



Systemy vypínání válců spalovacího motoru

Bakalářská práce

Studijní program: B2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301R000 – Strojní inženýrství

Autor práce: **Lukáš Rydval**
Vedoucí práce: Ing. Pavel Brabec, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Mechanical Engineering ■

Cylinder deactivation systems for internal combustion engine

Bachelor thesis

Study programme: B2301 – Mechanical Engineering
Study branch: 2301R000 – Mechanical Engineering

Author: **Lukáš Rydval**
Supervisor: Ing. Pavel Brabec, Ph.D.



Tento list nahradte
originálem zadání.

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Systemy vypínání válců spalovacího motoru

Anotace

Cílem této práce je zmapovat stav vývoje, výroby a použití systémů vypínání válců spalovacích motorů pro osobní automobily od historie až po současnost, popsat konstrukční provedení jednotlivých systémů a vypracovat vlastní studii na základně výběru jednoho z používaných systémů pro daný spalovací motor.

Klíčová slova: čtyřdobý spalovací motor, ventilový rozvod, OHV, OHC, automobil, spotřeba, emise, ekologie, vypínání válců

Cylinder deactivation systems for internal combustion engine

Annotation

The main objectives of this thesis are to analyze the status of development, production and application of cylinder deactivation systems of internal combustion engines for passenger cars from the past to the present, describe the design of the particular systems and develop my own study based on selection of one of described systems.

Keywords: four stroke combustion engine, valve train, OHV, OHC, car, consumption, emission, ecology, cylinder deactivation

Poděkování

Rád bych poděkoval své rodině, zejména rodičům, za velkou podporu při studiu na vysoké škole. Zároveň děkuji vedoucímu práce Ing. Pavlu Brabcovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky při její tvorbě.

OBSAH

ÚVOD	10
1.HISTORIE	13
2.SOUČASNOST	18
2.1 GENERAL MOTORS DOD/AFM	19
2.1.1 Vortec 5.3L.....	19
2.1.2 Schéma hydraulického řídicího okruhu.....	20
2.1.3 Princip funkce zdvihátek.....	22
2.1.4 Blok motoru.....	23
2.2 HONDA VCM	25
2.2.1 i-VTEC 3.6 V6.....	25
2.2.2 Princip funkce VCM.....	26
2.2.3 Hydraulický ovládací obvod.....	27
2.3 DAIMLER - CHRYSLER MDS/ACC(ZAS)/CM	29
2.3.1 Mercedes – Benz 5.5L V8.....	29
2.3.2 AMG CM.....	29
2.3.3 Princip odpojování válců.....	31
2.3.4 Výfukový systém.....	33
2.4 VOLKSWAGEN ACT/DOD	34
2.4.1 TSI 1.4 ACT.....	34
2.4.2 Princip vypínání válců.....	36
2.4.3 Aktivní uložení motoru AEM.....	38
2.4.4 Aktivní potlačení hluku ANC.....	40
3. VLASTNÍ NÁVRH VYPÍNÁNÍ VÁLCŮ	41
3.1 Hydraulický obvod a ovládání.....	42
3.2 Princip funkce systému odpojování válců.....	43
3.3 Nákresy funkce systému.....	44
ZÁVĚR	46

Seznam použité literatury.....	48
Zdroje obrázků.....	50
Seznam příloh.....	53
Seznam výkresů.....	53

Seznam zkratk

OHV	Over Head Valve
OHC	Over Head Camshaft
AFM	Active Fuel Management
DOD	Displacement On Demand
MDS	Multi Displacement System
HEMI	Hemisphere combustion chamber
DSF	Dynamic Skip Fire
VCM	Variable Cylinder Management
i-VTEC	Variable Valve Timing and Lift Electronic Control
ACC	Active Cylinder Control
ZAS	Zylinderabschaltung
CM	Cylinder Management
ACT	Active Cylinder Technology
COD	Cylinder On Demand
TSI	Turbo Stratified Injection (přímovstříkový přeplňovaný motor)
TFSI	Turbo Fuel Stratified Injection
SCOD	Singe Cylinder On Demand
EGR	Exhaust Gas Recirculation (recirkulace výfukových plynů)
DPF	Diesel Particulate Filter (filtr pevných částic)

ÚVOD

Za posledních více než sto let osobní automobil prošel dlouhou cestou vývoje. Z jednoduchého lehkého stroje na bázi koňského povozu s namontovaným spalovacím motorem se postupem času stalo sofistikované zařízení schopné uživateli nabídnout mnohem více, než jen přepravu z bodu A do bodu B. Současné vozy obsahují celé soustavy zařízení ovládané elektronikou přes palubní počítače, umožňujícími uživateli snadné ovládání spojené s bezpečnou a pohodlnou jízdou. Konstrukčně jednoduché litinové motory sycené karburátory s nízkým výkonem a vysokou spotřebou nahradily technicky složité motory z lehkých slitin obklopené elektronikou, turbodmychadly, sondami a filtry pro zdokonalení spalovacího procesu, snížení spotřeby paliva a vypouštěných emisí.

Jedním ze zařízení, které je v současné době na vzestupu, ať již z důvodů úspory paliva a tedy ekonomické stránky věci, či z důvodu snížení emisí a tedy ekologické stránky, je systém vypínání válců spalovacího motoru v režimu, kdy spalovací motor pracuje v režimu malého zatížení a nízkého výkonu.

V principu je myšlenka tohoto systému vcelku prostá. Osobní automobily jsou poháněny nespočtem druhů spalovacích motorů různých charakteristik, spalujících různá paliva, avšak jedno mají společné. Vysokého výkonu a tedy i efektivního zatížení motoru, nacházejícího se obvykle ve spektru vyšších otáček, je běžným řidičem v klasickém osobním automobilu z hlediska dlouhodobého pozorování dosahováno poměrně zřídka. Stav částečného vytížení při obvyklé jízdě značně převažuje a zvýšeného či plného výkonu je zapotřebí v případě potřeby automobil razantně zrychlit. K takové situaci dochází obecně při rozjezdu vozidla, předjíždění, nebo při dlouhodobější změně stylu jízdy, například do sportovního režimu, či režimu offroad. Protože vznětové (dieselové) agregáty se vyznačují celkovou vyšší účinností spalovacího procesu a nižší spotřebou paliva, týká se tento problém spíše motorů benzínových, tedy zážehových. Ideálními podmínkami pro dosažení optimální účinnosti spalovacího motoru je zatížení 60-80% a chod v otáčkách, kdy motor dosahuje nejvyššího točivého momentu [1].

Ve chvílích částečného zatížení motor pracuje zhruba v oblastech do 30% svého maximálního výkonu, pohybuje se ve spektru nízkých otáček, jeho škrticí klapka je téměř uzavřená a potřebuje tak více práce k nasátí vzduchu do válců. To snižuje jeho účinnost a ztráty takto způsobené nazýváme ztrátami čerpacími [1].

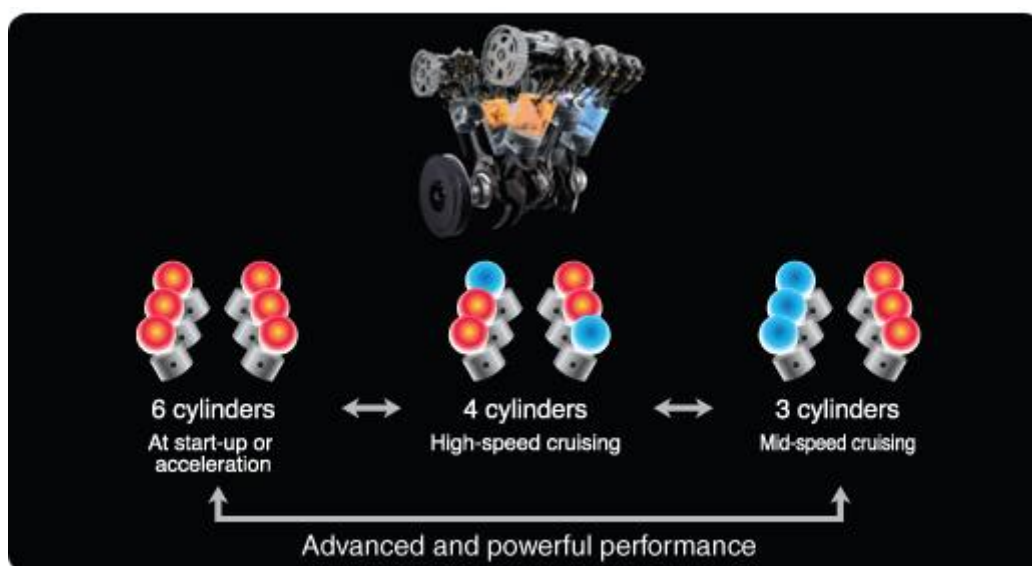
Existuje několik různých systémů, které umožňují v momentech, kdy není výkonu motoru zapotřebí, například při zastavení vozidla na semaforu, či v dopravní zácpě, agregát vypnout (Start-stop systém), případně při nízké zátěži za jízdy částečně či úplně nahradit elektromotorem (hybridní vozy). Je také možné automobil osadit motorem s menším objemem a k dosažení výkonu srovnatelného s větším atmosférickým motorem přepínat jedním nebo více turbodmyčadly. Tato cesta se nazývá Downsizing a v současné době je trendem. Takový motor bude ve stejném voze zatěžován více a tak dochází ke zlepšení provozních podmínek a zvýšení účinnosti agregátu.

Je zde však i cesta, kdy je možné zachovat velký objem motoru bez nutnosti osazení vozidla elektromotory a bez zatížení stále ještě prostorově a hmotnostně náročnými akumulátory. V případě nízké zátěže motoru stačí méně aktivních válců, jenž jsou více zatěžovány. Aktivitou válce rozumíme jeho plnou účast ve spalovacím procesu, tedy je do něj dodáváno palivo, zažehováno a vzniklé plyny tlačí na píst, jenž přes ojnici otáčí klikovou hřídel motoru. Při deaktivaci některých válců a z toho vycházejícím následným vyšším zatížením zbylých aktivních válců je škrticí klapka více otevřena a tím pádem motor pracuje díky absenci čerpacích ztrát s vyšší účinností [1], [2].

Řešení se tedy nachází v samotných rozvodech motoru, kdy zásahem do chodu ventilů můžeme část válců, obvykle polovinu, vyřadit z provozu jejich dočasným uzavřením jak na sací, tak výfukové straně. Ve spalovací komoře poté vznikne takzvaná „vzduchová pružina“, kdy se plyny v tomto prostoru střídavě komprimují a dekomprimují a tak píst odpojeného válce prakticky neklade motoru odpor. Zároveň se také přerušuje zapalování a dodávka paliva do těchto dočasně uzavřených spalovacích komor. Při potřebě vysokého točivého momentu a výkonu jsou deaktivované válce opět během okamžiku zapojeny. To nastává v ideálním případě bez rázů, akustických projevů a takřka bez postřehnutí posádky vozu. K vyhlazení přechodu dochází

za pomoci změn v časování zapalování, změně na vačkové hřídeli a poloze škrtkí klapky [1], [2].

Vzhledem k tomu, že se tyto systémy nalézají, co se mechanické části týče, převážně v hlavě válců motoru, nejčastěji na rozvodových hřídelích, případně vahadlech ventilů, není taková úprava pro výrobce motoru konstrukčně a finančně příliš náročná. Naopak, v současné době výrobci konstruují motory jako stavebnici o několika modulech, kdy jednotlivé prvky jde snadno zaměňovat na přání zákazníka a tudíž v případě požadavku na přítomnost systému vypínání válců se místo klasické hlavy motoru pouze namontuje již upravená hlava motoru a upraví se software řídicí jednotky z důvodu elektronického odpojování vstřikování a zapalování. Hmotnost vypínacího systému je v poměru k hmotnosti celého motoru v jednotkách procent, tedy téměř zanedbatelná. Historii systémů vypínání válců a několik v současnosti nejvýznamnějších výrobců si představíme dále [14].



Obr.1 Vypínání válců - systém Honda i-VTEC VCM

1. HISTORIE

Návrhy pozastavit spalovací proces čtyřtáctního motoru jsou staré téměř jako motor samotný. Poprvé se taková technika objevila na konci 19. století u pohonů generátorů elektrické energie, pil, vodních čerpadel, zemědělské techniky a mnoha dalších strojů. Tato zařízení byla poháněna stacionárními nízkotáčkovými „hit-and-miss“ motory s těžkými setrvačníky, u kterých docházelo z důvodů regulace otáček k vynechání zážehu a pozastavení přísunu paliva do některých válců. Takové pohonné jednotky se vyráběly zhruba v rozmezí let 1890 až 1940 a nejvýznamnějšími výrobci byli Stover, Hercules, International Harvester (McCormick Deering), John Deere a Fairbanks Morse. Palivem byl benzín, petrolej či nafta a výkony se pohybovaly v rozmezí 1 až 100 koní (0,75-75kW) při 250 otáčkách za minutu pro velké motory a 600 otáčkách u menších agregátů [3],[4].

V motoru osobního automobilu se s odpojováním válců experimentovalo již v průběhu druhé světové války, avšak první skutečný systém vypínání válců byl vyvinut v USA na základě poptávky po vozidlech s nižší spotřebou paliva, zapříčiněné ropnou krizí v 70. letech 20. století. Technici vyvíjeli tento systém s úmyslem snížit spotřebu paliva a množství emisí, ale zároveň nadále sledovat trend v Americe oblíbených velkoobjemových, zejména osmiválcových, motorů [3].

Prvním takovým systémem vypínání válců byl v roce 1981 pod taktovkou koncernu General Motors systém Modulated Displacement představovaný osmiválcovým motorem Cadillac L62 V8-6-4 o objemu šest litrů který, jak název napovídá, dovedl vypínat dva nebo čtyři protilehlé válce. Motor s rozvodem OHV měl výkon 104kW při 3800ot/min, 359 Nm točivého momentu při 1400 otáčkách za minutu, jednobodové vstřikování, řídicí jednotku s palubním počítačem a diagnostikou, kdy při povelu z počítače došlo přes elektromagnety k mechanickému rozpojení kontaktu zdvihátka s vahadlem (Obr.2). Motor byl nastaven pro provoz na všech 8 válců při spouštění, prudkém zrychlení a při rychlostech do 27 mph (43 km/h). Po relativně rovném povrchu, případně dálnici, mohl automobil jet dlouhodobě v úsporném režimu na 4 válce. Počet aktivních válců zobrazoval displej na palubní desce a dle některých zdrojů dosahovala hodnota úspory paliva až 30%. Motorem byly osazeny vozy Cadillac DeVille Brougham, Eldorado a na přání i Seville. Hlavním problémem byl ale systém vstřikování paliva. Jednobodový vstřikovač neustále dodával palivo pro všechny vál-

ce bez ohledu na deaktivaci válců. Palivo se tak hromadilo v sacích potrubích deaktivovaných válců, dokud nebyl obnoven plný provoz motoru. V tu chvíli deaktivované válce obdržely extrémně bohatou směs (poměr vzduchu a paliva) a docházelo k nerovnoměrnosti chodu motoru. Docházelo navíc i k problémům se spolehlivostí elektroniky, modely s tímto motorem nebyly příliš obchodně úspěšné a takováto reputace spojená s brzkým opětovným poklesem cen benzínu obecně tomuto systému příliš nepřály [1], [2], [3], [5], [7], [20].



