

Cylinderhuvud för bästa gasväxling och högsta prestanda

Allmänt:

Högsta effekt och vridmoment nås med maximal mängd luft i motorns cylinder. Det möjliggör tillförsel av största mängd bränsle med korrekt bränsle/ luftblandning. Med en given slagvolym betyder det att motorn ska suga in och hålla kvar så stor luftmassa som möjligt i cylindern i varje arbetstakt och över alla varvtal.

I teorin kan man med en sugmotor maximalt få in den luftmängd som motsvarar just cylinderns slagvolym. Det är då 100 % fyllnadsgrad i varje insugningstakt. Men i verkligheten kan det bli upp till mer än 120 %, förutsatt ett effektivt cylinderhuvud,

kanal och kamsystem som med gynnsam yttre gasväxling ger en viss "egen-överladdning".

Vad man når i fyllnadsgrad styrs helt av motorns gasväxling och hur effektiv insugning luft och utblåsning avgaser sker. Effekten bestäms också av den inre cykeln med sin kompression, förbränning och åtföljande arbetstakt med fullgod expansion.

Högsta effekt fås med maximering av luftmassa i cylindern med optimerad gasväxling ihop med högsta möjliga kompressionsförhållande, med en snabb förbränning även i höga varvtal och med en minimering av mekaniska förluster

För en prestandamotor gäller alltså

- Största slagvolym (för det mesta klassgränsstyrd)
- Utnyttja höga varvtal (ibland begränsat i reglemente)
- Hög förbränningsverkningsgrad (kompression ibland begr. i reglemente)
- Låga mekaniska förluster (min. mått komponenter ev. i reglemente)
- Bästa möjliga gasväxling (cylinderhuvud är ofta fritt i reglementen)
- Høgt luftutnyttjande/ lufteffektivitet (i fall med restriktor)

Cylinderhuvud:

Bästa gasväxling och förbränning kräver alltid en optimal design cylinderhuvud, oavsett om det rör sig om 2V eller 4V. Det kräver också bästa ventil- och kamaxelsystem. Cylinderhuvudet måste givetvis samverka optimalt med yttre gasväxlingssystemet, både på insugnings- och avgassidan.

Höga prestanda kräver dessutom hög mekanisk styrka och god strukturell stabilitet samt framförallt tillräcklig kylning i alla kritiska punkter. Svårigheten är att detta måste kombineras i en konstruktion där

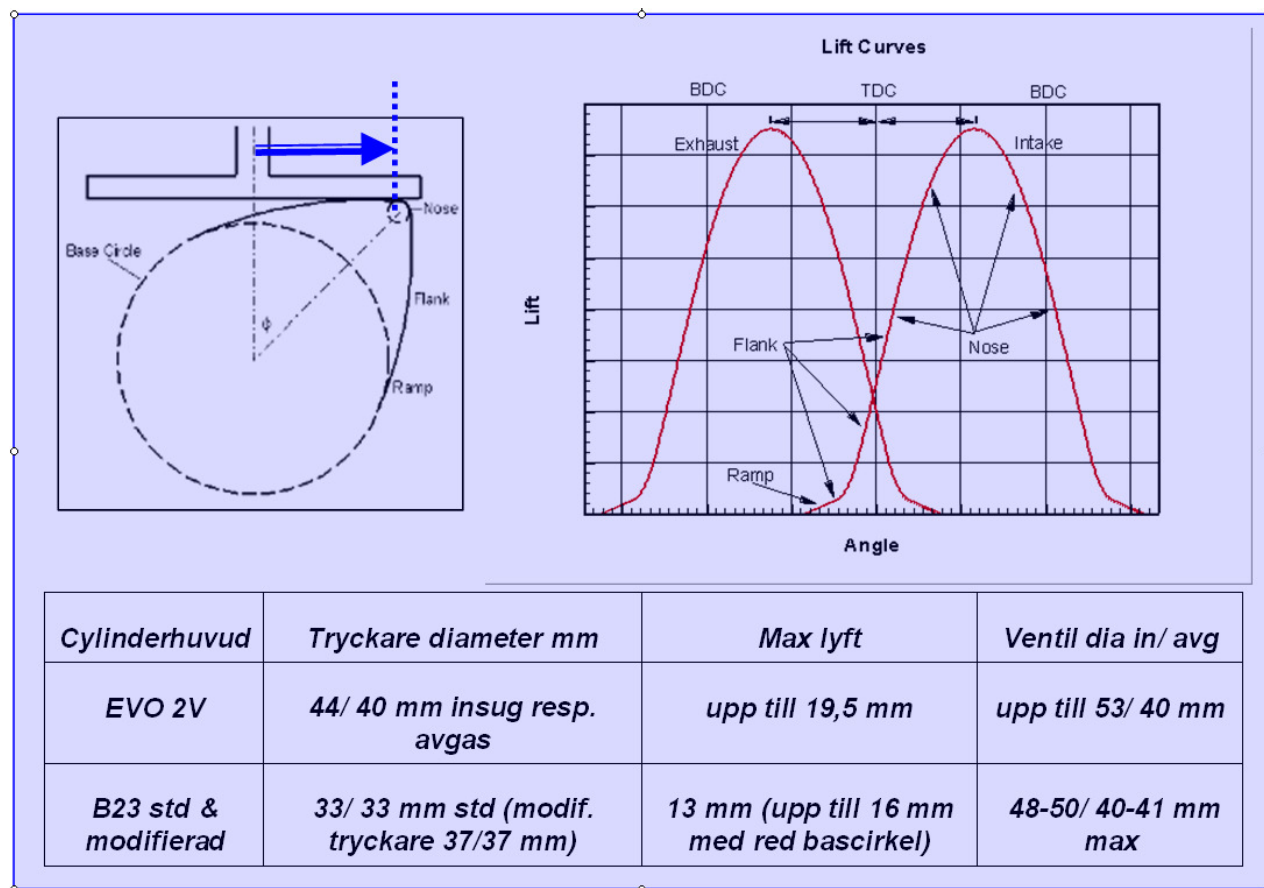
man också får plats med största möjliga ventiler samt korrekt placerade högflödande insugnings och avgasportar med en optimal area och form.

