-based surface hardfacing layer produced by gas tungsten arc welding process: *Surface and Coatings Technology* [online]. 2009, s. 976-980 [cit. 2018-11-26]. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2008.09.020 Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/248238782_Fabrication_of_multiple_carbide_particles_reinforced_Febased_surface_hardfacing_layer_produced_by_gas_tungsten_arc_welding_process>
- [15] DIMITRIOS I. PANTELIS, H. MICHAUD, MANUEL JOSÉ FREITAS. *Wear behaviour of laser surface hardfaced steels with tungsten carbide powder injection: Surface and Coatings Technology*[online]. 1993, s. 123-131 [cit. 2018-11-26]. DOI: 10.1016 / 0257-8972 (93) 90028-M. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/223540503_Wear_behaviour_of_laser_surface_hardfaced_steels_with_tungsten_carbide_powder_injection>
- [16] THORPE R.; et al. *HVOF Thermal spray technology: Advanced Materials and processes* [online]. Portland: Ore: ASM international, 2000, s.27 [cit. 2018-12-09]. Dostupné z: <https://www.techlib.cz/cs/>
- [17] *Technologie žárového nástřiku v leteckém průmyslu.: MM průmyslové spektrum* [online]. SEO 2001/5. 2015, s. 19 [cit. 2018-12-09]. Dostupné také z: <https://www.mmspektrum.com>
- [18] *Handbook of thermal spray technology: Materials Park*. OH ASM International, 2004, s. 47-73, 171-172, 180-182, 225-226, 263. ISBN 08-717-0795-0.
- [19] ZÓRAWSKI W.; et al. Properties of plasma and HVOF sprayed coatings. [online]. University of Zilina, Faculty of Mechanical Engineering: Materiálové Inžinierstvo, 2015 [cit. 2018-12-09]. Dostupné z: <<http://ojs.mateng.sk/index.php/Mateng/article/view/72>>

- [20] SIEGL, Jan. Výzkum únavového chování těles se žárovými nástříky: Fatigue behaviour of bodies with thermally sprayed coatings. V Praze: České vysoké učení technické, 2007, s. 10-18. ISBN 978-80-01-03731-7.
- [21] Návary a žárové nástříky: sborník přednášek. Ostrava: Dům techniky ČSVTS, 1990. ISBN 80-020-0407-8.
- [22] AMBROŽ, Oldřich a Jiří KAŠPAR. *Žárové nástříky a jejich průmyslové využití*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1990, s. 100-140. ISBN 80-030-0347-4.
- [23] *Nástřík elektrickým obloukem*. [online]. SERVIS ARMATUR spol., 2012 [cit. 2018-12-09]. Dostupné z: <<http://www.servisarmatur.cz/index.php?page=high-velocity-spray>>
- [24] BENEŠ L., *Přehled svařování* [online]. Praha: ČVUT Fakulta strojní, 2014, s. 1-20 [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <http://users.fs.cvut.cz/libor.benes/vyuka/svarovani/UT_01_Prehled_svarovani_T08.pdf>
- [25] POŠTA J., *Provozní schopnost strojů: učební texty*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2002, 95 s. ISBN 8-213-0966-0.
- [26] VOTAVA J., *Using Welding for Renovations of Machine Parts Made of Aluminium Alloy* [online]. Brno: Mendel University, 2014, s. 91-95 [cit. 2019-01-29]. DOI: 10.2478/ata-2014-0021. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/286876378_Using_Welding_for_Renovations_of_Machine_Parts_Made_of_Aluminium_Alloy>
- [27] BOLLHOFF [online]. [cit. 2019-01-31]. Dostupné z: <<https://www.boellhoff.com/cz-cs/index.php>>
- [28] LENSVELD Jim a Peter te BRAKE. *Indian: motocykly*. Čestlice: Rebo Productions, c1999. ISBN 80-7234-015-8.
- [29] NÖLL, Jürgen. *Renovace, opravy motocyklů*. Praha: Computer Press, 2001. Všechny cesty k informacím. ISBN 80-7226-467-2.
- [30] VLK, František. *Teorie a konstrukce motocyklů*. Brno: František Vlk, 2004. ISBN 80-239-1601-7.
- [31] KUBÍČEK, Jaroslav. *Renovace a povrchové úpravy* [online]. In: . Brno: Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, 2018 [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/img/opory/hpu_renovace_a_povrchove_uprav_y_renovace_2018_kubicek.pdf>
- [32] *Plasmametal: Žárové stříkání* [online]. Brno [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <<http://www.plasmametal.cz/pouzite-technologie>>

- [33] *Svářečky - elektrody: Obalené elektrody* [online]. Příbram [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <<https://www.svarecky-elektrody.cz/obalena-elektroda-co-je-a-k-cemu-slouzi/t-27/t-95>>
- [34] *EWM: Basic concepts of MIG/MAG welding* [online]. [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <<https://www.ewm-group.com/en/specialised-knowledge/mig-mag-basics.html>>
- [35] *Zámečnictví Baumruk* [online]. Krupka [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <<http://www.zamecnictvibaumruk.cz/svarovani-tig-mig-a-mag-technologie.html>>
- [36] *Závitování: Výroba závitu* [online]. [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <<http://www.zavitovani.cz/>>
- [37] SOUČEK, Vladimír a Ivan DVOŘÁČEK. *Indian*. Praha: GT Club, 1994. ISBN 8090070523.
- [38] *NZ Classic Motorcycles: 1908 Indian Twin 3,5 hp* [online]. [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <<http://nzclassicmotorcycles.webdog.me/collection/1908-indian-twin-3-5hp/>>
- [39] *Antique Archaeology: Daredevils of the Wall of Death* [online]. [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <<http://www.antiquearchaeology.com/blog/motordrome-suicide-bob-perry/>>

