

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Úpravy spalovacího motoru 1,2 HTP za účelem prodloužení životnosti

Tomáš Hron

Bakalářská práce

2016

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Tomáš Hron
Osobní číslo: D13300
Studijní program: B3709 Dopravní technologie a spoje
Studijní obor: Dopravní prostředky: Silniční vozidla
Název tématu: Úpravy spalovacího motoru 1,2 HTP za účelem prodloužení
životnosti
Zadávající katedra: Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1) Úvod
- 2) Diagnostika a hodnocení technického stavu hlavních konstrukčních celků
- 3) Stanovení postupu opravy
- 4) Vlastní konstrukční úpravy
- 5) Závěr

Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího práce
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran textu a přílohy
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

ETZOLD, Hans-Rüdiger. Údržba a opravy automobilů Škoda Fabia: Hatchback, Kombi, Sedan : zážehové motory .., vznětové motory .. 4. vyd. České Budějovice: Kopp, 2010, 296 s. Jak na to? (Kopp). ISBN 978-80-7232-400-2.
CEDRYCH, Mario René a Jiří SCHWARZ. Automobily Škoda Fabia: Fabia, Fabia Combi, Fabia Sedan, Fabia RS, Fabia modelový ročník 2000-2006. 4., rozš. vyd. Praha: Grada, 2006, 353 s. ISBN 80-247-1664-x.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Jilek, DiS.**
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky
Datum zadání bakalářské práce: **22. února 2016**
Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2016**



doc. Ing. Ivo Drahošský, Ph.D.
děkan

L.S.



doc. Ing. Michael Lata, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 22. února 2016

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 27. 5. 2016

Tomáš Hron

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Petru Jílkovi,DiS., za umožnění výběru vlastního téma práce a za ochotu a vstřícný přístup při zpracovávání bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině, za podporu a možnost studií na vysoké škole hlavně pak svému otci který mi pomáhal s realizací vlastní opravy motoru.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na prodloužení životnosti motoru HTP. V práci je zahrnuta diagnostika motoru a jeho hlavních celků, popsání častých závad a vlastní konstrukční úpravy vedoucí k prodloužení životnosti těchto motorů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Škoda Fabia 1,2, prodloužení životnosti, konstrukční úpravy, diagnostika.

TITLE

Modifications Engine 1.2 HTP in order to extend the life of

ANNOTATION

The work focuses on extending the life of the engine HTP. The work includes engine diagnostics and its main units, describe frequent failures and self-made designs leading to the lifespan of the engines.

KEYWORDS

Škoda Fabia 1,2, life extension, structural modifications, diagnostics.

OBSAH

ÚVOD	8
1 DIAGNOSTIKA A HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU HLAVNÍCH KONSTRUKČNÍCH CELKŮ	11
1.1. Diagnostické hodnocení technického stavu	11
1.2. Opravárenské hodnocení technického stavu	14
2 STANOVENÍ POSTUPU OPRAVY	26
3 VLASTNÍ KONSTRUKČNÍ ÚPRAVY	31
3.1. Úpravy vedoucí k prodloužení životnosti	31
3.2. Úpravy pro usnadnění oprav vlastníkům vozidel.....	36
ZÁVĚR	41
POUŽITÁ LITERATURA	42
SEZNAM TABULEK	45
SEZNAM OBRÁZKŮ	46
SEZNAM PŘÍLOH.....	47

ÚVOD

Cílem mé práce je prodloužení životnosti motoru HTP, který byl před mnou provedenou opravou na konci životnosti. Motor spotřebovával nadměrné množství oleje, čímž znehodnotil katalyzátor, a v provozu začínal být nepoužitelný. Při takovéto spotřebě oleje a kouřivosti, která byla enormní, by již vozidlo nemohlo projít s kladným výsledkem měřením emisí, tudíž by následně muselo být bez opravy vyřazeno z provozu. Proto jsem se rozhodl provést jeho opravu a několik úprav za účelem následného prodloužení životnosti.

Moje práce vznikla z důvodu koupě vozu s poškozeným motorem, který trpěl nadměrnou kouřivostí. Jedná se o Škodu Fabia 1,2 HTPs typovým označením motoru BMD, vyrobenou v roce 2005, splňující emisní normu Euro 4, poskytující maximální výkon 40 kW při 4750 otáčkách za minutu a maximální točivý moment 106 N·m při 3000 otáčkách za minutu; tyto hodnoty jsou produkovány agregátem o objemu 1198 cm³. [1] Díky provozní hmotnosti pouhých 1120 kg dokáže automobil s tímto motorem dosáhnout maximální rychlosti 151 km/h. Tento malý motor je však vhodný spíše pro městský provoz, jelikož jeho převodovka je poměrně krátká a při dálniční rychlosti 130 km/h na pátý rychlostní stupeň motor točí přibližně 4000otáček/minutu, což rozhodně nepřispívá k nízké spotřebě paliva.

Kvůli zavedení nové normy stupně čistoty výfukových plynů EURO 6, která má limity škodlivin HC, NO_x a CO mnohem přísnější než norma EURO 4, na niž byl tento motor konstruován, byl agregát HTP nahrazen modernějšími motory TSI s přeplňováním turbodmychadlem, které jsou svou konstrukcí modernější, lehčí, šetrnější k životnímu prostředí a mají i nižší spotřebu.

Historie tohoto motoru se začala psát na počátku devadesátých let, kdy konstruktéři dostali pokyn k sestrojení motoru blížícímu se výše uvedeným nárokům. Motor vznikl pod taktovkou Škoda Auto a.s. „odebráním“ jednoho válce pro snížení objemu motoru z agregátu s označením 1,6 MPI. [4]

Bylo však třeba provést některé další konstrukční úpravy; agregát HTP má na rozdíl od 1,6 MPI rozvody poháněné takzvaným bezúdržbovým řetězem s hydraulickým napínačem řetězu. Pro snížení vibrací a zlepšení kultury chodu agregátu byl použit vyvažovací hřídel.

Ventilový rozvod je u šesti i dvanáctiventilové verze proveden systémem OHC. Jedná se o vačkovou hřídel umístěnou v hlavě válců, vymezení vůlí ventilů je realizováno pomocí hydraulických vymezočů vůle.

Kliková hřídel je v tomto případě čtyřikrát uložena a ojnicí čepy jsou přesazeny o 120°.

O přípravu směsi se zde stará vícebodové nepřímé vstřikování paliva. Zapalování směsi zajišťuje jednojiskrové zapalování se třemi cívkami. Každý válec má vlastní cívku umístěnou na zapalovací svíče.

Motor, jenž pohání tento automobil, je novější verze HTP, která byla pozměněna v roce 2004. Jedná se o slabší variantu se dvěma ventily na válec a jednou vačkovou hřídelí. Tato novější verze byla oproti předchozí vylepšena například o delší vodící lištu rozvodového řetězu, propracovanější hlavu válců, pozměněný katalyzátor a vzduchový filtr byl přesunut z krytu motoru na levý bok motorového prostoru z důvodu účinnějšího plnění agregátu, který je schopen nasávat chladnější vzduch, neovlivněný sáláním tepla z motoru. [4]

Slabší verze má nespornou výhodu v tom, že oproti silnější dvanáctiventilové verzi produkuje z výfuku méně škodlivin a v době uvedení tohoto vozu na trh nemusela být vybavena systémem zpětného vedení výfukových plynů do sání, označovaným jako EGR systém. Silnější verze měla problém se zanášením škrticí klapky karbonem, způsobeným právě EGR systémem, kdy ventil EGR systému je umístěn blízko za škrticí klapkou a způsobuje její zanášení, a tím i další nevyžádaný jev s tím spojený, kolísání volnoběžných otáček. [5]

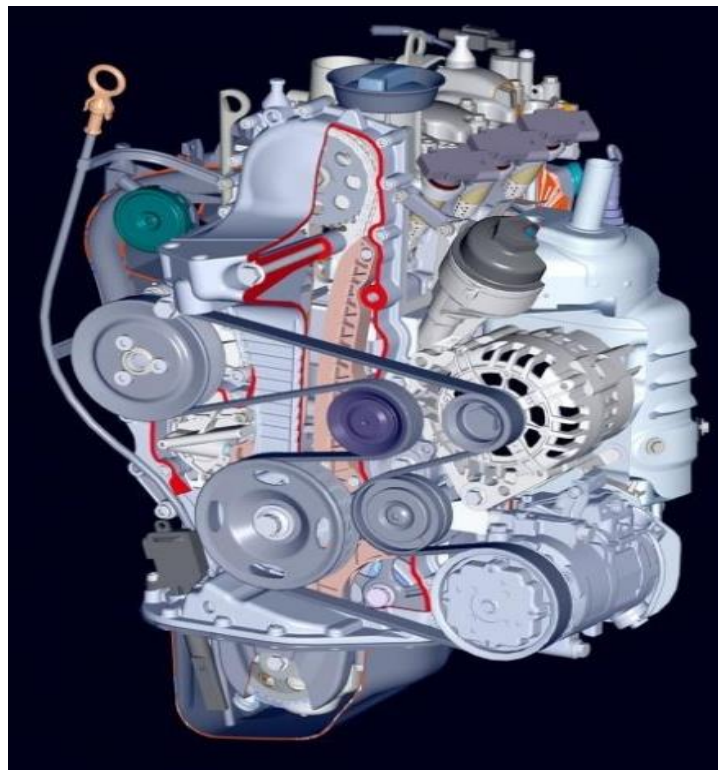
Mnou zvolený automobil by vlivem vysoké spotřeby oleje nemohl být již dále používán v běžném provozu. Motor spotřebovával přibližně 0,5 litru oleje na 100 km, což bohužel není v toleranci spotřeby oleje udané výrobcem motoru. Navíc by se při zanedbání dolévání oleje tento fakt mohl podepsat na ukončení životnosti tohoto motoru, hrozí zde značné adhezivní opotřebení, které způsobuje radiální síla a vzájemný relativní pohyb součástí vůči sobě. [7] Tento typ opotřebení bychom v tomto případě mohli pozorovat například na součástech klikového mechanismu, kde by bylo opotřebení největší.

Nadměrná spotřeba oleje postupně destruovala i další části, například třícestný katalyzátor, který umožňuje redukovat oxid uhelnatý, uhlovodíky a oxidy dusíku. Katalyzátor je u tohoto typu motoru umístěn přímo na výfukových svodech, tudíž je ve styku s teplým nespáleným olejem jdoucím z válců a po zaslepení jeho segmentů přestává plnit svou funkci. Katalyzátor je v tomto případě, při spotřebě oleje více jak 1 litr na 1000 km, znečištěn fosforem, který se produkuje vlivem nedokonalého shoření oleje ve válcích. [5] Fosfor blokuje aktivní vrstvu katalyzátoru a ten již nemůže plnit svou funkci tak, jak je vyžadováno. S takto poškozeným katalyzátorem by při nynějším zpřísnění emisních tolerancí nebylo možné splnit na stanicích měření emisí požadované množství oxidu uhelnatého, které se měří na motoru ohřátém na provozní teplotu na volnoběžné a zvýšené otáčky.

Dále pak má nadměrná spotřeba oleje vliv na zkrácení životnosti zapalovacích svíček, které se obalují nespáleným olejem, a vlivem izolace elektrod karbonem není možné docílit požadovaného zapálení. V tomto případě se mění i hodnota potřebná pro přeskok jiskry a doba hoření jiskry je oproti běžnému stavu také jiná, což může vést k nedokonalému spalování ve válcích. [6]

V důsledku vysoké spotřeby oleje se ve spalovacím prostoru motoru a v drážkách pro pístní kroužky začne tvořit karbon, což může vést například ke snížení kompresního tlaku vlivem nepohyblivosti pístních kroužků (těsnících) nebo k nevyhovujícímu stírání oleje ze stěn válců (stíracích). U tohoto motoru není vyšší spotřeba oleje při vyšším kilometrovém nájezdu zcela neobvyklým jevem. Jako u každého spalovacího motoru i zde záleží na předchozím dodržování servisních intervalů a na specifikaci oleje, který byl používán. Proto by mělo být samozřejmostí dodržovat servisní intervaly udávané výrobcem vozidla, bez nichž nelze požadovat vysokou životnost u žádného motoru.

Jelikož kromě motoru byly ostatní části vozidla ve vyhovujícím technickém stavu, rozhodl jsem se z hlediska ekonomické výhodnosti pro poměrně náročnou opravu motoru.



Obrázek 1 Částečný řez motorem HTP [3]

1 DIAGNOSTIKA A HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU HLAVNÍCH KONSTRUKČNÍCH CELKŮ

1.1. Diagnostické hodnocení technického stavu

Vozidlo bylo třeba před zásahem řádně otestovat různými diagnostickými prostředky a bylo nutno zjistit, který z komponentů má vliv na tak velký úbytek motorového oleje. Nejprve jsem měřil kompresní tlaky na motoru, které se u opotřebených motorů těchto vozidel značně rozcházejí.

Nejvíce je zde namáhán druhý (prostřední) válec, na nějž je kladeno vysoké tepelné namáhání, jelikož je přímo před ním umístěn třícestný katalyzátor. V případě tohoto modifikovaného typu motoru není tepelné ovlivnění druhého válce již tak vysoké jako u předchozího typu, jelikož novější modifikace zde pro potlačení sálání tepla na motor z katalyzátoru užívá kryt, což je přínosné pro životnost motoru.

Při měření kompresních tlaků na motoru, je nutné dodržovat následující postup:

- a) Motor prohřát na provozní teplotu a mít akumulátor v dobrém technickém stavu.
- b) Demontovat vrchní kryt motoru.
- c) Odpojit svorkovnice ze zapalovacích cívek a následně cívky vytáhnout.
- d) Povolit a vyjmout zapalovací svíčky, aby bylo možné provést měření.
- e) Při měření je nutno točit motorem za pomoci spouštěče motoru po dobu, kdy již přístroj pro měření tlaku nezaznamená žádný nárůst tlaku ve válci.