Gjutämnet måste därför ha en grundform som ger högt styrka utan att kräva kompromisser på väggjocklekar, termisk och mekanisk funktion och framförallt inte på tillförlitlighet. Sist men inte minst ska geometrin på förbränningsrum och central tändstiftsplacering garantera snabb och effektiv förbränning också i höga varvtal

Kamsystem:

Högsta prestanda fås med kamaxlar med höga lyft inom given duration. Höga kamnockar måste ha frigång i kamaxelhuset, likaså måste det finnas plats för rejäla ventilfjädrar. I direktverkande system

måste tryckarens diameter vara så stor som möjligt, det möjliggör en mycket snabbt lyftande kamprofil. Det ger en stor öppningsarea redan vid låga lyft och som sedan är snabbt ökande. Se principbild nedan.



Fördelar med ett unikt utvecklat Motorsport Cylinderhuvud jämfört med ett mer begränsande Seriebaserat modifierat Cylinderhuvud

Std. Baserat Cylinderhuvud modifierat från serieämne

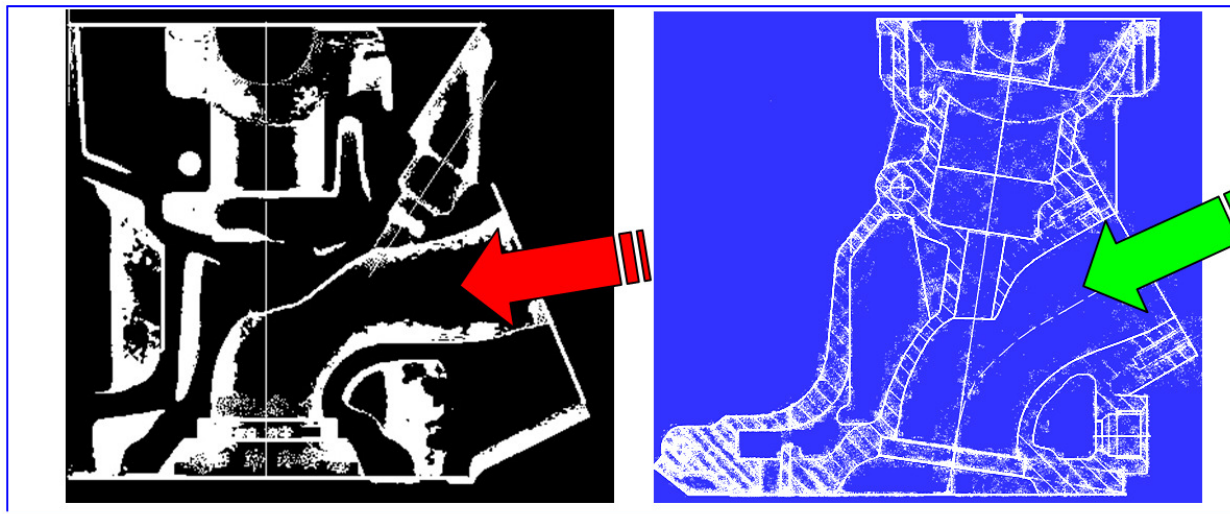
Utgår man från standard eller seriebaserat cylinderhuvud kan man vid trimning råka ut för följande:

