

# Motor a jeho opravy

Říká se, že motor je srdcem automobilu, a také platí, že správnou péčí a údržbou prodlužujeme jeho životnost. Pístové spalovací motory mají za sebou více než stoletý vývoj a jsou proto poměrně spolehlivé a výkonné. Hlavní části motoru musíte znát a měli byste vědět, jaký význam mají v motoru jako celku. Nosná část je vždy blok motoru, ve kterém je uložen klikový mechanismus, jenž se skládá z klikové hřídele, setrvačnicku, ojnice a pístu. V horní části je blok motoru uzavřen hlavou, ve spodní části je víko, které se často nazývá olejová vana. Hlava válců uzavírá pracovní válec, ve kterém se přímočaře pohybuje píst. V hlavě jsou části rozvodového mechanismu, sací a výfukové kanály a kanály nebo otvory pro chlazení a mazání. Jsou zde i otvory pro upevňovací šrouby a hlavně je zde promyšleně tvarovaný spalovací prostor.

## Blok motoru

Blok motoru je základnou pro další funkční díly, které se na hlavní nosný prvek montují. Proto důkladně analyzujte momentální stav ještě před započítím opravy nebo úpravy. Další rozbor technického stavu provedte vizuálně a především měřením při demontáži. Kontrola stavu bloku motoru je důležitá zejména proto, abyste zjistili, které díly bude nutno vyměnit a které opravit. Blok je mimo jiné namáhán mechanicky v ohybu, krutu a stříhu. Díky tomu mohou na exponovaných místech vzniknout únavové trhliny a praskliny, které mohou pro chod motoru znamenat velké riziko havárie. Kvůli vyztužení je na bloku motoru umístěno žebrovaní, které není vhodné odstranit.

## Kontrola bloku motoru

Vymontujte svorníky upevňující hlavu a nožovým pravítkem proti světlu zkontrolujte rovinnost dosedací plochy pro hlavu motoru. Při větších nerovnostech (nad 0,05 mm) se musí dosedací plocha přebrousit. Vyhněte se tak následným problémům s netěsností spalovacích prostorů. Zkontrolujte i další dosedací plochy a důkladně prohlédněte celý blok motoru, jestli neobjevíte praskliny. Objevíte-li takovéto poškození, zvažte, zda jsou tato poškození opravitelná a jakým způsobem. Trhliny v nosných částech bloku můžete zkusit nechat zavařit v odborné dílně.

Musíte si však uvědomit, že litina použitá na výrobu bloku stárne, mění strukturu a je velmi obtížně svařitelná. Po zavaření se mohou objevit další trhliny vedle svaru. Použití svařovaného bloku k výkonovým úpravám je nevhodné. Blok lze s rizikem použít například u historických vozidel, není-li k dispozici blok jiný, protože je vůz unikátní a jedinečný. Pro tuning a sportovní úpravy je nutno použít blok nový nebo alespoň bezvadný.

Moderní motory jsou vyráběny tlakovým litím převážně ze slitin hliníku. Tlakové lití může být občas nedokonalé a někdy se může objevit pórovitost nebo jiná nedokonalost, která vznikla při výrobě. Tyto vady se jen obtížně odstraňují. Někdy lze prasklinu zavařit, jindy to není možné nebo by to bylo na úkor kvality.

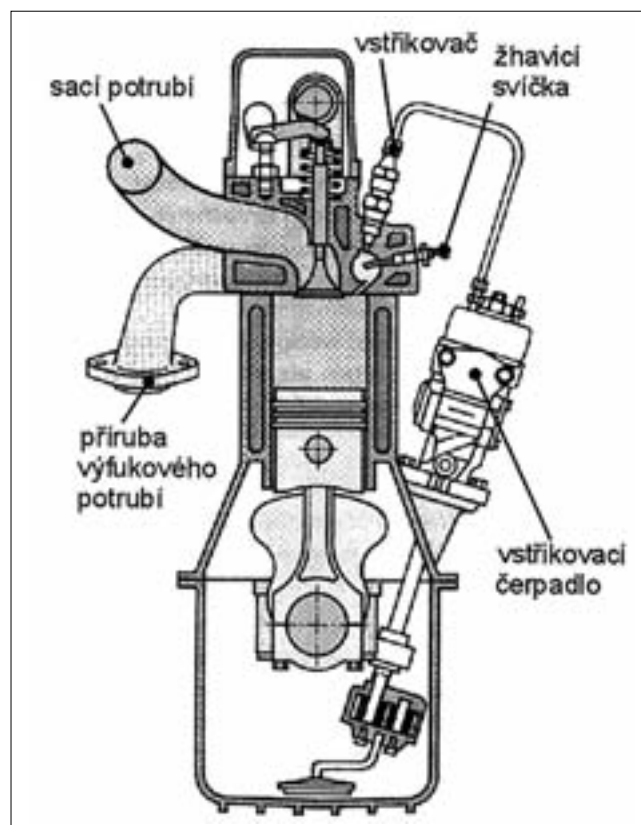
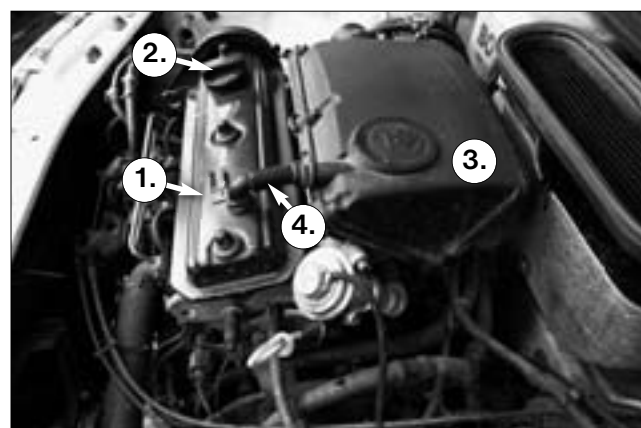
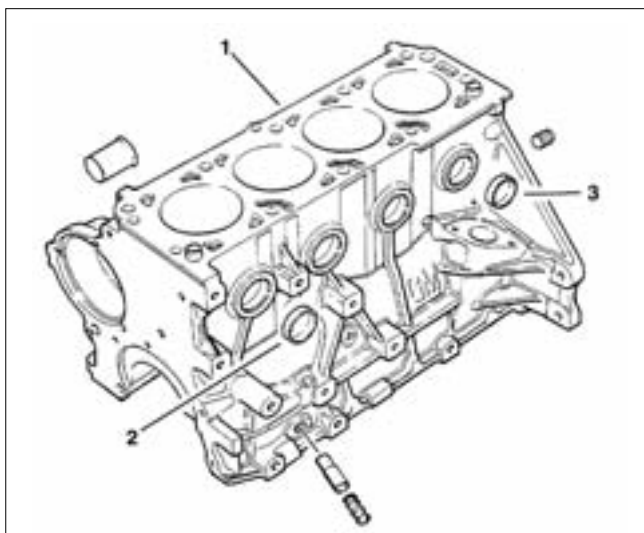


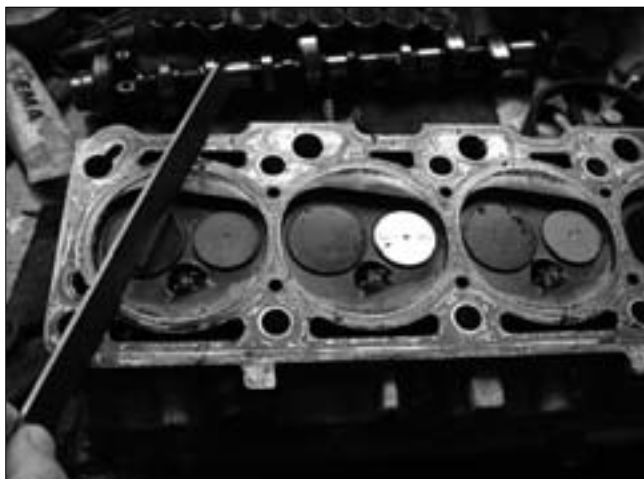
Schéma motoru v řezu. Škoda Felicia 1,9D, motor AEF z produkce koncernu Volkswagen.