Seznam obrázků

Obrázek 1, Schéma pro určení opravného rozměru [1]	3
Obrázek 2, Navařování plamenem [31]	5
Obrázek 3, Typy plněných elektrod [8]	6
Obrázek 4, Schéma navařování tavící se elektrodou v ochranné atmosféře [8]	6
Obrázek 5, Navařování automatem pod tavidlem [8]	7
Obrázek 6, Navařování plazmou [8]	8
Obrázek 7, Princip vysokorychlostního nástřiku plamenem – HVOF [32]	10
Obrázek 8, Princip nástřiku elektrickým obloukem – EAW [32]	11
Obrázek 9, Princip nástřiku plazmou – PA [32]	12
Obrázek 10, Princip nástřiku plamenem s práškem nebo drátem [18]	13
Obrázek 11, Svařovací hořáky: a) nízkotlaký; b) vysokotlaký [24]	16
Obrázek 12, Schéma ručního obloukového svařování obalenou elektrodou [33]	18
Obrázek 13, Princip metody MIG/MAG [34]	19
Obrázek 14, Schéma svařování metody TIG/WIG [35]	20
Obrázek 15, Řezání vnitřního závitu různými druhy závitníku [36]	22
Obrázek 16, Závitová vložka Helicoil Plus free running včetně větetna [27]	22
Obrázek 17, Závitová vložka Helicoil plus screwlock [27]	22
Obrázek 18, Předlohový motocykl Indian Scout 600 cm ³ rok 1923	23
Obrázek 19, První model motocyklu Indian [38]	24
Obrázek 20, Jízda smrti [39]	26
Obrázek 21, Výchozí stav motoru Indian Scout před renovací	29
Obrázek 22, Hlava válce před renovací	31
Obrázek 23, Poškození stěny válce motoru	32
Obrázek 24, Nové písty vyrobené podle originálu	33
Obrázek 25, Provrtané hřbety ojníc	33
Obrázek 26, Kliková hřídel ve stavu před renovací	34
Obrázek 27, Rozvody motoru před renovací	34
Obrázek 28, Poškozené přepážky	35
Obrázek 29, Opravené přepážky	35
Obrázek 30, Oprava obalu převodovky	35
Obrázek 31, Primární převod	36
Obrázek 32, Komponenty rámu motocyklu	37
Obrázek 33, Odlitky a modely rámu	38
Obrázek 34, Finální podoba nového nosného rámu (bez držáků nádrže)	39
Obrázek 35, Postup výroby nádrže motocyklu	40
Obrázek 36, Finální podoba nádrže před lakováním	41

Obrázek 37, Výroba plechu sedla	41
Obrázek 38, Zrenovovaný spalovací motor Indian Scout 600.....	42
Obrázek 39, Finální podoba motocyklu Indian (pravá strana)	44
Obrázek 40, Finální podoba motocyklu Indian (levá strana).....	45

Seznam tabulek

Tabulka 1, Technické parametry motoru [37]	23
--	----

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Demontáž motoru	52-59
Příloha č. 2 – Motor po renovaci	60-63
Příloha č. 3 – Konstrukce rámu	64-77
Příloha č. 4 – Vycentrování kola.....	77
Příloha č. 5 – Konstrukce palivové nádrže	78-80
Příloha č. 6 – Konstrukce plechu sedla řidiče.....	81
Příloha č. 7 – Kompletace motocyklu.....	82
Příloha č. 8 – Testovací jízda.....	82