- Ventilstorlek, maxdiameter och lägen styrs av seriekonstruktionens grunddesign
- Ventilvinklar är givna av grundkonstruktionen
- Frigång mot cylindervägg vid stora ventiler kompromissad
- Bearbetning av material begränsad av seriegjutämnet
- Kanalernas areor, areagång och geometrier låsta av gjutämnet
- Ämnet begränsar bearbetning kanaler och form, pga. minsta vägg tjocklek i gods
- Vattenmantel, oljerum, kamaxelhus är definierade i ämnet och ger begränsningar
- Bearbetning för höga lyfthöjder och stora tryckare kan ge svagare struktur och styrka

Eftersom ämnet är gjutet i storserieproduktion är oftast materialet mindre höghållfast än i ett unikt gjutämne specifikt framtaget för motorsport. Strukturell styrka och tillförlitlighet blir därmed alltid sämre och motors parametrar och anpassning kan behöva kompromissas. Till exempel med lägre kompression och sänkt toptryck, eller med icke optimal fetare bränsle/luft-mixtur för att reducera termisk belastning. Det ger försämrade prestanda och respons och begränsar cylinderhuvudets användbarhet samt inte minst minskar det livslängd och kortar ner översynsintervaller.

Det säger sig själv att utgående från ett seriecylinderhuvud med dess ämnesbegränsningar måste man kompromissa på i stort alla områden för att ha kvar en tillräckligt stark konstruktion. Tidsödande metoder får användas, som offsetbearbetningar, därtill får man acceptera reducerade vägg tjocklekar i områden där t ex kanalgeometrier prioriterats. Påsvetsning av material måste ibland ske för att det överhuvudtaget ska gå få fram högpresandageometrier och möjliggöra att nödvändiga kamaxlar och ventil fjädrar kan få plats och användas.

Därmed försvinner den ev. enda fördel som finns med att utgå från ett ämne från seriedesign, dvs. en något lägre utgångskostnad. När alla modifieringar är gjorda med stor tidåtgång är denna ev. lilla fördel i stort uttraderad.



Två olika cylinderhuvuden, till vänster Volvo B23 std., till höger MDS EVO 2V

Motorsport Cylinderhuvud från unikt gjutet ämne

Lösningen på alla dessa problem är entydig, dvs. att från början utgå från ett ändamålsenligt motorsport-cylinderhuvud. Det har från början konstruerats för att minimera nämnda begränsningar och ger dessutom optimala förutsättningar för bästa möjliga gasväxling och effekt.