Přístroj pro měření kompresních tlaků se našroubuje do otvorů pro zapalovací svíčky a pomocí startéru se začne otáčet agregátem. Jako výstup z testu se užívá nejvyšší hodnota, kdy již na přístroji není zaznamenán nárůst tlaku. [1] Měření jsem provedl pomocí přístroje YATO YT-7301. Jedná se o diagnostický přístroj určený pro testování zážehových motorů, s adaptéry pro různé typy svíček. Měří v rozmezí 0-21 bar, stupnice je cejchována po 0,5 bar. Při vlastním měření kompresních tlaků jsem získal hodnoty uvedené v tabulce číslo 2, jež je třeba porovnat s tlaky udávanými výrobcem pro tento typ motoru, jež jsou uvedeny v tabulce číslo 1.

Tabulka 1 Hodnoty kompresních tlaků udávané výrobcem

Hodnoty kompresních tlaků udávané výrobcem		
Nový	Mez opotřebení	Maximální rozdíl mezi válci
Minimálně 15 bar	11 bar	Maximálně 3 bar

Zdroj: [1]

Tabulka 2 Naměřené kompresní tlaky

Naměřené kompresní tlaky na diagnostikovaném motoru			
	1. válec	2. válec	3.válec
Naměřený tlak	13 bar	12 bar	11,5 bar

Jelikož se mnou naměřené hodnoty kompresních tlaků válců nerozcházel nijak výrazně, avšak hodnota 11,5 bar na třetím válci se již blížila hodnotě odpovídající mezi opotřebením, lze na tomto válci očekávat poruchu. Maximální rozdíl tlaků činil 1,5 baru, což je v normě udávané výrobcem, a hodnoty tlaků byly také ještě v normě, mohl jsem vyloučit poměrně typickou poruchu na tomto motoru.

Tato relativně častá porucha se vyznačuje výrazně nižším tlakem na druhém válci, ovšem první a třetí válec má kompresní tlaky přibližně stejné. Jak jsem již uvedl výše, kvůli vysokému tepelnému namáhání druhého válce se zde vlivem vysokých teplot a použití nepříliš kvalitního materiálu pro ventilová vodítka v hlavě válců objevují velké vůle v uložení ventilu v hlavě válce. Na ventilovém vodítku můžeme sledovat i abrazivní opotřebením, kdy se uvolněné částice z katalyzátoru při pulzaci tlaku ve výfuku, například při vynechání zapálení válce, mohou dostat až k výfukovému ventilu, který poté při svém pohybu uvolněnou částicí rozrývá povrch ventilového vodítka. Okolo těchto míst následně začne do spalovacího prostoru unikat olej. [5]

Dále lze uvažovat, že když jsou kompresní tlaky v normě a jsou na jednotlivých válcích přibližně totožné, je opotřebením válců podobné. Z vysokých naměřených tlaků mohou také vyloučit další poměrně častou závadu, jakou je prasklý nebo podpálený ventil.

U tohoto motoru se lze nezděka setkat s poruchou hydraulických vymezovačů vůle ventilů. Tato součástka se při nedodržení servisního intervalu výměny oleje zaslepí a neplní již svou funkci. Na tuto poruchu má vliv i fakt, že v tomto typu motoru je olej extrémně tepelně namáhán. Jelikož katalyzátor je umístěn přímo u hlavního mazacího kanálu motoru.

V článku vydaném firmou Cimbu, zabývající se opravami a tuningovými úpravami vozidel Škoda, je doporučeno pro prodloužení životnosti agregátu zkrátit servisní interval oleje na 7500 km. Dále je doporučeno použít olej splňující normu SAE 5W-50, který snáze odolává vysokým teplotám a je primárně určen pro závodní motory. [5] Většina majitelů vozů jej však nepoužívá z důvodu vyšších finančních nákladů, litr tohoto oleje značky Mobil totiž stojí přibližně 200 Kč.[8]

Z výsledku kompresního testu lze také předpokládat, že těsnící pístní kroužky nebudou nadměrně opotřebovány a ve svých drážkách „zapečeny“ a že plní řádně svou funkci.

Dalším potenciálním zdrojem poruch může být těsnění mezi blokem motoru a hlavou válců, kde však nelze racionálně předpokládat, že by poškození tohoto komponentu mělo za následek takto markantní spotřebu oleje. Navíc těsnění na tomto motoru je použito odolné „celoplechové“.

Potenciální závadou mohla být ještě nedostatečná funkce stíracích kroužků, které by v nedostatečné míře setřely přebytečný olej zpět do spodního víka motoru. Přebytek oleje by ulpíval na stěnách válců a mohl by být při dalším vykonaném pracovním cyklu motoru spalován. Pokusil jsem se o nápravu s využitím čističe motoru, který zaručuje uvolnění pístních kroužků z pístních drážek. Na trhu se těchto přípravků vyskytuje celá řada. Princip jejich fungování spočívá v nalití přípravku do ohřátého motorového oleje před jeho výměnou a motor musí být spuštěn 10 minut na volnoběžné otáčky. Od těchto prostředků však nelze očekávat nemožné, a tak se po vyčištění motoru a nalití nového oleje 5W-40 splňujícího normu výrobce VW 502.00 [1] spotřeba oleje prakticky nezměnila a motor stále trpěl nadměrnou kouřivostí a vynecháváním zapalování válce při volnoběžných otáčkách.

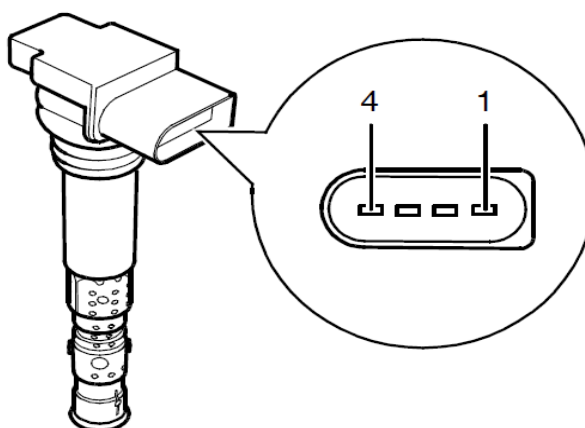
Pomocí sériové diagnostiky a programu VAG jsem testoval počet nezapálení na jednotlivých válcích. První a třetí válec po dobu testování (60 s) vykazovaly shodně jedno vynechání zápalu, avšak druhý válec jich vykazoval 15. Následovala kontrola proměření odporů zapalovacích cívek.

Postup je jednoduchý: uvolníme konektory na zapalovacích cívkách a vyjmeleme cívky ze svíček. Pomocí multimetru proměříme jejich vnitřní odpor. Požadovaná hodnota udávaná výrobcem by se měla nacházet v intervalu mezi 370÷410 Ω. [1] Odpor cívky se kontroluje na konektorech 3 a 4. Dle přiloženého obrázku 2.

Tabulka 3 Hodnoty naměřených vnitřních odporů zapalovacích cívek

Hodnoty odporů naměřených na zapalovacích cívkách	
Cívka prvního válce	390 Ω
Cívka druhého válce	580 Ω
Cívka třetího válce	405 Ω

Po proměření odporů jsem zjistil, že hodnota odporu na cívce druhého válce již bohužel není v hodnotách požadovaných výrobcem pro správné zapalování směsi, tudíž je nutno tuto cívku vyměnit; zbylé dvě cívky ještě odpovídají požadavkům výrobce.



Obrázek 2 Zapalovací cívka s koncovým výkonovým stupněm [1]

Dále bych mohl vozidlo pro zjištění údajů točivého momentu a výkonu otestovat například na válcové zkušebně a poté provést porovnání grafu s grafem vytvořeným za pomoci měření na novém agregátu, který je volně dostupný na příslušných webových stránkách. Avšak tato metoda by byla poměrně finančně náročná a její výsledek nepomůže lokalizovat poruchu, a proto jsem od tohoto způsobu testování ustoupil. Nezbyvala jiná možnost než rozebrat hlavní komponenty motoru, abych mohl odhalit příčinu poruchy - nadměrnou spotřebu oleje.

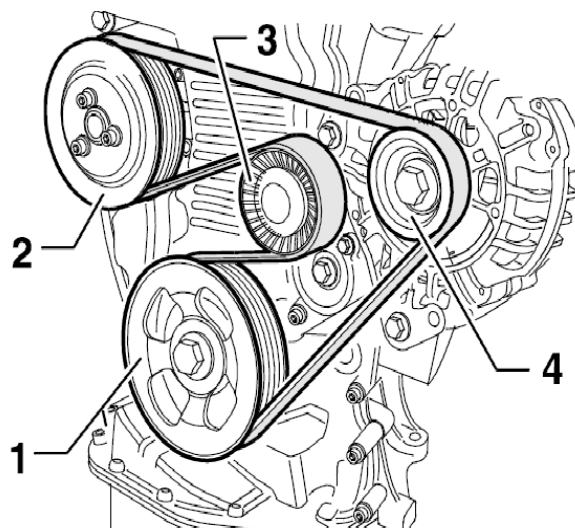
1.2.Oprávérenské hodnocení technického stavu

V první fázi je třeba z motoru vypustit provozní kapaliny (chladicí kapalinu a olej), odpojit přívod vzduchu ke škrticí klapce od airboxu a odpojit přívod paliva ke vstříkovacím ventilům. Po tomto kroku je třeba rozpojit konektory, které by později „držely“ motor při vytahování z karoserie. Dále je nutno odpojit při vypnutém zapalování též kostřící vodič akumulátoru. Pro lepší manipulaci a přístup je nutné demontovat spodní kryt motoru.

Dále je nutno demontovat hadice chladicího okruhu z motoru, od termoregulátoru k vložce topení, hadici odvodu vzdušného chladicího systému, hadice vedoucí k vyrovnávací nádobce chladicí kapaliny a nakonec hadice vedoucí do přípojných hrdel chladiče.

Po těchto krocích následuje poněkud pracnější etapa této opravy. Nejdříve je třeba demontovat přední část výfukového potrubí s katalyzátorem. Jelikož převodovka automobilu je v pořádku, není nutné demontovat ji s motorem, tudíž se musí ještě vyšroubovat šrouby z bloku motoru a převodovky a oddělit motor od převodovky. Převodovku bude nutno zafixovat, například pomocí automobilového zvedáku. Nyní se již jen povolí šrouby ze všech míst uložení motoru a s pomocí například dílenského jeřábu je již možno motor vyjmout z karoserie.

Nyní, při práci na vyjmutém agregátu - je třeba demontovat co nejvíce prvků, které nejsou poškozeny, například alternátor.



Obrázek 3 Schéma pohonu drážkovaného řemenu [9]

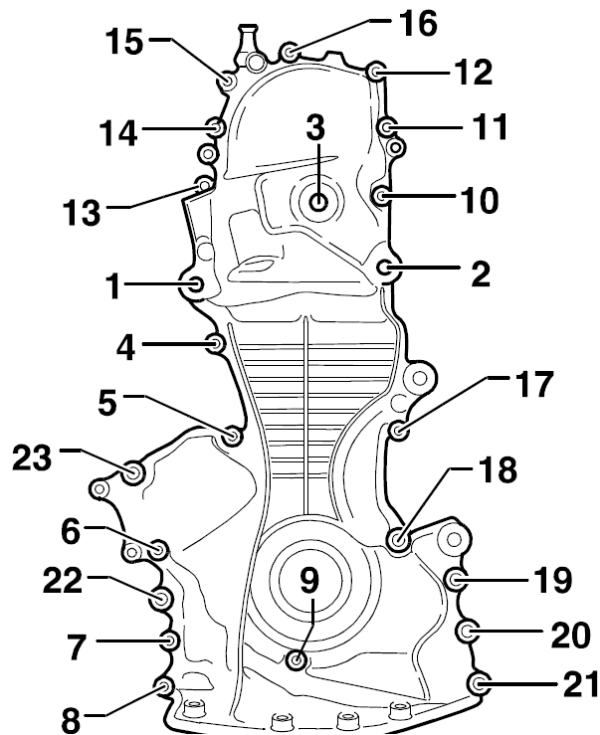
Na schématu pohonu drážkovaným řemenem označují čísla:

- 1) řemenice klikového hřídele
- 2) řemenice čerpadla chladičké kapaliny
- 3) napínací kladka
- 4) řemenice alternátoru.

Nejprve by bylo vhodné z motoru demontovat drážkovaný řemen, který u tohoto výbavového stupně CLASSIC pohání od řemenice klikového hřídele ještě čerpadlo chladičké kapaliny a alternátor, u vyšších výbavových verzí pohání ještě kompresor klimatizace. Každý řemenový převod je třeba napínat, zde je napínání vyřešeno pomocí napínací kladky. Pro demontáž je nutné označit si směr chodu řemenu, demontovat kryt z napínací kladky, povolit ji a vyosít proti směru pohybu řemenu. Nyní je již kladka uvolněna a řemen není předepjatý, tudíž již lze drážkovaný řemen sundat z řemenic. Jelikož se u drážkovaného řemene po poruše neprovádí oprava, jedná se o objekt neopravovaný a není možno přesně určit okamžik, kdy řemen dojde do mezního stavu. [7] Z tohoto důvodu jsem dospěl k názoru, že řemen by bylo vhodné vyměnit za nový.

Nyní následuje demontáž alternátoru z bloku motoru. Po demontáži jsem na alternátoru přes řemenici zkusil vůle v uložení hřídele rotoru, který je uložen ve dvou valivých ložiskách. Funkce alternátoru je v pořádku, před demontáží bylo měřeno dobíjení které při plné zátěži vykazovalo hodnotu 13,8V. Mezní hodnota při plné zátěži by měla být minimálně 13,4V [6], z čehož lze usoudit, že alternátor dosud plní správně svou funkci a v alternátoru nejvíce namáhané sběrné kroužky a uhlíky není ještě nutno měnit. Pro úplnost, u tohoto typu motoru není alternátor osazen volnoběžkou.