Samostatné přílohy

Příloha č. 1 – Demontáž motoru



Příloha č. 1 – Demontáž motoru



Příloha č. 1 – Demontáž motoru



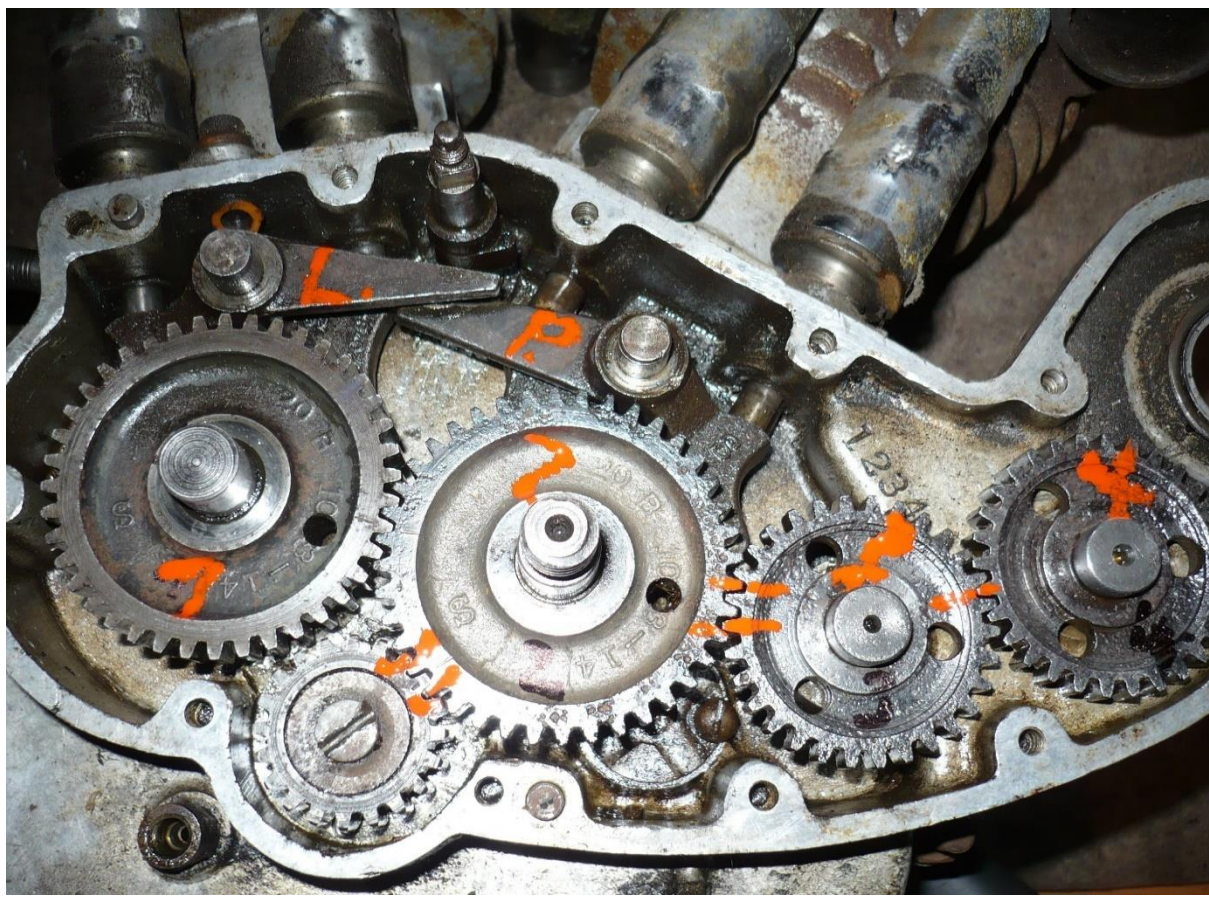