Obr.2 Mechanismus odpojování vahadel Cadillac L62 V8-6-4

V roce 1982 následovalo japonské Mitsubishi s malou sérií svého 1.4l čtyřválcového Orion 4G12 MD (Modulated displacement) a slibovaným snížením spotřeby o 16%. Montovaly se do modelů Colt a Lancer, ale ani tento motor nebyl zákazníky příliš žádaným a stal se tedy obchodně neúspěšným, což vedlo k ukončení výroby [3], [7].

Dalším pokusem, tentokrát na evropské půdě, byla v roce 1983 malá 991 kusová série experimentálních vozů Alfetta od italského výrobce Alfa Romeo. Dvoulitrový čtyřválec s označením CEM vypínal dva válce. Zajímavostí je, že deset vozů s těmito motory dostali k testování i taxikáři v Miláně. Motory dosahovaly úspory 12-25% [5], [7].

Po druhé přišla se svým motorem 1.6 MIVEC-MD v roce 1992 opět Mitsubishi. Motor měl elektronicky řízené variabilní časování a zdvih ventilů, maximální výkon 129kW a

169Nm točivého momentu a dokázal uspořit 10-20% paliva. Značná část těchto úspor ale připadá právě pro variabilní systém ovládání ventilů a tak se zde přímo o systému vypínání válců nedá hovořit. Tento výrobce přidal v roce 1994 ještě dvoulitrový motor V6 MIVEC-MD (147kW/200 Nm) se stejným systémem ovládání ventilů. V roce 1996 došlo k ukončení výroby obou výše zmíněných motorů [3],[7].

Němečtí výrobci, konkrétně Mercedes/ DaimlerChrysler, se ozvali až v roce 1998 se svým osmiválcem DOHC 5.0 ZAS (Zylinderabschaltung)/ACC (Active Control Cylinder) 225kW dodávaným na přání do vozů S500 a CL500 a byli tak po Cadillacu další, jenž tyto systémy aplikovali do sériově vyráběných vozů. Hydraulické, pomocí solenoidů řízené časování ventilů odpojovalo 4 válce do 3500 otáček za minutu. Motor vyráběný v letech 1999-2002, velký V12 DOHC 6.0l s 290kW měl také systém ZAS a zvládl do 3000ot/min vypínat celou levou polovinu válců. Dodával se do modelů S600 a CL600. Dodávání paliva do sání uzavřených válců bylo znemožněno a odpadl tak problém, se kterým se potýkal Cadillac. Navíc bylo využito elektronické ovládání plynu, časování ventilů a variabilní sání pro hladký přechod na počet aktivních válců. Systém vypínání válců uspořil 7% paliva při jízdě ve městě a až 20% při delší plynulé jízdě. Tyto motory měly ještě jednu zajímavost, výfuk Eberspächer za pomoci klapek zajišťoval stejný zvuk motoru i při odpojení poloviny válců. Úpravce AMG převrtal tento motor na 6.3 litru a dodával do modelů S, CL a G 63 AMG [1], [2], [3], [7].

K většímu rozmachu systémů odpojování válců dochází až se zdokonalením elektrotechniky a výrazným rozšířením elektronického řízení motorů po roce 2000. Prvním takovým vozidlem byl na Detroitské Auto Show 2002 představený koncept Cadillac Cien od koncernu GM s dvanáctiválcem 7.5l a systémem DOD (Displacement on Demand). Tentýž koncern ještě nedlouho poté přidal další vůz se stejným systémem, opět koncept, tentokrát Opel Signum s 4.3 litrovým osmiválcem [3].

Japonská Honda přišla na americký trh v roce 2003 se šestiválcem 3.5 V6 OHC VCM (Variable Cylinder Management). Po jednom válci v každé řadě nebo všechny tři válce v jedné řadě vypínal systém variabilního časování ventilů i-VTEC při nízkém zatížení dle rychlosti automobilu na silnici, otáček motoru a polohy škrtkové klapky. Při jízdě s odpojenými válci audiosoustava za pomoci regulátoru a 2 mikrofonů uvnitř kabiny přes zpětnou vazbu vylepšovala změněný zvuk motoru. Využito bylo i kalibra-

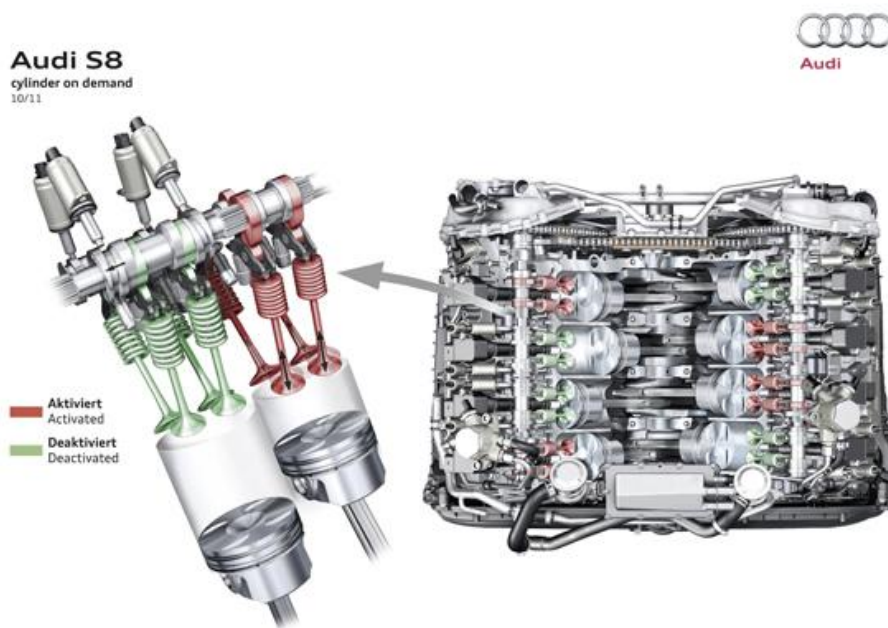
ce elektronického systému plynu a aktivně řízené uložení motoru pro hladký přechod mezi počtem aktivních válců. Pro modelový rok 2005 Honda představila VCM v USA pro šestiválcové motory vozů Odyssey 3.5l a 3,0l Accord Hybrid. 3.0l VCM motor Accord Hybrid generoval 179kW (plus 12kW z elektromotoru) a udávalo se o 23-43 procent nižší spotřeba paliva než u konvenčního Accordu V6 a 3.5l VCM motor v modelu Odyssey disponující 190kW se pohyboval úsporou paliva kolem 11 až 12 procent [1], [3], [7].

Vypínání válců se dostalo díky propojení Daimler/Chrysler i oblíbenému osmiválcovému motoru HEMI (tento název původně značil hemisphere – podle půlkulového tvaru spalovací komory). Motor o objemu 5.7 litru MDS (Multi-Displacement System) s rozvodem OHV a odpojení čtyř válců zajišťovala solenoidová zdvihátka a to při rychlosti nad 30km/h nebo do 3000 otáček za minutu. Přepnutí mezi režimy 8/4 trvalo 40 milisekund. Tyto motory se dodávaly do Jeepu Grand Cherokee, Commander, dále Dodge Magnum, Charger, Durango a Ram. Úspora paliva se údajně pohybovala kolem 10-20%. Stejně jako u Mercedesů měly tyto motory klapkový výfuk od firmy Eberspächer. Psal se rok 2004 [1], [3], [7].

Ve stejném roce se přihlásil i General Motors. Do velkých SUV Chevrolet a GMC dodával motory Small Block V8 Vortec o obsahu 5.3l , 5.5l , 5.8l a do menších vozů ještě 3.9 V6 , oba s rozvodem OHV a systémem AFM (Active Fuel Management). 32-bitová elektronická řídicí jednotka (ECU –Electronic Control Unit) ovládala elektromagnety deaktivující přes hydraulická zdvihátka ventily poloviny válců, ovládání plynu, časování zážehu a sekvenční dodávky paliva (což zahrnovalo přerušení paliva do válců, které jsou deaktivovány). Úspora paliva se pohybovala mezi 8 až 25% procenty, závisle na jízdních podmínkách. Motor 6.2l V8 se stejným systémem, zde zvaným DOD (Displacement on Demand) poháněl i sportovní vůz Chevrolet Camaro a od roku 2012 i sportovní legendu Chevrolet Corvette [3], [7].

Koncern Volkswagen přišel s vypínáním válců na trh poprvé v roce 2010 s modelem Bentley Mulsanne 6.75l V8 biturbo s rozvodem OHV. Zvolen byl systém s hydraulickými zdvihátky konstrukčně podobný GM. Pro další motory již bylo využito upraveného systému pro změnu zdvihu ventilů AVS (Audi Valvelift systém), jenž byl pouze doplněn o přídatný nulový profil vačky. Označení tohoto řešení vypínání válců je COD (Cylinder on Demand). Tento systém se v roce 2011 dostal do motorů Audi

4.0 TFSI V8 biturbo (Obr.3) se 412kW, kde je ve vozech S6, S7 a S8 doplněn aktivní kontrolou hluku a aktivními hydraulickými úchyty motoru. Válce se deaktivují odpojením příslušného vstřikovače, přerušením zapalování a ventily uzavře objímka na vačkové hřídeli s dvěma různými profily. Hranice pro deaktivaci se projeví v závislosti na otáčkách motoru, které jsou mezi 960 a 3500 otáčkami za minutu a mezi asi 25 a 40 procenty maximálního točivého momentu, tedy mezi 120 a 250 Nm. Teplota chladicí kapaliny musí být pro funkci systému nejméně 30° C a zařazen třetí převodový stupeň nebo vyšší. Deaktivací čtyř válců se dlouhodobě uspoří zhruba 5% paliva. Dalším motorem je čtyřválec Audi 1.4 TFSI COD 103kW, jenž odpojuje dva vnitřní válce mezi 1350 a 3900 otáčkami za minutu. Dodává se do vozů A1 a A3. U Volkswagenu se shodný motor EA211 označuje 1.4 TSI s označením ACT, odpojuje dva válce během 13 až 36 milisekund, hladký přechod usnadňuje zásah do zapalování a ovládání škrtkové klapky. Řidič je o odpojení válců informován prostřednictvím ukazatele na multifunkčním displeji v palubní desce. Emise u tohoto motoru poklesly o 9 procent a o 15 procent se snížila spotřeba paliva. Motor je v současnosti dostupný pro modely VW Passat, Polo, Golf, dále Seat Ibiza, Leon a Škoda Superb.



Obr.3 Motor Audi V8 4.0 TFSI s vypínáním poloviny válců

Speciální variantu technologie COD obsahuje dvanáctiválcový motor W12 s 368kW vozu Audi A8L, kde zůstávají ventily při odpojení válců otevřeny a navíc vypíná při dlouhodobé jízdě v klidném režimu střídavě pravou a levou řadu válců z důvodů zachování optimální teploty v katalyzátorech. Vypínání válců se v rámci koncernu dostalo i dvanáctiválci v Lamborghini Aventador [1], [2], [3], [5], [6].

2. SOUČASNOST

Nezávisle na sobě existuje několik konstrukčně odlišných systémů, ale obecně je lze shrnout. Zpravidla se jedná o systémy vypínající polovinu válců při malém zatížení s cílem snížit spotřebu paliva a tím i emise motoru. Změny ve zvukovém projevu a vibracích se kompenzují zásahy do výfukového systému, uložení motoru, případě přes elektroniku úpravou akustiky v palubním prostoru. Odpojené válce mají většinou uzavřené ventily a vzduch ve spalovacím prostoru funguje jako plynová pružina, jenž minimalizuje čerpací ztráty a tření.

Protože svět se mění každým okamžikem a s ním přicházejí i nové technologie, co bylo včera dnes již neplatí. Vypínání válců tak do svých motorů aplikuje stále více výrobců. Není již pravidlem, že se tato technika zaměřuje pouze o velkoobjemové dvanáctiválce, osmiválce či šestiválce, ale na trhu se již objevily i čtyřválce a do budoucna se hovoří o vypínání jednoho válce u motoru tříválcového, či dokonce dvouválcového. Přesto, v současnosti existuje několik funkčních, sériově vyráběných systémů vypínání válců od těchto výrobců:

- **General Motors** používá názvy Displacement on Demand a Active Fuel Management
- **Honda** Variable Cylinder Management
- **Daimler Chrysler** s Mercedes Active Cylinder Control, Chrysler Multi-Displacement System a AMG Cylinder Management
- **Volkswagen** Active Cylinder Technology, u Audi nazýváno Cylinder on Demand.

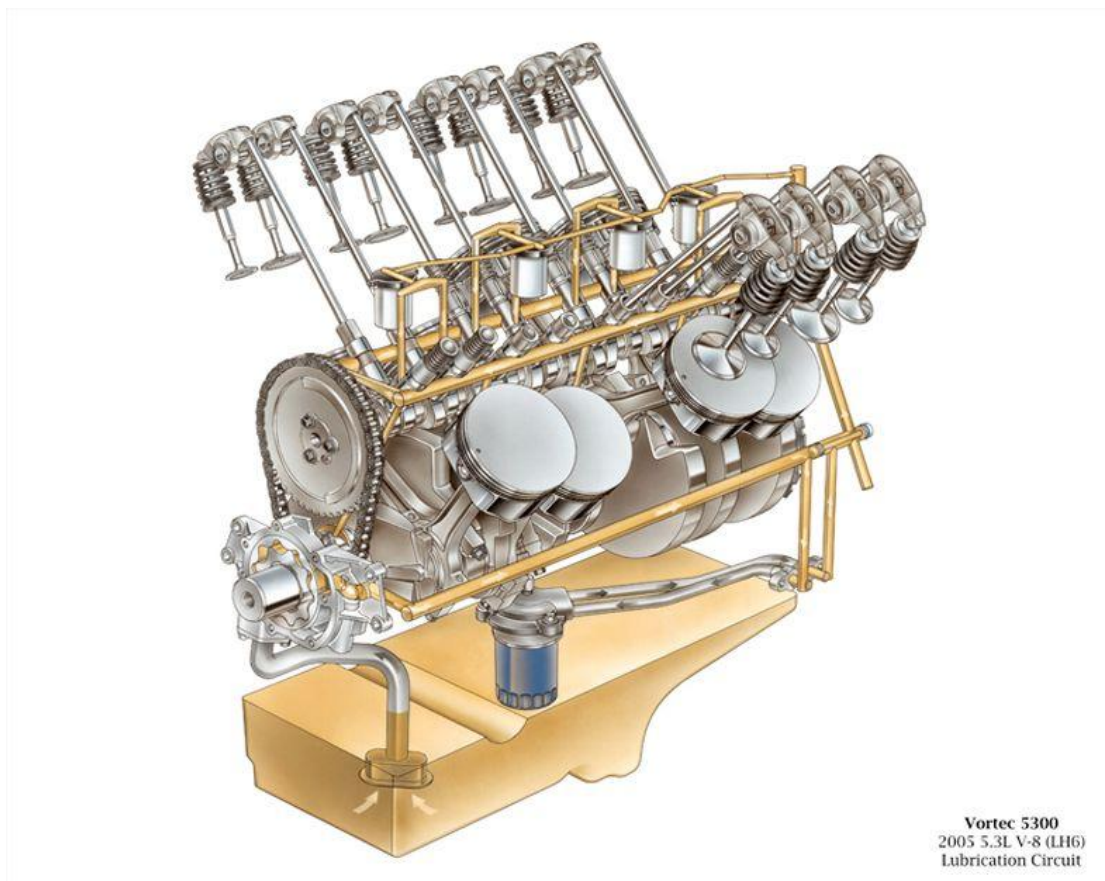
2.1 GENERAL MOTORS - DoD/AFM

Koncern GM používá své systémy vypínání válců pro motory V8 v několika objemových variantách a dále v motoru V6. Osmiválec vypíná polovinu válců – tedy čtyři, šestiválec třetinu válců – tedy dva.