Po povolení pojistného šroubu a sundání řemenice z klikového hřídele, demontáží vodního čerpadla z bloku agregátu a napínací kladky, je již možno začít demontovat víko rozvodových kol. Na tomto komponentu se nachází celkem 21 šroubů, které je nutno uvolnit a poznačit si jejich umístění, jelikož nejsou všechny totožné. Dále je ještě toto víko sešroubováno se spodním víkem motoru čtyřmi šrouby, proto je ještě třeba povolit šrouby ze spodního víka motoru.



Obrázek 4 Umístění šroubů krytu řetězového rozvodu [9]

Po povolení všech šroubů víko stále ještě drží na bloku motoru, jelikož jeho správná poloha je ještě zafixována pomocí středících kolíků. Nyní je nutné pro uvolnění víka rozvodových kol namířit pár úderů gumovým kladívkem do nálitků na víku. V místě, kde klikový hřídel prochází víkem, je nalisován těsnící kroužek. Na víku lze pozorovat mastné skvrny, dle čehož můžeme dojít k závěru, že těsnící kroužek již řádně neplní svou funkci, avšak lze usoudit, že když není znečištění víka nijak markantní, úbytek oleje z motoru není způsoben pouze tímto místem úniku oleje.

Po demontáži víka rozvodových kol je již možno demontovat řetězové kolo z vačkového hřídele pro pozdější demontáž hlavy válců. Při demontáži řetězového kola z vačkového hřídele je třeba dodržovat následující postup:

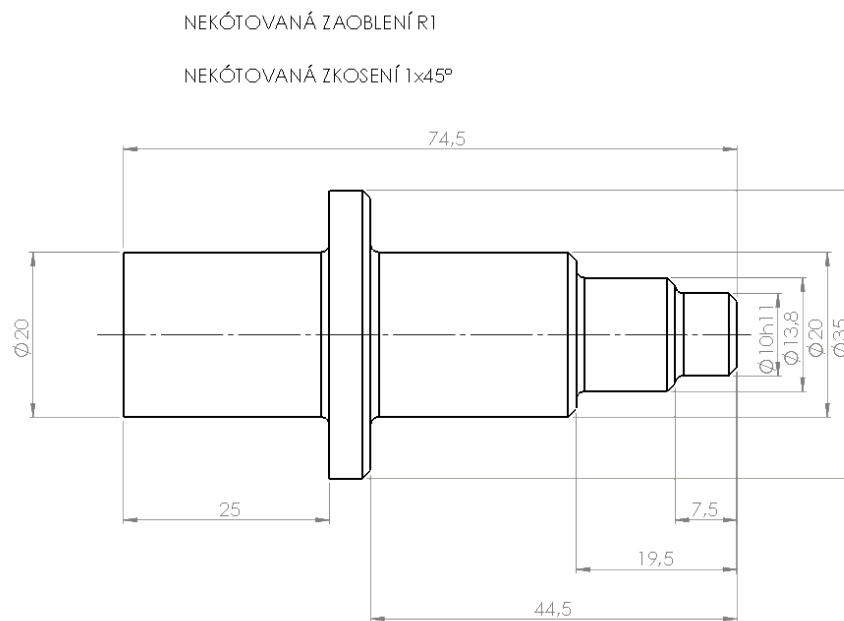
- a) Demontovat zapalovací svíčky, aby bylo možno motorem lehčeji otáčet.

b) Demontovat snímač polohy vačkového hřídele a snímač otáček motoru, jenž se nachází vzadu na bloku válců.

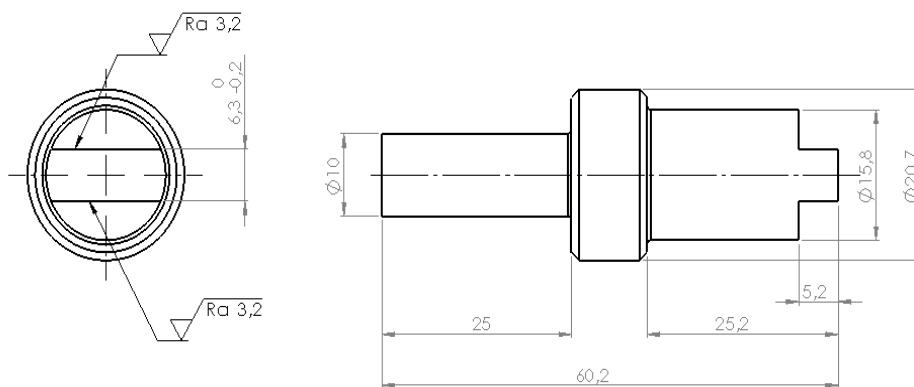
c) Zaaretovat vačkový hřídel a klikový hřídel na horní úvrati prvního válce, při čemž je nutno použít speciální přípravky, které jsou přiloženy níže na obrázcích 5 a 6.

Nyní přípravek pro aretaci vačkového hřídele vložíme do otvoru pro snímač polohy vačkového hřídele a pootáčíme klikovým hřídelem do okamžiku, kdy se nechá aretační čep zasunout až na doraz. Pro zastavení klikového hřídele zastrčíme přípravek pro aretaci klikového hřídele do otvoru v setrvačnicku. Pokud by nešel přípravek do setrvačnicku zasunout, je nutno vyjmout přípravek pro aretaci vačkového hřídele, klikovým hřídelem otočit o 360° a celý postup aplikace aretačních přípravků opakovat. [2]

V zmiňovaném případě by nebylo možno realizovat aretaci z důvodu, že píst prvního válce by sice byl v horní úvrati, ale ne mnou požadovaného pracovního cyklu motoru (komprese).



Obrázek 5 Výřez z výkresu aretačního přípravku klikového hřídele

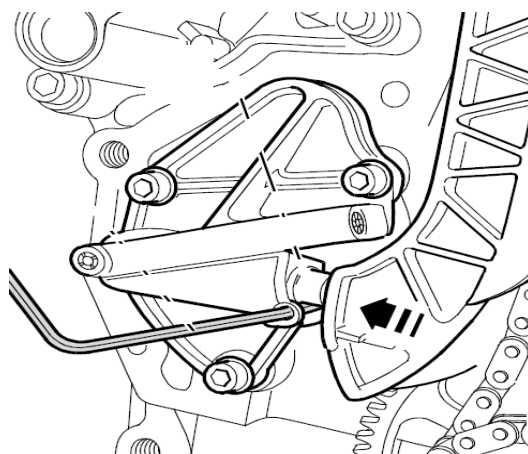


NEKÓTOVANÁ ZKOSENÍ 1x45°

NEKÓTOVANÁ ZAOBLNÍ R1

Obrázek 6 Výřez z výkresu aretačního přípravku vačkového hřídele

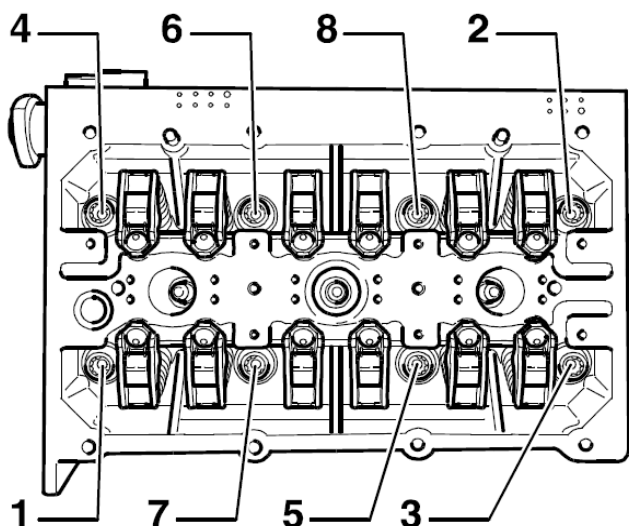
Po provedení těchto kroků je ještě třeba zafixovat hydraulický napínač rozvodového řetězu. Napínač stlačíme zatlačením na napínací lištu rozvodového řetězu a v okamžiku dosažení krajní polohy hydraulického napínače ho zajistíme proti vysunutí pomocí trnu o průměru 3 mm. [1]



Obrázek 7 Zajištění napínače řetězového rozvodu[9]

Nyní již lze povolit pojišťovací šroub řetězového kola vačkového hřídele a demontovat řetězové kolo z vačkového hřídele. Po sundání rozvodového řetězu povolíme pojišťovací šroub klikového hřídele a demontujeme druhé řetězové kolo. Následně již můžeme dojít k demontáži hlavy válců, abychom mohli určit případná poškození spojená s komponenty hlavy válců.

Abychom mohli demontovat hlavu válců, je třeba nejprve sundat sací potrubí a skříň termoregulátoru chladicí kapaliny. Při dotahování hlavy válců je nutné držet se předepsaného pořadí utahování šroubů, které je uvedeno na obrázku 8 přiloženém níže, aby se hlava válců nadměrně nedeformovala a nedošlo k poškození rovinnosti dosedací plochy hlavy válců .



Obrázek 8 Umístění šroubů hlavy válců [1]

Hlavu válců je třeba povolit ve dvou krocích, kdy se snažíme o přibližně stejné úhly pootočení při povolování šroubů. [1] Po úplném povolení hlavy válců a sejmutí z bloku motoru lze provést další diagnostiku hlavy válců.

Je třeba zkontrolovat rovinnost pomocí dlouhé ocelové měrky, jež se přiloží na dosedací plochu s blokem motoru. Měrka by měla být delší jak 100 mm, je-li úchylnost rovinnosti větší než 0,05 mm, je nutno hlavu vyměnit. [2] Na mnou měřené hlavě válců pravítko vždy v celé své délce dosedalo na celou plochu hlavy válců, nebylo pod ním vidět žádný prostup světla, tudíž lze konstatovat, že hlava válců je z hlediska rovinnosti zcela v pořádku.

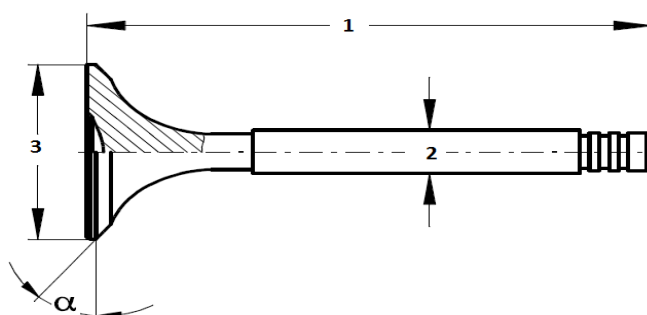
V dalším kroku demontujeme víko hlavy válců; víko je opět středěno pomocí kolíků, tudíž je nutno znovu použít gumové kladívko pro nadzdvihnutí ze středících kolíků. Víko hlavy válců je zde konstruováno i jako uložení vačkového hřídele, proto je nutné dát si pozor na jeho případné poškození.

Po demontáži víka a vačky lze vyjmout hydraulické vymezovače ventilové vůle. Odstraníme z hlavy válců vahadla a hydraulická zdvihátka, která podrobíme kontrole. Je nutné si pro úplnost poznačit, odkud byly součásti demontovány, a při montáži je vrátit na

stejná místa. Hydraulická zdvihátka byla zatuhlá a nemohla řádně plnit svou funkci, došlo k jejich zaslepení karbonem, a proto se nemohla pohybovat. Zdvihátko se tak nemůže roztáhnout do požadovaného rozměru a nevymezuje řádně ventilovou vůli. Při příliš velké ventilové vůli se nepatrně změní časování rozvodu, ovšem největší hrozbou je v tomto případě neúplné dovření ventilu a hrozí jeho podpálení. Je proto nutné pokusit se těleso zdvihátka vyčistit, například odstraňovačem karbonových usazenin, nebo je vyměnit za nová.

Při otevřených ventilech jsem testoval vůli uložení ventilových dřívků ve vodítkách. Při plně otevřených ventilech jsem je zatěžoval silou kolmou k ventilovému dřívku a zároveň rovnoběžnou s dosedací plochou hlavy válců na blok motoru, kdy případný relativní pohyb značí vůli v uložení ventilů ve vodítkách ventilů. Na druhém válci jsem zaznamenal vůli největší, zbylá uložení nevykazovala patrnou vůli, ventily nebyly popraskány, což se u těchto motorů též občas stává.

Ventily jsem po stlačení pružin a demontáži jejich jisticích elementů vyňal ke kontrole rozměrů. Funkční plochy byly vizuálně v pořádku, bez poškození povrchů.



Obrázek 9 Ventil pro ilustraci rozměrů [10]

Tabulka 4 Rozměry nových ventilů

Rozměry nového ventilu[mm]		
	Sací ventil	Výfukový ventil
1 [mm]	99,25	99,25
Ø2 [mm]	5,98	5,96
Ø3 [mm]	34,5	28
α [°]	45	45

Zdroj: [1]

Tabulka 5 Rozměry demontovaných sacích ventilů

Rozměry demontovaných sacích ventilů[mm]			
	1 [mm]	Ø2 [mm]	Ø3 [mm]
1.válec	99,21	99,19	99,2
2. válec	5,91	5,82	5,9
3. válec	34,2	34	34,2

Tabulka 6 Rozměry demontovaných výfukových ventilů

Rozměry demontovaných výfukových ventilů[mm]			
	1 [mm]	Ø2 [mm]	Ø3 [mm]
1.válec	99,19	99,16	99,18
2. válec	5,93	5,78	5,89
3. válec	27,7	27,5	27,7

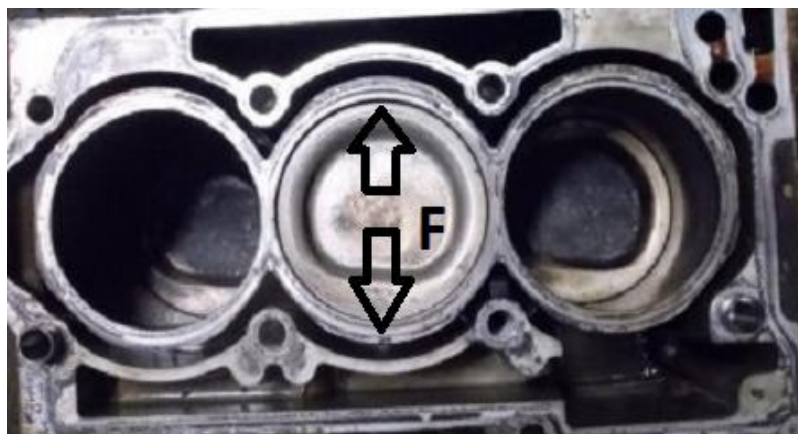
Ventily se dle měření nejvíce opotřebovaly na druhém válci, což již bylo zjištěno kontrolou vůle. Výrobce bohužel neudává mezní hodnoty opotřebení, tudíž není možno určit, zda je toto opotřebení ještě v normě. Z hlediska rozsahu a pracnosti opravy je dle mého názoru vhodné celou hlavu válců pro následnou správnou funkci osadit novými komponenty.