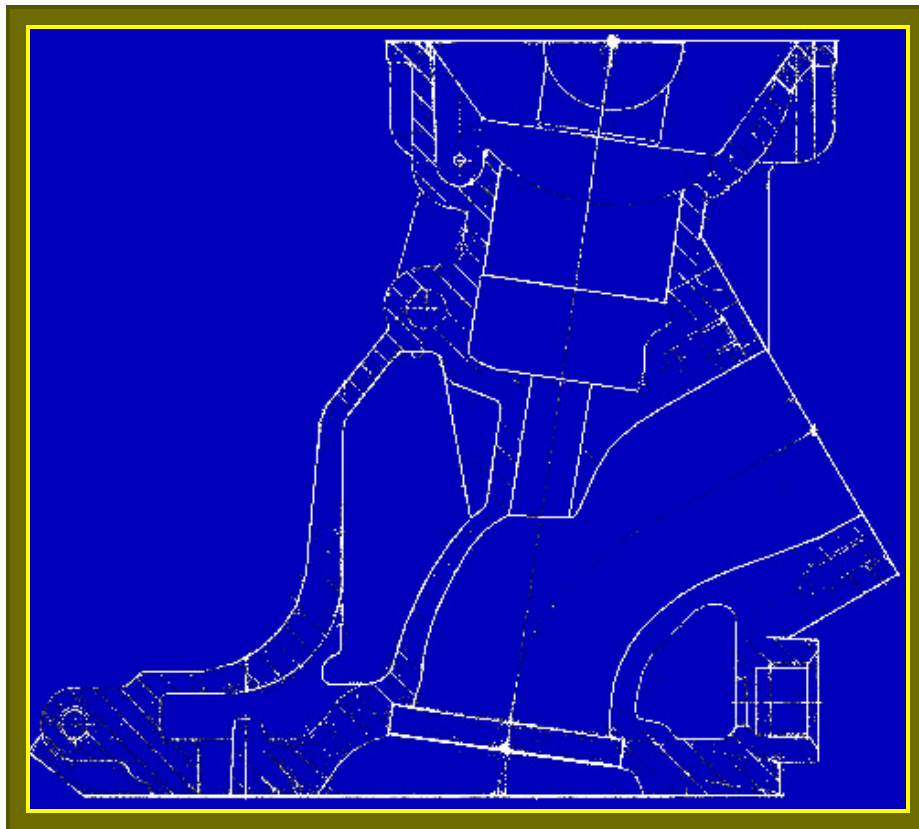
Specifikt om MDS 2V EVO-cylinderhuvud

Detta cylinderhuvud är en logisk produkt av ovanstående resonemang. Skillnaden mot seriebaserat cylinderhuvudämne är stor.

- Design med optimerad ventilvinkel 8 grader
- Effektivast möjliga och rakt dragna kanaler i grundform på insug och avgasport
- Med ett kilformat kompakt förbränningsrum och väl placerat tändstift
- Plats för stora ventiler och tryckare och som klarar en stor max. lyfthöjd kamaxel,
- Strukturellt stabil topp med optimerade väggjocklekar
- Ämnet gjutet är i höghållfast värmebehandlat aluminium.

Både insug och avgaskanaler har genom lutade ventilcentrum fått bästa flödesform och areagång samtidigt som förbränningsrummet är mycket kompakt med central tändstiftsplacering.