2.1.1 5 Vortec 5.3L

V tomto případě se jedná o zážehový vidlicový osmiválec Small Block 5.3l Vortec - V8 LH6 s výkonem 213kW při 4700 ot/min. a točivým momentem 441Nm při 3900 ot./min. Motor disponuje vícebodovým vstřikováním a rozvodem OHV se dvěma ventily na válec. Systém DoD/AFM, jenž vypíná v jedné řadě válce číslo 1 a 7 a v druhé 4 a 6 pracuje na principu hydraulického přerušování kontaktu mezi zdvihátkem a rozvodovou tyčkou. Hydraulický obvod je ovládán solenoidovými elektromagnety, které jsou řízeny 32-bitovou elektronickou řídicí jednotkou. Ta se stará zároveň o přerušování zážehu a vstřiku paliva do odpojovaných válců. Na displeji v přístrojové desce automobilu se pak zobrazuje informace, zda motor běží v režimu V8 nebo V4.

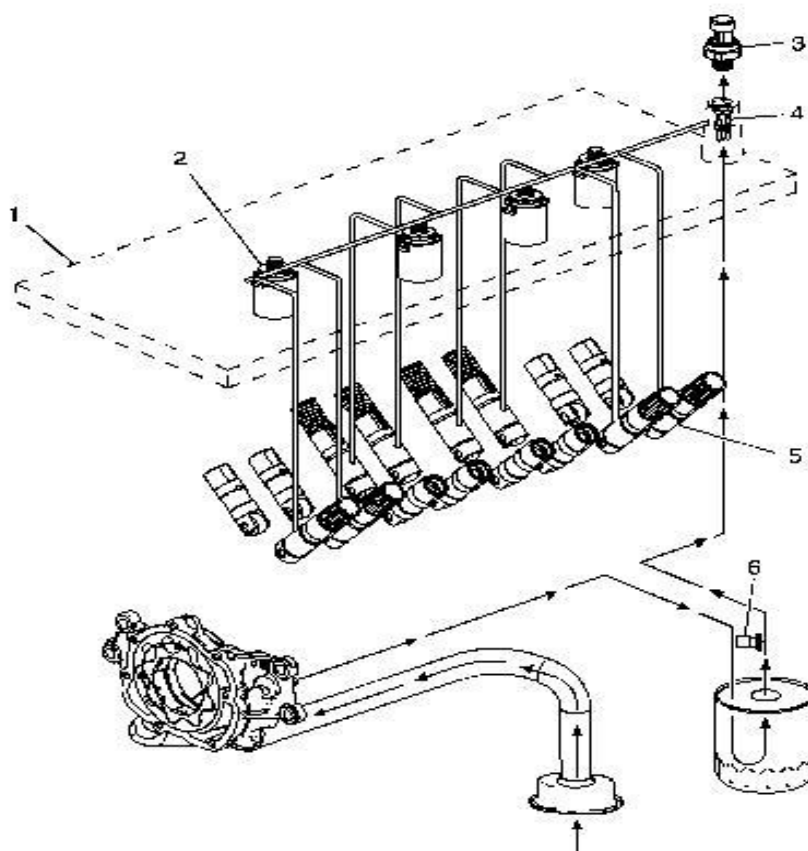
Reálné snížení spotřeby při použití tohoto systému se pohybuje okolo 5-8% [7], [8].



Obr. 4 Mazací soustava motoru Vortec 5.3L Dod/AFM

2.1.2 Schéma hydraulického řídicího okruhu

System pro olejové řízení zdvihátek ventilů (1) je umístěn v horní části bloku motoru, mezi válci pod sestavou sání (Obr.5). Olejové potrubí se skládá ze čtyř elektricky ovládaných solenoidových elektromagnetů (2). Každý solenoid řídí proud stlačeného motorového oleje do speciálně upravených zdvihátek sacích a výfukových ventilů (5). Pojistný ventil tlaku oleje (6), který se nachází v levé zadní části olejové vany, reguluje tlak motorového oleje v mazacím systému a olejovém potrubí [7], [8].



Obr. 5 Schéma hydraulické soustavy motoru 5.3l Vortec.

Jsou-li splněny podmínky umožňující provoz motoru s odpojenými válci, řídicí jednotka PCM (Powertrain Control Module) propojuje s kostrou každý elektromagnetický řídicí obvod v pořadí zapalovací sekvence, což umožňuje průtok proudu přes elektromagnetické vinutí. S vinutím pod napětím se elektromagnetické ventily otevřou a přímo tlakují motorový olej přes potrubí do osmi komor umístěných v bloku motoru mezi válci, kde se nacházejí zdvihátka, vždy dvě na válec. Natlačení oleje do systému zdvihátka (Obr.6) způsobí rozpojení rozvodového mechanismu ventilu (Lifter De-

activated), kdy se pohyby způsobené vačkou přestanou převádět na rozvodovou tyčku a tím tedy i přes vahadlo na ventil a válec je v tom momentě uzavřen a deaktivován [7], [8].



DOD System Off - Lifter Active

DOD System On - Lifter Deactivated

Vortec 5300
2005 5.3L V-8 (LH6)

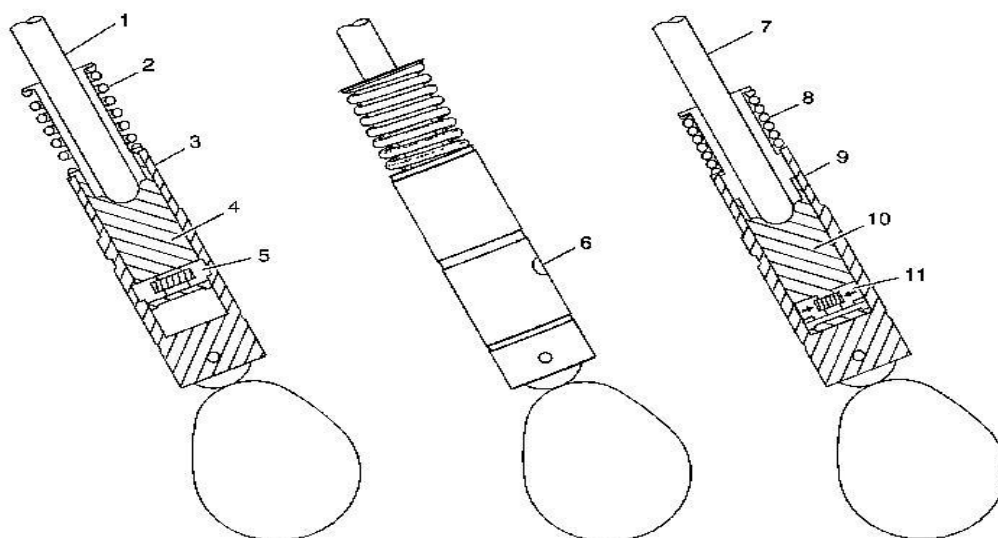
Obr. 6 Princip funkce hydraulických zdvihátek systému DoD

Pokud provozní podmínky vozidla vyžadují návrat do osmiválcového režimu, PCM rozpojí obvod pro cívký elektromagnetů, čímž se elektromagnetické ventily zavřou. Ve chvíli kdy jsou tyto ventily uzavřeny, je zbývající olej vyčerpán skrz vypouštěcí průchody zpět do bloku motoru. Sestava olejového potrubí zahrnuje několik míst, přes které se neustále prohání olej, zachytává se v něm obsažený vzduch a celý olejový systém se tak průběžně odvzdušňuje.

Pro zabezpečení vyšší čistoty oleje použitému k ovládání jemného zařízení uvnitř zdvihátek rozvodů se v systému nachází malý vyměnitelný olejový filtr (4). Snímač tlaku oleje (3) monitoruje tlak oleje v motoru a poskytuje informace řídící jednotce PCM [7], [8].

2.1.3 Princip funkce zdvihátek

Při provozu v režimu V8 zdvihátka DoD (Obr.7) fungují stejně jako klasická zdvihátka OHV motoru. Elektromagnety jsou odpojené, nacházejí se v uzavřené poloze a není zde tedy žádný tlak oleje působící na zdvihátka ventilu. Rozvodová tyčka (1) se pohybuje přímočarým periodickým pohybem, působí na ventilové vahadlo a to otevírá a zavírá rozvodový ventil. Pružinou rozpínané zajišťovací kolíky (5) ve zdvihátku jsou vytlačeny směrem ven a mechanicky uzamykají vnitřní pouzdro (4) k vnějšímu tělu zdvihátka ventilu (3). Při přechodu do režimu V4, když sepne systém DoD, jednotka PCM přes elektromagnety otevře olejové vedení a nasměruje olej pod tlakem přímo na zdvihátka. Olej se dostane do vstupního otvoru (6) a natlačí zajišťovací kolíky (11) dovnitř. Zanikne tak mechanická vazba mezi vnějším tělem (10) a vnitřním pouzdrům zdvihátka (9). Rozvodová tyč (7) se přestane pohybovat směrem nahoru-dolů a zůstane v ustálené poloze, přestože vnější tělo zdvihátka dále kopíruje pohyb vačky. Pružina zdvihátka (8) udržuje systém zdvihátka napnutý z důvodů odstranění nežádoucích kmitů ventilového rozvodu [7], [8].



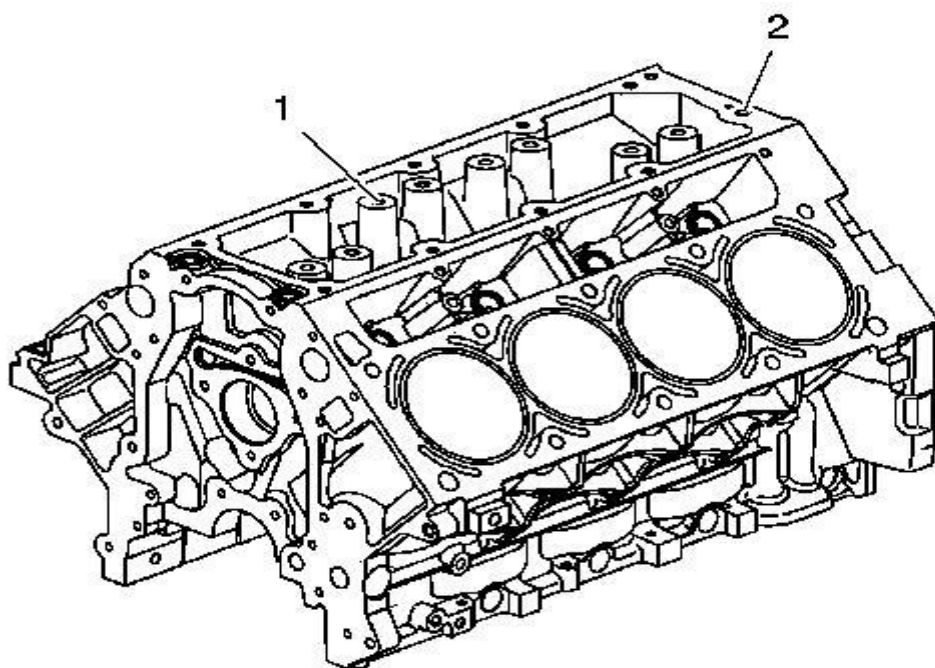
Obr. 7 Řez hydraulickým zdvihátkem v pracovní poloze (vlevo) a v odpojené poloze (vpravo)

Ve chvíli, kdy řídicí jednotka motoru vyžaduje obnovení chodu na plný počet válců, vydá příkaz aby solenoidy olejové vedení uzavřely a dojde k zastavení průtoku oleje do zdvihátka ventilu. Tlak oleje v zdvihátku se sníží, zajišťovací kolíky se za pomoci pružiny vrátí do původní polohy, mechanicky vzájemně uzamknou vnitřní pouzdro s

vnějším tělem zdvihátka a rozvodový mechanismus funguje opět klasickým způsobem [7], [8].

2.1.4 Blok motoru

Samotný blok motoru (Obr.8) je také upraven pro chod DoD systému. Tlak oleje v motoru je směřován do rozdělovací soustavy DoD systému z karteru průchodem (2) v zadní části bloku motoru. Pro každý z válců jedna, čtyři, šest, sedm jsou v bloku vždy dva vertikální olejové kanály (1) umožňující zpětný odtok oleje ze zdvihátkových komor do klikové skříně [7], [8] .



Obr. 8 Blok motoru upravený pro systém DOD

Tento systém se od dalších představených liší právě v samotném řešení, kdy jsou všechny komponenty odpojovacího zařízení umístěny v bloku motoru a do hlavy válců není vůbec zasahováno, přičemž u většiny dalších systémů je tomu přesně naopak. Blok motoru tedy musí být pro systém DoD upraven již při výrobě [7], [8].

Konstrukčně prakticky shodný systém používá ve svých osmiválcích Chrysler s označením MDS. Jedná se zejména o motor 5.7L HEMI (Obr.9).



Obr. 9 Detail ventilových zdvihátek u motoru Chrysler 5.7 HEMI se systémem MDS

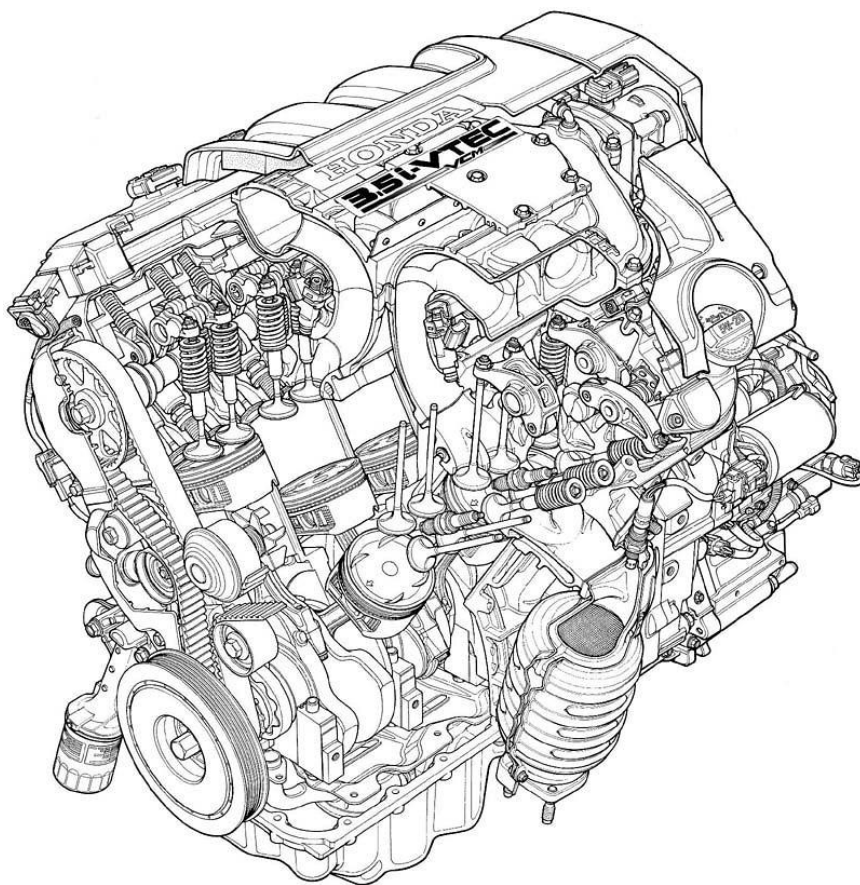
V nejbližší budoucnosti plánuje General Motors zavést DSF (Dynamic Skip Fire) - dynamické vypínání válců. To znamená, že řídicí jednotka bude rozhodovat o vypnutí momentálně nejvhodnějšího počtu válců, tedy například pouze jednoho nebo naopak většiny a zároveň budou střídavě deaktivovány různé válce, aby docházelo k rovnoměrnému opotřebení, nízké hlučnosti a harmonickému chodu motoru [9].