Také tímto místem do spalovacího prostoru, následkem opotřebení dřívku ventilu, pronikal olej, což mělo zajisté svůj podíl na vysoké spotřebě oleje.

Nyní je třeba zkontrolovat funkci stíracích kroužků. Jelikož výrobce nepovoluje demontáž skříně vyvažovacího hřídele od bloku motoru [2], není opět možno dohledat jakékoli rozměry součástí pístové skupiny. Pokud budou pístní kroužky opotřebovány nebo zapečeny, je dle výrobce nutné pořídit nový takzvaný „polomotor“, který je osazen novými komponenty.

Při sesazování bloku motoru a skříně vyvažovacího hřídele výrobce předepíná blok motoru, jelikož se po odlití deformuje. [9] Tento úkon není doporučeno v dílenských podmínkách provádět. Jelikož tento typ motoru v době opravy ve výrobě právě končil, poslední Škody Roomster a Rapid bylo možné objednávat do 1.5.2015 [11], byla možnost zakoupení nového „polomotoru“ stále obtížnější, navíc velice finančně náročná. Výrobce si tuto sestavu cenil ke dni 27.5.2015 na 70000 Kč [11], což je velmi vysoká částka a oprava by již z ekonomického hlediska postrádala smysl.

Před demontáží skříně vyvažovacího hřídele je nutno ověřit pohyblivost pístů ve válcích, kvůli případnému „zapečení“ pístních kroužků ve svých drážkách.



Obrázek 10 Pisty ve vložkách válců

Po zapůsobení na písty silou F kolmou k ose pístních čepů je třeba, aby se píst ve vložce válců pohyboval. V mém případě se tak nestalo, tudíž jsem mohl předpokládat právě již zmiňované „zapečení pístních kroužků“. Po otočení klikovým mechanismem lze též pozorovat, že na vložce třetího válce se nachází rýhy. Rýhy jsou hlavním identifikátorem abrazivního opotřebení, a proto lze předpokládat, že do válce vnikla částice, jež tento povrch rozrušila. [7]

Tato porucha vložky válce a zaseknutí pístních kroužků má dle mého názoru zásadní vliv na spotřebu oleje, tudíž je třeba, pokud nechci pořizovat nový „polomotor“, provést výrobcem nedovolenou opravu s demontáží skříňe vyvažovacího hřídele od bloku motoru. Je ovšem nutno počítat s tím, že při pokažení zpětné montáže se například ložiska klikového hřídele mohou začít nadměrně opotřebovávat z důvodu nedodržení geometrických tolerancí, například směru a polohy.

V tomto kroku musím demontovat skříň vyvažovacího hřídele s blokem motoru. Při demontáži je třeba dát pozor, jak je vyvažovací hřídel s klikovým sčásováním. V neposlední řadě je potřeba ještě demontovat spodní víko motoru a komponenty mazací soustavy, odpojit olejové čerpadlo a sací koš oleje.

V mnou zkoumané literatuře jsem bohužel neobjevil žádnou zmínku o sčásování klikového hřídele s vyvažovacím, převod je realizován pomocí ozubených kol se šikmými zuby, které mají oproti ozubení s přímými zuby mnohem tišší chod, ale jejich nevýhodou je, že do uložení vnáší přídavné zatížení axiální silou. Na ozubených kolech si tudíž bude nutno udělat nějakou vhodnou značku.

Nutno podotknout, že po rozpojení bloku motoru od skříně vyvažovacího hřídele se blok motoru zdeformuje, a proto jsem si pomocí šroubů hlavy válců a podložek zajistil vložku válců, aby nemohla „povylézt“ ven z bloku.

Po demontáži skříně vyvažovacího hřídele jsem zjistil, že na ozubených kolech mnou již zmiňovaných hřídelů se nacházejí značky na zubu a zubové mezeře ozubených kol, pro snadnou zpětnou montáž. Nyní lze již přistoupit k demontáži klikového mechanismu. Po povolení šroubů děleného ojnicního oka na klikové hřídeli lze již ojnice s čepý a písty uvolnit, opět je nutné si poznačit jejich umístění.



Obrázek 11 Demontované pístní skupiny

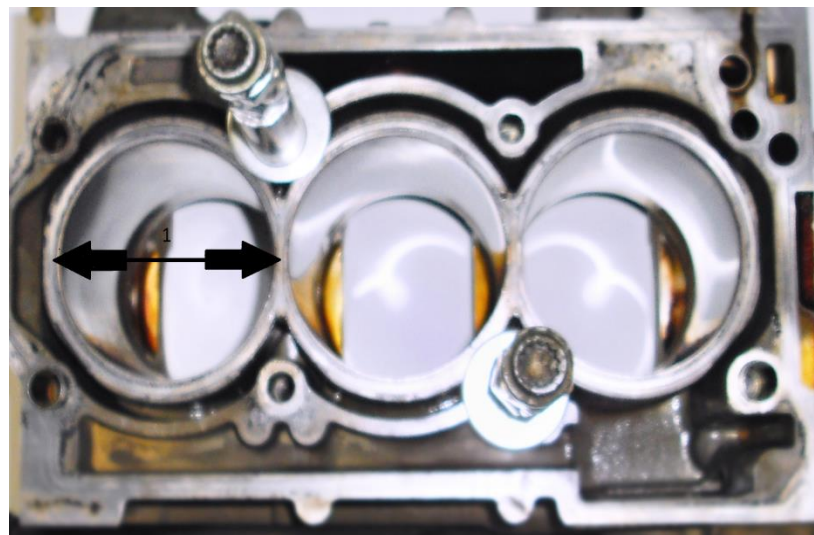
Píst je u tohoto typu motoru osazen třemi drážkami, pro dva těsnící a jeden stírací pístní kroužek. V první drážce se nachází kroužek s vnitřním horním zkosením, ve druhé drážce je osazen pístní kroužek s vnitřním spodním zkosením a ve třetí drážce je umístěn pístní kroužek skládaný ze tří částí. [12] Na dně pístu třetího válce je též znatelné abrazivní opotřebení a lze pozorovat prasklou vrchní část stíracího pístního kroužku. Povrchy zbylých dvou pístů jsou nepoškozené.

Prasknutí a vyštípnutí pístního kroužku zřejmě způsobilo poškození povrchu vložky třetího válce. Mírně poškozena byla i hlava válců, v oblasti kompresního prostoru třetího válce, zřejmě od poškozeného pístního kroužku, jehož uvolněná částice po sobě zanechala právě stopy po abrazivním opotřebení. Bohužel pro tento typ motoru nejsou výrobcem udány žádné hodnoty rozměrů pro pístní skupinu, a tak lze pouze poměřovat jednotlivé díly mezi sebou a vyhodnotit, který z nich je nejvíce opotřebovaný.



Obrázek 12 Měření vůle pístních kroužků

Na obrázku číslo 12 se nachází píst po vyčištění od karbonových usazenin v mycím boxu, po zpětném usazení pístních kroužků byla na všech pístech pomocí párových měrek naměřena vůle mezi drážkou pístu a pístním kroužkem odpovídající hodnotě 0,05 mm. Je možné se proto domnívat, že vertikální rozměry drážek pro pístní kroužky jsou stále vyhovující. V následujícím kroku lze ještě proměřit nejdůležitější funkční rozměry bloku motoru. Provedl jsem měření rozměrů vložek válců a měření průměrů v místě uložení klikového hřídele.



Obrázek 13 Osy pro měření vložek válců

Měření průměrů bylo provedeno ve třech osách pootočených o 120° , kdy měření první osy je na obrázku 13 určeno rozměrem 1, jenž je rovnoběžný s osou pístního čepu. Jako první válec jsem označil ten nejbližší rozvodovému mechanismu. Pro zajištění co možná

nejpřesnějších výsledků bylo měření provedeno pomocí dutinoměru. Všechny rozměry jsou uvedeny v tabulce číslo 7 přiložené níže. Z naměřených rozměrů vyplývá, že vložka třetího válce je nejvíce opotřebena v porovnání se zbylými dvěma válci, avšak jedná se o opotřebení v řádech setin milimetrů, což nepovažuji za nějak extrémně výrazné opotřebení. Otvor pro uložení kluzných ložisek je opět důležitý funkční rozměr, opotřebení tohoto povrchu ovšem zřejmě nenastalo, naměřil jsem čtyřikrát stejnou hodnotu. To si lze vysvětlit tím, že otvor sloužící pro uložení kluzných ložisek se neopotřebovává, protože se při styku s klikovou hřídelí opotřebí samotná kluzná ložiska.

Ložiska uložení klikového hřídele se jevila v pořádku, na jejich funkčních plochách nebylo zřejmé žádné poškození, tudíž lze předpokládat, že motorový olej byl při úbytcích doplňován. Nenastalo zde suché tření, při kterém se za působení radiální síly rozrývá měkký povrch součásti povrchem tvrdším. [7]

Tabulka 7 Rozměry vložek válců

Rozměry vložky válců			
Rozměr	1. válec	2. válec	3. válec
Ø 1 [mm]	76,2	76,19	76,23
Ø 2 [mm]	76,17	76,17	76,17
Ø 3 [mm]	76,18	76,18	76,2

Tabulka 8 Rozměry pro uložení kluzných ložisek hřídele do bloku motoru

Rozměr pro uložení kluzných ložisek klikového hřídele do bloku motoru				
Rozměr	1. uložení	2. uložení	3. uložení	4. uložení
Ø D	47,97	47,97	47,97	47,97

Rozměry díry uložení kluzného ložiska jsou opět číslovány od rozvodového mechanismu, číslice jedna náleží uložení umístěnému nejbliže tomuto mechanismu. Pro úplnost se je třeba ještě zaměřit na rozvodový řetěz a rozvodová řetězová kola. Samotný řetězový pohon rozvodů je výrobcem označován jako bezúdržbový, tudíž by v průběhu životnosti motoru neměla nastat výměna řetězové sady. Rozvodový řetěz je zde použit pouze jednořadý, oproti dvouřadému použitému u verze 1.4 MPI se systémem rozvodů OHV. (Vačková hřídel se nachází v bloku motoru) [13]

Zde použitý řetěz je také podstatně delší a oproti 1.4 je opatřen napínačem rozvodu. Samotný řetěz po zatížení jeho vnitřního článku tahovou silou již vykazoval vůli v uložení v pouzdře řetězu. Řetězová kola jsou také již opotřebená, průměr jejich patní kružnice se jeví menší a boky zubů jsou také opotřebený. Bohužel od výrobce opět nemáme udány rozměry řetězových kol, při době života motoru se nepočítá s jejich výměnou.

2 STANOVENÍ POSTUPU OPRAVY

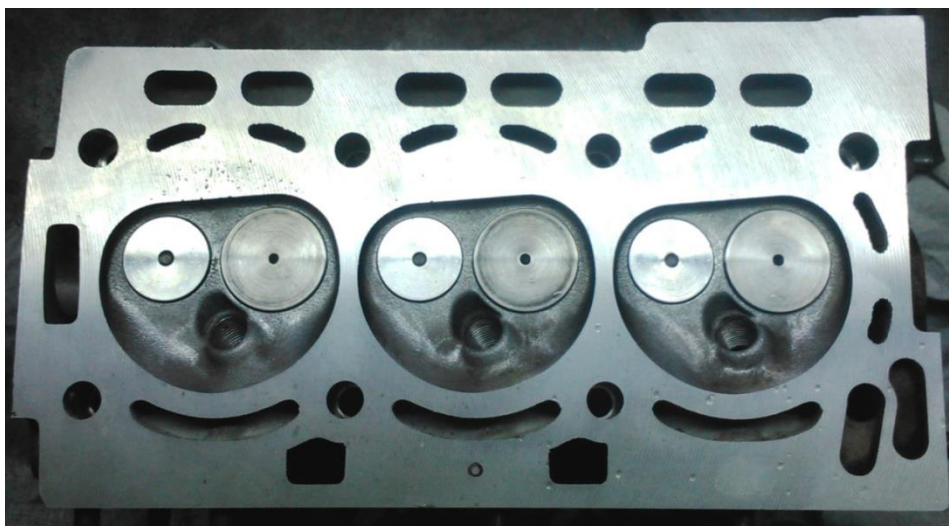
Při samotné opravě bude nutno provést výměnu mnoha dílů, které mají zásadní vliv na chod motoru. Jako první bude nutno opravit hlavu válců, což bude z hlediska pracnosti asi nejnáročnější. Nová hlava válců jako samostatný díl, pouze jako odlitek bez všech komponentů, stojí 11 399Kč, [14] což je vysoká investice, nepočítaje s tím, že bude tuto hlavu nutno osadit novými ventily a dalšími komponenty. Z hlediska ekonomické výhodnosti jsem se proto rozhodl pro repasi této stávající hlavy válců.

Hlavu válců bude nutno částečně osadit novými komponenty: sacími a výfukovými ventily, ventilovými klínky, těsněním dřívků ventilů, miskami pružin a vodítky ventilů. Právě vodítka ventilů by měla již být z lepšího materiálu [11], ovšem materiálové vlastnosti výrobce nezveřejňuje. Lze tedy očekávat vyšší kilometrový nájezd motoru, jelikož tato součást je v tomto motoru velice poruchová.