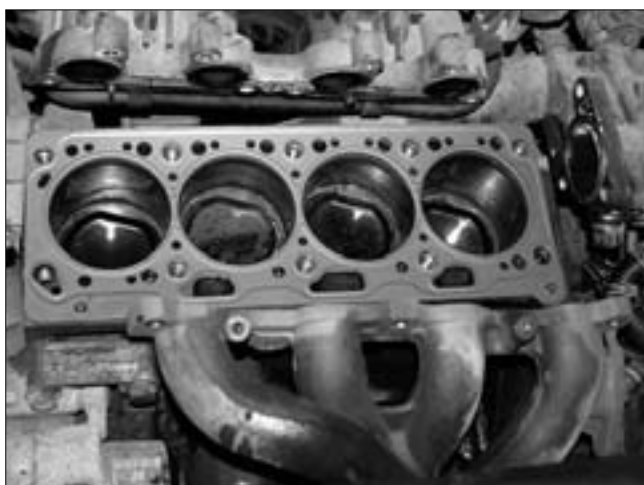
1 - víko hlavy válců, 2 - zátka pro doplňování motorového oleje, 3 - sací potrubí, 4 - odvzdušnění klikové skříně



1 - ocelolitínový blok čtyřválcového motoru Opel (X20XEV), 2, 3 - protimrazové zátky jsou součástí nového bloku motoru a lze je dokoupit i jako náhradní díl.



Rovnou dosedací plochu hlavy motoru můžete zkontrolovat plochým pravítkem. Důležité je předchozí očištění od karbonu a zbytků starého těsnění.



Na čistý a vyrovnaný blok motoru usadíte nové těsnění. Potom můžete nasadit hlavu motoru.

## Opravy a renovace bloku motoru

Objevíte-li praskliny v místech, která nejsou tak výrazně mechanicky namáhána, můžete vybrat, nejlépe po konzultaci s odborníkem a zvážení finančních nákladů, jednu ze tří možností oprav. První možností je vybroušení a zatmelení praskliny speciálními molekulárními tmely, které jsou na trhu běžně dostupné. Tato technologie je poměrně jednoduchá. Stačí navrtat velmi malý otvor na každý konec praskliny, aby se nešířila dále, vybrousit její povrch a nanést tmel, připravený podle předpisu výrobce. Po vytvrdnutí je většina těchto dvousložkových tmelů obrobitelná jako základní kov. Bezpodmínečně nutné je dodržet při této aplikaci čistotu a hlavně odmaštění tmelených povrchů.

Druhou možností je zavaření praskliny v odborné dílně. Dodatečně vzniklé drobné trhliny vytvořené pnutím vedle svaru pak musíme zatmelit použitím speciálních tmelů jako v předchozí metodě.

### Rada:

Před svařováním se musí litinový blok velmi pozvolna předeřhát a po svařování musí opět velmi pomalu (několik hodin) chladnout, jinak vzniká v materiálu nadměrné pnutí a vedle provedeného svaru může vzniknout další trhлина či prasklina.

Třetí, nejdražší, ale zřejmě nej kvalitnější a nejtrvalejší opravou, při které se významně nezmenší ani pevnost opraveného místa, je použití temovacích zámků. Tuto metodu nelze aplikovat v amatérských dílenských podmínkách. Je potřeba vyhledat některou ze specializovaných oprav motoru, která tuto technologii má k dispozici. Vzhledem k ceně a náročnosti opravy je potřeba vždy uvážit, nebude-li jednodušší i v tomto případě shánět nový blok motoru.

## Mazací kanály

Mazací kanály motoru musí být neustále čisté, bez usazenin a kalů. Do kanálů se mohou dostat nečistoty z nedokonalé filtrovaného oleje, úlomky a malé částice vznikající opotřebením ložisek, znečištění mohou způsobit i zbytky silikonového těsnění. Kanály se mohou úplně ucpat po havárii motoru. Blok motoru musíte tedy nejprve umýt v mycí vaně v odmašťovací lázni. Pro umývání a odmaštění použijte některý z ekologických přípravků, vhodná je Arva, nebo technický benzin.

Vyčištění mazacích kanálů provedte jak v bloku motoru, tak v klikové hřídeli. Nejprve ale musíte odstranit zátky na technologických otvorech, které slouží k jejich vrtání. Do zátek vyvrtejte malé otvory a pomocí drátěného háčku zátky vytáhněte. Podobně si musíte pomoci i u tak zvaných protimrazových zátek na bloku motoru. Ty bývají buď zkorodované, nebo korozi zeslabené tak, že při jejich dalším použití riskujete jejich netěsnost.

### Rada:

Usazené nečistoty v jednotlivých kanálech odstraníte jejich proškrábáním pomocí drátu, pomocí rozpouštědla a použít můžete tlakový vzduch nebo puškové výtěráky.

## Kliková hřídel a setrvačnick

Pojem klikové ústrojí označuje komplet, který je složen z těchto součástí: Kliková hřídel, setrvačnick, ojnice, písty, pístní kroužky a pístní čepy. Vlastní kliková hřídel je složena z klikových a hlavních čepů, které jsou vzájemně spojeny klikovými rameny. Kliková hřídel je v bloku motoru uložena pomocí hlavních čepů s ložisky. Na klikových (ojničích) čepích jsou uloženy ojnice. Ramena kliky jsou prodloužena pod osu hlavních čepů a tvoří tak vyvažovací závaží, které slouží k vyvážení klikové hřídele a k odlehčení hlavních ložisek od působení setrvačných sil. Kliková hřídel převádí posuvný pohyb ojnice na rotační a zároveň přenáší točivý moment na setrvačnick.

### Nejčastější závady

Kliková hřídel je zpravidla poškozena díky opotřebení pracovních třecích ploch nebo se na ní projeví únava materiálu. Hřídel může být poškozena i havárií některé jiné součásti. Příkladem může být například nedostatečné mazání způsobené vadným olejovým čerpadlem nebo použitím nevhodného motorového oleje. K poškození může dojít i po přetržení rozvodového řemenu a následné destrukci rozvodového mechanismu a díky tomu dojde k nekontrolovatelnému zastavení motoru, kdy může dojít k ustřížení klínků na vačce nebo řemenici případně přetržení ojnice a ohnutí klikové hřídele.

Běžná únava materiálu pramenící z provozu způsobuje oválné nebo kuželovité opotřebení ojníčích a hlavních čepů a jejich ložisek. Čepy se mohou přebrousit na menší průměr, a to vždy po 0,250 mm. V autoopravenství jsou tyto výbrusy označeny jako první (0,250 mm), druhý (0,500 mm), v krajním případě i třetí (0,750 mm). Ložiska se následně montují vždy nová, a to v páru opět pro první, druhý nebo třetí výbrus – dle stavu. Další závadou může být nevyváženost klikového mechanismu a z toho plynoucí velké vibrace. Závady mohou nastat i v sousostii hlavních čepů a zkroucení klikové hřídele.