Příloha č. 1 – Demontáž motoru



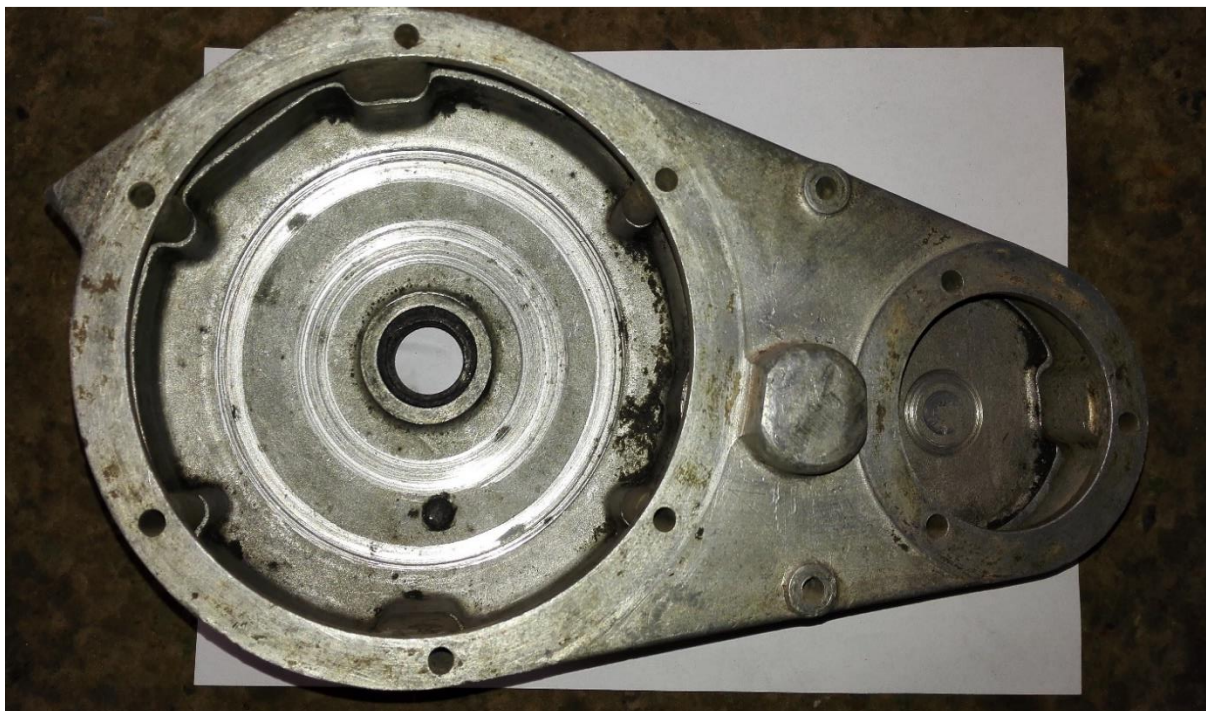
Příloha č. 1 – Demontáž motoru



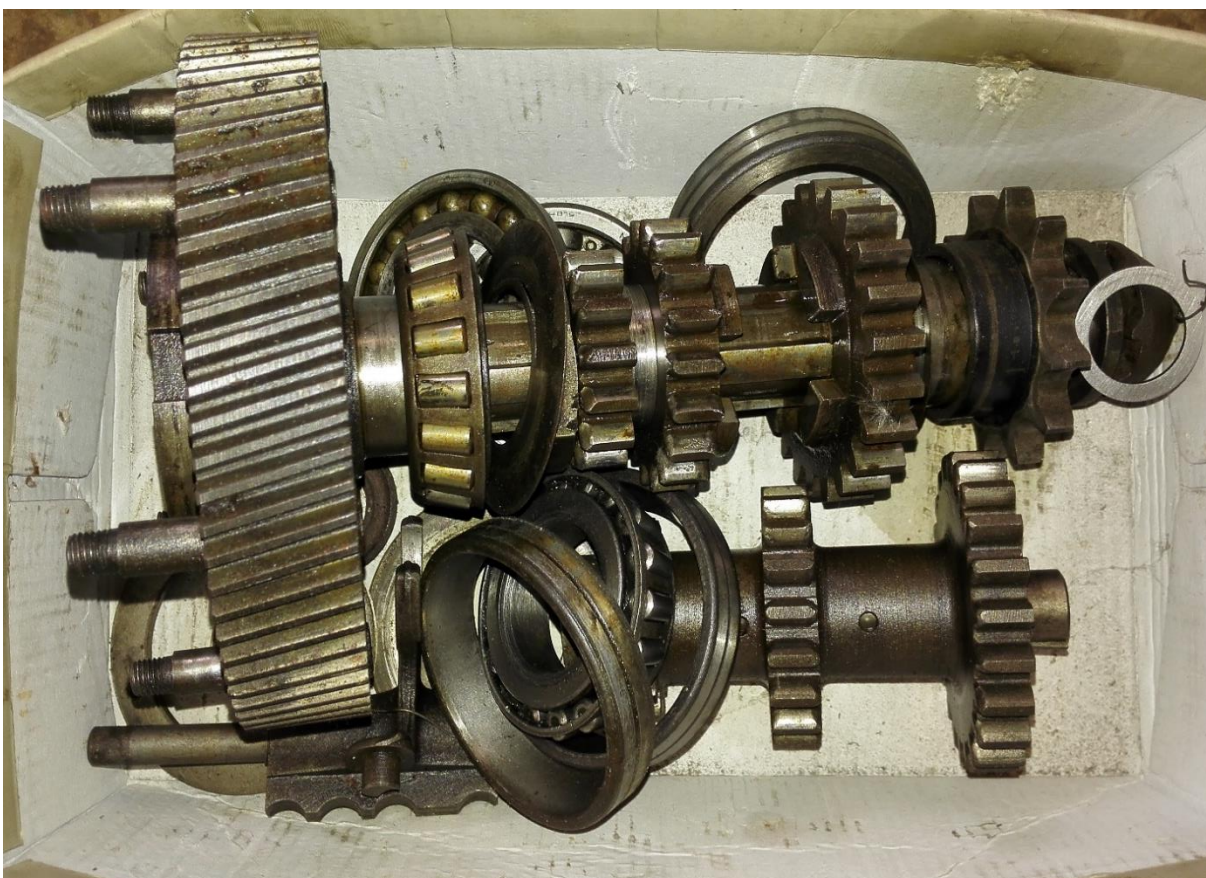