2.2 HONDA - VCM

U značky Honda k vypínání válců použili systém, u kterého není zapotřebí výraznější zásah do konstrukce celého motoru a vypínání válců se řeší pouze v hlavě válců motoru. Konstrukteři lehce upravili systém variabilního časování a zdvihu ventilů i-VTEC. Ten se nachází v zážehovém šestiválci V6.

2.2.1 i-VTEC 3.6L V6

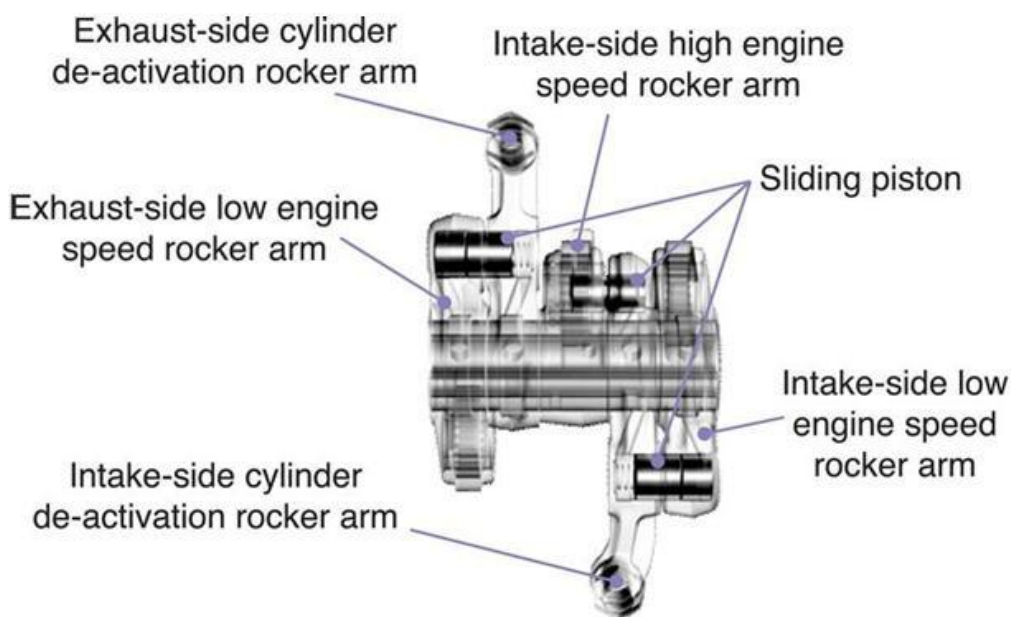
Jedná se o vidlicový šestiválec 3.5l OHC s 24 ventily, výkonem 149 kW při 6200 otáčkách za minutu a točivým momentem 245 Nm při 4600 otáčkách za minutu. Paliivo je do motoru dodáváno u starších verzí vícebodovým vstřikováním, u novějších je potom využito vstřikování přímého. Zajímavostí je, že systém vypínání umožňuje motoru běžet na plných 6, částečné 4 či poloviční 3 válce. Přičemž v případě čtyřválcového režimu je vypnuto po jednom válci v každé řadě a při tříválcovém režimu je odpojena jedna celá řada válců. Systém VCM využívá také aktivní úchyty motoru, které potlačují přenos vibrací motoru na karoserii při jízdě s odpojenými válci.



Obr. 10 Řez šestiválcem Honda s viditelným rozvodovým systémem

2.2.2 Princip funkce VCM

System VCM je založen na OHC rozvodu s třístupňovým systémem i-VTEC, kde na jeden sací ventil jednoho válce připadají tři vahadla (Obr. 11). Dvě z nich přímo dosedají kladkami na dva různé profily vačky a neustále tyto kopírují a jsou v pohybu. Jeden profil vačky je zde pro nízké otáčky motoru, druhý pak pro vysoké otáčky. Různými profily vaček je dosahováno odlišné časování a zdvih ventilů, čímž lze dosahovat lepších hodnot točivého momentu a výkonu v příslušných otáčkách a také rovnoměrnějšího chodu motoru při volnoběhu. Třetí vahadlo, umístěné mezi těmito dvěma je spojeno pouze se sacím ventilem a na žádný vačkový profil nedosedá. V momentě, kdy motor pracuje v nízkých otáčkách, avšak stále jsou aktivní všechny válce, je propojeno hydraulicky ovládaným pístkem (Sliding piston) vahadlo pro nízké otáčky (Intake-side low engine speed rocker arm) s vahadlem pro pohyb ventilu (Intake-side cylinder de-activation rocker arm) a pohybují se společně, tedy skrz první vahadlo je vazbou pístkem hýbáno s druhým, které pohybuje rozvodovým sacím ventilem [9], [10].



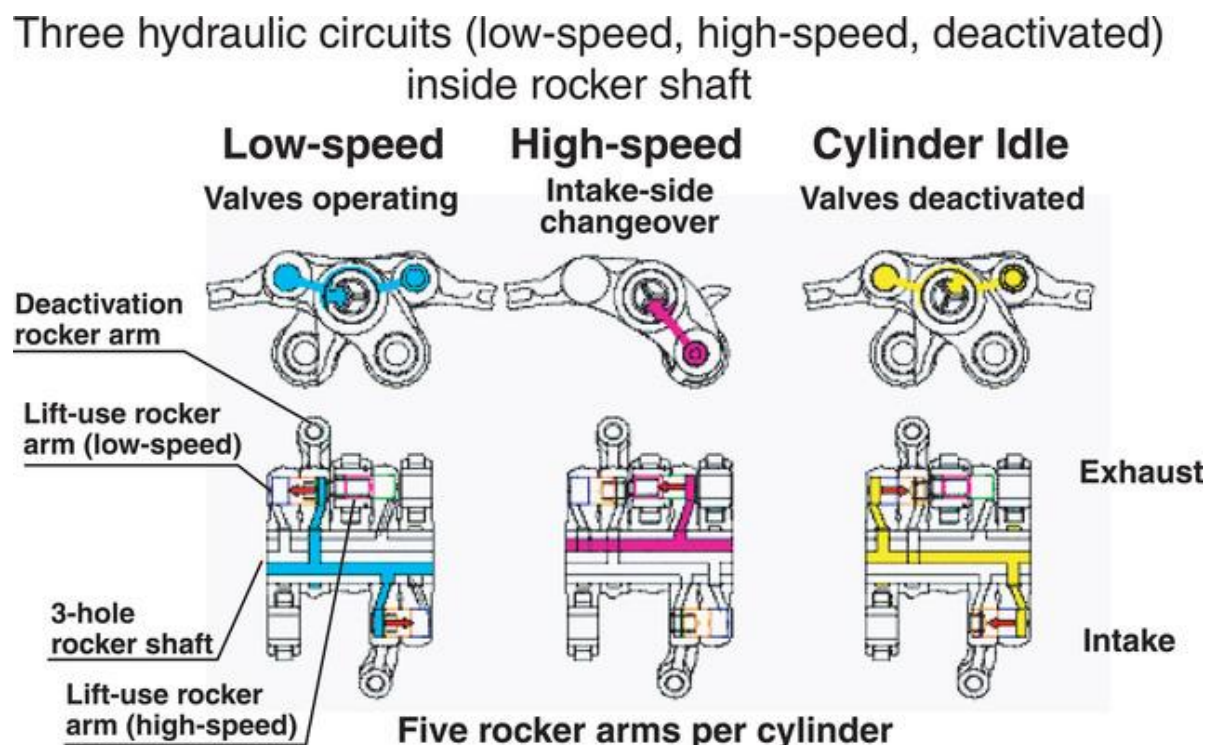
Obr. 11 Soustava vahadel systému i-VTEC

Při přechodu do vyšších otáček se tato vazba díky přerušení tlaku oleje na pístek a jeho vratné pružině rozpojí a vahadlo pohybující s ventilem se druhým hydraulicky ovládaným pístkem propojí s vahadlem kopírujícím vysokootáčkovou vačku (Intake-side high engine speed rocker arm). Pro výfukový ventil jsou vahadla pouze dvě, vahadlo ovládající ventil (Exhaust-side cylinder de-activation rocker arm) a vahadlo do-

sedající na vačku pro nízké otáčky motoru (Exhaust-side low engine speed rocker arm). Při aktivním režimu válce jsou tak spojeny pístkem při nízkých i vysokých otáčkách motoru a výfukový ventil tak nedisponuje změnou časování a zdvihu. Je zde tedy dohromady pět vahadel na jeden válec. V momentě, kdy je zapotřebí válec deaktivovat dojde tlakem oleje k rozpojení vazeb pístky jak u vahadla sacího, tak u vahadla výfukového ventilu. Vysokootáčková vahadla i nízkootáčková vahadla se nadále pohybují podle profilu vačky, avšak bez jakékoli vazby na ventilová vahadla (Cylinder de-activation rocker arms), čímž zůstávají uzavřeny ventily jak na sací, tak na výfukové straně. Zároveň řídicí jednotka odstaví vstřikování paliva souběžně s odpojením zapalování a válec je tak neaktivní [9], [10].

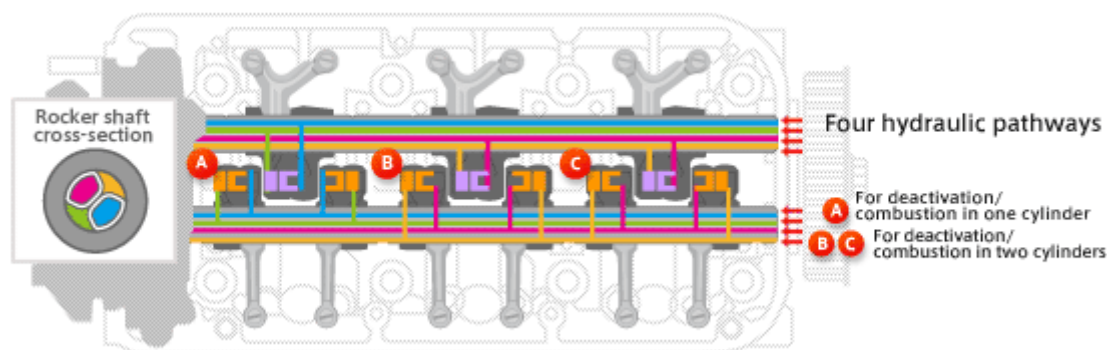
2.2.3 Hydraulický ovládací obvod

Hydraulické ovládání pístků propojujících jednotlivá vahadla (rocker) je řešeno rozvodem v dutých čepech vahadel (rocker shaft), obsahujících u staršího systému 3 dutiny (Obr.12). Tedy nízkootáčkovou (Low-speed), vysokootáčkovou (High-speed) a deaktivovanou (Cylinder idle) hydraulickou ovládací trasou. Přivedením tlaku oleje do příslušné dutiny se stlačí konkrétní pístek propojující vahadlo s jednou z kladek kopírující tvar příslušné rozvodové vačky s vahadlem ovládajícím zdvih ventilu. Tento systém byl používán u šestiválce pro vypínání poloviny válců [9],[10].



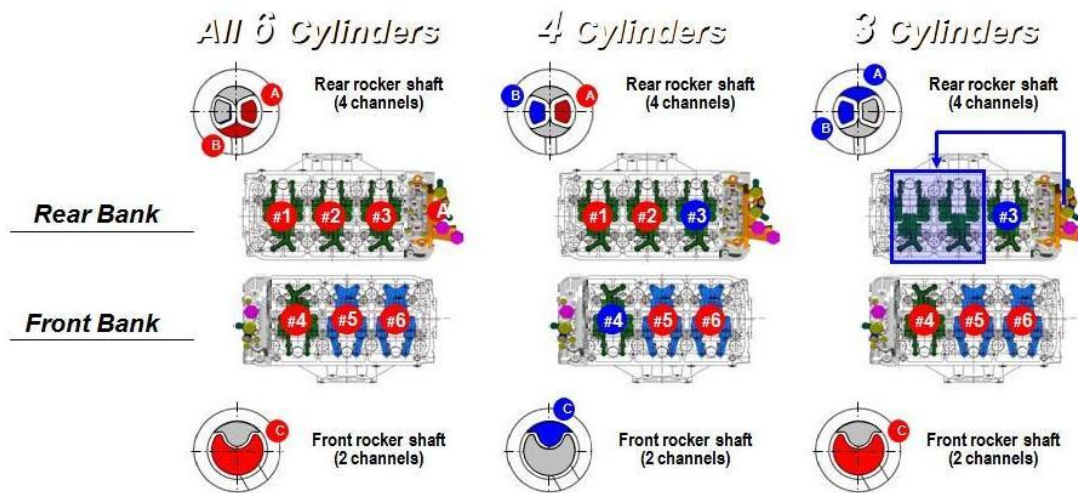
Obr. 12 Schéma hydraulických okruhů ovládání soustavy vahadel

Novější schéma hydraulického vedení pro ovládání jednotlivých vahadel a tedy změnu časování ventilů a vypínání válců v jedné ze dvou hlav napříč uloženého motoru V6, umožňující chod na plných 6 nebo částečné 4, případně 3 válce (Obr.13,14). Jedná se o zadní řadu válců (Rear Bank). Zde je vidět čep se čtyřmi dutinami/kanály (pathways), kdy v tomto případě lze u všech třech válců upravovat časování a zdvih ventilů a zároveň vypínat momentálně požadovaný počet válců. Pokud jsou jízdní podmínky pro režim čtyřválec, tedy odpojení dvou válců, po jednom v každé větvi motoru, dojde v této řadě k odpojení jednoho válce (cylinder), zde značeno písmenkem „A“. V případě možnosti ekonomičtější jízdy, tedy na poloviční tři válce, se válec v přední řadě přivede zpět k činnosti a vypnou se i zbylé dva válce v zadní řadě, značeno písmenkami „B“, „C“. Přední řada válců (Front Bank) vypíná pouze jeden válec a obsahuje tedy pouze dvoukanálový čep [9], [10].