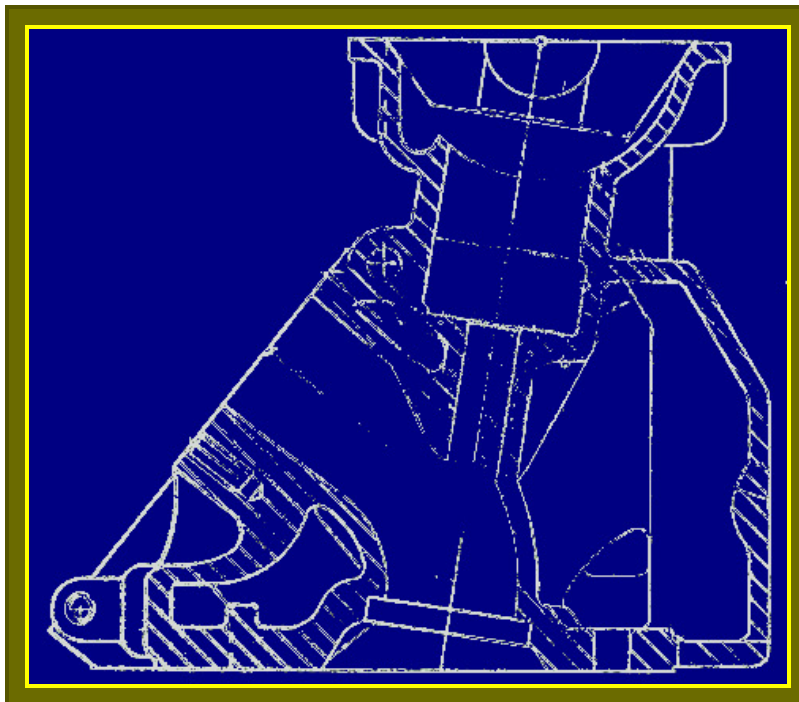
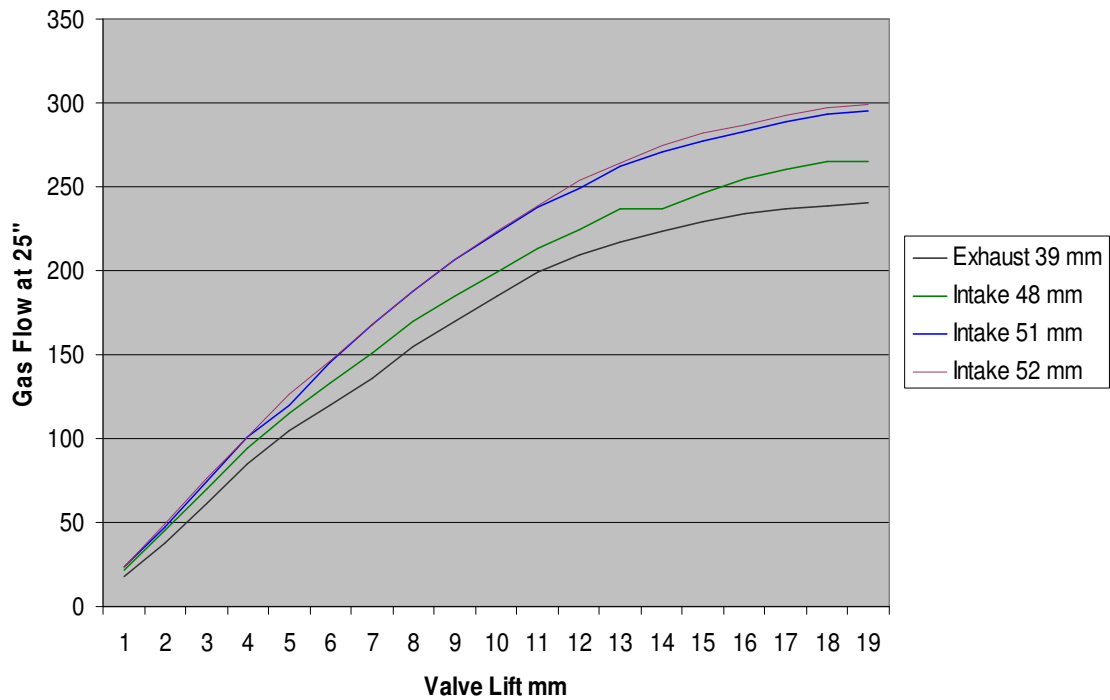
I de följande bilderna ser man tydligt hur konsekvent EVO 2V-cylinderhuvudet är konstruerat för att så kompakt och effektivt som möjligt med ett minimum av material nå mycket höga gasflödesprestanda med mycket god kylning med bibehållen strukturell konstruktion.



Här ser man den utmärkta geometrin för insugningskanalen samt kilformade förbränningsrummet

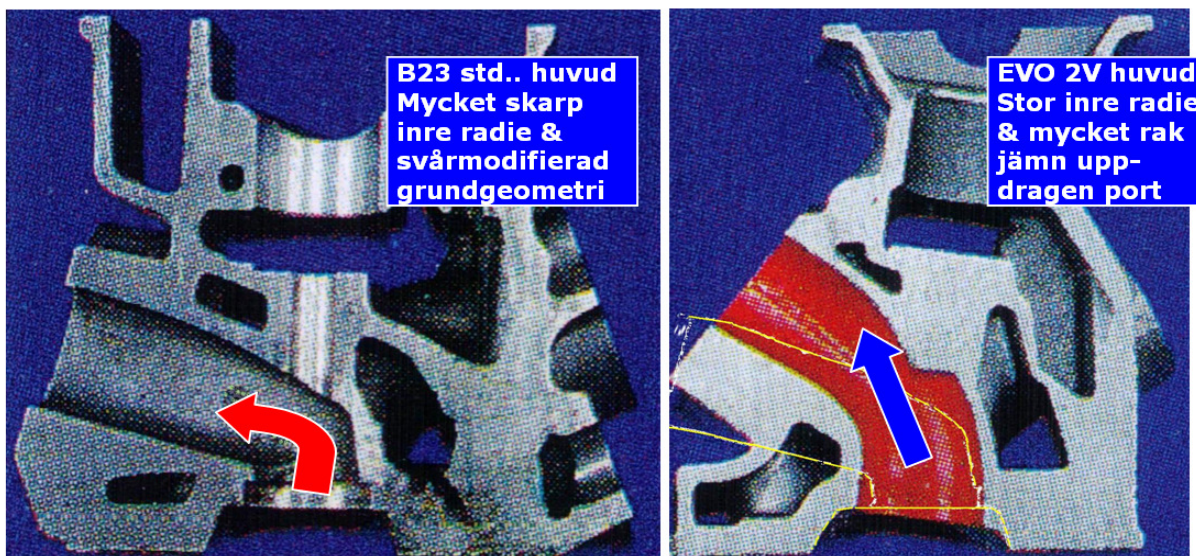
EVO 2V insug och avgasportar är effektiva med högt flöde vid alla ventillyft och för olika diametrar på ventiler, (diameter väljs matchande till prestandanivå samt till slagvolym motor, borrh/slag) ventildiametrar, i diagram nedan ser man de har högt flöde redan vid låga lyft, likaså ger högt dragen kanal högt flöde också vid mycket höga lyft där annars normalt det för std.-baserade cylinderhuvuden är så att kanalen börjar bli begränsande. Utveckling kanaler sker fortlöpande hos MDS och visar att ännu högre flöden kan realiseras.