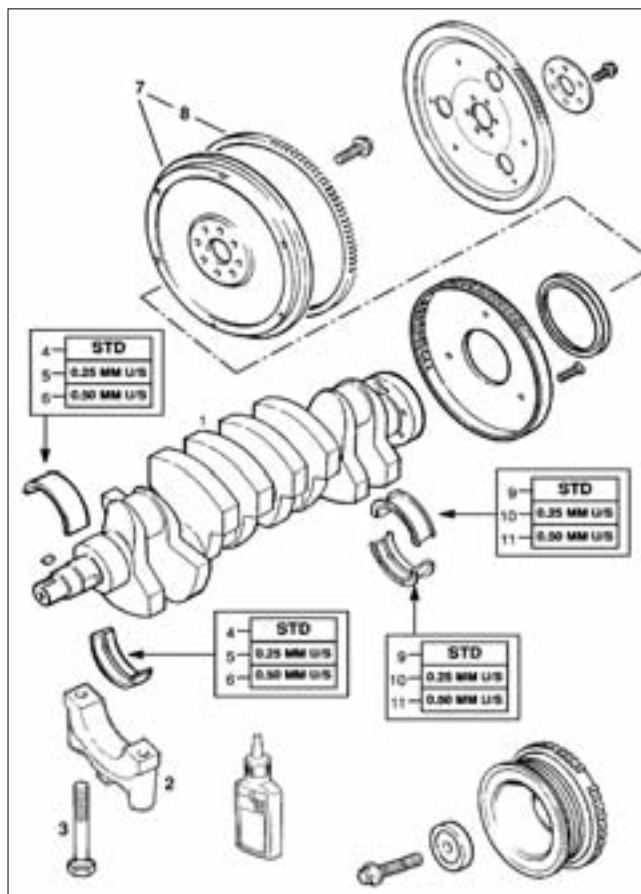
V dutinách hřídele vedou mazací kanály a často se jejich průřez zmenší vlivem usazenin a kalů. Někdy nečistoty v dutinách zhoustnou a ztvrdnou tak, že je omezen správný průtok mazacího oleje, a tím pádem se zhoršuje mazání některého z ložisek nebo jiné součásti motoru. Kaly a usazeniny vznikají zpravidla používáním nevhodných typů olejů, nedodržováním servisních intervalů, používáním nekvalitních filtrů oleje. Moderní olejové filtry pracují s několika vrstvami speciálního filtračního papíru, které zachytí nečistoty (karbon, saze, kovový otěr a prach) až do průměru 0,001 mm. Kvalitní čistič oleje, to není jen samotný filtrační papír. Uvnitř je i obtokový ventil, který umožní cirkulaci oleje v případě ucpání filtru, a zpětný ventil, který zabraňuje odtoku oleje po vypnutí motoru a při opětovném nastartování zajišťuje okamžitou dodávku oleje do všech částí motoru.

Vždy používejte originální olejové filtry renomovaných firem, určené pro váš konkrétní typ motoru. Někdy může jiný filtr vypadat stejně nebo podobně, může se shodovat

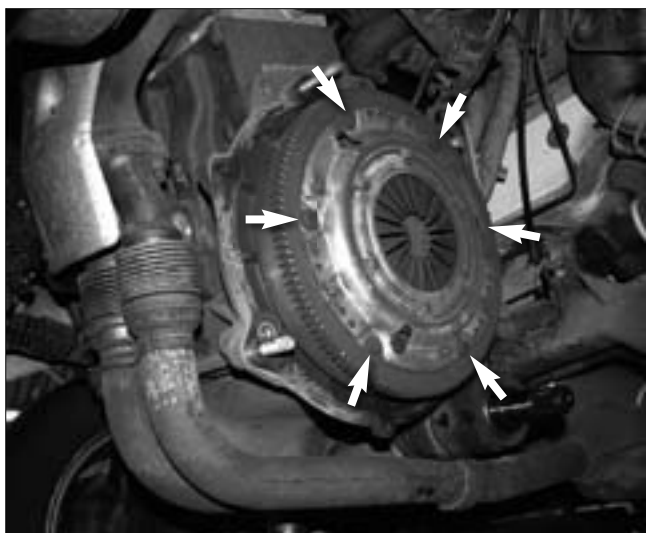
velikost i upevňovací závit, ale plocha filtračního papíru uvnitř může být pro váš mazací systém nedostatečná. Potom může dojít k předčasnému zahlcení filtračního papíru nečistotami a filtr vlastně přestane olej čistit. Neznámými, nápadně levnými výrobky můžete ušpóřit několik desítek korun, ale můžete jimi i poškozovat motor. Šetření na filtru se nevyplatí u běžných motorů a pro výkonné upravené motory je to přímo sebevražda.



**Opotřebení klikové hřídele změřte na hlavních a ojníčích čepích mikrometrem. Posuvné měřítko je pro toto měření nepřesné a můžete ho využít jen k orientačnímu měření.**



**Kliková hřídel motoru Opel Corsa C Z14XE: – 1 kliková hřídel, 2 – víko ložiska klikové hřídele, 3 – šroub víka, 4–6 – ložiska klikové hřídele pro originální rozměr (STD) a první (0,25 mm) nebo druhý výbrus (0,50 mm), 7 – setrvačnick, 8 – ozubený věnec setrvačnicku, 9–11 – ojníčnick ložiska pro originální rozměr (STD) a první a druhý výbrus**



**Šrouby přítlačného talíře najdete vždy po obvodu talíře. Počet a velikost šroubů se liší podle typu motoru. Před demontáží si šrouby označte například čísly a následně je namontujte zpět na své místo. Máte-li možnost, použijte šrouby nové o předepsané kvalitě.**



**Kompletní ojnice s upevňovacími šrouby dělené hlavy ojnice – motor Fiat Ducato Diesel**



**Detailní pohled na spojení hlavy ojnice. Zubový spoj zabezpečuje vzájemnou polohu obou částí.**

## Demontáž a montáž hřídele

Demontáž klikového mechanismu zpravidla začíná demontáží rozvodů a demontáží řemenice z přední strany motoru a setrvačnicku, eventuelně i spojky ze zadní strany motoru. Řemenice bývá dotažena maticí nebo šroubem a po uvolnění tohoto spoje se vám ji podaří většinou stáhnout pomocí univerzálního tříramenného stahováků z válcové nebo kuželové části kliky s perem.

Poté můžete demontovat víko rozvodů a následně rozvodová ozubená kola nebo rozvodová kola s řetězem či řemenem, která pohání vačku. Před jejich demontáží zkontrolujte označení jejich vzájemné polohy. Vezměte ale v úvahu, že třeba nejste první, kdo toto soukolí demontuje, najdete celou řadu značek od vašich předchůdců, kteří již motor rozebírali. Je důležité vybrat ty značky, které opravdu správnou polohu soukolí udávají. Zvýrazněte si je permanentním fixem, usnadníte si tím nastavení rozvodů při zpětné montáži.

Podobné pravidlo platí pro demontáž štítu spojky a následně setrvačnicku z klikové hřídele. Z důvodu dynamického vyvážení celého klikového mechanismu je velmi důležité označit tyto díly tak, aby při zpětné montáži byly vzájemně vůči sobě ve stejné poloze. To, jakým způsobem jste díly označili, si pečlivě zaznamenejte. Pak odšroubujte šrouby po obvodu štítu spojky a štít sejměte. Počítejte s tím, že se na vás vysype velké množství mastného prachu z obložení lamely. Abyste vůbec našli lamelu, budete jej muset alespoň vyškrábat.