Obr. 13 Zadní hlava válců s barevně odlišenými olejovými kanály v rozvodových čepích.

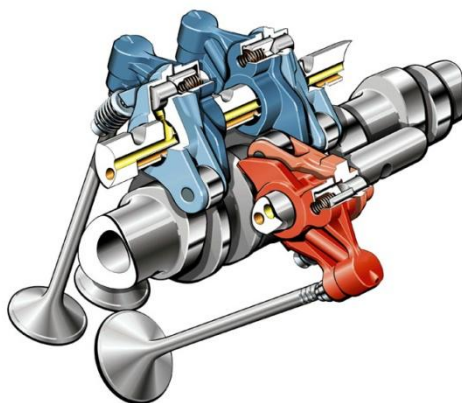
Variable Cylinder Management Overview



Obr. 14 Zobrazení využití hydraulických dutin v režimech 6/4/3 – válec v přední a zadní řadě válců.

2.3 DAIMLER - CHRYSLER MDS/ACC(ZAS)/CM

Lze říci, že některé systémy vypínání válců značek, patřících pod koncern Daimler-Chrysler jsou v principu a konstrukci shodné s výše zmíněnými systémy jiných výrobců a proto budou pouze krátce zmíněny, přičemž jejich konstrukce a funkce jsou popsány výše. Systém Chrysler MDS s hydraulicky ovládanými zdvihátky OHV rozvodu osmiválcových motorů je prakticky shodný se systémem od General Motors DOD. Mercedes-Benz ACC(ZAS) (Obr.15) je takřka totožný s Honda VCM, založený na systému s vícedílnými ventilovými vahadly a přepínání mezi nimi pomocí uzamykacích pístků hydraulicky ovládaných skrze duté čepy vahadel.



Obr. 15 Systém Mercedes-Benz ACC/ZAS

2.3.1 AMG CM

Poněkud odlišným systémem je Cylinder Management vyvinutý ve spolupráci Mercedes-AMG, kdy se tyto výrobci inspirovali u vozů Formule 1 a vyvinuli řešení mechanicky podobné systému, který používaly motory monopostů V8 s výkonem 550kW. Ty odpojovaly dva nebo čtyři válce například v zatáčkách za nízké rychlosti, během jízdy za Safety car, nebo při jízdě v boxové uličce [12].

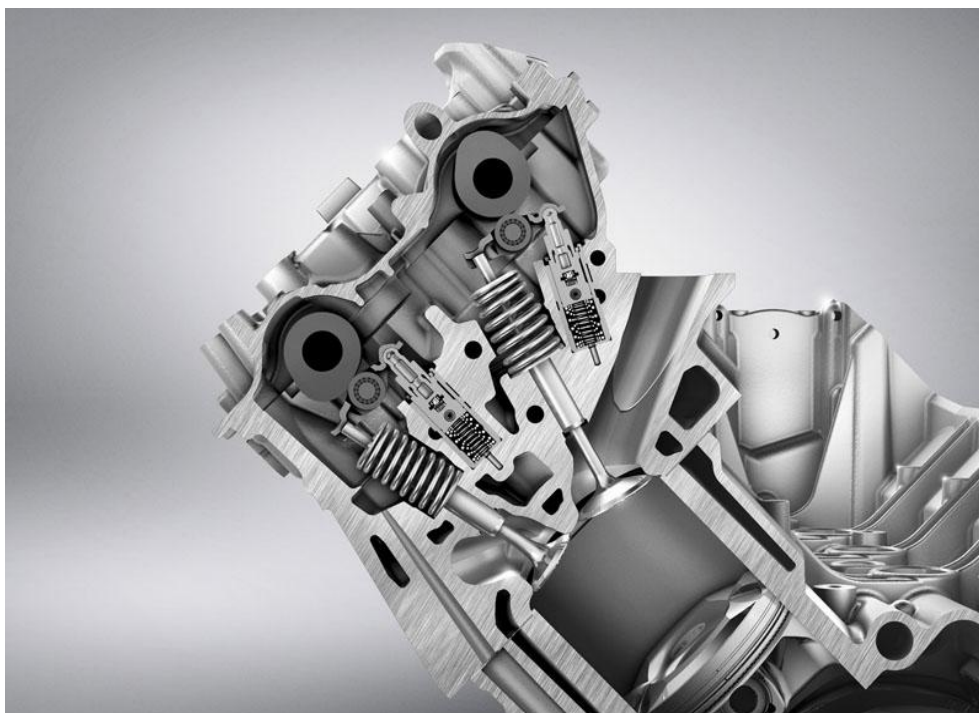
2.3.2 Mercedes – Benz 5.5L V8

Systém CM se nachází v hlavách válců vidlicového motoru vozu Mercedes-Benz SLK 55 AMG, který je poháněn atmosférickým zážehovým 5.5 litrovým V8 M152, jenž vychází z M157 biturbo a disponuje výkonem 310kW v 6800ot./min. a točivým

momentem 540Nm při 4500ot./min. V hlavách tohoto motoru se nachází rozvody typu DOHC se čtyřmi ventily na válec a přímé vstřikování paliva. Byl zvolen systém vypínání poloviny válců, jenž dle výrobce dokáže snížit kombinovanou spotřebu paliva až o 30% na 8,4l/100km a minimální emise CO₂ na 195g/km. Z praxe je ovšem známo, že tyto údaje výrobců o spotřebě jsou obecně často minimálně velmi optimistické, což je dáno měřeními v laboratorních podmínkách [1], [2], [12].

System je k dispozici tehdy, pokud řidič na voliči automatické převodovky vybere režim C – controlled efficiency, tedy řízené zvýšení účinnosti motoru. Na čtyřválcový režim se řídicí jednotka motoru přepne ve spektru od volnoběžných 800 otáček až do 3600 otáček za minutu. K dispozici je v tu chvíli točivý moment 230Nm a řidič je díky údajům na přístrojové desce automobilu informován, že motor běží na polovinu válců. O potlačení změny zvuku motoru se starají výfukové klapky Eberspächer. V případě potřeby vyššího výkonu je opět aktivováno vstřikování paliva, zapalování a deaktivované válce se během třiceti milisekund (při otáčkách motoru 3600/min) opět probudí k životu [1], [2], [3], [12].

Motor obsahuje v rozvodech odpojitelých válců šestnáct kompenzačních hydraulických elementů, tedy pro každý vypínaný válec čtyři - dva pro sací a dva pro výfukové ventily. Vypínají se válce číslo dva, tři, pět a osm. Pro ovládání hydraulického systému vypínání je v motoru separované olejové čerpadlo. Obě hlavy válců obsahují po dvou vačkových hřídelích, jednu sací a jednu výfukovou. Pod hřídelemi jsou umístěny páky rozvodových vahadel, jenž se jedním koncem opírají o hydraulické členy a druhým koncem o dřívky ventilů. Uprostřed páky je kladka pro styk s vačkou. Takový systém je běžně používán v mnoha motorech, kdy hydraulický člen slouží k vymezení ventilové vůle. V tomto případě má však u příslušných válců motoru tento člen odpojovací funkci. Při chodu pohonné jednotky na plný počet osmi válců není na hydraulické členy přiveden tlak a tyto plní funkci pouze opěrnou, případně vymežovací. Vačková hřídel tedy odvalováním působí na kladku, přes kterou rozvodová páka přenesení pohyb na dřív ventilu díky opěře tvořené soustavou vnitřního pouzdra hydraulického členu pevně spojeného s vnějším pouzdem.



Obr. 16 Umístění rozvodového a odpojovacího mechanismu v hlavě válců motoru M152

2.3.3 Princip odpojování válců

Při splnění podmínek pro odpojení válců je vydán z řídicí jednotky pokyn a dojde k natlakování hydraulického ovládacího systému. Po přivedení tlaku oleje k hydraulickým opěrným členům dojde k působení tlaku na pojistné kolíky, jenž drží pohromadě vnitřní pouzdro a vnější tělo členu (systém je podobný hydraulicky řízeným zdvihátkům GM a Chrysleru). Po přerušení této vazby je umožněn pohyb vnitřního pouzdra vůči vnějšímu tělu. Vnitřní pouzdro je na svém místě drženo pouze slabou vratnou pružinou. V momentě, kdy se profil vačky opět odvalí přes kladku, již hydraulický člen není pevnou opěrou, protože rozvodová páka působí na vnitřní pouzdro, které je díky slabé vratné pružině stlačeno do vnějšího těla členu. Opěrnou funkci tedy v tuto chvíli plní dříví ventilu, jelikož ventilová vratná pružina má mnohem vyšší tuhost, než malá vratná pružina uvnitř momentálně odemčeného hydraulického členu a ventil tak zůstává uzavřen. Zároveň dojde k přerušení zapalování a vstřiku příslušného válce a ten se tak dostává do odpojeného stavu.



Obr. 17 Vlevo odemčený stav hydraulického členu, odpojený ventil. Vpravo uzamčený stav, ventil v pracovním režimu.

V případě, že je zapotřebí plného výkonu motoru a sepnutí odpojených válců, se ovládací hydraulický okruh uzavře, což způsobí ztrátu tlaku oleje působícího na hydraulické členy (Obr.18). Na pojistné kolíky přestane působit tlak oleje a jsou vlastní vratnou pružinou vysunuty do původní pozice, kde opět pevně uzamknou vnitřní pouzdro s vnějším tělem hydraulického členu. Ten se v tu chvíli znovu stává pevným opěrným prvkem a vačka tak přes kladku rozvodové páky otevírá ventil. Dále dochází k obnovení zapalovací sekvence, vstřikování paliva a obnovení plného chodu motoru.

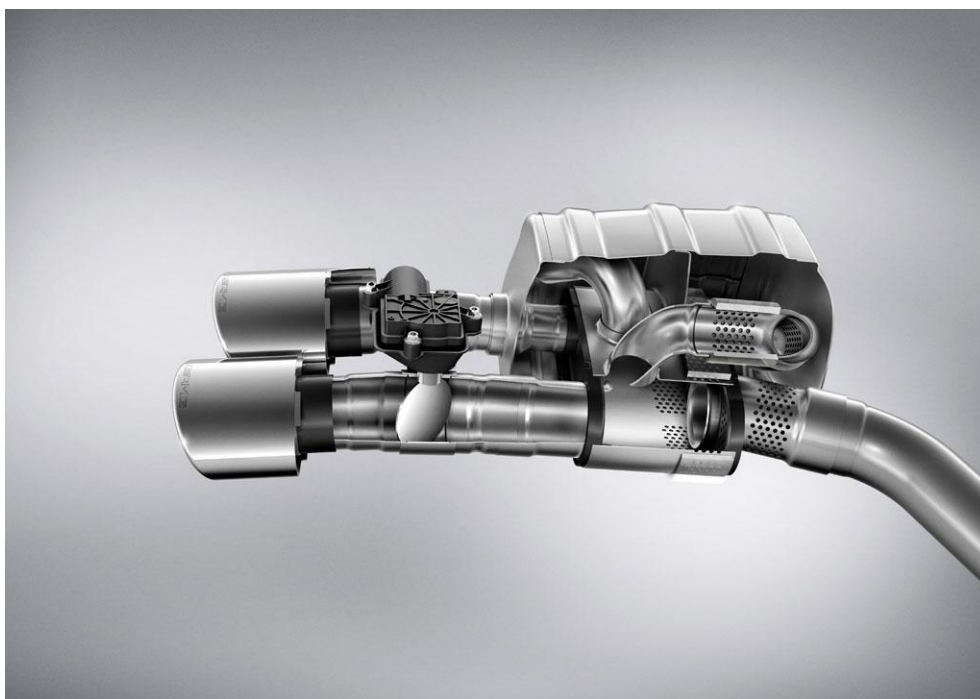


Obr. 18 Detail hydraulického členu v uzamčeném (vlevo) a odemčeném stavu

2.3.4 Výfukový systém

Motory koncernu Daimler – Chrysler se systémy odpojování válců se vyznačují ještě jedním speciálním systémem. Tím je klapkový výfuk značky Eberspächer (Obr.19), se dvěma nezávislými klapkami tlumičů, které se od 2000ot./min. začínají postupně otevírat v úhlech 15, 30 a 50 stupňů a zaručují vozu při klidné jízdě tichý projev. Při dynamické jízdě se naopak zvuk motoru plně projeví.

Dle výrobce automobilu zajišťuje výfuk stále příjemný zvuk osmiválce, bez výrazné změny po deaktivaci poloviny válců motoru [3], [12].



Obr. 19 Klapkový elektronicky ovládaný systém Eberspächer výfuku vozu Mercedes-AMG

2.4 VOLKSWAGEN ACT/COD

Koncern Volkswagen v současné době používá systém vypínání válců v atmosférickém motoru W12 COD, kde vypíná celou jednu řadu válců – střídavě pravou a levou, dále osmiválcovém motoru Audi 4.0 TFSI biturbo COD, kde dochází k vypínání válců číslo 2,3,5,8 a čtyřválcovém VW 1.4 TSI ACT u Audi značeného 1.4 TFSI COD, který vypíná druhý a třetí válec. Dochází tedy k odpojování vždy poloviny válců motoru při nízké zátěži. To znamená kolem 25-40% točivého momentu v rozmezí 960-3500 otáček za minutu u osmiválce a 1350-3900 otáček za minutu u čtyřválcce, při teplotě chladicí kapaliny vyšší než 30° C a zařazení minimálně třetího převodového stupně. Ke změně počtu aktivních válců dochází v rozmezí 13-40 milisekund, kdy dojde současně k odpojení vstřikování paliva, zážehu a zásahu do ovládní škrticí klapky motoru. Informace o počtu aktivních válců se zobrazuje na multifunkčním displeji v palubní desce. Snížení spotřeby se pohybuje v závislosti na motoru kolem 5-20% [1], [2], [3], [6].

Volkswagen je pravděpodobně první výrobce, který vypínání válců aplikuje v rámci současného trendu Downsizingu do velkosériově vyráběného maloobjemového čtyřválcového motoru, proto se zaměříme právě na tento agregát.

2.4.1 TSI 1.4 ACT

Motor EA211 1.4 TSI/TFSI je turbodmychadlem přeplňovaný zážehový řadový čtyřválec s DOHC rozvody se čtyř-ventilovou technikou, disponuje 103kW výkonu v 5000 otáčkách za minutu a 250Nm točivého momentu v rozmezí 1500-3500 otáček za minutu. Vychází ze staršího typu EA111, oproti kterému bylo dosaženo menších rozměrů, několika konstrukčních změn a snížení hmotnosti. Například výfukové svody jsou plně integrovány v hlavě válců a blok motoru je hliníkový. Nově se tento agregát se systémem COD/ACT objevuje i ve vozu Škoda Superb třetí generace. Výroba motorů řady EA211 probíhá taktéž v závodě Škoda Mladá Boleslav [13], [14].

Audi A3
cylinder on demand
04/12



Aktiviert
Activated

Deaktiviert
Deactivated



Obr. 20 Rozvodový systém 1.4 TSI ACT/DOD. Odpojitelné válce naznačeny zelenou barvou.