Gas Flow test data EVO 2V Cyl Head Intake & Exhaust Ports



Här syns den korta effektiva avgaskanalen med stor inre radie. En stor skillnad mot std.

Jämförelse avgaskanaler och tvärsnitt EVO CH (röd kanal) mot std. CH (vita pilar, mörk kanal), de lutade ventilerna, 8 grader, ger en stor fördel i utströmning, mjuka radier och utmärkt kompakt kanalform

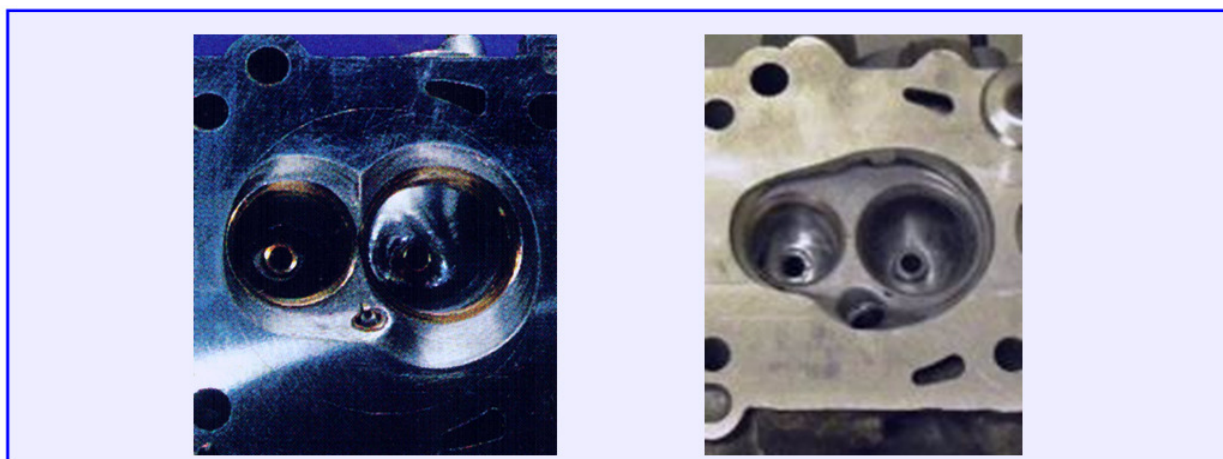


Detaljerad jämförelse avgas Std. B23 vänster och EVO2V (röd kanal) med gula linjer std. port)

Förbränningsrum

Förbränningsrummet ska ge utrymme för ventilerna, ha ett så centralt placerat tändstift som möjligt, vara kompakt då man i högeffektmotorer behöver ha högt kompressionsförhållande. Dessutom ge snabb förbränning utan benägenhet för knackning. Med stora ventiler ska förbränningsrummet tillåta lätt utflöde framförallt vid låga lyft, viktigt för en bred prestandakurva. En standardbaserad topp medger bara små grundändringar, oftast krävs planing av

toppen som kan ge reducerad mekanisk styrka. I fallet B23 har man ett badkarsformat förbränningsrum med vertikal ventil. EVO 2V med lutande ventiler får ett naturligt kilformat förbränningsrum med mycket liten skärmning runt ventilerna. Grundformen är gjord för hög kompression, CNC-bearbetning garanterar att alla förbränningsvolymerna är exakt lika, vilket ger stabilitet i förbränningsegenskaper



Vänster: EVO 2V kilformat förbränningsrum Höger: B23 std. badkarsförbränningsrum

Några tekniska förklaringar

Flödet mäts oftast i enheten CFM som är engelska imperial och betyder "cubic foot/ minute". Det mäts

vid ett visst valt tryckfall som oftast anges i tum vattenpelare.