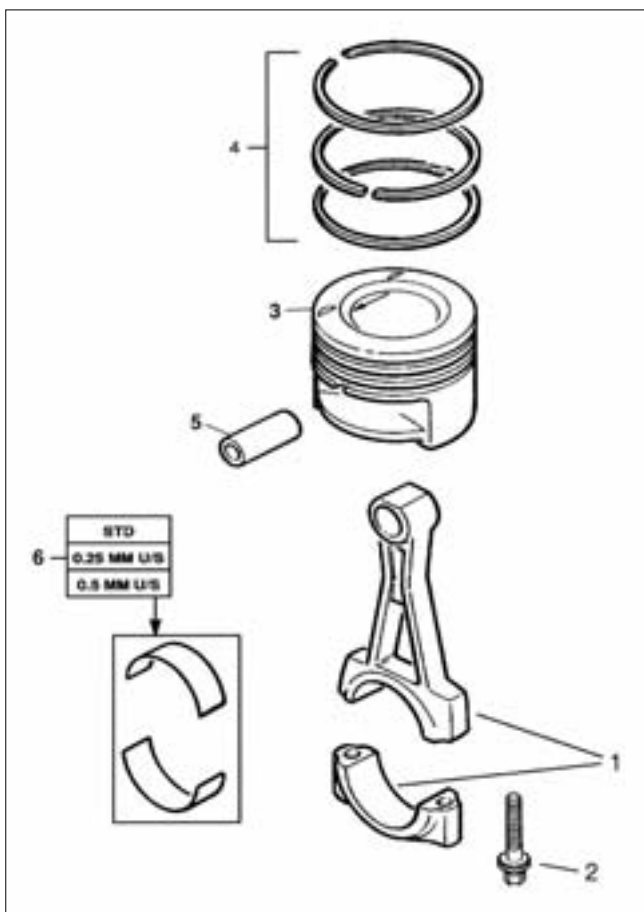
Po vyjmutí lamely se dostanete ke šroubům připevňujícím setrvačnicku. Ty jsou zpravidla pojištěny plechovou pojistkou (u starších vozidel drátem provlečeným otvory v hlavách) anebo lepidlem. Před demontáží šroubů a sejmutím setrvačnicku nezapomeňte opět na značky. Demontáž spojky, její uchycení, má v mnoha případech různá konstrukční provedení a různé pracovní postupy. Popis je pro běžnou jednotoučovou suchou třecí spojku. Uněkterých vozidel se však můžete setkat s vícelamelovou třecí spojkou s centrální pružinou.

Nyní můžete demontovat spodní víko motoru – olejovou vanu. Abyste mohli začít s demontáží klikového mechanismu, musíte většinou ještě demontovat olejové čerpadlo a sací koš. Většina motorů má klikovou hřídel uloženou v dělených kluzných ložiscích vylévaných kompozicí. Také hlava ojnice bývá dělená a ojnice je přes kluzné ložisko připevněna k ojničnímu čepu klikové hřídele. Odjistěte zajišťovací podložky, závlačky nebo dráty na šroubových spojích a uvolněte matice ojničních šroubů. Pečlivě označte hlavy ojníc a jejich polohu v motoru. Dříky ojníc mohou být často vyosené a při špatné zpětné montáži by mohlo dojít k poškození motoru. Je-li hlava ojnice malá, můžete píst s kroužky a ojnici vytlačit ven, směrem k dosedací rovině hlavy. Je-li hlava ojnice velká a neprojde válcem, vysuňte písty spodní části motoru až po demontáži klikové hřídele.

K tomu uvolněte pojištění a matice vík hlavních ložisek. Před jejich sejmutím opět pečlivě zkontrolujte značení, aby při zpětné montáži nemohlo dojít k jejich záměně nebo nesprávné montáži. Poté víka sejměte a vyjměte klikovou

hřídel. Stav všech ložisek a čepů je dalším důležitým ukazatelem pro rozvahu, jak rozsáhlá bude další oprava.

Při demontáži a zpětné montáži motoru musíte dbát na to, aby díly klikového mechanismu byly namontovány zpět ve stejné poloze a na stejné pozici, v jaké byly před montáží. Proto si vzájemnou polohu jednotlivých dílů označte. Nedodržení tohoto postupu má za následek dynamickou nevyváženost, zvýšení vibrací a mnohem větší namáhání klikového mechanismu, zvětšení ztrát, a tím i snížení výkonu motoru.



1 – dělená ojnice, 2 – šroub víka ojnice, 3 – píst, 4 – pístní kroužky, 5 – pístní čep, 6 – ojnicí ložiska

## Kontrola a postupy při měření

Kontrola klikového mechanismu spočívá především v přesném měření a celkové diagnostice stavu. Důležité jsou i dlouhodobé zkušenosti s danou problematikou a samozřejmě kvalitní měřicí zařízení a přípravky. Kontrola opotřebení ojnicích a hlavních čepů se provádí v několika fázích pomocí přesného mikrometru. Na čistém čepu provedte měření průměru v několika rovinách – na krajích i uprostřed čepu. Následně měřidlo pootočte do protilehlé roviny a měření opakujte. Každý údaj si zaznamenejte a nakonec měření vyhodnoťte. Opotřebení do 0,005 mm se připouštějí, nad tuto toleranci je čep nadměrně opotřeben a musí se opravit (přebrousit).

Postupně proveďte měření opotřebení všech čepů a pusťte se do měření souososti a prohnutí hřídele. Všechny čepy musí ležet v jedné rovině, hřídel nesmí být prohnutá nebo zkroucená. Měření průměrů čepů vám napoví také o tom, kolikrát byla již hřídel, respektive čepy broušeny. Měření prohnutí hřídele se provádí úchytkoměrem, hřídel je upnuta mezi hroty a při pomalém otáčení se provádí měření. Prohnutou hřídel (maximálně o 0,020 mm) lze v krajním případě napravit narovnáním pomocí silného lisu. Zkroucená hřídel se zpravidla neopravuje, neboť při rovnání dochází k prohnutí hřídele.

Při kontrole se zaměřte i na průchodnost mazacích kanálů v dutinách klikové hřídele. Usazeniny a kaly zpravidla nejdu mechanicky odstranit. Drátem se dostanete jen do prvního záhybu, proto při čištění použijte chemické rozpouštědlo. Tím usazeniny narušíte, rozpustíte a následně tlakem odstraníte. Kanály proplachujte tak dlouho, dokud nebude vytékat čisté rozpouštědlo. Závěrem můžete kanály vyfoukat stlačeným vzduchem tak, abyste se zbavili prachu a vysušili čisticí přípravek.

Na setrvačniku po jeho očištění zkontrolujte ozubení věnce, povrchové i hloubkové trhliny, házivost a deformace v oblasti upevňovacích otvorů. Trhliny lze objevit pouhým okem nebo pomocí lupy, použít můžete i indikační sprej. Jedná se tedy o zkoušku penetrační. V tom případě dokonale čistý povrch postříkáte základním odmašťovadlem a povrch otřete. Nastříkáte indikační sprej (bývá červené barvy) a opět použijete čistič a zkoumanou plochu znovu bezvadně očistíte. Indikační sprej vzlinavostí vnikne do trhlin a zatím není vidět.

Proto použijete bílou kontrastní látku (je opět ve spreji) a nastříkáte ji na kontrolované místo. Červená barva indikačního spreje se vám ihned zřetelně zobrazí ve tvaru zjištěné trhliny. Pakliže se červená barva neobjeví, je vše v pořádku, povrchová trhlina na tomto místě není. Vnitřní vady (póry, staženiny a nečistoty v odlitcích nebo výkovcích) uvnitř materiálu vám mohou pomoci objevit speciální defektoskopické zkoušky. Jedná se o zkoušení magnetoinduktivní (odhalí vady na povrchu nebo těsně pod povrchem), radiologické a ultrazvukové (vady uvnitř tělesa). Obvodové úchytky a házivost můžete zjistit při otáčení setrvačniku mezi hroty nebo v hlavě soustruhu pomocí úchytkoměru.