Příloha č. 1 – Demontáž motoru



Příloha č. 1 – Demontáž motoru



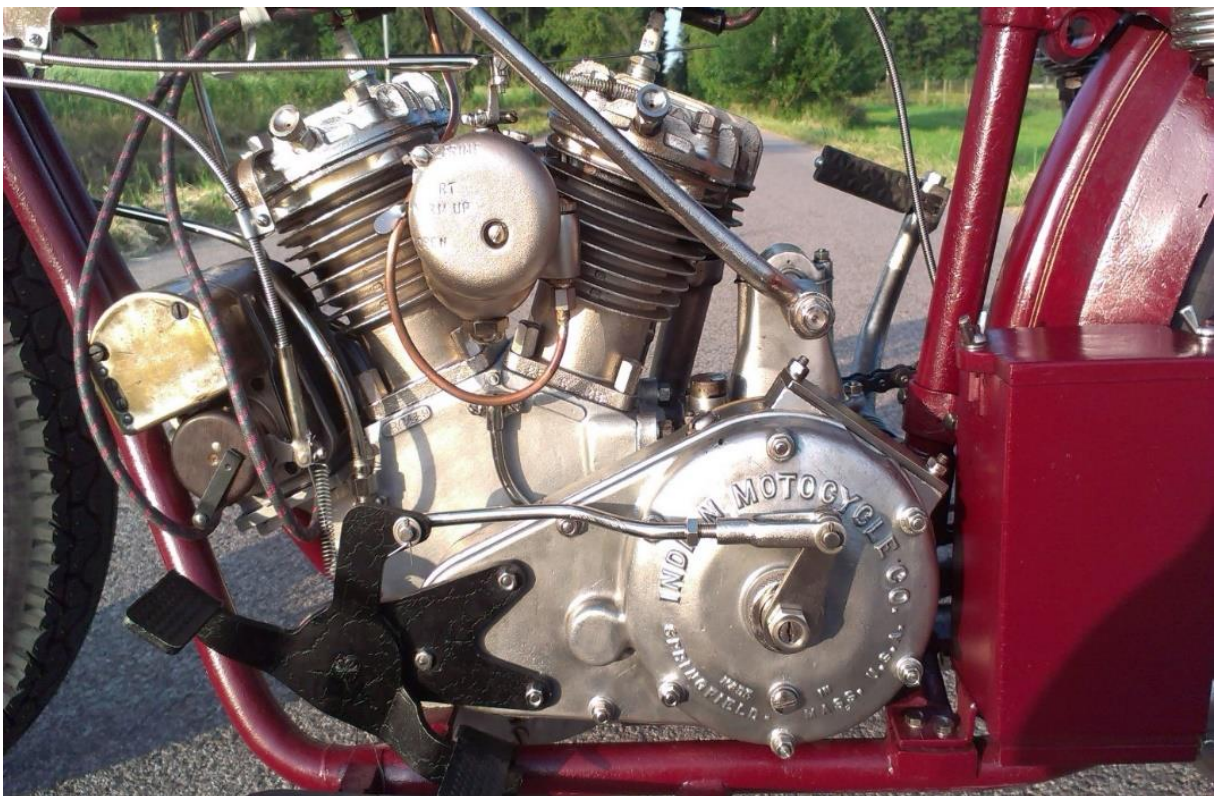
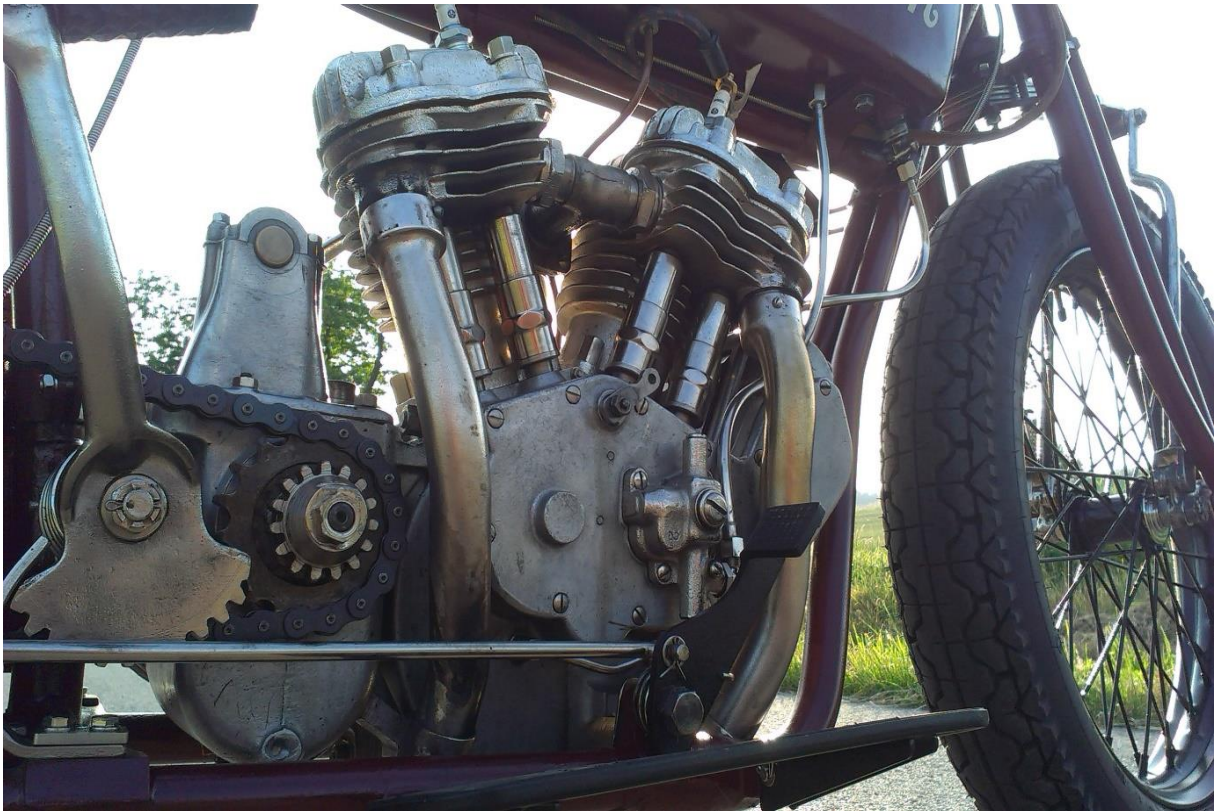
Převodovka