Olika flödesmätningrutiner används och ofta används olika tryck. Jämförelser kräver att man vet vilket tryck som används. Man kan räkna om siffrorna med omräkningsmetod.

Kanalstorlek mäts i millimeter (mm) diameter om det är runda kanaler, ibland räknar man om också ekvivalent diameter för mer fyrkantiga kanaler.

Gashastigheten i kanalen kan mätas direkt i kanalen i flödestest, men det går också att räkna ut teoretiska medelhastigheten med känt flöde och area på kanalen. Siffran blir teoretisk då det motsvara en turbulensfri kanal vilket sällan existerar verkligheten.

Sammanhang

För en given motor krävs ett visst insugningsflöde för att ge en viss effekt. Det går inte enbart porta fram en gigantisk insugningskanal med största kanalarea för att uppnå det önskade flöde, en stor area innebär låg gashastigheten vilket bl. a reducerar den viktiga s.k. inströmnings/rameffekten. För bra flöde krävs givetvis också att yttre insugningsröret inklusive trottle/ trottlar samt plenum/ luftfilter är rätt dimensionerat.

Jämförelsetal: I en fyrtaktmotor flödar bara insuget vid öppen ventil. Det sker vartannat varv. Ett

4V eller 2V.

Givetvis finns skillnad i ventilarea för insugningsventiler då man jämför en motor med 2- och 4-ventilsteknik. Man har ju en stor insugningsventil per cylinder, jämfört med två mindre ventiler:

4V-cyl.huvud har oftast en ventilarea som är mer än 20 % större än ett standard 2V-cyl.huvud. Skillnaden kan reduceras något då man har en 2V med största möjliga insugnings-ventildiameter.

Intressantast är dock då man jämför med en uträkning på ventilöppnings arean vid låga lyft.

Här kan en 4V-topp ha ett ventilöppningsfönster uppåt 40 % större än standard 2V-cyl.huvud vid normalt ventillyft för dessa motorer.

Med ett std. 4V-cyl.huvud kan man ha ett större flödesfönster än det man ser i en race-trimmad 2v topp. Dock flödar ändå inte en std. 4V mer eller ger högre effekt än det man når i det race-trimmade 2v

Ventilarean räknas ut med denna formel: Ventilradien x Ventilradien x Pi (3,1416). För 4V får man multiplicera med 2 pga. två ventiler.

Ventilöppningsarean räknas ut med denna formel: Ventildiametern x 3,1416 x Ventillyftet. På samma sätt multiplicera med 2 på 4-ventilmotor.

Flödesbalansen mellan insugnings- och avgassidan kan lätt räknas ut. Man dividerar då avgasventilens flöde med insugningsventilens flöde.

Kanalens grundutformning bestämmer i hög grad flödet på höga lyft. , men är svår att påverka vid portning.

exempel, vid 8000 rpm öppnar och stänger ventilen 4000 gånger per minut. Det motsvarar 66 ggr/sek. Alltså ett extremt intermittert flöde! Det förklarar varför mätning av ett stationärt flöde i flödesbänk i första hand ger en bas för den följande detaljerade gasväxlingsoptimeringen.

Huvudregeln för insugningskanaler är enkel, att alltid att försöka få fram en så liten kanal som möjligt med tillräckligt högt flöde för önskad effekt. Sådan kanal ger sedan bra förutsättningar för att nå en bredare prestandakurva och en bra motor.

cyl. huvudet. Orsaken är kamaxelns duration som spelar stor roll. Men ännu mer beror det på att på högre ventillyft så är det mest kanalens utformning, vinkel, höjd och kanalstorlek som bestämmer maxflödet.

Men på lägre ventillyft så är det mest flödesfönstret plus ventilsätets utformning som bestämmer flödet. Det är det som gör att en 4V-motor inte behöver lika mycket duration på kamaxlarna. Man kan också beskriva det som att 4V-toppens flödesdiagram är mer "av/på".

Detta fenomen är mycket viktigt och något som 2V EVO-cylinderhuvud belägger med sina enligt racepraxis kompromisslöst högt uppdragna kanaler, både på insugnings- och avgassidan. Mjuka radier i en kanal med liten attackvinkel mot ventil (på insugningssidan förbättrat av att centrum ventiler är lutad 8 grader mot insugningskanalen) gör att man når mycket högt flöde vid höga ventillyft.