Řemenice klikové hřídele kontrolujte především v oblasti těsnicích ploch na kterých pracuje břit těsnícího kroužku, a po obvodu v prostoru, kde je pracovní plocha pro klínový nebo plochý drážkový řemen. Břit těsnícího kroužku může pracovní plochu řemenice natolik poškodit, že zde vznikne drážka nebo rýhování a kolem břitu těsnícího kroužku začne unikat olej. Ten následně znečišťuje řemen, který může začít prokluzovat a celkově se znehodnotí. Oprava je možná jen dvěma způsoby, výměnou dílu nebo navařením nového materiálu a osoustružením na původní rozměr. Potom je ale vhodné řemenici vyvážit. Poškozené drážky řemenice pro řemen nelze zpravidla opravit, snad jen malé vady lze zahladit jehlovým pilníkem tak, aby řemen z drážek nevypádal a nebyl poškozován ostrými otřepy na řemenici.

## Opavy a renovace, výměna, přebroušování, navařování materiálu

Málokdy se vám stane, že po ujetí mnoha stovek tisíc kilometrů najdete klikovou hřídel, kterou není potřeba opravovat nebo renovovat. Najdete-li na některém z hlavních nebo ojnicních čepů nějaké hrubší nerovnosti a při měření dojdete k mezní toleranci opotřebení, bez váhání musíte dát hřídel do odborné brusírny přebrousit. Pakliže jsou čepy již několikrát broušeny, například na druhý nebo třetí výbrus, zvažte montáž nového hřídele nebo jeho renovaci v oblasti opotřebovaných čepů. Dalším broušením by byly čepy opět zeslabeny, a proto se další výbrusy nedoporučují.

Při nedostatečném mazání mohou vzniknout na hlavních nebo ojnicních čepích rýhy nebo drobné výstupky, které se na čep nalepily z „vytrhané“ výstelky ložiska. Čep očistěte a jemným smirkovým papírem odstraňte zbytky výstelky. Potom použijte lapovací papír a čep vyleštěte a omyjte například technickým benzínem. Potom proveďte měření průměru čepu mikrometrem. Jestliže je opotřebení v rádech tisícin mm, můžete použít nová standardní ložiska, když je opotřebení větší než 0,05 mm, proveďte výbrus poškozených čepů.

Renovace klikového hřídele spočívá v obnovení původních základních rozměrů čepů. Nejméně náročná je asi metoda nanášení vrstvy tvrdochromu, která se pak běžným přebroušením upraví na požadovaný rozměr čepu. Další dvě metody spočívají v navařování na principu práškové metalizace (nanášení nataveného prášku na základní materiál) a speciálním navařování elektrickým obloukem pod tavidlem. V obou případech pak po navaření musíte nechat obrousit čepy na požadovaný rozměr.

Metody, které jsem uvedl (můžete použít při renovaci), vám zajistí obnovení průměru jednotlivých čepů a mohou zajistit i vyšší životnost ložisek. Jsou ale poměrně finančně náročné a lze je aplikovat jen na hřídelích, kde zkušenosti z provozu ukazují, že jsou pevnostně dostatečně před-

menzovány. Použití renovačních metod je potřeba pečlivě zvážit. Rozhodující je, jak často budete s automobilem jezdit a jakým způsobem ho budete užívat. Při jakémkoliv namáhání motoru na horní hranici výkonu a točivého momentu je vždy velmi vysoké riziko havárie u takto zeslabeného nebo zrenovovaného klikového mechanismu. Po renovaci proveďte opět kontrolní měření průměrů a souososti čepů, prohnutí hřídele a její zkroucení. V každém případě proveďte dynamické vyvážení klikové hřídele.

Po provedení výbrusu je třeba vždy vyměnit i ložiska klikové hřídele a ojnic. Na příslušný obroušený čep s rozměry základního průměru minus 0,25 mm patří vždy ložiska označovaná jako první výbrus, kde síla stěny ložiska je základní rozměr plus 0,25 mm. Ložiska jsou zpravidla půlená kvůli montáži na čepy hřídele. Všechna ložiska musí být přesně opracována a po usazení a utahení všech upevňovacích šroubů předepsaným utahovacím momentem nesmí docházet k sebemenšímu prohnutí klikové hřídele. Vůle na těchto ložiscích je upravena podle průměru čepu a druhu ložiskového kovu.

Setrvačnick s ozubeným věncem patří jako podskupina ke klikovému ústrojí. Kromě zlepšení chodu motoru má setrvačnick ještě funkční plochu pro třecí kotouč spojky. Rozteče čtyř otvorů upevňovacích šroubů mohou (ale nemusí) být na klikové hřídeli i setrvačnicku pravidelné, takže jejich vzájemnou polohu lze zaměnit. Proto před demontáží setrvačnicku z klikové hřídele označte (například důlčičkem) jejich vzájemnou polohu. To kvůli vyvážení celku klikového mechanismu.

Opavy setrvačnicku se zpravidla neprovádějí, kromě opavy třecí plochy lamely spojky a výměny ozubeného věnce. Třecí plocha setrvačnicku může být od nýtů nebo jiných součástí poškozena rýhami a drážkami. Tyto nerovnosti lze osoustružit nebo obrousit. Opracování je možné jen v rádech desetin milimetrů, neboť by následně nebyla zachována správná funkce spojky. Lamela (třecí spojkový kotouč) je umístěna a sevřena mezi přítlačným kotoučem



*Dole polovina nového ložiska, nahoře polovina opotřebovaného ložiska se známkami nedostatečného mazání a vytrhávání výstelky ložiska.*



*Ozubený věnec zkontrolujte buď po demontáži převodovky nebo otvorem, který vznikne demontáží startéru. Při kontrole můžete opatrně pootáčet motorem a zkontrolovat, zub po zubu, a tak přesně zjistit stav opotřebení.*

a setrvačnickem. Nadměrným ubíráním materiálu na třecích plochách by se ztratil přitlak a lamela spojky by mohla začít prokluzovat. Životnost lamely je zpravidla alespoň sto tisíc kilometrů, ale takto by se mohla snížit třeba jen na deset tisíc kilometrů.

Třecí plochu lze ale ubírat, a to v případě, kdy současně o stejnou hodnotu ubíráte materiál na dosedací ploše přitlačného talíře nebo na setrvačnicku v místech, kde přitlačný talíř dosedá na setrvačnicku. Pro opravy setrvačnicku je nutné znát základní rozměry nového dílu a podle měření zvolit rozsah renovace. Namodralá třecí plocha setrvačnicku signalizuje prokluzování spojky, je tedy nutné zjistit příčiny prokluzu. Jednou z nich může být mastnota na třecích plochách, druhou sportovní styl rozjíždění vozidla nebo časté používání nákladního přívěsu. Poslední příčinou je prokluzování díky opotřebované (zeslabené) spojkové lamele, respektive obložení lamely.

Ozubený věnec setrvačnicku může být poškozen vadným startérem, který špatně vysouvá pastorek, nebo nefunguje správně volnoběžka a pastorek zpět řádně nezasouvá a neotáčí se. Drobné poškození ozubení (jeden až tři zuby) lze po opravě startéru provést zapilováním nebo zabroušením nevhodných hran nebo otřepů. Větší opravy se nedoporučují a je nutné věnec vyměnit za nový. V nouzi lze věnec na setrvačnicku otočit, v tom případě je ale nutné upravit náběhy všech zubů tak, aby pastorek startéru dobře pracoval. Demontovat (srazit nebo rozříznout) věnec z tělesa setrvačnicku není velký problém, horší je to s jeho zpětnou montáží.

Můžete si ale poradit i v domácích podmínkách. Stačí k tomu například starší elektrický nebo plynový vařič. Po ohřátí ozubeného věnce asi na 200 stupňů Celsia můžete věnec na setrvačnicku lehce naklepnout. Při této operaci pracujte rychle (a hlavně v dobrých rukavicích), ať v průběhu montáže nedojde k přenosu tepla z věnce na setrvačnicku, tím by se totiž výhoda roztažnosti materiálu ztratila. Správnou teplotu věnce setrvačnicku poznáte podle mírně namodralé barvy.