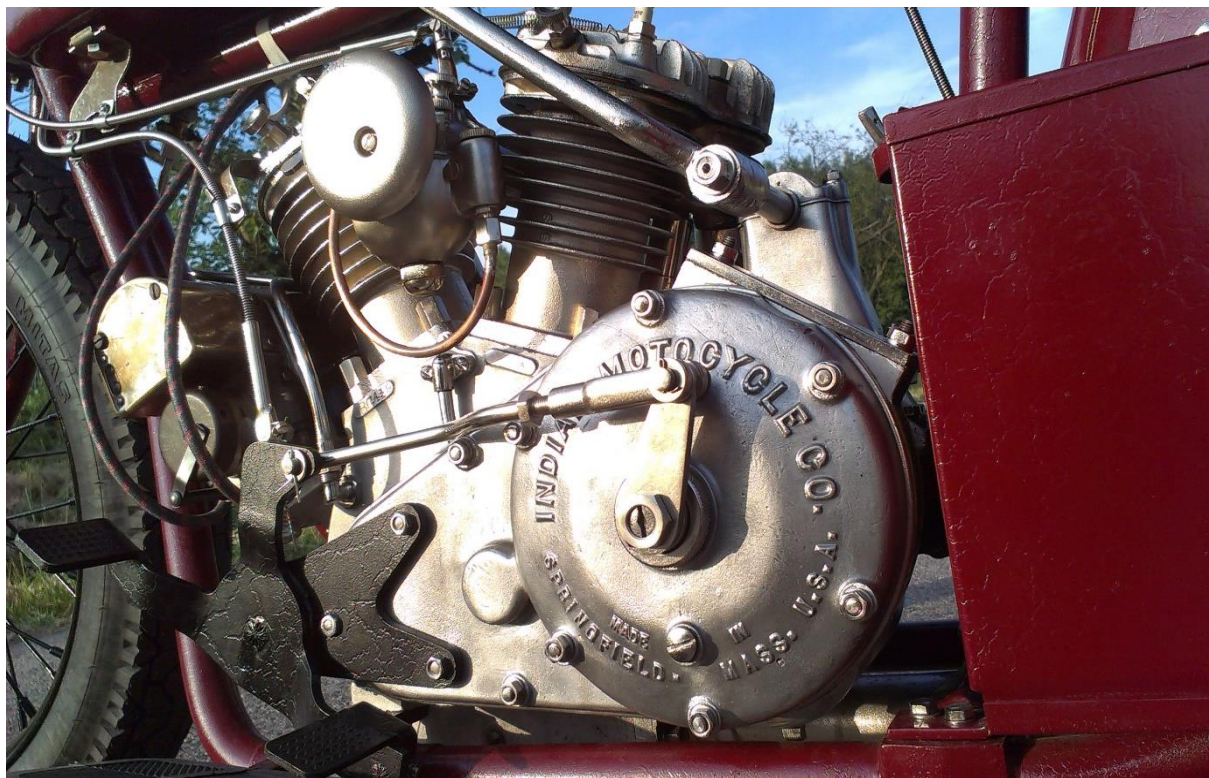
Příloha č. 1 – Demontáž motoru



Příloha č. 2 – Motor po renovaci



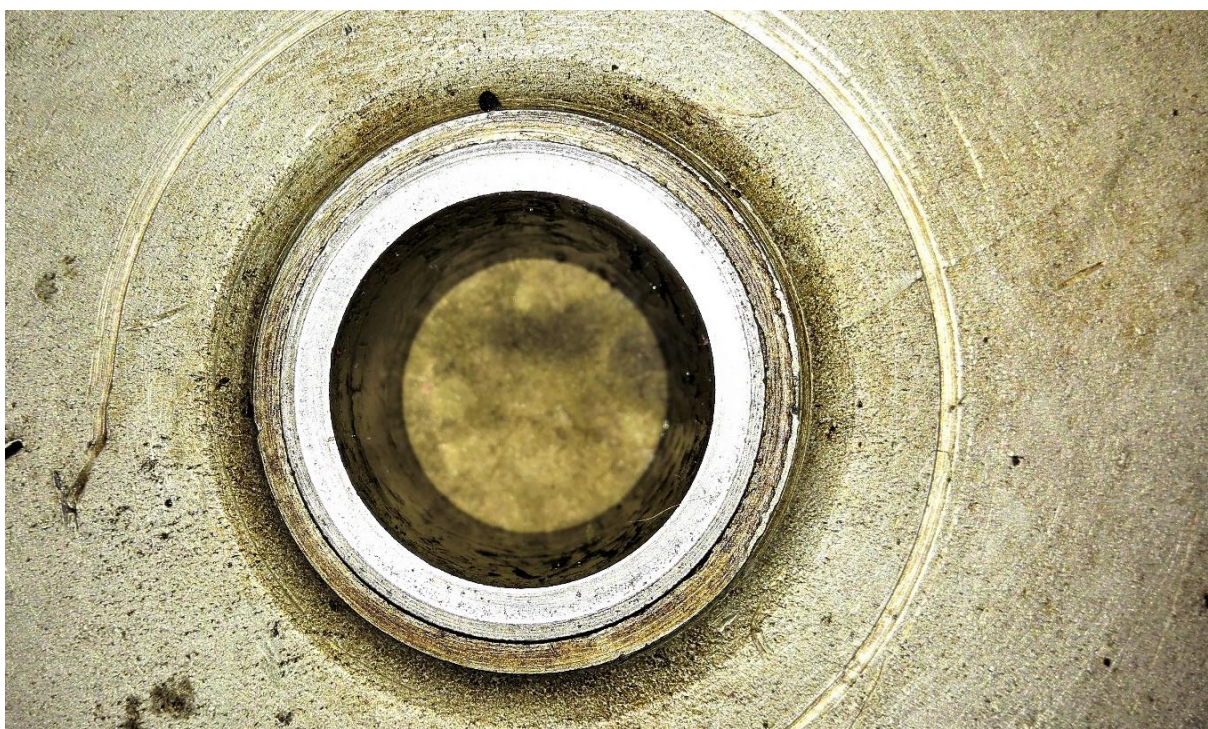
Příloha č. 2 – Motor po renovaci



Příloha č. 2 – Motor po renovaci



Příloha č. 2 – Motor po renovaci



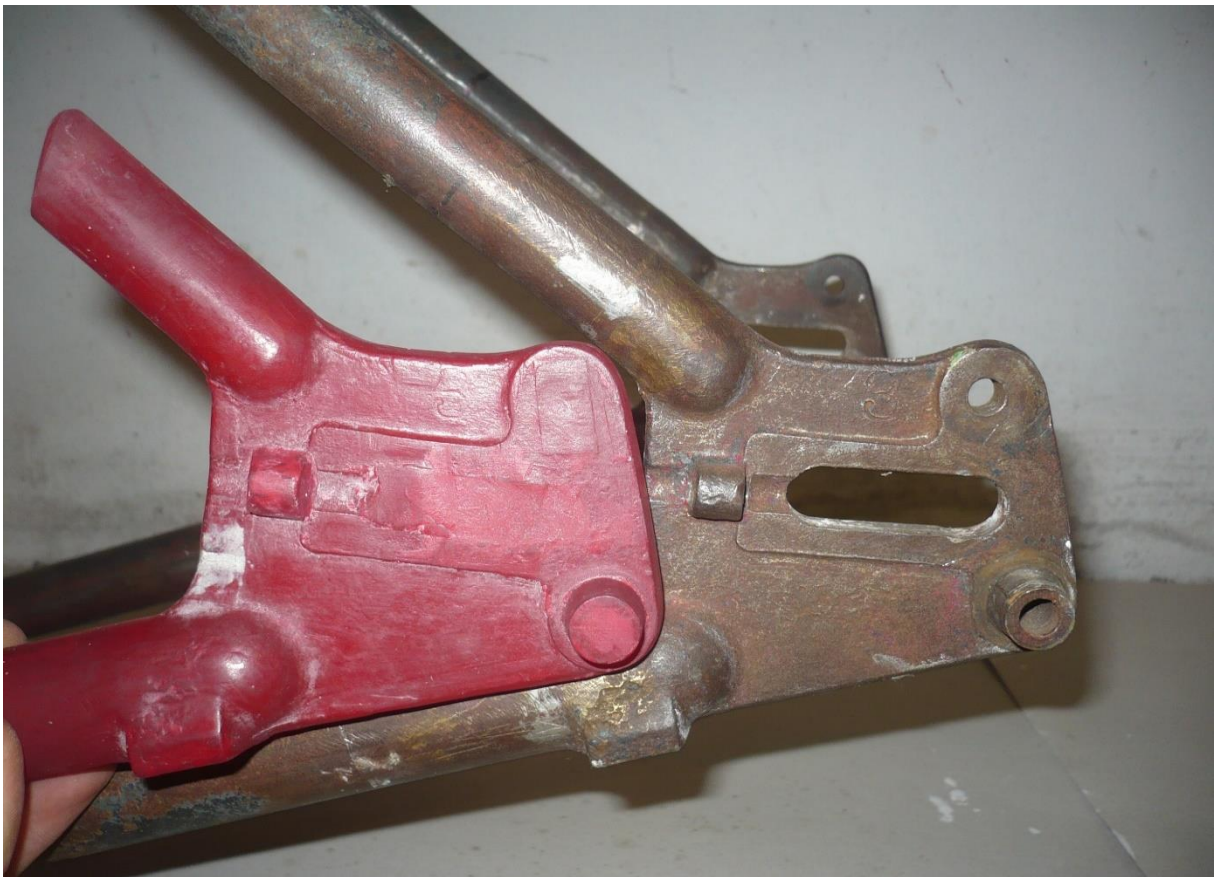
Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



