

Sammanfattning av projektet Combustion System Development for the Next Generation Heavy Duty Gas Engines

Utveckling av förbränningssystem för nästa generations heavy duty gasmotorer

COSTGAS är ett projekt inom tung motorteknik för CNG och har som mål att förbättra de nuvarande gasmotorerna för Euro VI. I utvecklingsmålet ligger en förbättring av maximala lasten från motorn med 10 procent samtidigt som verkningsgraden ökar med 10 procent, jämfört med den befintliga produktionssatta gasmotorn.

Under projektets gång reviderades målet om momentutveckling då möjligheterna fanns att nå upp till 20 procents ökning. Detta sattes då upp som nytt mål. Dessa förbättringar ska ske samtidigt som Euro VI emissionskrav bibehålls. Detta projekt behandlar bakgrunden och provningen av olika kolvdesigner och även inverkan av snurr på förbränningskaraktären. Projektet kommer även att täcka in tidigare utveckling inom förbränningssystem samt delar av flödesmekaniken i densamma.

COSTGAS genomfördes inom ramen för programmet *Samverkansprogram inom Energigasteknik 2013–2017*. Finansieringen har skett med stöd från AVL MTC Motortestcenter AB och Energimyndigheten. Scania CV har varit samarbetspartner inom detta projekt. Förändringarna i motorn är tänkt att leda till ökad användning av förnyelsebara bränslen, t ex biogas, i den kommersiella fordonsflottan.

I projektet COSTGAS ligger fokus på utveckling av förbränningssystemet varför variationer av detta har undersökts på en forskningsmotor med noggrann övervakning av förbränningsprocessen. Huvudtesen för projektet är att genom att undersöka olika flödesmekaniker och dess olika inverkan på förbränningssystemet, kan detta undersökas i avseende på ökad förbränningshastighet och reducerade emissionsnivåer. De undersökande proverna kommer att ske genom motorprover på en encylindrig forskningsmotor i provcell.

De ökade kraven för Euro VI har lett till ett teknikskifte mot stökiometrisk förbränning med EGR för att möta emissionsreglerna. För den förra generationens gasmotorer användes s.k. mager förbränning vilken behöver flödesmekanik såsom snurr för att öka förbränningshastigheten för den annars långsammare förbränningen i dessa motorer. För Euro VI-motorerna finns samma problematik, men där har teknikskiftet även inneburit användning av kyld EGR för att sänka den termiska belastningen på motorn samtidigt som knock har kunnat reduceras.

Användningen av EGR som termisk dämpning medför att förbränningshastigheten sänks vilket resulterar i en försämrad förbränningskvalitet, och således blir det även för EURO VI-motorer kritiskt att öka turbulensen i förbränningen för att öka förbränningshastigheten. På omvänt sätt ger en ökad turbulens ger också en potential till att blanda in ännu mer EGR för att på detta sätt öka den specifika prestandan hos gasmotorn. Detta för med sig att momentutvecklingen ur motorn kan ökas samtidigt som den termiska belastningen på motorns komponenter hålls ner. Utöver denna termiska fördel för motorns komponenter innebär även en ökad EGR-mängd en

reducering av den termiska NO_x som bildas under höga förbränningstemperaturer. Fler fördelar för ökad EGR mängd är att pumpförlusterna vid trottling kan minskas genom att öka insugtrycket med en inert gas som inte påverkar luft/bränsleblandningen.

För projektets inledande undersökning behandlas ingående tidigare forskning på gasmotorer kolvar och förbränningsutrymmen men också de parametrar som omgärdar gasmotorer i sin helhet. Där har bränslets egenskaper och hur gaser kan blandas stor betydelse, då detta påverkar hur gashantering sker inne i förbränningsutrymmet. Dessa faktorer påverkar också hur förbränningen i slutändan sker, och i vilken hastighet.

För det utvalda förbränningssystemet ligger fokus på snurr, radiell rotation i kolvens axel, och squish, den flödesrörelsen som sker när avståndet mellan kolv och taket för förbränningsrummet minskas kring övre dödpunkten (när kolven närmar sig cylinderhuvudet). Genom en ökad squishlängd ökar flödes hastigheten ner i kolvgruppen där gasblandningen sedan förbränns. Den ökade flödes hastigheten ska därmed leda till ökad gasrörelse och förbättrad gasblandning. Litteraturstudien visar att en alltför snabb flödes hastighet kring tändstiftet vid antändningsögonblicket kan släcka den flamutbredningen som är menad att antända luft/bränsleblandningen. Detta medför att parametrarna snurr och squish inte kan väljas fritt utan kräver en noggrannare undersökning. Genom att utföra motorprover på forskningsmotor i en singelcylinderprovcell, kan förbränningen undersökas noggrannare utan påverkan från andra cylindrar.

Provmetoden som har använts har varit att utföra motorprover med varianter av kolvarna med bäst potential att nå dom uppsatta målen, samt även de cylinderhuvuden som kan ge en ökad swirlnivå i förbränningsrummet. Genom dessa variationer i förhållandet squish-to-bore, squish som förhållande till kolvens diameter, undersöks den faktor som skapar en optimerad gasblandning för denna typ av lufrörelse-assisterad motor. Nivån av snurr för motorn är undersökt för både högre och lägre mängd av snurr än standard-nivån för produktionsmotorn i avseende till att undersöka hur rotationshastigheten på förbränningsluften påverkar förbränningen när man varierar squish. Omvänt går det även att undersöka hur squishen varierar förbränningen när snurr hålls konstant i den provningsmatris som är utarbetad. Detta förbränningskoncept går också att använda för magerförbränning för att på så vis öka motorns verkningsgrad ytterligare.

För en bred utvärderingsbas användes ett antal lastpunkter för motorn med varierande varvtal för att kunna utvärdera fler faktorer som påverkar förbränningen. Dessa lastpunkter valdes från definition för WHSC, World Harmonized Steady State Cycle, där vridmoment och varvtal används för att definiera operationspunkten. Avsteg togs sedan från vissa av körpunkterna för att kunna göra noggrannare undersökningar med avseende på ökad EGR-tålighet och förbränningsstabilitet vid både hög och låg last.

Resultaten från detta projekt kommer att presenteras när det tekniska innehållet kan släppas för publicering. Detta kommer att ske på Energimyndighetens hemsida, <http://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/projektdatabas/>