## Statické a dynamické vyvažování

Se zvyšováním výkonu a se zvyšováním maximálních otáček motoru se zvyšují i vibrace a kmitání klikové hřídele, což se negativně projevuje chvěním motoru. Setrvačné síly a momenty působené nevyváženými rotujícími díly klikové hřídele nadměrně zvyšují zatížení hlavních ložisek a snižují tím jejich životnost. Konstrukci klikové hřídele (a tím její vylepšení) asi těžko ovlivníte, ale její životnost ovlivnit můžete. Cesta ke snížení vibrací vede přes důkladné statické a dynamické vyvážení.

Vyvážit staticky znamená, že umístíte-li hřídel v ose mezi hrot nebude se sama vlastní vahou nikam pootáčet, ač bude poloha hřídele nastavena libovolně. Pakliže se hřídel otáčí na určitou stranu, můžete ji vyvážit například odebráním materiálu na straně opačné. Vyvažování se provádí zpravidla odvrátáním materiálu na vyvažovacích závažích hřídele.

Další vyvážení musí být dynamické, což znamená, že se kliková hřídel roztočí na vyvažovacím stroji, měří se její

vibrace a hřídel se dále (a přesněji) vyvažuje. Standardní vyvážení se provádí při 1 000 otáčkách za minutu. Dynamické vyvážení mohou provádět pouze speciálně vybavené továrny či dílny. K rozvážení zpravidla dojde při přebrousování čepů a rovnání klikové hřídele. První výbrus zpravidla rozvážení nezpůsobí, nebo jen velmi malě. Zásadní nevyváženost vzniká při druhém nebo třetím broušení.

## Úpravy klikové hřídele

Nejjednodušší úpravou je záměna sériového dílu za díl s lepšími vlastnostmi. U klikové hřídele to bude především její pevnost, tvrdost, tuhost, odolnost proti ohybu a krutu. Pro výkonově upravované motory lze zpravidla zakoupit hřídel „tvrdou“, kovanou. Klikové hřídele z kvalitnějšího materiálu lze pořídit u specializovaných úpravců a tunérů nebo přímo u výrobce, pakliže se sportovní prezentací svých vozů zabývá. U vozů Škoda to byl donedávna Škoda Motorsport, dnes můžete pomoc hledat i u dalších firem.

Kliková hřídel je namáhána silami, které opakovaně mění svou velikost a směr. Následkem mohou být mikrotrhliny lasturového vzhledu uvnitř kovu, které vedou až k porušení celé hřídele. Tento jev nazýváme únavou materiálu a při úpravách musíme s tímto problémem počítat. Z toho důvodu se na klikové hřídeli provádí úpravy povrchu, úpravy mazacích kanálů a následně samozřejmě přesné vyvažování.

Úpravy povrchu klikové hřídele (kromě čepů) se provádí kvůli omezení vzniku únavového lomu. Hrubý povrch hřídele je nutno vybrousit a vyhladit. Platí zde zásada, že čím větší je drsnost povrchu, tím menší je mez únavy. Vliv úpravy povrchu je opravdu velký. Když uvážíte, že uhlíková ocel s leštěným povrchem bude mít základ meze únavy 100 %, pak broušený povrch má asi jen 89 % a hrubě soustružený povrch má jen 81 %. Mez únavy se tedy snížila o téměř 20 %! Kdo viděl upravenou závodní klikovou hřídel, potvrdí mi, že povrch byl hladký jako zrcadlo. Ovšem platí zde zásada použití nových dílů. Brousit a leštit klikovou hřídel motoru, který má za sebou 200 000 kilometrů, nemá cenu.

Vyhlazením povrchu hřídele současně omezíte hydraulické ztráty, které vznikají při víření oleje v bloku motoru při jeho chodu. Z toho důvodu se u závodních motorů používá systému mazání s tak zvanou suchou skříní, což znamená, že zásoba oleje v motoru je oddělena od vlastního klikového mechanismu nebo je v zásobní nádrži mimo blok motoru.

Další důležitou zásadou je zahrazení všech případných otřepů při vstupech do mazacích kanálů a také úprava všech ostrých hran na povrchu klikové hřídele. Právě ostré hrany u obráběných čepů nebo vrtaných mazacích kanálů bývají často místem, kde mikrotrhlina vznikne. Pak už je velmi blízko k havárii hřídele a následně celého motoru.

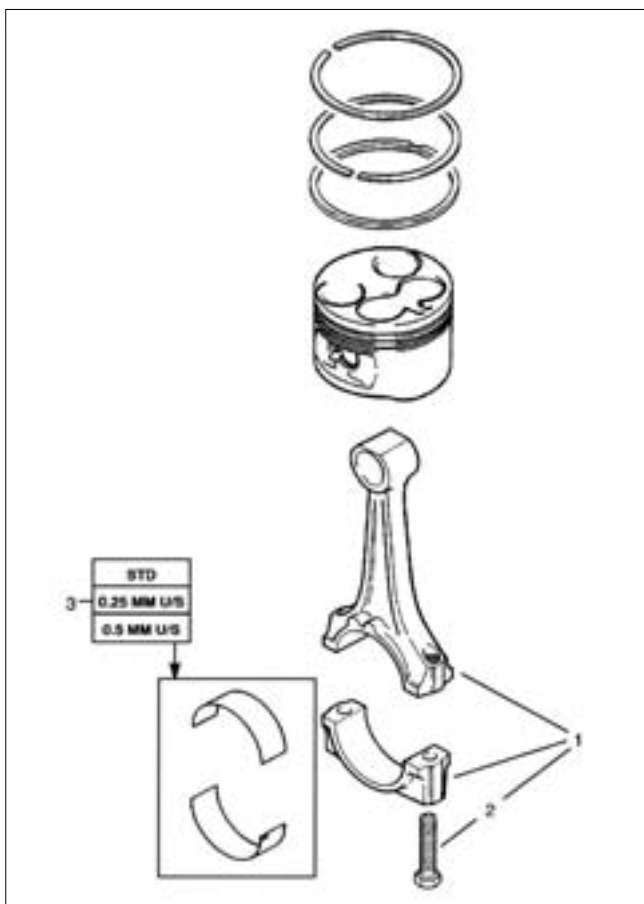
Tření v ložiskách tvoří značné procento mechanických ztrát motoru, proto při montáži motoru po opravě nebo při stavbě nového motoru dbejte na každou maličkost. Je vhodné omezit mechanické ztráty na minimum.

**Upozornění:**

*Kliková hřídel se musí při dotažení vík hlavních ložisek volně otáčet, nesmí v žádném místě zadržávat.*

Při úpravách hojně využívejte metodu snižování hmoty rotačních těles. Platí to zejména pro rozměrný setrvačnick a řemenici kliky. Sériový setrvačnick má poměrně velkou hmotnost, takže odlehčovat můžete dosyta, ale pamatujte, že hmotnost setrvačnicku není bezúčelná. Zvláště radikálním úpravcům bych chtěl poradit. S odlehčováním to nepřehražte, radikální snížení hmotnosti o několik tisíc gramů je nevhodné, protože motor vlivem nízké hmotnosti setrvačnicku vibruje nebo při volnoběžných otáčkách dokonce i zhasíná.