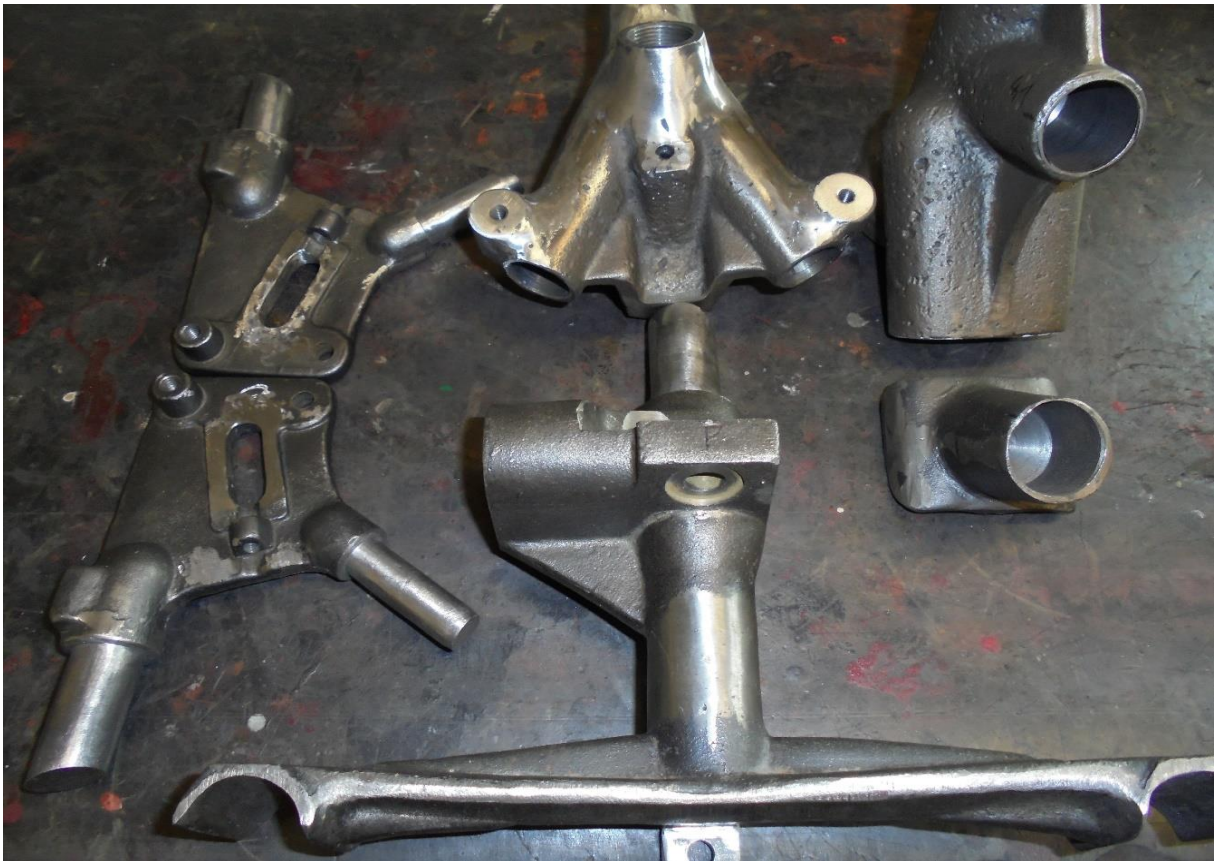
Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