På avgassidan gäller det motsatta, att alla avgaser ska evakueras så snabbt som möjligt då förbränningen är klar.

Till skillnad från insugningsidan där luften sugas in av kolven med maximalt atmosfärstryckets nivå (dvs. högst 1 bar tryckdifferens) i en sugmotor, eller med ett antal bar tryckdifferens i en turbo motor, så är det trycket i cylindern i slutet på förbränningen som startar utflödet och driver igång tömningen av

avgaser ur cylindern. Vid låga lyft först med kritiskt tryckförhållande, sedan jämnas trycket ut och kolven står för utpumpningen av avgaser då den vänder uppåt i cylindern i avgastakten.

Eftersom kolven driver ut avgaserna under tryck så behöver inte avgaskanalen vara lika stor som insugningskanalen. Men kanalen måste ha en bra grundform med ringa avlösning och turbulens så tryckfall och värmeförluster blir så små som möjligt.

Balansen mellan Insug och Avgas, ventiler och kanaler

Balansen i insugningsflöde och avgasflöde styrs mycket av applikation och prestanda, dessutom av den slagvolym som används ihop med cylinderhuvudet och givetvis varvtalsområde.

En sugmotor har normalt ett högt prioriterat flöde på insugningskanaler. Hur högt styrs av kanalens maximala flödesförmåga på höga lyft. För en turbomotor är avgasflödet prioriterat eftersom

turboöverladdningens verkningsgrad styrs av effektivast möjliga avgasflöde till turbo.

Ett unikt utvecklad Motorsport Cylinderhuvud gör det lättare optimera till det som krävs i varje respektive applikation. Speciellt matchning till prestanda och slagvolym går utmärkt att göra med EVO 2V-cylinderhuvudet.

Hur ska då kanalen utformas för högt flöde och bra gashastighet på högre lyft?

Som beskrivits ovan bestäms en kanal närmast helt redan vid ritbordet. Efterbearbetning av stad. Cylinderhuvud ger oftast små till medelstora förbättringar vid portning. Ett vanligt fel vid seriecylinderhuvud är en för liten innerradie (eller en för två böj) som begränsar flödet oftast med stor turbulens som följd.

Cylinderhuvuden med för liten inner-radie är mycket svårportade eftersom det uppstår en mycket svår kompromiss att utforma kanalen för både ökat flöde ihop med en reducerad turbulens. Bland annat är avgaskanalerna på Volvo B23 utförda sådana, att det från början knappt finns någon innerradie, tydligt visat i bilder tidigare i texten.

Volvo B23 har lite av detta problem också på insugnings-kanalen, både på cyl. huvuden typ 530 och även på typerna 405, 531. En lösning är då bl. a påsvetsning av material i fall detta tillåts i

reglemente. En svårighet för standardtoppar är oftast hur svårt eller enkelt det går att använda maskinell bearbetning som alltid om möjligt bör ske fullt ut med CNC-maskiner. Pressas bearbetning till minsta tänkbara vägg tjocklek kan det krävas ett helt manuellt portningsarbete som även det kan ge resultera i en riskabelt svag mekanisk topp.

Motorsportcylinderhuvudet EVO 2V är däremot från början designad för CNC-bearbetning som alltid ger högt flöde med stabilt resultat för varje enskild topp.

För 4V motorer är situationen oftast betydligt enklare. I fallet Volvos 16V-cylinderhuvudtopp, är grunden rätt med bra grundform kanaler, stora ventiler och bra förbränningsrum. MDS har nått mycket goda flöden med sina egenutvecklade CNC-bearbetade 4V-kanaler. Utförande finns lämpliga för både sugmotor och turboapplikation.

Påverkar kanalernas ytbehandling och finish maxflödet?

Noggrann och precis CNC-bearbetning är garanten för ett högst flöde. Utöver det ger en superfinish mycket liten påverkan. Viktigast är att alltid använda toppar som är portade och testade i både flödesbänkar och alltid sedan under riktiga racing-, rally- och rallycross-förhållanden.



MotorDesign SWEDEN



Motordesign Sweden AB
Gamla Gällingevägen 6
S-430 33 Fjärås

Telefon 0300-544 300
Fax 0300-544 010
mail@motordesign.se
www.motordesign.se