K přerušení chodu rozvodových ventilů odpojovaných válců bylo použito upraveného systému Audi Valvelift. Původní princip tohoto systému řízení zdvihu ventilů je založen na rozvodu OHC a dvou různých vačkových profilech umístěných na posuvné objímce s řídicími spirálovými drážkami. Za pomoci elektromagnetem ovládaných kolíků lze tuto objímku axiálně posouvat na drážkovaném rozvodovém hřídeli a nastavit tak vůči kladce rozvodové páky v závislosti na otáčkách motoru momentálně vhodnější vačkový profil. V případě systému vypínání válců u čtyřválcového motoru byl druhý vačkový profil nahrazen „nulovou vačkou“ - kruhovým profilem, který po posunutí do pracovní polohy nepřenáší přes rozvodovou páku žádný pohyb na zdvihátko ventilu a ten tak zůstává neustále v uzavřené poloze. To se děje jak na sací, tak výfukové straně rozvodů a válec je deaktivován [1].

Vypínání válců je v tomto případě po mechanické stránce realizováno pouze v hlavě válců, úpravou rozvodových hřídelů a víka ventilů motoru, což je výhodné z hlediska jednoduchosti výroby a ceny systému. Komponenty ACT systému navíc zvyšují hmotnost motoru o pouhé 3kg. Vypínáním poloviny válců dochází dle výrobce k ušetření 0,5 litru paliva a snížení emisí CO₂ o 800g na každých 100km jízdy [2].

K výše zmíněnému motoru 1.4l TSI 103kW s šestistupňovou převodovkou uvádí Volkswagen graf znázorňující výsledky spotřeby (Verbrauchsergebnisse) při použití systém s odpojováním válců (Zylinderabschaltung-ZAS). Na svislé ose je zobrazeno procentuální snížení spotřeby paliva (Verbrauchsreduzierung in %) v závislosti na rychlosti jízdy v kilometrech za hodinu, zobrazené na vodorovné ose (Fahrgeschwindigkeit in km/h) a zároveň na právě zařazeném převodovém stupni (1.-6. Gang).

1.4l 103kW ZAS – Verbrauchsergebnisse

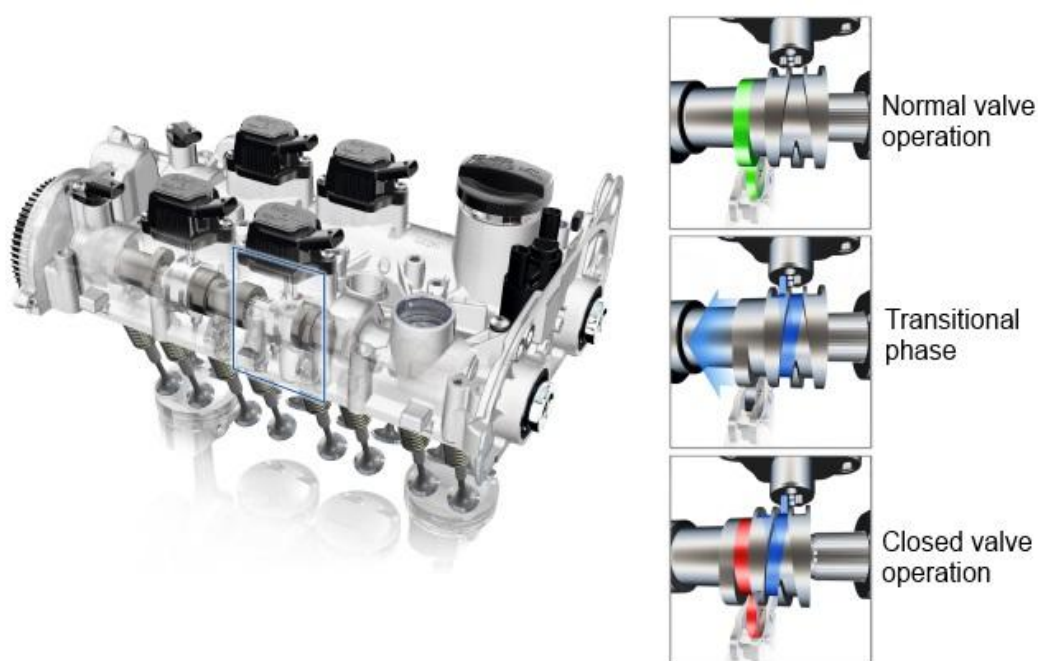


Obr. 21 Graf znázorňující pokles spotřeby při použití systému vypínání válců

2.4.2 Princip vypínání válců

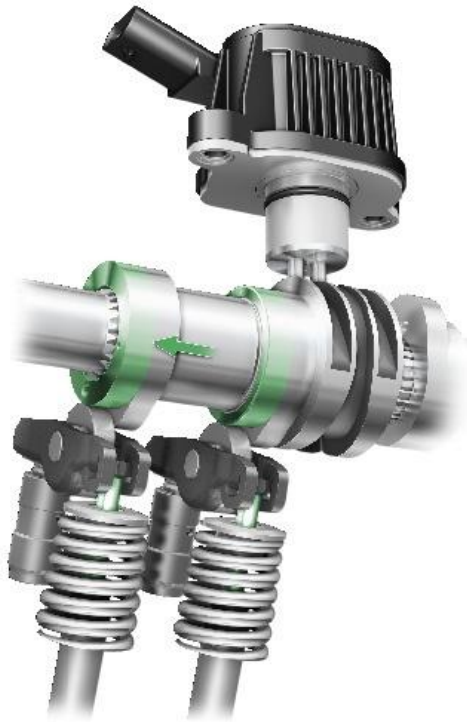
Při splnění provozních podmínek vhodných k chodu na poloviční dva válce dostane řídicí jednotka motoru příkaz a spojí elektrický obvod ke čtyřem elektromagnetům, umístěným ve víku ventilů nad vačkovými hřídeli (Obr.22). Na každý válec připadají dva elektromagnety, jeden na posouvání vačky sacích ventilů, druhý na posuv vačky ovládající výfukové ventily. Přičemž každý elektromagnet má dvě cívky pro ovládání dvou kolíků, jeden pro odstavení a druhý pro opětovné zapojení rozvodů do aktivního chodu. Po připojení odpojovací cívky elektromagnetu do obvodu se vysune odstavný kolík a najede do vypínací drážky speciálního spirálovitého profilu na objímce vačky (na obrázku modře). Současným rotačním pohybem objímky vačky a působením kolíku dojde k axiálnímu posuvu objímky (na obrázku modrá šipka – Transitional phase

- přechodná fáze) tak, že vačkový profil, zajišťující přes kladku ventilového vahadla pohyb ventilu (na obr. zeleně – Normal valve operation- běžný chod ventilu), se odsune z dosahu excentrické kladky a nahradí jej nulový profil, který má kruhový průřez (červená barva). Ten se s kladkou rozvodové páky navzájem pouze odvaluje a nepřenáší na rozvodovou páku žádný pohyb. Ventil je tak nečinný a válec je uzavřen (Closed valve operation- ventil odpojen). Zároveň řídicí jednotka přeruší zapalovací sekvenci a zablokuje vstřikovače paliva. Motor v tuto chvíli běží na dva aktivní válce a displej v palubní desce automobilu řidiči zobrazuje nápis „2-cylinder mode“, případně v češtině „2-válcový režim“ [1], [2], [13].



Obr. 22 Zobrazení víka ventilů obsahující elektromagnety s kolíky způsobujícími posuv objímky vačky

Po sešlápnutí plynového pedálu, při potřebě prudkého zrychlení, přijde signál do řídicí jednotky, která sepne obvod cívek elektromagnetu a dojde k vysunutí zapojovacího kolíku. Ten po zasetí do druhé, „zapojovací“ spirálové drážky na objímce vačkového profilu způsobí posuv celé objímky do původní polohy, kdy vačka opět dosedá na kladku rozvodové páky, jenž působí na dřík ventilu a nutí samotný ventil k pohybu. Současně dojde k obnovení zapalovací sekvence a průchodu signálu k oběma odstaveným vstřikovačům paliva, které začnou dodávat palivo do spalovací komory a motor tak přejde do plného chodu. Celá tato změna přitom proběhne za pouhou jednu otáčku vačkového hřídele [1], [13].



Obr. 23 Detail elektromagnetu, posuvné vačkové objímky s drážkami a rozvodových pák ventilů v poloze odpojených ventilů

Motor EA 211 se skládá z jednotlivých zaměnitelných modulů. To znamená, že pokud zákazník systém ACT nevyžaduje, osadí se motor obyčejným víkem ventilů obsahujícím rozvodové hřídele bez mechanismu odpojování válců. Tento systém umožňuje levnou a jednoduchou výrobu mnoha variant motoru dle přání zákazníka. Ve vozech s osmiválci je systém doplněn aktivními hydraulickými lůžky motoru pro eliminaci nežádoucích vibrací AEM a aktivní kontrolou hluku ANC, který vysílá zvukové vlny s opačnou fází pro odstranění rušivých frekvencí při jízdě s odpojenými válci [14], [15].

2.4.3 Aktivní uložení motoru - AEM

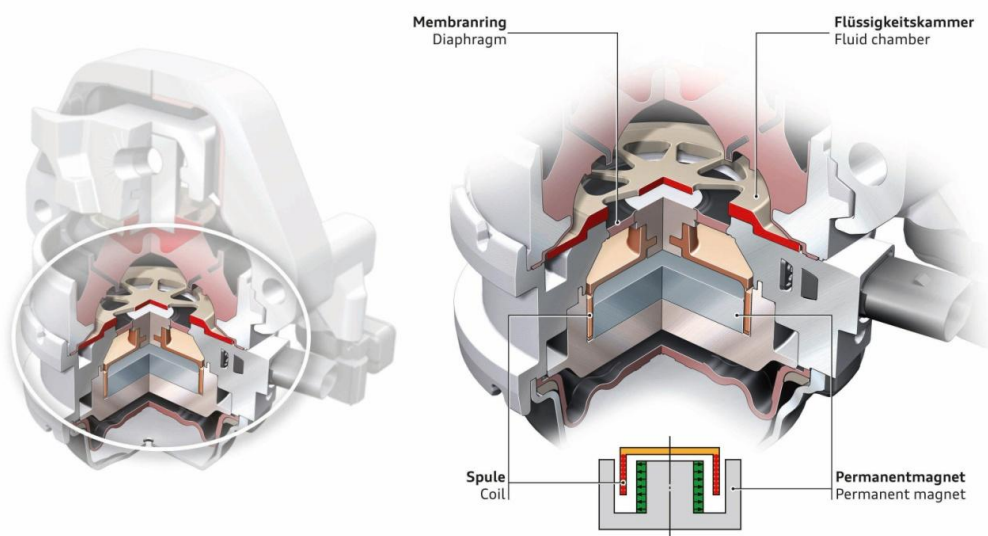
U koncernu Volkswagen mají vozy vyšší třídy s osmiválcovými motory 4.0 TFSI s vypínáním válců COD zároveň další technickou úpravu, tentokrát spíše zvyšující komfort posádky, než nezbytnou nutnost. Jedná se o aktivní ložiska uložení motoru AEM (Active Engine Mount) [15]. Při chodu motoru na poloviční čtyři válce vznikají mírné torzní vibrace, které běžný osmiválec při plném chodu přirozeně eliminuje. Proto je agregát uložen pomocí aktivních lůžek a vibrace motoru jsou sledovány za pomoci dvou senzorů. Jedná se o snímače zrychlení umístěné ve dvou lůžkách, které

poskytují údaje pro určení amplitudy nezbytné k vyrušení vibrací a také snímače otáček motoru na klikovém hřídeli, jejichž signály slouží k výpočtu přesné fáze a frekvence pohonu. Tyto informace odesílají řídicí jednotce, která posléze vyšle signál zpět do lůžek, jenž fázově přesazenými vibracemi zklidňují chod motoru při odpojených válcích a zároveň ještě více vyhlazují pohyby motoru v režimu osmiválec a to i při volnoběžných otáčkách [15].

Lůžko funguje na principu elektromagnetu s oscilační cívkou. Ve spodní části, přichycené na šasi vozidla se nalézají trvalý magnet (Permanent magnet), kolem kterého se nalézají vinutí cívkou (Coil). Její rychlý zdvih se přenáší přes pružnou membránu (Diaphragm) do hydraulické kapaliny v komoře (Fluid chamber) držáku, který zároveň absorbuje pohyby motoru. V této kapalině se tak vibrace od motoru a vibrace způsobené cívkou vzájemně eliminují [15].

Audi S8

Aktives Motorlager - Aufbau mit Schwingspulenaktor
Active engine mount - construction with moving coil
09/11



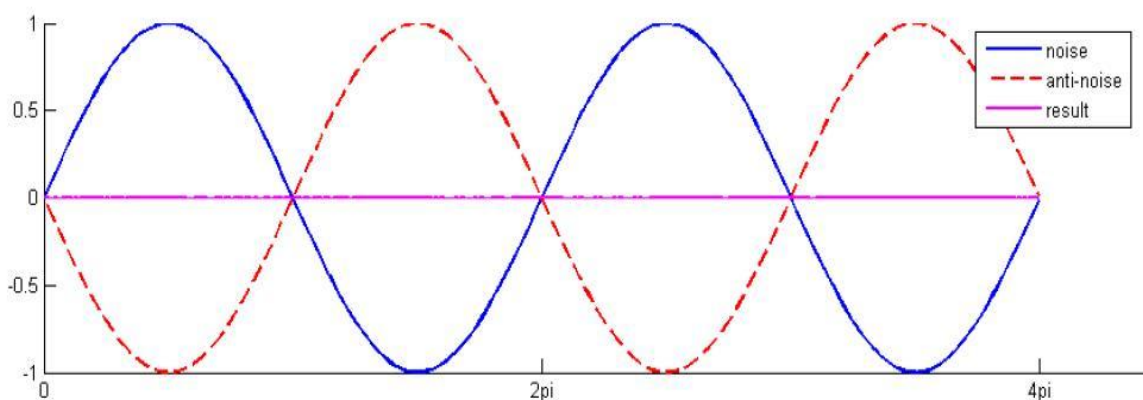
Obr. 24 Aktivní lůžko motoru vozu Audi S8

Prakticky shodný systém využívá u svého systému VCM také značka Honda.

2.4.4 Aktivní potlačení hluku – ANC

Tento systém (Active Noise Cancellation) se nalézá také převážně ve vozech vyšších tříd. Slouží k potlačení negativních zvukových projevů při změně režimu motoru. Pracuje na principu známém jako destruktivní interference - pokud se překrývají dvě zvukové vlny se stejnou frekvencí, jejich amplitudy mohou být uspořádány tak, aby vzájemně vyrušily. Amplitudy musí být stejné velikosti, ale fázově posunuty o 180 stupňů [15], [16].

Graf znázorňuje destruktivní interferenci. Na vodorovné ose je naznačena perioda, na svislé ose je amplituda. Hluk (noise) je naznačen modrou sinusovkou, rušivý signál (anti-noise) přerušovanou červenou sinusovkou a výsledkem je vyhlazený nulový průběh (result).