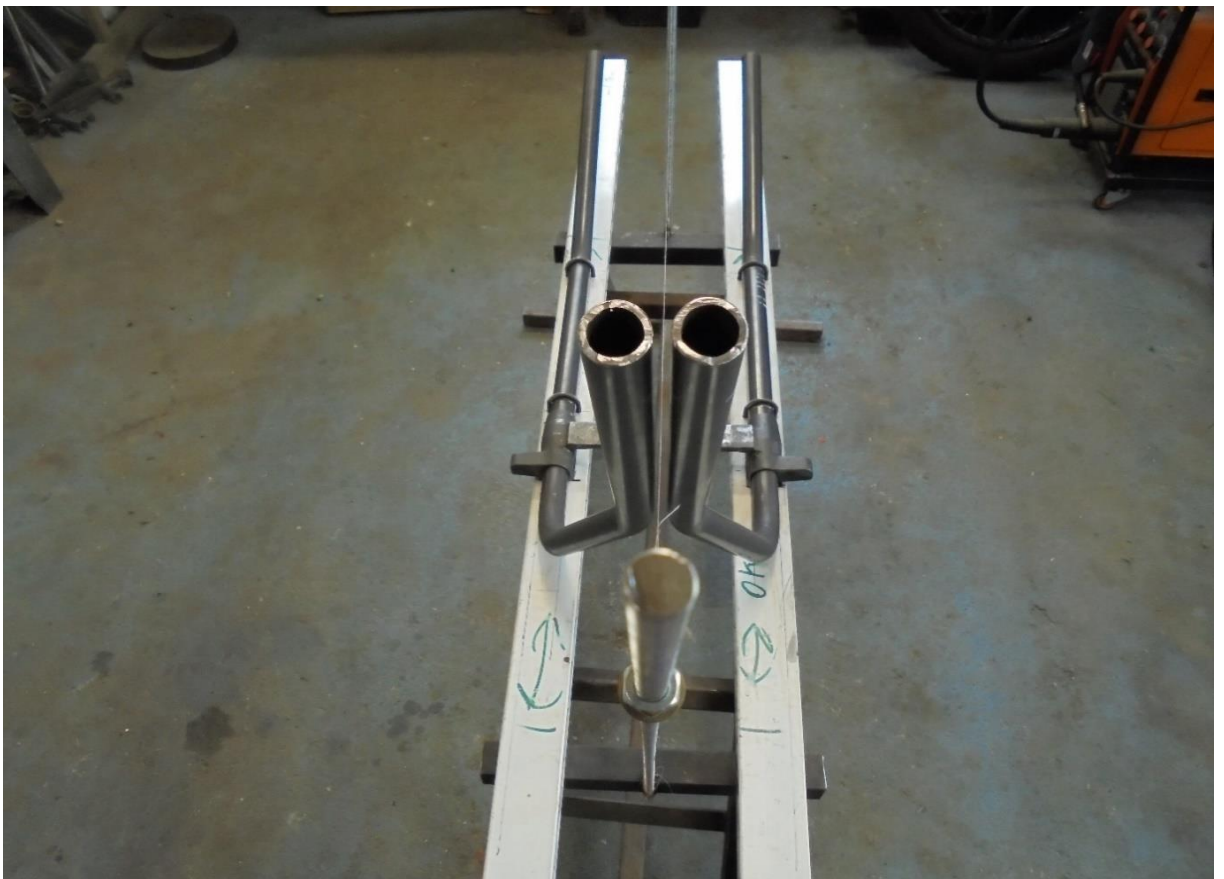
Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



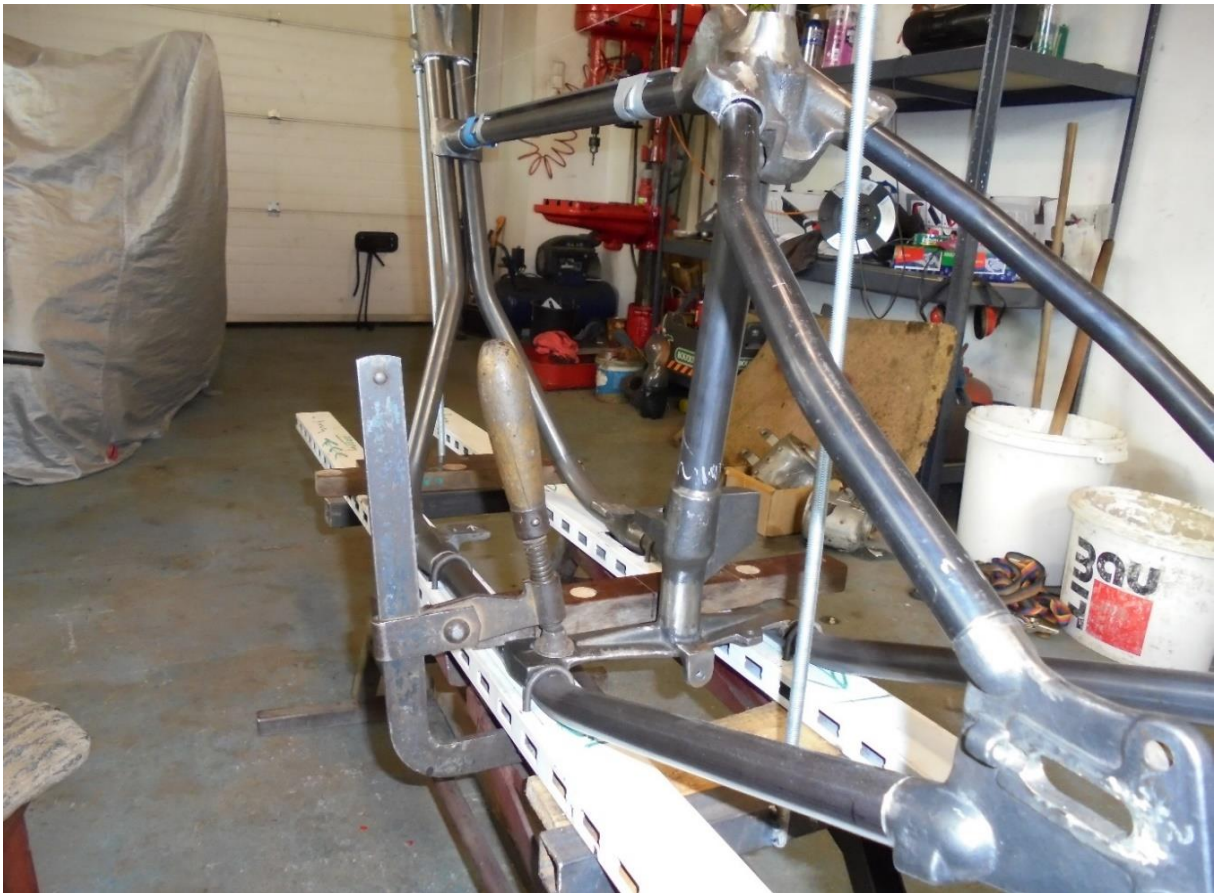
Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



Příloha č. 3 – Konstrukce rámu



Příloha č. 4 – Vycentrováná kola



Příloha č. 5 – Konstrukce palivové nádrže



Příloha č. 5 – Konstrukce palivové nádrže



Příloha č. 5 – Konstrukce palivové nádrže



Příloha č. 6 – Konstrukce plechu sedla řidiče



Příloha č. 7 – Kompletace motocyklu



Příloha č. 8 – Testovací jízda