Vlastní odlehčování setrvačnicku spočívá v podstatě v třískovém obrábění nefukčních obvodových ploch. Opracování setrvačnicku podle následujícího obrázku může provést každý šikovný soustružnick. Méně přesná, ale pro laika jednodušší je druhá, dnes již málo používaná metoda odlehčení. Princip spočívá v odvrtávání nefunkčního materiálu po obvodu setrvačnicku (otvory o průměru asi 12–13 mm s roztečí cca 20 mm). Po provedených úpravách nezapomeňte na opětne dynamické vyvážení setrvačnicku.



**Ojnice (1) je velmi namáhaným dílem klikového mechanismu motoru. Nedílnou součástí jsou speciální šrouby dělené hlavy ojnice (2) a dělená ložiska – pánve (3) vyráběná v základních a výbrusových rozměrech.**

Odlehčení řemenice kliky se opět provádí z důvodu zmenšení rotačních hmot, které mají značný vliv na dynamiku motoru. Nadměrná velikost rotačních hmot motoru výrazně snižuje akcelerační schopnosti vozu. Platí tedy, že čím menší jsou rotační hmoty, tím menší moment setrvačnosti musí motor překonávat. Celá úprava je zřejmá z obrázku a pro zručného soustružnicka nebude velkým problémem.

## Ojnice

Úkolem ojnice je převod síly z pístního čepu na klikovou hřídel. Ojnice tedy spojuje kmitající píst s otáčejícím se čepem klikového hřídele. Horní oko (a s ním i třetina ojnice) koná pohyb přímočarý, zbývající dvě třetiny a hlava ojnice pohyb rotační. Jak sami vidíte, ojnice je velmi namáhanou součástí klikového mechanismu. Je vystavena tlakům, setrvačným silám, střídajícím se tahům, a to vše při současném kmitavém a otáčivém pohybu. Materiálem bývá kvalitní legovaná (Cr, Ni, Mo) ocel, pro speciální motory byly vyvinuty i ojnice z lehkých slitin, používají se slitiny titanu, které se vyznačují vysokou pevností při malé hmotnosti.

## Nejčastější závady

Opotřebením vzniká nadměrná vůle pístního čepu v pouzdru oka ojnice. To samé platí i pro ložiska v hlavě ojnice. Velká vůle zde zpravidla vzniká nedostatečným mazáním (trhá se mazací film a vzniká suché nebo polosuché tření, což poškozuje materiál ložisek i čepů). Další závady vznikají následkem havárie motoru – může dojít ke zkroucení ojnice nebo k přetržení upevňovacích šroubů hlavy ojnice. Vlivem únavy materiálu vznikají mikrotrhliny a únavové lomy, jež se nedají opravovat.

## Opravy a renovace, úpravy povrchu

Velké tlakové, tahové a zejména ohybové síly vyžadují, aby ojnice byly vyráběny z kvalitního materiálu (v tomto případě je to kovaná legovaná ocel). U závodních motorů se vyžaduje malá hmotnost a vysoká pevnost, proto se někdy při výrobě ojníc používají slitiny titanu. Pro svůj upravený motor ale budete asi těžko vyrábět titanové ojnice, jako jednodušší možnost se jeví odlehčení ojníc sériových. Odlehčit můžete horní oko i hlavu ojnice, ale v důsledku toho musíte ojnice precizně vyvážit v toleranci do jednoho gramu jako celek i v místě spodního oka. Odlehčení se opět provádí třískovým obráběním, nejlépe broušením nálitku nebo výkovku, který slouží jako závaží.

Po hrubém obroušení proveďte leštění dosedací plochy hlavy ojničního šroubu do zrcadlového lesku rádiusem R1 (v této oblasti je možnost vzniku trhlin). Je-li vyleštěn povrch celé ojnice, je to výhodné pro odstranění vrubů a trhlinek vznikajících na povrchu a přispívá to i ke snížení hydraulických ztrát. Úpravou povrchu omezíte vznik únavových lomů z těchto vrubů. Velkou pozornost věnujte také ojničním šroubům. Při každé demontáži a montáži ojníc používejte



nové ojnicí šrouby i matice a přesně dodržujte jejich utažovací moment. Přetažený šroub snadno praskne, nedotažený se uvolní. Ojnicí šrouby a matice můžete také nechat zhotovit z lepšího materiálu. Při volbě materiálu buďte opatrní, experimenty se nevyplácí. Při přetržení ojnicích šroubů většinou dojde k celkové destrukci motoru.

**Rada:**

*Zajištění matic proveďte speciálním k tomu určeným lepidlem nebo použijte výrobcem doporučené zajištění (ohnutí podložky, pojistný drát a podobně).*

**Kontrola**

Při běžných kontrolách se zaměřte především na opotřebení ložisek, stav upevňovacích šroubů a matic, zkontrolujte i číslování tak, aby číslo na výkovku ojnice a víku ojnice odpovídalo číslu válce, ve kterém je ojnice namontována. Dále se provádí kontrola hmotnosti a kontrola trhlin v blízkosti vrubů a mazacích otvorů. Používá se k tomu prášková metoda nebo indikační spreje, případně ultrazvuková nebo radiologická metoda.

Běžná sériová ale i „závodní“ ojnice musí splňovat několik požadavků. V první řadě je to rovnoběžnost horního a spodního oka. Velmi důležité (pro chod motoru rozhodně) je, aby všechny čtyři ojnice měly stejnou hmotnost (s přesností na gramy). V dílenských příručkách Škoda se sice uvádí hmotnostní rozdíl ve skupině maximálně 8 gramů, ale vězte, že pro motor (a zvláště upravený) je ideální hmotnostní rovnost ojnic.

**Rada:**

*Budete-li kupovat ojnice nové, vyberte si mezi hmotnostními skupinami tu lehčí. Při základní výrobě může být rozdíl i 10–15 gramů a ty mohou u závodních motorů o krůček vylepšit jejich parametry, nehledě k tomu, že vám to usnadní práci při odlehčování. Firma Škoda lehčí ojnice označovala žlutě – je to lehčí hmotnostní kategorie. Modře označené ojnice jsou těžší.*

**Úhlování a vyvažování**

Úhlování ojnice je vlastně kontrola rovnoběžnosti osy oka a hlavy ojnice. Měření se provádí pomocí přesných válcových trnů, které jsou nasunuty do oka a hlavy ojnice. Po té se měří souosost a případně se provádí narovnání. Úhlování se provádí při výměně pouzdra oka ojnice nebo po rovnání zkroucené ojnice. Vyvažování se provádí na přesných vahách buď s váhovou tolerancí danou výrobcem nebo – chcete-li být přesní – s nulovou tolerancí až na 1 gram. Nulovou tolerancí se rozumí, že hmotnost kompletní ojnice s pouzdry, ložisky a šrouby musí být u všech ojnic shodná. Nulová hmotnostní tolerance je nutná u výkonných sportovních motorů a motorů pracujících ve vysokých otáčkách.

Vyvažuje se ojnice jako celek a provádí se i kontrola hmotnosti v oblasti hlavy ojnice. Princip spočívá v podložení

horního oka ojnice pomocí podpěry a čepu a váží se zvlášť jen hlava ojnice. Rozdíl hmotnosti u jednotlivých ojnic nesmí zpravidla přesahovat 4 gramy, ideální je samozřejmě nulová tolerance. Úprava hmotnosti se provádí odvtvááním nebo obrušováním materiálu náliťků určených k vyvažování. Při odebrání materiálu nesmí být samozřejmě porušena pevnost ojnic. Při výměně jen jedné ojnice po opravě motoru musíte samozřejmě přizpůsobit novou ojnicí hmotnostní kategorii namontovaných ojnic. Je tedy nutné demontovat některé původní ojnice a zvážit je, abyste měli vzor pro novou ojnicí.

**Píst s příslušenstvím**

Pístová skupina zahrnuje vlastní píst, pístní kroužky, pístní čep a pojistky čepu. Píst má za úkol zachytit tlak expandujících plynů a převést jej na pohyb klikové hřídele. Dále vytlačuje výfukové plyny z válce, odvádí teplo do stěn válců a do oleje v bloku motoru. Píst je součástí spalovacího prostoru a zapálená směs na něj bezprostředně působí, čímž ho vystavuje vysokému tlakovému a především tepelnému namáhání. Následkem vysoké teploty je roztažení materiálu a z toho plynoucí nutnost (kvůli zadření) větší vůle pístu ve válci. Kvůli požadavkům snížit vůli pístu ve válci se začaly vyrábět písty bimetalické, které mají v plášti v rovině pístního čepu zalit ocelový kroužek (nebo plát), který zamezí velkému rozpínání materiálu v této oblasti. Takovýto píst má sice o něco vyšší hmotnost, ale zároveň vykazuje menší tepelnou roztažnost a rozměrovou stálost. Doporučená vůle pístů ve válcích může být díky tomu snížena na hodnotu okolo 0,04 mm.

Z toho vyplynulo snížení hlučnosti a lepší utěsnění pístu ve válci a samozřejmě celková vyšší životnost pístové skupiny.

**Nejčastější závady**

Mechanické opotřebení třením, únava materiálu, nevhodné mazání, kritická teplota v oblasti pístové skupiny následkem špatného chlazení. To jsou nejčastější závady, se kterými se lze setkat. Pakliže je v motoru vše v pořádku, dochází k nadměrnému opotřebování až po ujetí několika set tisíc kilometrů. Starší motory ze sedmdesátých a osmdesátých let minulého století vydržely pracovat asi sto tisíc kilometrů bez nároků na generální opravu. Motory z devadesátých let a motory dnešních automobilů mohou mít za určitých podmínek i několikanásobně vyšší životnost. Výjimkou nejsou ani slušně fungující motory s půl milionem ujetých kilometrů. Je to způsobeno moderními technologickými postupy, přesností výroby, kvalitou materiálů a kvalitou mazacích médií.

Píst se nejvíce opotřebuje třením o válec, podobně jsou na tom i pístní kroužky. Ty jsou navíc namáhány na stříh, takže může dojít k jejich prasknutí nebo zlomení. Velké opotřebení vzniká i v drážkách pístu, ve kterých jsou umístěny pístní kroužky. Zde potom vzniká nadměrná vůle a mazací olej se lehce dostává nad píst a spaluje se se směsí. Pístní čepy jsou téměř bezproblémovou součástí

a po čase se u nich projevuje jen vůle v oku ojnice. Tento jev se projevuje lehkým klepavým zvukem za chodu motoru.

## Měření opotřebení pístu

Po demontáži pístové skupiny na jednotlivé části a po jejich důkladném omytí nejprve prohlédněte celý povrch pístů. Jakékoliv trhliny, rýhy nebo odlomení materiálu je nežádoucí a je třeba písty vyměnit za nové. Průměr pístů změřte v několika rovinách přesným měřidlem (mikrometrem nebo speciálním kalibrovaným měřidlem) s přesností setin nebo lépe tisícín mm. Rozhodující měření se provádí v oblasti pístního čepu, kolmo na jeho osu a následně asi 5–15 mm od spodní hrany pístu. Při velké vůli písty vydávají klepavý zvuk, při malé vůli hrozí zadření a poškození kluzných ploch.

### Rada:

*Měření pístu provádějte při teplotě 18–20 stupňů Celsia, měřidla musí být na tuto teplotu ustálena.*

Pístní kroužky se opotřebovávají třením na obvodu kroužku a tím se zvětšuje vůle v zámku. Axiální opotřebení spolu s vymačkáváním drážek v pístu zvětšuje průnik oleje a plynů, takže dochází jednak k čerpání oleje nad píst a navíc i ke snižování kvality oleje. Měření vůle v zámku kroužku se provádí lístkovou měrkou. Kroužek se zasune do válce asi jeden centimetr pod okraj válce, vyrovná se a mezi zámek se postupně zasouvá lístková měrka. Vůle se zpravidla pohybuje mezi 0,20 až 0,40 mm. Záleží pochopitelně na průměru válce a doporučení výrobce. Maximální vůle je zpravidla do 1,0 milimetru. Minimální axiální vůle kroužku v drážkách pístu má být okolo 0,01 až 0,05 mm



**Píst z lehké slitiny se třemi pístními kruhy a pístním čepem. To je pístová skupina, která je vhodným základem při generální opravě motoru. Skládání jednotlivých komponent do celků zpravidla vyjde draž a navíc není dokonale zajištěna návaznost a kontinuita.**

dle doporučení výrobce. Dá se měřit lístkovými měrkami, někdy to jde ale obtížně, a tak se vůle posuzuje podle volnosti pohybu kroužku v drážce. Příliš malou vůli upravte brusnou pastou na rovné desce (jen po jedné straně kroužku).

Pístní čepy změřte mikrometrem v místech, kde se čep stýká s pouzdem ojnice. O stavu vám napoví jednoduchý test. Ještě než čep vyjmete z pístu a vysunete z oka ojnice, vyzkoušejte vůli mezi čepem a pouzdem oka ojnice. Uchopte pevně ojnici a pístem kývejte kolmo na osu čepu. Spojení musí být bez znatelné vůle, pak je vše v pořádku. Čep je zpravidla namontován v pístu s mírným přesahem a v ojnici s vůlí, proto při měření hledejte opotřebení na pouzdu ojnice nebo ve středu čepu. Velkou vůli poznáte někdy i hmatem. Když nehtem přejedete přes střed demontovaného čepu, nesmíte cítit rozdíl průměrů (nehet nesmí zadržávat o hranu).

## Demontáž a montáž pístů

Demontáž pístů je možná jen dvěma způsoby. Podle typu a konstrukce motoru je možno demontovat spodní víko a potom po odpojení ojníc od klikové hřídele a po demontáži hlavy lze vysunout písty i s ojnici nahoru. Pakliže je ale hlava ojnice větší než je vrtání motoru, musíte písty vyjmout spodem. To znamená, že po demontáži spodního víka a příslušenství olejového hospodářství, případně i rozvodového mechanismu, odpojte ojnice a víka ložisek klikové hřídele a po demontáži vlastní klikové hřídele vysunete ojnice i s písty spodem. Při vlastní demontáži si písty označte čísly v pořadí válců, případně si poznačte polohu pístu vzhledem k setrvačnicku. Značky sice bývají od výrobce na dně pístů, ale pod vrstvou karbonu a sazí nemusí být značky vidět.

### Tip:

*Značky na pístu si můžete udělat například pomocí důlčičku nebo permanentním popisovačem.*

## Výměna a úpravy pístních čepů

Pístní čepy jsou v oku pístu zajištěny pružnými pojistkami, které vyjmete za pomoci speciálních kleští, případně malého šroubováku. Následně čep pomocí měkkého trnu a paličky vytlačíte ven a uvolníte píst od ojnice. Nový pístní čep montujte do ohřátého pístu na teplotu okolo 80–120 stupňů Celsia. Ohřátí můžete provést v běžné elektrické troubě. Ojnici si upněte do svěráku, olejem natřete pouzdro oka ojnice a připravte si píst. V okamžiku, kdy je píst zahřátý, uchopte jej (v rukavicích, abyste se nespálili) do jedné ruky a do druhé vezměte píst. Pístní čep nasuňte do oka pístu tak, aby čep asi o 2 mm přečníval hranu oka. V ten okamžik vystředte proti vyčnívajícimu čepu oko ojnice a čep pomocí trnu natlačte nebo naklepejte do pouzdra oka ojnice a potom i do opačného oka pístu. Čep zajištěte pojistkami a nechte pozvolna vychladnout.