Vahadla zachovám původní. Hydraulická zdvihátka pro správnou funkci ventilového rozvodu bude též vhodnější vyměnit za nová. V neposlední řadě bude potřebné vyměnit i protimrazovou zátku, která může být za dobu používání již lehce zkorodovaná.

Vačková hřídel se nejevila opotřebovaně, tudíž je možné ji použít i nadále. Kluzná ložiska vačkového hřídele by bylo kvůli novému záběhu, a tím zkrácení doby jejich životnosti, lepší vyměnit za nová, avšak jsou obtížně dostupná, tudíž jsem se rozhodl je zachovat.

Nejobtížnější z celé opravy hlavy válců je právě frézování sedel ventilů. Frézuje se většinou se třemi až pěti typy fréz rozdělených podle úhlů a následuje zabroušení sedel ventilů tak, aby nový ventil přesně dosedl a řádně těsnil. [15] Bohužel na tuto operaci nevlastním potřebné vybavení a případné poničení ventilových sedel se mi jeví jako velký risk, rozhodl jsem se tuto práci svěřit firmě Autoservis František Barták, se sídlem v Babicích u Prahy, jelikož se specializuje na repase hlav válců a převodovek.



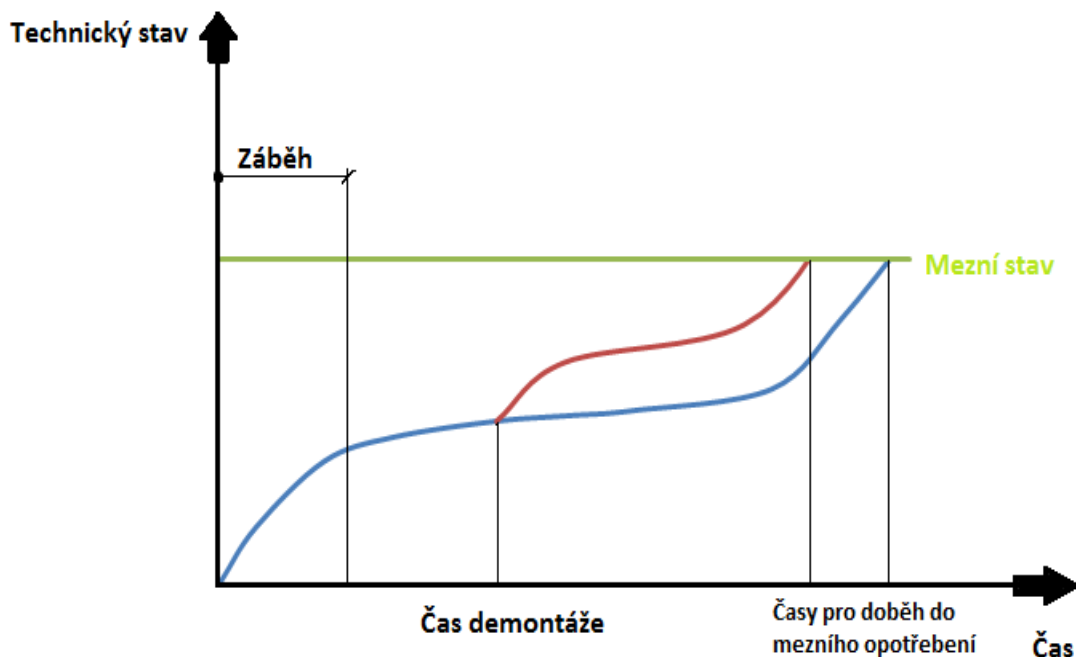
Obrázek 14 Zreparovaná hlava válců

Z důvodu poškození kompresního prostoru na třetím válci byla hlava válců navíc obrobena o 0,1 mm. Poškození je patrné na obrázku 14, kdy se na hlavě válců v kompresním prostoru třetího válce nacházely vrypy od částice vniklých do třetího válce.

Za další vhodný krok považuji výměnu vložky válců, která je zde konstruována jako mokrá a jednodílná. [12] Bohužel v době opravy se originální díl neprodával a v druhovýrobě neexistoval. Při vypracovávání této práce o rok později jsem již objevil možnost koupě větších pístů pro výbrus stávajících vložek [13], které v době opravy ještě nebyly na trhu, tudíž jsem nemohl využít této možnosti při vlastní opravě.

Jelikož vryp nebyl příliš hluboký, poškození vložky válce jsem jen lehce zabrousil jemným brusným papírem s vyplachováním naftou při broušení.

Jako další díl, který bude nutno vyměnit, mohu uvést kluzná ložiska klikového hřídele. Jak ložiskům pro uložení do bloku motoru, tak ložiskům pro uložení ojníc by se při opětovné montáži zkrátila životnost vlivem nového záběhu [7], jak je patrné z obrázku 15.



Obrázek 15 Závislost technického stavu na čase

Červená křivka v obrázku ukazuje průběh technického stavu v závislosti na čase, při demontáži a použití již jednou použitého dílu. Modrá křivka ukazuje průběh technického stavu v závislosti na čase součásti bez demontáže.

Dále je samozřejmě nutno vyměnit všechna těsnění, jež jsou již po použití otlačena a u nichž nelze zaručit správnou funkci při dalším použití. [7]

Při tomto kilometrovém proběhu je též vhodné vyměnit vodní čerpadlo, u kterého výrobce nepředepisuje servisní interval výměny, ovšem u většiny typů motorů se výměna provádí při výměně rozvodové sady.

Dále bude třeba vyměnit rozvodovou sadu, neboť rozvodový řetěz měl již značné vůle v uložení čepů. Rozvodový řetěz lze zakoupit samostatně, avšak při jeho výměně je opět třeba měnit celou sadu i s řetězovými koly, aby se nový řetěz neotlačoval od již opotřebovaných řetězových kol a nezkracovala se zbytečně jeho životnost.

Aby vozidlo nadměrně neznečišťovalo životní prostředí a obsah uhlovodíků, oxidu uhelnatého a oxidu dusíku obsažených při spalování směsi ve výfukových plynech byl správně redukován pomocí katalyzátoru na nejedovaté složky, oxid uhličitý a vodu, je třeba třícestný katalyzátor, jenž má velice znečištěný povlak ze vzácných kovů, vyčistit. [6] Použil jsem přípravek K-cleaner, do něhož jsem katalyzátor ponořil, a nechal účinkovat.

Po sestavení motoru bude třeba používat přípravek pro vyčištění lambda sond, aby měřily přesně, a tím pádem byla i správně dávkována směs paliva se vzduchem.

Mezi součásti, které bude nutno dále vyměnit, patří též šrouby hlavy válců. Při jejich dotažení v nich vzniká značné osově tahové napětí, které může vést až za mez kluzu použitého materiálu, a tím pádem i k plastickým deformacím šroubů. Plastická deformace je trvalá, to znamená, že šroub po odlehčení již zůstane zdeformovaný. Hodnoty meze kluzu ani meze pevnosti šroubu výrobce neudává, a proto ji nelze pomocí výpočtu porovnat s osovou silou ve šroubu, bude tedy bezpečnější použít šrouby nové. Šrouby hlavy válců z druhovýroby jsou o 2 mm kratší, kvůli případnému obrábění dosedací plochy hlavy válců. Šroub je dlouhý 158 mm a má jemný závit M9x1,25. [17]

Dále je na motoru třeba vyměnit spojkový set, který vlivem svého opotřebení zabíral až v oblasti horní části dráhy spojkového pedálu. Konstrukční provedení spojky je zde použito tlačné s membránovou pružinou, jež se dnes u automobilů používá nejčastěji. [18] Při vlastní výměně je opět třeba nahradit všechny části, hnaný spojkový kotouč, štít spojky i spojkové ložisko.

V neposlední řadě je také nutno očistit motor od usazeného karbonu, což je úkon velice zdlouhavý. Velké vrstvy je třeba nejprve oškrábat a poté používat prostředky na odstranění těchto usazenin. Při nevyčištění motoru od karbonu můžeme riskovat, že karbonová vrstva bude opět opotřebovávat olej, a to i při použití nejkvalitnějších syntetických olejů s aditivou proti rozpouštění a tvorbě karbonu.

Nelze spoléhat na to, že se znečištění při použití takto aditivovaného oleje nezačne rozpouštět. Dle servisní knihy byl v motoru používán právě olej syntetický, který by neměl vytvářet karbon, ovšem agregát jím byl silně znečištěn. Lze tedy očekávat, že se karbonové usazeniny vlivem vysokých teplot motorového oleje začnou tvořit znovu. [12]

V nejhorším případě, při utržení části usazeniny a zacpání nějakého mazacího kanálu pro přívod oleje, může „neodkarbonování“ způsobit například přídření součásti motoru.

Zde přikládám obrázek zakarbonovaného agregátu při pohledu ze strany od sundaného rozvodového mechanismu.



Obrázek 16 Zakarbonovaný blok motoru [19]

3 VLASTNÍ KONSTRUKČNÍ ÚPRAVY

3.1. Úpravy vedoucí k prodloužení životnosti

Při důkladném zabývání se opravárenskou problematikou motoru HTP jsem objevil netušenou možnost, v jedné evropské zemi se vyrábí nové písty pro vybroušené vložky válců. Při častém abrazivním poškození vložek válců u tohoto typu motoru se již objevil nový způsob vedoucí k opravě motoru. Dle výrobce pístů se vložky přebrousí a objem motoru povyroste na přibližně 1300 cm³. Ovšem o materiálu pístu výrobce tohoto dílu mlčí. Pístní kroužky jsou k zakoupení u stejného výrobce. Materiál pístních kroužků je taktéž neznámý. [16]

Tento typ motoru má poměrně časté problémy s pístními kroužky, které se nadměrně opotřebovávají. Pro doporučení této úpravy by bylo třeba mít například naměřené hodnoty kompresních tlaků ve válcích s rostoucím kilometrovým proběhem na více motorech. Bez dlouhodobějšího testování nelze zcela jistě říci, že motor po této úpravě bude správně fungovat po delší dobu provozu.

Tento motor asi nejvíce trápí přehřívání oleje, jež způsobuje mnoho problémů, například: zakarbonování motoru a nedostatečnou mazací funkci oleje při vysoké teplotě oleje. Teplota oleje v tomto motoru dosahuje teploty až 130°C. Aby se tento problém vyřešil, bylo by třeba vést hlavní mazací kanál motoru jinou cestou než nyní, kdy je umístěn za katalyzátorem, jenž ho nadměrně ohřívá. Ovšem jak jsem se již zmínil v úvodu, tento blok motoru vznikl z bloku motoru, který kdysi používal motor 1,6 MPI, a proto při konstrukci tohoto agregátu nebylo možno z ekonomického hlediska složitě upravovat blok motoru pro tento agregát. [4]

Nejsnazší metodu vedoucí ke snížení teploty oleje by bylo překonstruovat spodní víko motoru. Tažené plechové víko lze nahradit odlitkem ze vhodné slitiny hliníku, který by na sobě měl žebrování, jež by utvářelo větší teplosměnnou plochu, a spodní víko motoru by se vlivem proudění vzduchu pod vozidlem více ochlazovalo. Docházelo by takto i k ochlazení oleje uvnitř víka. Tohoto konstrukčního řešení využívaly při tuningových úpravách spíše starší vzduchem chlazené motory.

Dále by bylo vhodné tyto vozy pro kontrolu vybavit měřičem teploty oleje, aby obsluha vozu měla teplotu oleje „na očích“ a mohla se vyvarovat případného přehřívání oleje.



Obrázek 17 Olejová vana se žebrováním [20]

Další možností pro napravení tohoto problému s teplotou oleje je posunutí katalyzátoru pod vozidlo. Ovšem třicestný katalyzátor by se déle po startu nahříval a při nízkých teplotách výfukových plynů by degradoval o poznání rychleji. Katalyzátor potřebuje pro svou správnou funkci teplotu přibližně od 300°C do 600°C, při teplotách okolo 1000°C může opět docházet ke zkracování jeho životnosti. Při zástavbě pod vozidlo by se teploty nad 300°C dosahovalo obtížně, neboť systém není vybaven přívodem sekundárního vedení vzduchu, kterým se při katalyzátoru neohřátém na potřebnou teplotu zvyšuje teplota výfukových spalin. [6] Ovšem při pulzaci tlaku ve výfuku by se již o poznání obtížněji dostávaly drobné částice z katalyzátoru umístěného pod vozidlem výfukovým potrubím až do hlavy válců a snížilo by se opotřebení ventilových vodítek.

Na mnou popisovaném vozidle nebylo možno z důvodu homologačních předpisů provést úpravu výfukového potrubí, tudíž katalyzátor nelze umístit jinam než do polohy, kam byl osazen při výrobě. Možnost jakékoli změny polohy katalyzátoru tedy není přípustná.

Pro eliminaci sálavého tepla z katalyzátoru jsem proto musel hledat jinou vhodnou cestu. Pro menší tepelné ovlivnění oleje katalyzátorem jsem na katalyzátor a část výfukových svodů aplikoval termoizolační pásku. Katalyzátor je z výroby také tepelně izolován, avšak nedostatečně. Po aplikaci této pásky teplo z katalyzátoru již tolik nesálá na blok motoru a olej se přehřívá o poznání méně, nepatrně by měl i narůst výkon agregátu, vlivem lepšího vyplachování motoru, protože výfukové plyny v potrubí pomaleji chladnou. Aplikací této speciální pásky se sníží i teplota v motorovém prostoru, tudíž motor může nasávat chladnější vzduch.[21]

Nejlepším řešením pro dosažení nižší teploty oleje by byl přídavný olejový chladič. Bohužel vozidlo je homologováno bez olejového chladiče, a proto je tento krok opět nepřípustný. Olejovým chladičem by bylo vhodné osadit vozy s tímto typem motoru již při výrobě, předešlo by se tím již tolikrát zmiňovanému přehřívání oleje. S přehříváním oleje souvisí v částečné míře také další častý problém, a to podpalování a následné praskání ventilů po zaslepení hydraulických vymezočů ventilové vůle karbonem.