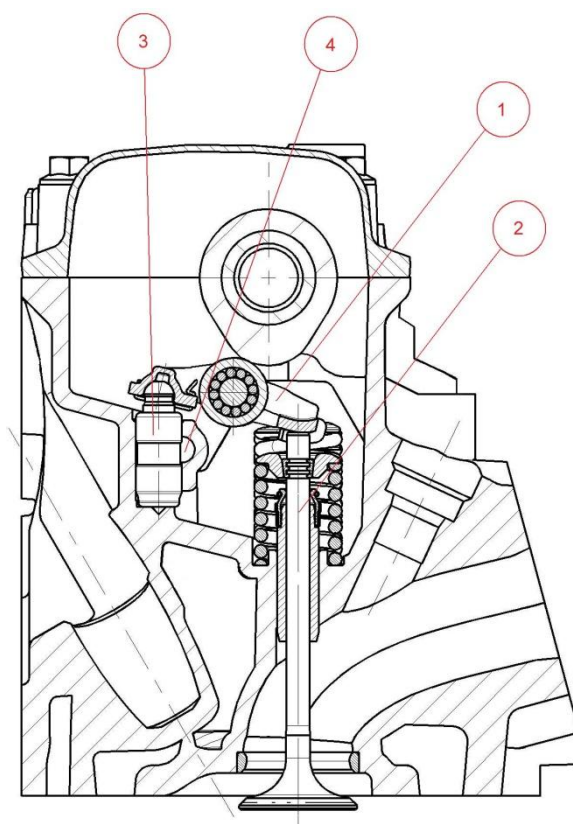


Obr. 25 Graf destruktivní interference

Modely Audi, ve kterém se nachází motor 4.0 TFSI COD jsou vybaveny čtyřmi malými mikrofony, které jsou viditelné v obložení střechy interiéru. Každý z nich registruje kompletní spektrum hluku v jeho bezprostředním okolí. Z těchto signálů řídicí jednotka systému ANC počítá prostorové rozdíly zvukového obrazu. I zde je zapotřebí zároveň sledovat otáčky motoru za pomoci snímače na klikovém hřídeli. Do každé z oněch čtyř zón, v nichž systém zjistil prostřednictvím mikrofonů rušivý hluk, vysílá posléze cílený, přesně modulovaný zvuk, který se s původním hlukem vyruší. Systém ANC musí zejména reagovat rychle a přesně v krátkých časových intervalech, během nichž probíhá deaktivace či reaktivace válců [15], [16].

3 VLASTNÍ NÁVRH SYSTÉMU VYPÍNÁNÍ VÁLČŮ

Pro návrh systému vypínání válců byl vybrán obecný zážehový čtyřválec s rozvodem OHC 8V (Obr.26), u kterého se pohyb vačky přenáší přes kladku na ventilová vahadla (1), opřená jedním ramenem o dřík ventilu (2) a druhým ramenem o hydraulický člen (3), ovládaný tlakem oleje přes olejový kanál (4), sloužící k vymezení ventilové vůle. Motorů s typem rozvodu OHC je velké množství, v současné době bezesporu převažují nad starší konstrukcí rozvodu typu OHV. Pro zjednodušený návrh je tedy tento motor nejvhodnější.



Obr.26 Hlava motoru s rozvodovým systémem OHC [Nákres autora]

Další výhodou je možnost výběru systému vypínání válců. Díky rozvodovému systému obsahujícímu vačkovou hřídel v hlavě válců motoru je totiž možné aplikovat z výše zmiňovaných technických provedení jak systém ACT/COD od Volkswagenu, tak variantu CM od Mercedes-AMG. Systém Honda VCM je nejméně vhodným pro jeho technicky složitější konstrukční řešení vahadel a větší zástavbový prostor.

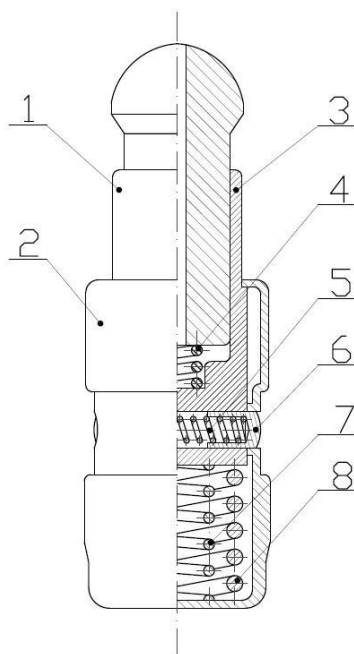
Z důvodu jednodušší konstrukce a pravděpodobně i nejnižších nákladů na úpravu budeme volit právě systém podobný CM a odpojovat budeme dva vnitřní válce, tedy číslo dva a tři.

3.1 Hydraulický obvod a ovládání

Jak již bylo psáno výše, toto zařízení se nachází v hlavě válců, kde nahrazuje hydraulické členy, sloužící k vymezení vůlí ventilů. Vymezování vůle ventilů probíhá působením tlaku oleje na samotný hydraulický člen. Tlak oleje je tvořen čerpadlem oleje, které jej rozvádí v celé mazací soustavě.

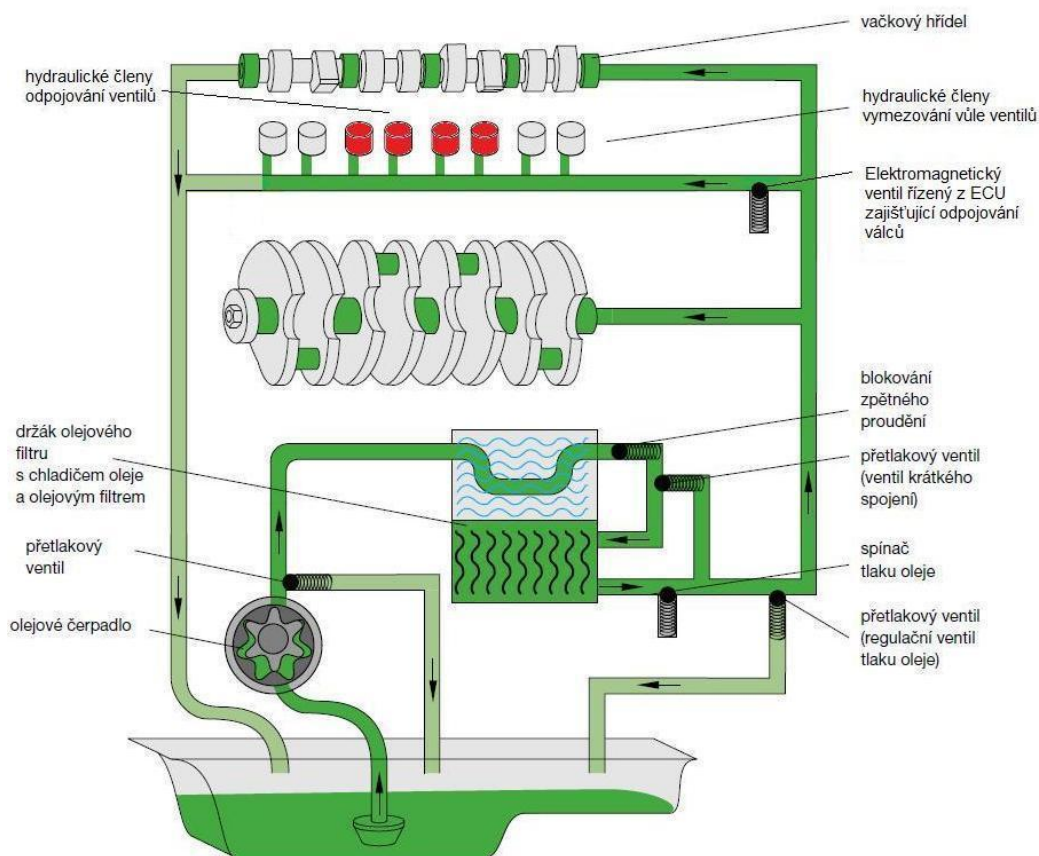
Protože se jedná o agregát s dvouventilovou technikou a rozhodli jsme se odpojovat dva válce, postačí nám čtyři odpojovací hydraulické členy, po jednom pro sací a výfukový ventil každého z vypínaných válců. Tyto členy (Obr.27) jsou zcela shodné se systémem AMG-CM, jejich princip je založen na soustavě pružin (4,5,7,8) a uzamykacích kolíků (6), kdy při absenci tlaku oleje jsou tyto členy vzájemně uzamknuty, píst (1) společně s výsuvným pouzdrem (3) je vůči vnějšímu tělu (2) ve vysunuté poloze a tvoří opěrný člen pro rozvodovou páku, která převádí pohyb vačky na zdvih ventilu.

V případě přivedení tlaku oleje se uzamykací kolíky hydraulického členu odemknou, ten se při působení profilu vačky na kladku rozvodové páky zasouvá a znemožňuje přenos pohybu na ventil, který tak zůstává dočasně uzavřen.



Obr.27 Částečný řez hydraulického členu [Výkres autora]

Tlakový olej budeme přivádět stále olejovým kanálem, avšak do obvodu připojíme navíc elektromagnetický ventil, ovládaný z řídicí jednotky motoru. Tento krok je nutný pro ovládání odpojovacích hydraulických členů, které potřebujeme mít pod tlakem pouze pro režim odpojených válců, avšak centrální mazací soustava (Obr.28) je pod neustálým tlakem díky čerpadlu, poháněnému přes řetěz klikovým hřídelem.



Obr. 28 Mazací soustava motoru s úpravou pro odpojování válců

3.2 Princip funkce systému odpojování válců

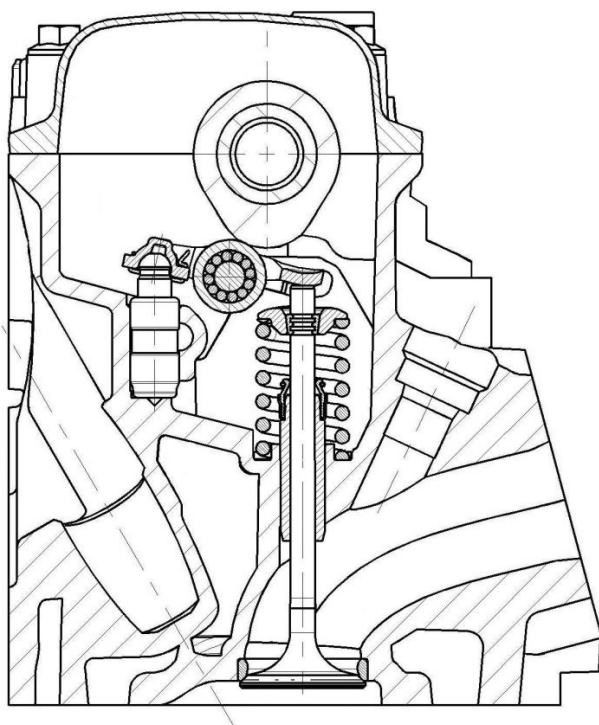
Funkce je opět shodná se systémem AMG - CM. V momentě, kdy řídicí jednotka vyše příkaz pro odpojení válců číslo dva a tři, elektromagnetický ventil otevře přívod oleje do kanálu pro ovládání hydraulických členů. Po přivedení tlaku oleje na hydraulické opěrné odpojovací členy dojde k zatlačení na pojistné kolíky, jenž drží pohromadě vnitřní pouzdro a vnější tělo členu. Poté je umožněn pohyb vnitřního pouzdra vůči vnějšímu tělu. V okamžiku, kdy se profil vačky odvalí přes kladku, přestane být hydraulický člen opěrou, protože rozvodová páka působí na vnitřní pouz-

dro, které je díky slabé vratné pružině a vyřazení uzamykacích kolíků stlačeno do vnějšího těla členu. Opěrou se tak naopak stává dřík ventilu, jelikož ventilová vratná pružina má mnohem vyšší tuhost, než malá vratná pružina uvnitř momentálně pružného hydraulického členu a ventil tak zůstává uzavřen. Zároveň dojde ve stejný okamžik k přerušení zapalování a vstřiku příslušného válce a ten se tak dostává do odpojeného stavu.

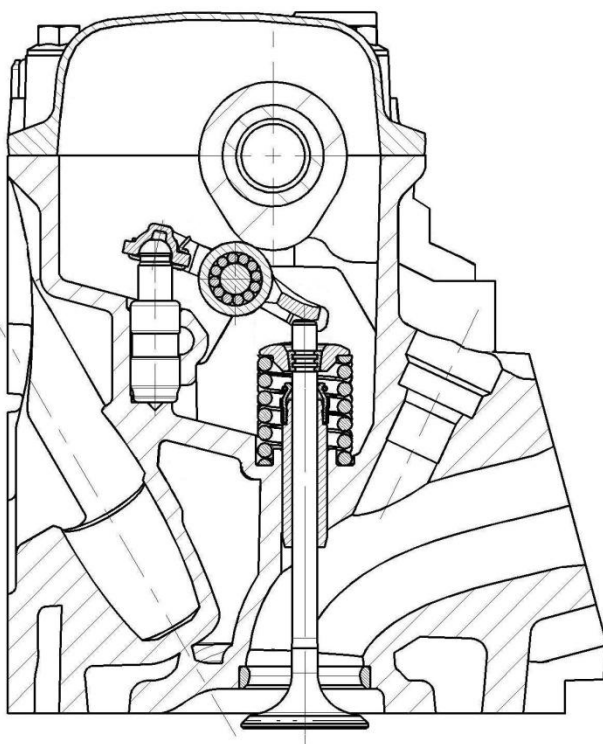
V momentě, kdy jízdní podmínky vyžadují opětovný návrat k plnému chodu motoru na čtyři válce, příkazem řídicí jednotky se rozpojí elektrický obvod elektromagnetického ventilu, který uzavře přívod tlaku oleje k hydraulickým členům, pojistné kolíky jsou při absenci tlaku oleje vratnou pružinou vysunuty do své původní pozice, kde opět pevně uzamknou vnitřní pouzdro s vnějším tělem hydraulického členu. Ten se tak stane pro rameno rozvodové páky pevnou opěrou a vačka přes kladku rozvodové páky přenáší pohyb na rozvodový ventil. Dále dochází přes elektroniku řídicí jednotky motoru k sepnutí zapalování, vstřikováním paliva a motor pracuje v plném režimu čtyřválec.

3.3 Nákresy funkce systému

Pro představu funkce hydraulického členu při odpojování ventilů a porovnání obou stavů dobře poslouží následující obrázky (Obr.29, Obr.30).



Obr. 29 Odstavený sací ventil odpojeného válce, hydraulický člen odemčen [Nákres autora]



Obr. 30 Sací ventil válce v aktivním režimu, hydraulický člen uzamčen [Nákres autora]

ZÁVĚR

System vypínání válců je bezesporu jedním z vhodných řešení jak zvýšit efektivitu i ekonomiku a tím spojenou ekologii jízdy vozidla se spalovacím motorem, protože trend snižování objemu motoru a vývoj zdokonalování spalovacího procesu mají své limity. Do budoucna lze očekávat zavedení vypínacích systémů u dalších výrobců automobilů a s tím spojená nová technická řešení, která mohou být odlišná než ta, jenž byla uvedena v této práci. Již v době psaní této práce se vypínání válců začalo zavádět v rámci koncernu Volkswagen do vozidel tuzemské značky Škoda, konkrétně v nabídce nejvyššího modelu Superb 3. generace se čtyřválcem 1.4 TSI. System vypínání válců dostala i nová Alfa Romeo Giulia QV disponující přeplňovaným třilitrovým šestiválcem původem z Ferrari. Dále existují zprávy o přípravách vypínání válců například u značek Ford a FIAT. V prvním případě se jedná o přeplňovaný tříválec Ford Ecoboost o objemu 1.0L, kterému má být odpojován jeden válec a ve druhém případě dokonce přeplňovaný dvouválec FIAT TwinAir SCOD 0.9L s možným vypínáním taktéž jednoho válce.