Obrázek 18 Popraskaný ventil v detailním pohledu [22]

Jak je patrné z obrázku číslo 18, takto popraskaný ventil již nemůže těsnit kanály v hlavě válců. Nejsnáze se popraskaný talířek ventilu pozná na volnoběžné otáčce, kdy se ve spalovacím prostoru projevuje vlivem netěsnícího ventilu změna tlaku ze sání nebo z výfuku a takto poškozený motor není prakticky schopen udržet volnoběžné otáčky.

Za další problém nezřídka se vyskytující u tohoto typu motoru považují takzvané přeskokování rozvodu. U více opotřebovaného rozvodového řetězu vzniká v jeho uložení stále větší vůle, tudíž se řetěz jakoby prodlužuje. Při zastavení vozidla a vypnutí motoru poklesne v hydraulickém napínači rozvodů tlak oleje a rozvodový řetěz tak není napínán. V případě, že stojí vozidlo z kopce pouze s prvním zařazeným rychlostním stupněm, může se vlivem své tíže lehce posunout dopředu a článek nenapnutého rozvodového řetězu může poskočit do jiné zubové mezery řetězového kola. Proto je vhodné u tohoto typu motoru při parkování z kopce používat ruční brzdu!

Při přeskočení o více zubů na řetězovém kole vačkového hřídele již může nastat poškození motoru při následovném startu, kdy ventily narazí do pístu. Při tomto nárazu může dojít k deformaci pístů, což není až takový problém. Jako větší opravárenský problém se mi jeví poškození ventilů. Ventily se zdeformují na dřících, což jsou místa s nejmenším průřezem a zároveň místa, na nichž jako první nastane deformace.



Obrázek 19 Poškozené ventily po přeskočení rozvodů [23]

Na obrázku číslo 19 můžeme vidět ventily po srážce s pístem: krajní čtyři ventily jsou ohnuté, zbytek ventilů má odlámané talířky.

Spalovací prostor je konstruován tak, že vybrání v pístech není dostatečně hluboké, aby se píst a ventil při současném pohybu společně nestřetly. Toto konstrukční opatření je učiněno proto, aby motor mohl dosáhnout požadovaného kompresního objemu. Při srážce ventilu s pístem je také možné zdeformovat ojnice. V případě, kdy se zdeformují, je motor dle výrobce opět neopravitelný, jelikož je nelze vyměnit bez demontáže skříně vyvažovacího hřídele. Jako jediné řešení se proto jeví koupě polomotoru a repase hlavy válců, nebo koupě celého motoru. Větší dispozice k tomuto poškození má verze s dvěma vačkovými hřídeli, kde řetěz přeskakuje na řetězových kolech vačkových hřídelů. [9] A při opotřebeném rozvodovém řetězu je třeba vyšší napnutí vlivem jeho protažení.

Tyto problémy s přeskočením rozvodů jsem u svého šestiventilového motoru vyřešil tak, že jsem výsuvný píst napínače rozvodového řetězu vypodložil bronzovým válečkem, který má vysokou hodnotu dovoleného namáhání při otlacení, tudíž výsuvný píst napínače se při poklesu tlaku oleje (zastavení motoru) nevrátí do krajní polohy dané výrobcem napínače, nýbrž do polohy posunutě o délku válečku 10 mm a vodící lišta rozvodového řetězu je stále

napínána za pomoci změny polohy výsuvného pístu napínače. Na obrázku 20 je zobrazena nová krajní poloha napínače rozvodového mechanismu po mojí úpravě. Další obrázky týkající se této problematiky jsou obsaženy v příloze na konci práce.



Obrázek 20 Krajní poloha napínače rozvodového mechanismu po úpravě

Dalším konstrukčním opatření proti přeskočení rozvodu je prodloužená vodící lišta rozvodů, jež ve větší délce napíná řetěz, který je proto i při staženém napínači více napnutý. Při modernizaci těchto typů motorů byla vodící lišta rozvodů mnohokrát modifikována. [4]

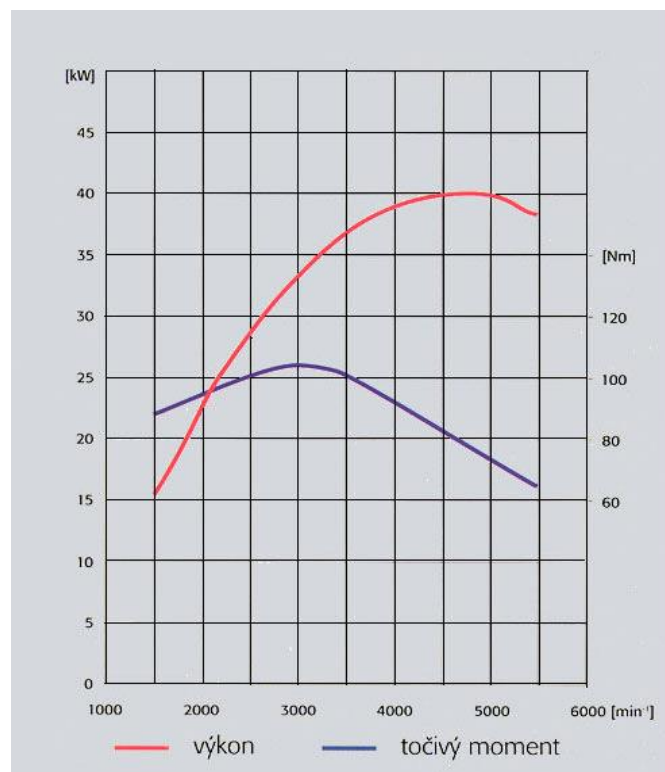
Jako další konstrukční řešení tohoto problému by výrobce mohl použít odolnější řetěz, například dvouřadý, jenž by ovšem zvyšoval hmotnost rozvodového mechanismu a ve výsledku by se nepatrně snížil výkon motoru. Při použití stávajícího typu řetězu by bylo vhodné předepsat servisní interval výměny rozvodové sady. Při modernizaci motorů s přechodem na emisní normu EURO 5 byl i tento choulostivý rozvodový řetěz vyměněn za odolnější. [4]

Další možnou úpravou, jež by umožnila prodloužit životnost těchto motorů, je zkonstruovat blok motoru pouze jako jednu součást, bez použití skříně vyvažovacího hřídele, a vyvažovací hřídel umístit do tohoto bloku společně s klikovou hřídelí. Takto pozměněný blok by se tak výrazně nedeformoval a při nutnosti demontáže pístní skupiny, například při opotřebení pístních kroužků, by již nebylo nutné měnit celý „polomotor“.

3.2. Úpravy pro usnadnění oprav vlastníkům vozidel

Mnou popsané závady se na těchto motorech vyskytují s poměrně vysokou četností a s podpálenými ventily se lze setkat již při nájedzu okolo 80000 kilometrů. Škod s těmito motorizacemi se v naší zemi vyskytuje mnoho, navíc tato motorizace byla též dodávána pro další koncernové vozy, například VW Polo, VW Fox, Seat Ibiza a Seat Cordoba [4], které jsou u nás taktéž hojně zastoupeny.

Jako nejlepší východisko z této situace se mi jeví specializovaná firma, která by se zabývala opravami těchto agregátů, jež mají mnou popsané typické poruchy. Pro začátek by bylo vhodné zajistit si motor, který má nízký kilometrový proběh, popřípadě koupit nový motor a ten použít jako etalon, vůči němuž lze porovnávat naměřené hodnoty. Motor by bylo třeba pro zjištění průběhů výkonu a točivého momentu otestovat na motorové brzdě. U nového motoru by se měření točivého momentu a z něj dopočítaného výkonu nemuselo realizovat, jelikož tato závislost je dána výrobcem. Ovšem jedná se o jeden motor, jenž byl výrobcem měřen, každý motor může mít vlivem záběhu a dalších skutečností maximální výkon a maximální točivý moment posunut na jiné hodnoty.



Obrázek 21 Výkonová a momentová charakteristika motoru 1,2 HTP se 6ti ventily [24]

Dále navrhuji změřit kompresní tlaky na motoru a poté se již zaměřit na rozborku agregátu. Opět by bylo nutné udělat výrobcem nepovolený zásah oddělení skříně

vyvažovacího hřídele a bloku motoru, po demontáži všech částí by se proměřily hlavní funkční rozměry motoru, které nejsou poskytnuty výrobcem: rozměry pístů, vůle pístních kroužků, rozměry vložek válců, tloušťka kluzných ložisek v uložení bloku motoru a klikového hřídele, taktéž tloušťka kluzných ložisek v uložení ojníc s klikovým hřídelem, průměry uložení klikového hřídele, rozměry vaček a rozměry jejich uložení v hlavě válců a rozměry jim příslušících kluzných ložisek. Pro úplnost by bylo vhodné doplnit měření o rozměry ventilových vodítek a řetězové rozvodové sady, které výrobce též neudává. Výrobce sice udává rozměry nových ventilů, ovšem je třeba určit mez opotřebení, proto je nutno proměřit i ventily. U rozvodové sady by bylo třeba poměřit rozměry patních a hlavových kružnic řetězových kol a proměřit vůli rozvodového řetězu.

Při znalosti všech vypsanych rozměrů by již bylo možné při rozborce defektního motoru porovnávat jeho opotřebení s motorem novým. Pro přesnější určení poruchy by bylo vhodné stejný postup měření provést i na motoru, který je ještě ve vyhovujícím technickém stavu, při nájezdu například 60000 kilometrů, a další měření provést na motoru, jenž už má kompresní tlak pod hodnotou opotřebení a dosáhl svého mezního stavu. Poté lze již porovnávat hodnoty přibližně mezního stavu součástí, kde bychom mohli přesněji sledovat opotřebení od mezního stavu, nikoli od rozměrů nového motoru, kdy by se rozměry porouchaného měřeného motoru neměly příliš odlišovat od rozměrů mezně opotřebovaných součástí. Při výraznější odchylce od rozměru při mezním stavu opotřebení je již nutno díl vyměnit za nový.

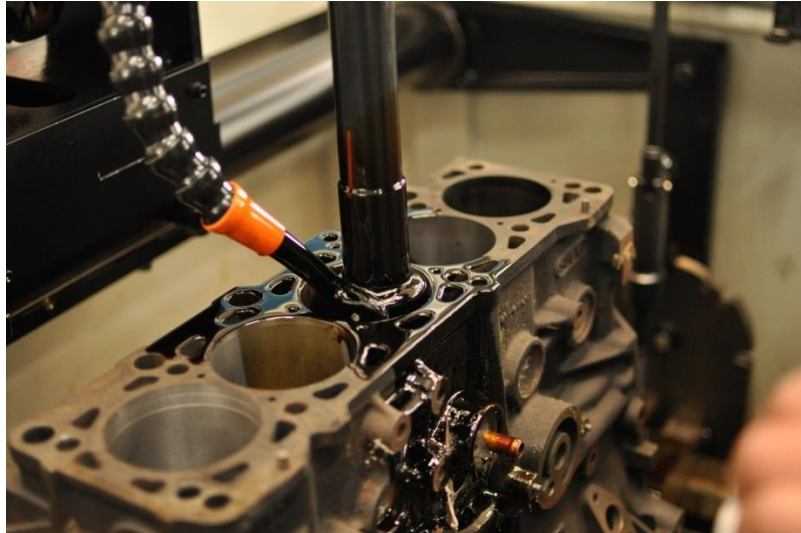
Při potřebě oddělení skříně vyvažovacího hřídele od bloku motoru a nutnosti opravy členu pístní skupiny by bylo třeba znovu vyvážit klikový hřídel s vyvažovacím hřídelem, tudíž by bylo třeba vybavit takovéto pracoviště i přístrojem pro dynamické vyvažování, jež je nezbytné provést při demontáži pístní skupiny nebo například při osazení ojníc většími písty při vybroušení vložek motoru. Písty mají jiné rozměry a mohou být odlity z jiného materiálu, s jinou hustotou, tudíž v důsledku mohou mít jinou hmotnost. Pístní kroužky pro vybroušené vložky válců mají taktéž jiné rozměry a hmotnost. Zde by po montáži motoru bez vyvážení mohlo docházet k nadměrným vibracím, jež nemají dobrý vliv na životnost součástí v motoru a taktéž obtěžují posádku ve vozidle. Kmitání může být vyvoláno rotující odstředivou silou, v případě rotující součásti, nebo setrvačnou silou v případě vyvolání chvění posuvnými hmotami, kdy při dynamickém vyvažování chceme omezit přídavné momentové zatěžující účinky. [25]



Obrázek 22 Vyvažovací stroj TIRA K500B [26]

Pro repasi hlavy válců, která je u tohoto typu motoru taktěž velice poruchová, je taktěž třeba vlastnit speciální vybavení, například rovinnou brusku pro přesné zabroušení dosedací plochy hlavy válců na blok motoru, abychom dosáhli požadované rovinnosti této plochy. V případě, že by se ve válci nacházely vrypy, je již možno vložky válců přebrousit, neboť se již na trhu nachází písty pro vybroušené vložky válců a poté vzniklý povrch ohonovat.

Honování je operace, při které na vložce válce vytváříme mělké rýhy pod úhlem 45° za pomoci honovacích kamenů a oleje, jenž unáší obrobené částice. Ve stopách po honování bude ulpívat olej pro lepší mazání válce během provozu. Kdyby vložky válců nebyly ohonovány, pístní kroužky by se ve válci pohybovaly s vyšším koeficientem tření. Vznikalo by nežádoucí teplo a hrozilo přidírání, protože by na vložce válce neulpíval olejový film. Z výše uvedeného plyne další nutné vybavení pro opravu, tj. svislá honovačka. [27]



Obrázek 23 Honování vložky válce [28]

Další prováděnou operací při rozborce motoru je broušení klikového hřídele a vačkového hřídele. Při přebroušení tvaru vačky dochází ke změně zrychlení ventilů, čímž se následně přímou úměrou mění síla působící na uložení vačkového hřídele a celý vačkový mechanismus. [29] Při této úpravě je třeba optimalizovat ventilové pružiny pro takto upravenou vačkovou hřídel. Tato úprava je poměrně riskantní vůči uložení vačkového hřídele. Jelikož tento typ motoru HTP má problémy s trvanlivostí a je vhodný spíše pro městský provoz, výše zmíněnou úpravu bych nedoporučil.

Dalšími speciálními stroji jsou frézky pro frézování sedel ventilů, které je z technologického hlediska taktéž poměrně náročnou operací. Na obrázku číslo 24 je vyobrazena frézka na frézování sedel ventilů, jež umožňuje upravovat ventilová sedla o průměrech od 16 po 125 mm, při maximální přípustné délce hlavy válců 1270 mm. Hlavy válců motorů HTP tyto rozměry splňují. Tento stroj je též vybaven sadou přípravků pro bezpečnou montáž a demontáž ventilů, po upnutí hlavy válců. V neposlední řadě obsahuje rovněž pneumatickou kontrolou těsnosti, což je operace nutná po frézování sedel ventilů, ověřující správnou funkci motoru. [30]



Obrázek 24 Frézka pro frézování ventilových sedel [30]

Jako další problém bych u tohoto motoru uvedl závěrečné sestavení motoru. Při montáži skříně vyvažovacího hřídele k bloku motoru dochází k deformacím a pnutí obou součástí. Pro co možná nejsnadnější montáž by bylo vhodné obě součásti předepnout silou, vyvolanou například hydraulickým lisem jako při montáži prováděné výrobcem. Montáž bez tohoto vybavení je poměrně riskantní. V tomto montovaném celku bez předepínací síly dochází k nadměrnému pnutí a blok motoru či skříň vyvažovacího hřídele by v krajním případě mohly prasknout. Při předepnutí součástí silou a použití například indukčního ohřevu u obou montovaných částí, by již nedocházelo k takovému enormnímu namáhání při montáži.

ZÁVĚR

Mnou předkládaná práce se zabývá úpravami motoru HTP za účelem prodloužení jeho životnosti. Uvedl jsem nejčastější závady, které se na tomto agregátu vyskytují. Popsal jsem, jak postupovat při diagnostikování nejčastějších závad těchto motorů, a to jak diagnostikou sériovou, tak diagnostikou paralelní. Dále se v práci zabývám diagnostikou opravářskou, při níž byl proveden výrobcem nepovolený úkon: demontáž skříně vyvažovacího hřídele od bloku motoru, tudíž jsem v opravářské části diagnostiky uvedl i nejdůležitější funkční rozměry motoru, které nejsou výrobcem zveřejněny.

V kapitole Stanovení postupu opravy se zabývám postupy, jimiž lze nejčastější závady odstranit za použití co nejkvalitnějších komponentů tak, aby životnost motoru zůstala minimálně stejná jako při výrobě, jelikož na trhu již existují díly zhotovené z lepších materiálů než z těch, jež byly použity při výrobě tohoto agregátu.

V první podkapitole části práce nazvané Vlastní konstrukční úpravy jsem uvedl úpravy, které jsou vhodné pro potlačení hlavních konstrukčních nedostatků tohoto motoru a pomohou k prodloužení životnosti agregátu.

V její druhé podkapitole jsem poté popsal úpravy, které by pomohly vlastníkům těchto vozidel k realizaci opravy motoru specializovanou firmou.

Vozidlo, jež prošlo mou opravou, přestalo po tomto servisním úkonu spotřebovávat olej v nežádoucí míře, což byl její hlavní účel. Po opravě bylo vozidlo podrobena měření emisí, při němž se ukázalo, že danou normu stupně čistoty výfukových plynů EURO 4 splňuje, a proto může být nadále použito v běžném provozu. Z tohoto důvodu lze takto rozsáhlou opravu motoru HTP doporučit i dalším vlastníkům poškozených motorů, kterým se, vzhledem k zůstatkové ceně jejich vozu, částka 70 000 Kč za takzvaný „polomotor“, dodávaný výrobcem vozidla, nezdá adekvátní.

POUŽITÁ LITERATURA

1. ETZOLD, Hans-Rüdiger. *Údržba a opravy automobilů Škoda Fabia: Hatchback, Kombi, Sedan : zážehové motory ..., vznětové motory ..* 4. vyd. Překlad Jana Dvořáková. České Budějovice: Kopp, 2010. Jak na to? (Kopp). ISBN 978-80-7232-400-2.
2. CEDRYCH, Mario René a Jiří SCHWARZ. *Automobily Škoda Fabia: Fabia, Fabia Combi, Fabia Sedan, Fabia RS, Fabia modelový ročník 2000-2006.* 4., rozš. vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1664-X.
3. *Škoda zahájila výrobu modernizované legendy 1,2HTP* [online]. Škoda report, 2009 [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://www.skodaoctavia.cz/skoda-fabia-htp>
4. *Motor 1.2 HTP* [online]. 2012 [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://htpklub.webnode.cz/motor-htp/>
5. *Hromada technických problémů* [online]. Praha: Vaculík [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://www.cimbu.cz/clanky/auto-moto_htp.pdf
6. *Elektronická a mechatronická zařízení v konstrukci silničních vozidel.* 1. Pardubice: doc.Ing.Gregora,Ph.D, Ing.Mašek, 2008. ISBN 978-80-7395-082-8.
7. *PROVOZ, ÚDRŽBA A OPRAVY SILNIČNÍCH VOZIDEL.* 1. PARDUBICE: doc.Ing. Miroslav Tesař, CSc., 2012. ISBN 978-80-248-3278-4.
8. *Mobil PeakLife (RallyFormula) 5W-50, 1 l* [online]. 2016 [cit. 2016-03-27]. Dostupné z: http://maziva.heureka.cz/mobil-peak-life-rally-formula-5w-50_1-l/
9. *HTP forum* [online]. Matějka, 2014 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://htpklub.blueforum.cz/28694/tema/104316/>
10. *Náhradní díly, autodíly* [online]. 2014 [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <http://www.granex.cz/interconnection.tec-doc/document/783392>
11. *Htpklub* [online]. 2015 [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://htpklub.blueforum.cz/28696/tema/139652/>
12. *Úvod do spalovacích motorů.* 1. Pardubice: Ing. Jílek, DiS, Ing. Pokorný, Ph.D, 2013. ISBN 978-80-7395-743-8.
13. *Rozvodový řetěz - Škoda Fabia I 1,0 37KW/1,4MPi 44/50 KW* [online]. Hodslavice, 2012 [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://www.e-nahradnidily.cz/retezove-rozvodovy-2/rozvodovy-retez-skoda-fabia-i-10-37kw14mpi-4450-kw>
14. *Škoda díly* [online]. Plzeň, 2010 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.skoda-dily.cz/eshop/03d103351b-hlava-valcu-1-2htp-40kw-44kw.html>

15. *Univer kompletní vybavení pro autoservisy* [online]. Brno, 2014 [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://www.univer.cz/nastroje-na-opravy-sedel-ventilu-neway-id449>
16. *Opravy motorů 1,2 HTP* [online]. Vyškov, 2015 [cit. 2016-04-19]. Dostupné z: <http://opravymotoru12http.webnode.cz/o-nas/>
17. *Škoda díly* [online]. Plzeň [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.skoda-dily.cz/eshop/wht001808-sroub-m9x1-25x158.html>
18. PROF. ING. MIROSLAV VALA, CSC., DOC. ING. MIROSLAV TESAR, CSC. *Spojky* [online]. Pardubice, 2009 [cit. 2016-04-25].
19. *Opravy 1,2 HTP* [online]. Vyškov, 2015 [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://opravymotoru12http.webnode.cz/fotogalerie/#a1-jpg>
20. *Servis PS12* [online]. Štíry [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.servisps12.cz/nahradni-dily-motor/>
21. *Tuning-IN* [online]. Brno, 2014 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.tuning-in.cz/termopaska-pro-vyfukove-svody-a-ostatni-komponenty-cerna-us-racing.html>
22. *AHRA* [online]. Hradec Králové [cit. 2016-05-1]. Dostupné z: http://www.ahra.cz/opravy_hlav.html
23. *Škodafabia 1,2 HTP 47kW* [online]. Tom.t, 2012 [cit. 2016-05-1]. Dostupné z: <http://skoda-virt.cz/cz/forum/kde-co-a-jak/157859-skoda-fabia-1-2-htp-47kw/>
24. *Vysoké učení technické Brno* [online]. Brno, 2011 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/PKO/0M2/VykMom/12HTP.jpg>
25. *Autolexiconnet* [online]. Jan Sajdl, 2012 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/dynamicke-vyvazeni-motoru/>
26. *AGM - agromotor* [online]. Velké Meziříčí [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.agm-agromotor.cz/cs/vyvazovani>
27. *Dokončovací metody obrábění* [online]. Kolín: Ing. Viera Obešlová, 2008 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: http://www.sps-ko.cz/documents/STT_obeslova/Dokon%C4%8Dovac%C3%AD%20metody%20obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD.pdf
28. *Náhradní díly Perkins* [online]. Praha 9 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: http://www.perkins-dily.cz/fotogalerie/photogallerycbm_606959/40/
29. *Opravy a změny tvaru vaček* [online]. Rosice: Ing. Jan Černohorský, CSc. [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.cernohorskytuning.cz/informace/opravy-a-zmeny-tvaru-vacek/>

30. *Frézka na obrábění sedel ventilů* [online]. Jablonec nad Nisou [cit. 2016-05-20].
Dostupné z: <http://www.technology-garage.cz/frezka-na-obrabeni-sedel-ventilu-berco-asvbl>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Hodnoty kompresních tlaků udávané výrobcem	11
Tabulka 2 Naměřené kompresní tlaky	12
Tabulka 3 Hodnoty naměřených vnitřních odporů zapalovacích cívek.....	13
Tabulka 4 Rozměry nových ventilů	20
Tabulka 5 Rozměry demontovaných sacích ventilů	21
Tabulka 6 Rozměry demontovaných výfukových ventilů	21
Tabulka 7 Rozměry vložek válců	25
Tabulka 8 Rozměry pro uložení kluzných ložisek hřídele do bloku motoru.....	25

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Částečný řez motorem HTP	10
Obrázek 2 Zapalovací cívka s koncovým výkonovým stupněm	14
Obrázek 3 Schéma pohonu drážkovaného řemenu	15
Obrázek 4 Umístění šroubů krytu řetězového rozvodu	16
Obrázek 5 Výřez z výkresu aretačního přípravku klikového hřídele	17
Obrázek 6 Výřez z výkresu aretačního přípravku vačkového hřídele	18
Obrázek 7 Zajištění napínače řetězového rozvodu	18
Obrázek 8 Umístění šroubů hlavy válců	19
Obrázek 9 Ventil pro ilustraci rozměrů	20
Obrázek 10 Písty ve vložkách válců	22
Obrázek 11 Demontované pístní skupiny	23
Obrázek 12 Měření vůle pístních kroužků	24
Obrázek 13 Osy pro měření vložek válců	24
Obrázek 14 Zreparovaná hlava válců	27
Obrázek 15 Závislost technického stavu na čase	28
Obrázek 16 Zakarbonovaný blok motoru	30
Obrázek 17 Olejová vana se žebrováním	32
Obrázek 18 Popraskaný ventil v detailním pohledu	33
Obrázek 19 Poškozené ventily po přeskočení rozvodů	34
Obrázek 20 Krajní poloha napínače rozvodového mechanismu po úpravě	35
Obrázek 21 Výkonová a momentová charakteristika motoru 1,2 HTP se 6ti ventily	36
Obrázek 22 Vyvažovací stroj TIRA K500B	38
Obrázek 23 Honování vložky válce	39
Obrázek 24 Frézka pro frézování ventilových sedel	40

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Blok motoru po demontáži skříně vyvažovacího hřídele

Příloha B Skříň vyvažovacího hřídele s vyvažovacím hřídelem

Příloha C Klikový hřídel

Příloha D Vačkový hřídel

Příloha E Demontované písty

Příloha F Blok motoru sesazený s klikovým hřídelem

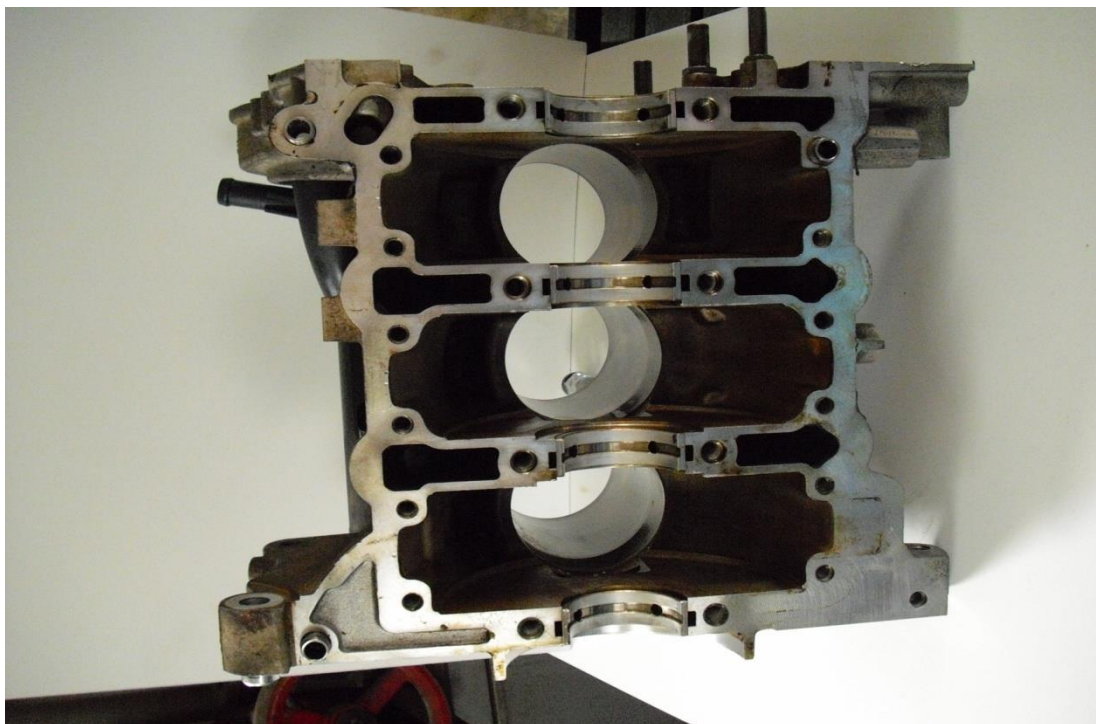
Příloha G Pohled na rozvodový mechanismus bez víka rozvodů

Příloha H Součásti modifikovaného napínače rozvodů

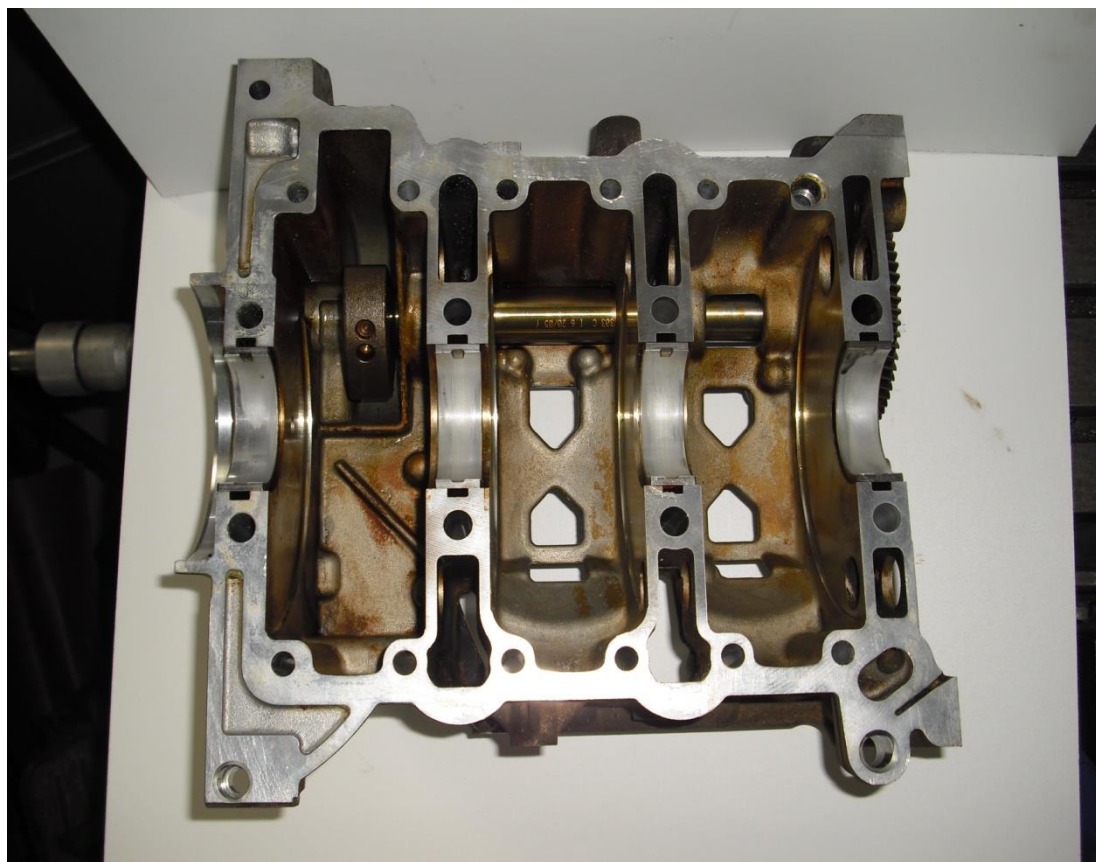
Příloha I Krajní poloha sériového napínače

Příloha J Krajní poloha modifikovaného napínače

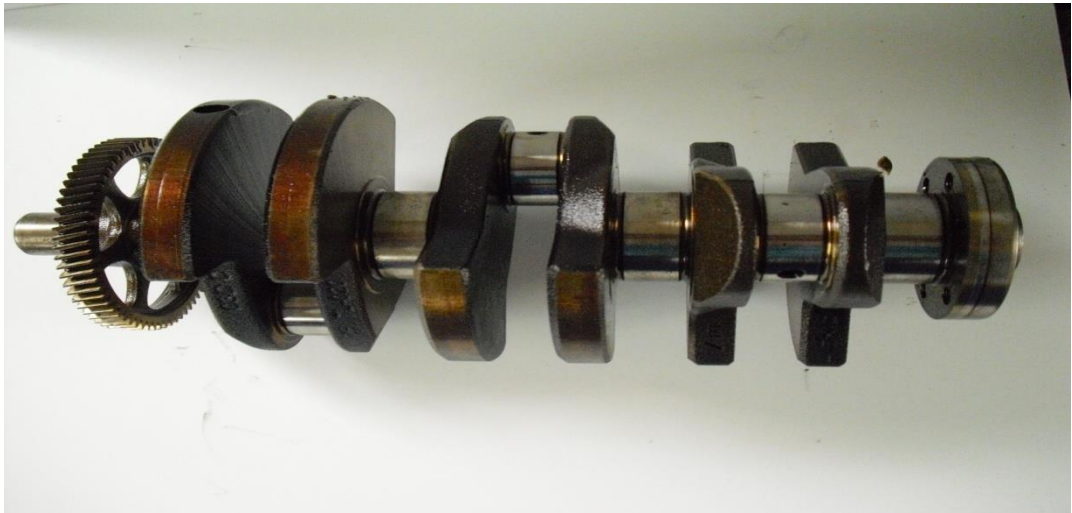
Příloha A Blok motoru po demontáži skříně vyvažovacího hřídele



Příloha B Skříň vyvažovacího hřídele s vyvažovacím hřídelem



Příloha C Klikový hřídel



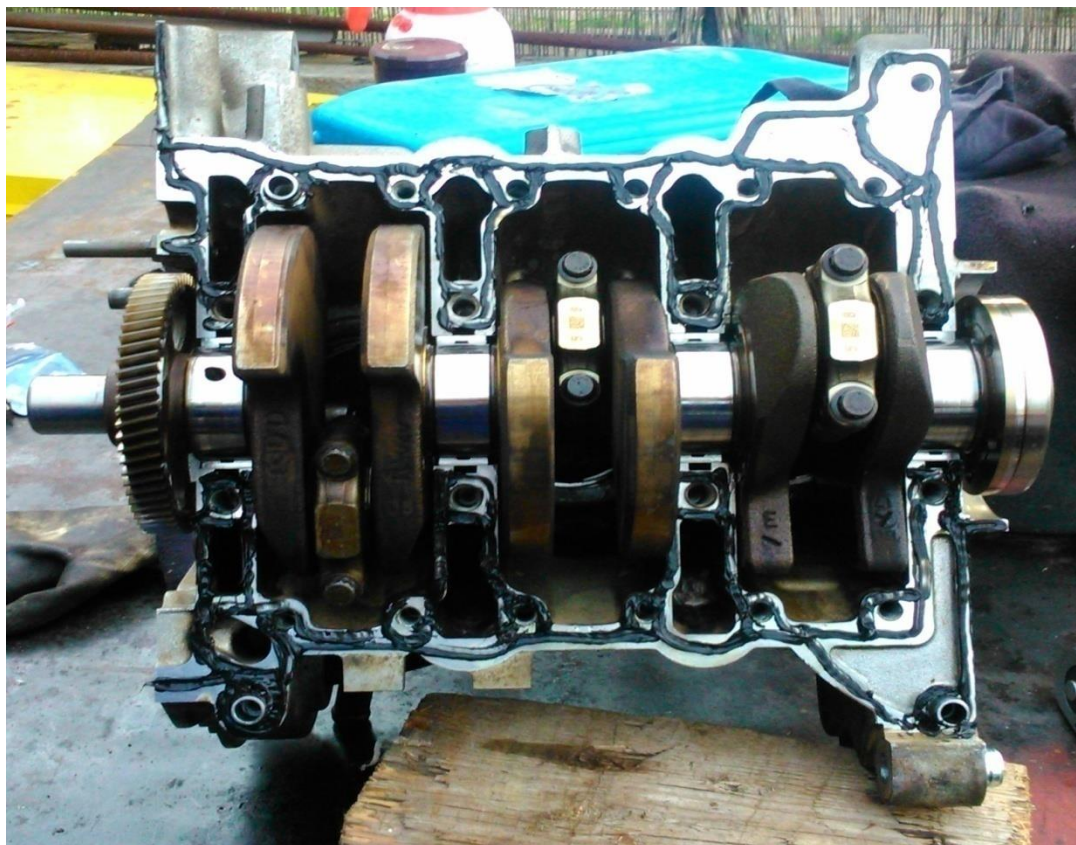
Příloha D Vačkový hřídel



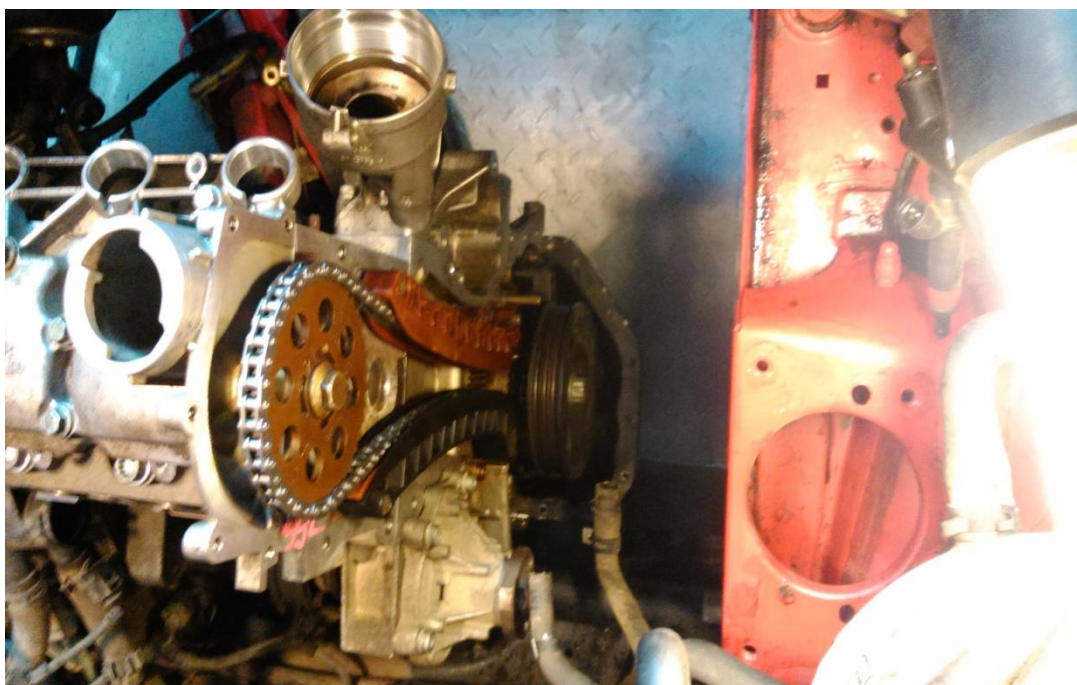
Příloha E Demontované písty



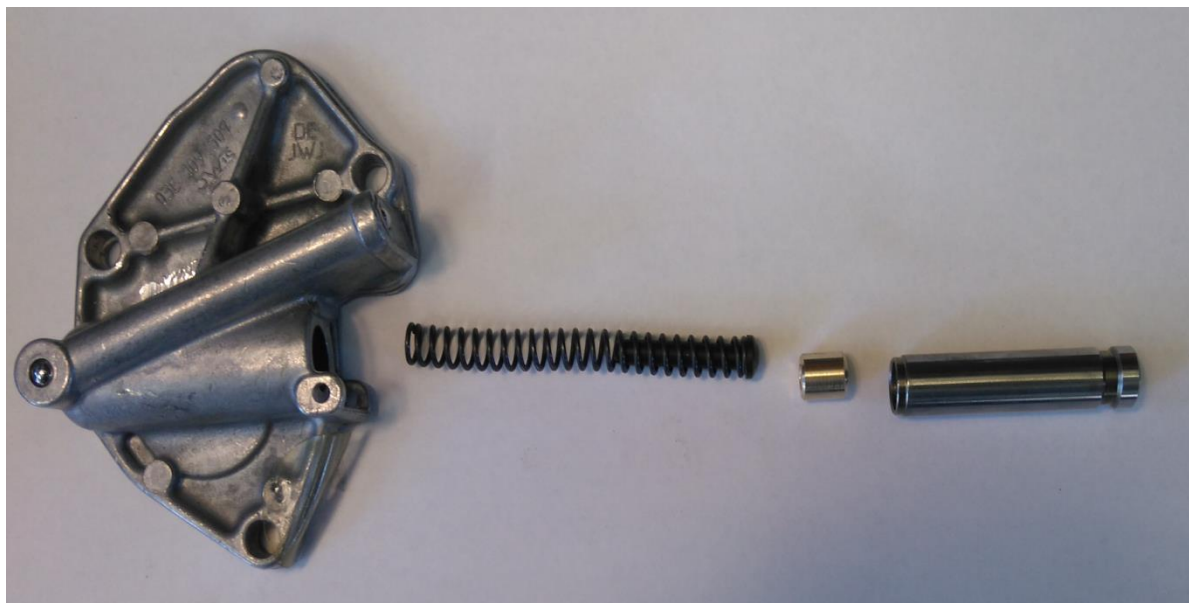
Příloha F Blok motoru sesazený s klikovým hřídelem



Příloha G Pohled na rozvodový mechanismus bez víka rozvodů



Příloha H Součásti modifikovaného napínače rozvodů



Příloha I Krajní poloha sériového napínače



Příloha J Krajní poloha modifikovaného napínače