Tyto případy jsou ovšem dle názoru autora již jistým zacházením do extrémů, protože pokud má vypínání válců smysl, pak bezesporu u víceválcových velkoobjemových motorů, které disponují dostatečným přebytkem výkonu a jejich „ochromení“ jízdou na polovinu válců přináší stále poměrně dobrý jízdní komfort a především i znatelnou úsporu paliva a snížení vyprodukovaných emisí. Také z hlediska ceny velkého agregátu bude tvořit systém vypínání válců poměrně zanedbatelnou položku.

U motorů s malým objemem a méně než čtyřmi válci může být odpojování poněkud sporným tématem především z důvodů méně příznivého poměru ceny motoru k ceně doplňkového systému vypínání, kdy takto malé motory jsou poměrně levné, avšak samotný systém vypínání a jeho aplikace na motor již jeho cenu zvýší znatelněji, než tomu bude u motoru velkého. Poměr samotné úspory paliva a snížení vypouštěných emisí vůči motoru bez systému vypínání válců bude pravděpodobně naopak celkem nízký a zároveň lze očekávat zhoršení jízdního komfortu posádky z důvodů přirozeně méně vyhlazeného chodu motorů s malým počtem válců a jejich malému výkonu.

Přesto je velmi pravděpodobné, že se dle rčení „každé zboží má svého kupce“, najdou zákazníci i pro automobily s těmito motory a systémy. Což je naprosto

v pořádku, pokud bude výběr motoru s takovým systémem založen na svobodném rozhodnutí. Bohužel současná politika a místy poněkud přehnaný trend ekologie směřuje k plošným povinným zaváděním úsporných systémů podobně jako je v současnosti například Start-Stop, ventily EGR a DPF filtry a další podobné systémy, jenž mnohdy bezesporu zlepšují výrobcům automobilů tabulkové parametry spotřeby a emisí, avšak pro koncového zákazníka znamenají zvýšené náklady nejen při pořizování vozu ale zejména pak při jeho údržbě a opravách.

Seznam použité literatury

1. Pavel Biskup. Cylinder on Demand – Vypínání válců. Převzato z časopisu Automobil. *Automobilrevue.cz*. [online]. © 2012 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/technika/cylinder-on-demand-vypinani-valcu_41180.html
2. Pavel Olivík .Vypínání válců – Downsizing bez zmenšování. *Autorevue.cz*. [online]. © 2011 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.autorevue.cz/vypinani-valcu---downsizing-bez-zmensovani>
3. Lukáš Vaverka. Technika – Vypínání válců včera a dnes. *Auto.cz*. [online]. © 2012 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/technika-vypinani-valcu-vcera-dnes-64657>
4. Hit and miss engine. *Wikipedie: the free encyclopedia* [online]. 2015 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Hit-and-miss_engine
5. Luděk Vokáč. Nový Superb bude jezdit na dva válce *Auto.idnes.cz*. [online]. © 2015 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/vypinani-valcu-superb-act-09k-/automoto.aspx?c=A150415_224909_automoto_vok
6. Audi používá technologii vypínání válců již ve třech motorech *Autoperiskop.cz*. [online]. 2013 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://autoperiskop.cz/audi-pouziva-technologie-vypinani-valcu-jiz-ve-trech-motorech-1-4-tfsi-cod-4-0-tfsi-cod-a-i-w12-cod-v-novem-audi-a8-l/>
7. Roy Berndt. Tech Feature: The Variables of Valve Timing. *Underhoodservice.com*. [online]. © 2010 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.underhoodservice.com/tech-feature-the-variables-of-valve-timing/>
8. Displacement on Demand System Description. *Fastfieros.com*. [online]. 2005 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: http://www.fastfieros.com/tech/dod_oil_path.htm
9. Luděk Vokáč. Motory GM ušetří až 15% paliva. *Auto.idnes.cz*. [online]. © 2015 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/tula-dynamic-skip-fire-vypinani-valcu-gm-fdu-/automoto.aspx?c=A150119_204541_automoto_vok
10. Honda [online]. © 2015 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://world.honda.com/automobile-technology/VCM/>
11. . VTEC system. *Autolexicon.net*. [online]. 2011 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/vtec-variable-valve-timing-and-lift-electronic-control/>

12. Mercedes – AMG [online]. © 2015
[cit. 2015-05-18]. Dostupné z:
http://www.mercedes-amg.com/slk55.php#powertrain_section
13. Jiří Duchoň. VW/Audi 1.4 TSI. *Autorevue.cz*. [online]. 2012
[cit. 2015-05-18]. Dostupné z:
<http://www.autorevue.cz/vwaudi-14-tsi-odpojovani-valcu-realne-video>
14. MQB EA211 1.4 TSI. *Eurocarnews.cz*. [online]. 2012
[cit. 2015-05-18]. Dostupné z:
<http://www.eurocarnews.com/43/0/0/9915/volkswagen-mbq-ea-211-tsi-engine-modular-layout/gallery-detail.html>
15. In detail Audi 4.0 TFSI. *Fourtitude.cz*. [online]. 2011
[cit. 2015-05-18]. Dostupné z:
http://www.fourtitude.com/news/publish/Audi_News/article_7153.shtml
16. Active noise kontrol. *Fisitech.wordpress.com*. [online]. 2010
[cit. 2015-05-18]. Dostupné z:
<https://fisitech.wordpress.com/2010/07/06/active-noise-control-wiping-up-unwanted-sound/>
17. Vlk, F.: Příslušenství vozidlových motorů. Kniha, Nakladatelství a vydavatelství VLK, Brno 2002. ISBN 80-238-8755-6.
18. MACEK, J., SUK, B.: Spalovací motory I., ČVUT Praha 1994.
ISBN 80-01-02085-1:141
19. BEROUN, S., PÁV, K.: Vybrané statě z vozidlových spalovacích motorů, Liberec 2013. ISBN 8073729571
20. Michael Knowling. Cylinder deactivation reborn. *Autospeed.com*. [online] © 2015
[cit. 2015-05-18]. Dostupné z:
<http://www.autospeed.com/cms/article.html?&A=2618>

Zdroje použitých obrázků

Obr. 1 HONDA VCM.....	12
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://slickdeals.net/f/6221520-honda-pilots-with-vcm-oil-consumption-thread-all-honda-pilots-2009-update-2-new-class-action-suit-11-6-13-8-year-warranty-or-paid-repairs-see-post-26	
Obr. 2 Cadillac L62 V8-6-4.....	14
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.autospeed.com/cms/gallery/article.html?slideshow=0&a=2618&i=3	
Obr. 3 Audi S8 COD.....	17
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.auto.cz/technika-vypinani-valcu-vcera-dnes-64657/foto?foto=5	
Obr. 4 Vortec 5.3L.....	19
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.superchevy.com/how-to/engines-drivetrain/0405sc-gmdod/Obr.5	
Obr. 5 Hydraulické schéma Vortec 5.3l.....	20
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.fastfieros.com/tech/dod_oil_path.htm	
Obr. 6 Funkce hydraulických zdvihátek.....	21
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.fastfieros.com/tech/dod_oil_path.htm	
Obr. 7 Hydraulická zdvihátka.....	22
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.fastfieros.com/tech/dod_oil_path.htm	
Obr. 8 Blok motoru.....	23
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.fastfieros.com/tech/dod_oil_path.htm	
Obr. 9 HEMI MDS.....	24
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://autos.jdpower.com/content/consumer-interest/gnHI9wQ/engine-cylinder-deactivation-saves-fuel.htm	
Obr.10 Honda VCM.....	25
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.autorevue.cz/Client.Gallery/show.aspx?id_file=419642804&article=23236	
Obr.11 Vahadla i-VTEC.....	26
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.autospeed.com/cms/article.html?A=3067	

Obr.12 Hydraulické okruhy.....	27
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z http://www.worldcarfans.com/10507058867/new-honda-hybrid-engine-system/lowphotos#7	
Obr.13 Zadní hlava válců.....	28
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://world.honda.com/automobile-technology/VCM/detail/	
Obr.14 Hydraulické dutiny.....	28
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.team-bhp.com/forum/test-drives-initial-ownership-reports/54941-honda-accord-v6-driven.html	
Obr.15 Mercedes-Benz ZAS.....	29
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/technika/cylinder-on-demand-vypinani-valcu_41180.html	
Obr.16 Hlava válců AMG 5.5.....	31
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.autorevue.cz/mercedes-slk-55-amg-i-nadale-s-atmosferou_1	
Obr.17 Rozvodový systém.....	32
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.autorevue.cz/mercedes-slk-55-amg-i-nadale-s-atmosferou_1	
Obr.18 Hydraulický člen.....	32
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.autorevue.cz/mercedes-slk-55-amg-i-nadale-s-atmosferou_1	
Obr.19 Výfukový systém.....	33
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.autorevue.cz/mercedes-slk-55-amg-i-nadale-s-atmosferou_1	
Obr.20 TSI 1.4 COD.....	35
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://mixmotor.eu/4366/efektivita-na-vzostupe-technologie-vypinania-valcov-je-k-dispozicii-pre-tri-motory	
Obr.21 Graf VW.....	36
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/technika/cylinder-on-demand-vypinani-valcu_41180.html	
Obr.22 Víko ventilů.....	37
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.autoraan.com/the-new-volkswagen-golf-das-auto-is-now-vw-golf-7/	

Obr.23 Elektromagnet	38
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://audi-encounter.com/magazine/technology/02-2012/92-in-two-four-time	
Obr.24 Aktivní lůžko motoru.....	39
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.autolexicon.net/cs/articles/aktivni-luzka-motoru/	
Obr.25 Graf interference.....	40
[online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: https://fisitech.wordpress.com/2010/07/06/active-noise-control-wiping-up-unwanted-sound/	
Obr.28 Mazací soustava.....	43
Dílenská učební pomůcka SP 19-1 pro motory řady EA113 Škoda Auto. Upraveno autorem	

Seznam příloh

Příloha 1: CD

Obsah CD:

Složka Obsah formát souborů

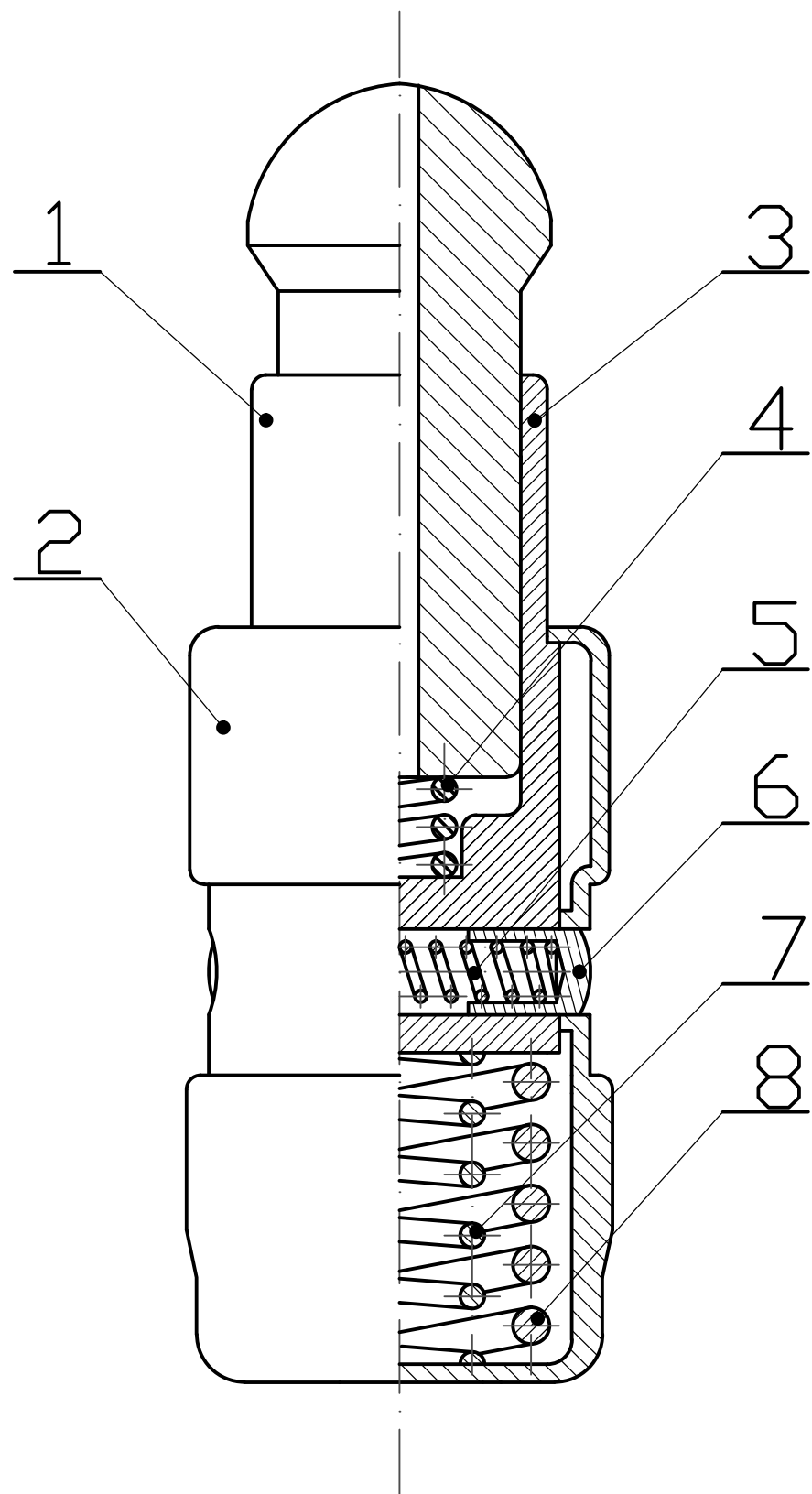
[TEXT] Text diplomové práce (.pdf)

[OBRÁZKY] Obrázky použité v práci (.jpeg)

[VÝKRES] Výkres (.pdf)


Seznam výkresů

Výkres č. 1: KVM-BP-304-01, HYDROČLEN



8	Pružina pouzdra 2	1
7	Pružina pouzdra 1	1
6	Pojistný kolík	2
5	Pružina kolíků	1
4	Pružina pístu	1
3	Vnitřní pouzdro	1
2	Tělo	1
1	Píst	1

Poz.	Název dílu		Mn.
Rozm.-Polot.			
	c)	Mater.	Pr. odp.
	b)	Č. hm.	kg Hr. hm. kg
	a)		
Změna	Datum	Index	Podpisy
Měřítko	Pozn.	Navrhl	
10:1		Kreslil	Rydval L.
Č.seznamu		Přezkoušel	
Č.sestavy		Technolog	
Starý výkr.		Normaliz.	
Nový výkr.		Schválil	
		Datum	


TU v Liberci
Hydročlen
 Typ
 Čís.výkresu
304-01
 List 1

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK