

Partikelfälla bäst för avgasrening av dieselmotorer under jord

Avgaser från dieseldrivna fordon medför större risk för cancer än avgaser från bensindrivna fordon. Även om fabrikanterna på senare år har börjat utveckla emissionsvänligare dieselmotorer, kommer behovet av åtgärder som begränsar utsläppen av föroreningar att bestå under många år. Till större fordon och olika arbetsmaskiner är dieselmotorn överlägsen bensinmotorn, bl a genom att den är mer energieffektiv.

Projektarbetet har syftat till att anvisa vägar för att minska utsläppen av föroreningar från dieselfordon, framför allt inom gruvindustrin.

I väntan på att utvecklingen mot en emissionsvänligare dieselmotor ska få genomslag också på arbetsfordon kan en mer lättillgänglig teknik användas för att begränsa utsläppen. En utvärdering har gjorts av olika anordningar för avgasrening som finns tillgängliga på marknaden. De anordningar som kan komma i fråga är katalysatorer och partikelfällor.

Undersökningen visar att en partikelfälla av wall flow-typ är att föredra. Den har hög partikelurskillningsgrad. Ett problem är dock fällans regenerering. Däremot kommer oxiderande katalysatorer sannolikt att användas till motorer som utvecklats för att vara särskilt miljövänliga.

Valet av systemalternativ är en viktig fråga som måste förberedas väl, och den presumtive användaren rekommenderas att kontakta expertis på området för att få hjälp med valet av utförande. I Kanada finns den bästa kunskapen om reningsteknik på gruvfordon.

BAKGRUND

Det är känt att avgaser från dieseldrivna fordon medför större risk att utveckla cancer än avgaser från bensindrivna fordon. Främst har de partikelbundna föreningarna angetts som orsak till detta. Medicinska experter pekar på att lösliga organiska föreningar i partiklarna innehåller ämnen som vid djurförsök visat sig kunna ge cancer. Undersökningar, som utförts i bilavgaslaboratoriet i Studsvik och den forskning som bedrivits genom Tätortsprojektet, ett forskningsprojekt inom Naturvårdsverket, har visat att det även i den halvflyktiga

fasen finns föreningar som är mutagena och misstänkt cancerframkallande.

Till följd av dieselmotorns överlägsna energieffektivitet har den en, ännu så länge, ohotad plats som drivkälla till bl a arbetsfordon av olika slag. Om man går 25–30 år tillbaka i tiden, ansågs dieselmotor också vara en ganska ren motor, om man kunde bemästra utsläppen av synlig rök.

Bilden har emellertid ändrats kraftig under senare år. Först och främst har forskningen om luftföroreningarnas effekter på hälsan bidragit till att kunskaperna har ökat och att synen på bilav-

gasernas effekter på hälsan har förändrats. Till detta kommer att en teknik har utvecklats som effektivt renar avgaserna hos bensindrivna bilar om den utnyttjas maximalt. Skillnaden i emissionshänseende blir därför stor mellan bensin- och dieselmotorn.

Då det gäller motorer till större fordon och olika arbetsmaskiner, finns andra fördelar som gör dieselmotorn helt överlägsen bensinmotorn förutom att den är mer energieffektiv. I slutna utrymmen och i utrymmen, där explosionsrisken är stor, kan det vara uteslutet att använda bensinmotorer eller motorer som drivs med andra mycket brandfarliga bränslen.

Nackdelen med dieselmotorn är att den från emissionssynpunkt inte kan konkurrera med andra motoralternativ. Att dieselmotorn i det avseendet ligger efter beror i viss mån på att dieselmotorfabrikanterna fram till mitten av 1980-talet har satsat mycket mindre resurser på att utveckla en emissionsvänligare motor än på att öka motoreffekten och att göra motorn energieffektiv. Den nu pågående utvecklingen hos motorfabrikanterna ser dock ut att kunna ändra detta förhållande, och det finns redan nu motorsystem med en betydligt förbättrad emissionsbild.

Den positiva utvecklingen under senare år kommer emellertid inte att ge omedelbara utslag hos den befintliga dieselmotordrivna fordonsflottan. Att reinvestera i nya emissionsvänligare fordon kommer att ta många år, och det finns därför behov av andra typer av åtgärder som kan minska utsläppen av föroreningar från fordon som är i bruk.

Behovet av emissionsbegränsande åtgärder är sannolikt större då det gäller arbetsfordon som används inomhus och i gruvor osv än för andra fordon. Detta har resulterat i att det i dag finns en utvecklad teknologi för att rena avgaser från gruvfordon. Då det från flera synpunkter inte är möjligt att genom motorjusteringar drastiskt ändra emissionsbilden, har man i stället utnyttjat möjligheten att genom särskilda anordningar rena avgaserna i ordets egentliga mening.

SYFTE

Syftet med projektarbetet har varit att anvisa vägar till att minska utsläppen av föroreningar såväl från dieselfordon i drift utan särskild miljöanpassning, som från nya fordon, för vilka de ökade miljökraven i viss utsträckning påverkat konstruktionen. Utvärderingen har främst varit inriktad på att beskriva olika anordningar för avgasrening och deras funktion.

MÅLGRUPP

Målgruppen för projektarbetet är i första hand gruvindustrin. Det utvecklingsarbete som har utförts i

Kanada kan, utan större ytterligare utvecklingsinsatser, tillämpas också i de svenska gruvorna. För att säkerställa en god verkningsgrad hos reningsanordningen, måste denna emellertid anpassas till fordonsmotorns storlek och de belastningscykler, som fordonet normalt ska genomlöpa. Vidare bör ett lågsvavligt dieselbränsle användas.

Tekniken med de utvärderade reningsanordningarna går att tillämpa även på andra fordonsgrupper, t ex dieseldrivna truckar och andra arbetsmaskiner.

PROJEKTARBETET

Projektarbetet har omfattat en genomgång av nuvarande kunskapsläge vad avser avgasrenande anordningar till dieseldrivna tunga fordon, men även den motortekniska utvecklingen och miljövänligare dieselbränslen. Underlaget till utvärderingen har varit egna tidigare undersökningar, genomgång av ett hundratal rapporter samt annan information som inhämtats genom personliga kontakter med framträdande experter på området i bl a Kanada och USA.

Rapporten har varit ute för kommentar från gruvindustrin och AB Svensk Bilprovning. Vidare har kanaler för kommunikation i tekniska frågor upprätthållits med forskare och experter i USA och Kanada.

RESULTAT

I väntan på att den pågående utvecklingen av dieselmotorn ska få genomslag även på arbetsfordon, kan den mer lättillgängliga tekniken utnyttjas för att begränsa utsläppen av föroreningar. Den teknik man kan använda är *katalysatorer* och *partikelfällor* för att begränsa i första hand utsläppen av koloxid och kolväten (katalysator) samt partiklar (partikelfälla). Den senare "fångar in" partiklarna i dieselavgaserna så att utsläppen på det sättet begränsas.

Ytterligare en reningsanordning, den s k vattenskrubben, finns för gruvindustrin. Den kräver visserligen inte alltför stora investeringar, men anses inte vara tillräckligt effektiv i alla avseenden och kräver framför allt förhållandevis stort underhåll. Vattenskrubben lämpar sig bäst för gruvor där explosionsrisken är så stor att katalysatorer och partikelfällor inte kan användas utan speciella skyddsanordningar.

Av katalysatorer är två typer aktuella: pelletkatalysatorn och honeycomb-katalysatorn samt av partikelfällor tre: wire mesh, ceramic foam och wall flow. Med de olika varianterna av dessa finns det rätt många anordningar att välja mellan för avgasrening. Frågan är vilken som är lämpligast eller om någon av anordningarna är lämplig att använda till gruvfordon.

Med stöd av dagens kunskaper och erfarenheter kan två anordningar väljas ut som möjliga och en som lämplig för det avsedda ändamålet. Honeycomb-katalysatorn och wall flow-fällan anses vara möjliga. Av dessa bedöms wall flow-fällan vara lämplig.

Katalysatorer

Katalysatorn var aktuell som reningsanordning för gruvfordon långt tidigare än partikelfällan. Den typ av katalysator som användes var vanligen pellet-katalysatorn. Den har för övrigt använts även i andra sammanhang, men ökade kunskaper om emissionerna och noggrannare undersökningar av funktionen hos pellet-katalysatorn har visat att den inte är så funktionsduglig och hållbar som man tidigare hoppades. Det kan också nämnas att användningen av pellet-katalysatorn starkt gått tillbaka även då det gäller bensindrivna bilar.

Med honeycomb-katalysatorn förhåller det sig annorlunda. Den har fått en mycket starkt ökad användning inom bilindustrin genom tekniken med trevägskatalysator till bensindrivna bilar. Den kemiska och termiska stabiliteten har utvecklats och ligger nu på en hög nivå. Honeycomb-katalysatorn används också som oxidationskatalysator i vissa applikationer för bensinbilar, t ex i bilar med magermotorer (lean-burn). Däremot finns nästan inga erfarenheter av att använda den här typen av katalysatorer på dieseldrivna landsvägsfordon.

Hur formateringen av ädelmetallen, och annat katalysatormaterial som monoliten kan impregneras med, ska göras för att bli optimal för dieselavgaser är inte helt utprovat. Därför är funktionen inte helt känd eller i varje fall inte klarlagd vad gäller effekten på de olika komponenterna av föroreningar i dieselavgaserna. Det man kan vara helt säker på är att katalysatorrening för dieselfordon kommer att användas i större omfattning i framtiden än i dag, men att detta kräver vidareutveckling av katalysatorn.

Skälet till att katalysatorn inte är lämplig för avgasrening i dagens befintliga dieselfordon i gruvor är att motorena inte har den reningsgrad som krävs för att katalysatorrening ska fungera tillfredsställande. För en effektiv katalysatorrening krävs nämligen att motorn är konstruerad för låg halt av partiklar i avgaserna. Ett inte fullt utrett problem är katalysatorns benägenhet att oxidera NO till NO₂.

Partikelfällor

Då det gäller partikelfällor, visar utredningen, att den enda tänkbara kandidaten är partikelfällan av wall flow-typ. De typer av wire mesh-fällan som undersökts har visat flera nackdelar; de skapar högt mottryck, har måttligt hög avskiljningsgrad, oxi-

derar NO till NO₂, och bildar sulfater. Ceramic foam-fällan skulle säkert kunna fungera på ungefär samma nivå som wall flow-fällan, men resistensen mot mekanisk påverkan är inte säkrad, och för övrigt är erfarenheterna beträffande funktionen mycket begränsade.

Wall flow-fällan är alltså den enda kandidat som kan fungera på fordon i gruvor. Det finns visserligen andra typer av fällor som inte har beskrivits här, t ex Ceramic Fiber Coil Particulate Trap, som används av Mercedes Benz, men funktionen hos även denna är ganska okänd. Förtjänsten med wall flow-typen är dess höga partikelavskiljningsgrad. Det överskuggande problemet är dock regenereringen, dvs att rengöra fällan. Det är inte heller säkert att det betalar sig att förse varje fordon i gruvan med partikelfälla på grund av svårigheten att regenerera fällan på grund av att regenereringen kan kräva ytterligare kostsam utrustning. Valet av rätt systemalternativ är en viktig fråga som måste förberedas väl.

REKOMMENDATION

Resultatet av utredningen och utvärderingen är en rekommendation till den presumtive användaren av en anordning för avgasrening att använda en partikelfälla av wall flow-typ. Det allomfattande omdömet bland expertisen på området är att den typen av partikelfälla är det bästa alternativet. System för avgasrening med partikelfälla finns emellertid i olika utföranden, och alternativet bör väljas med hänsyn till det aktuella fordonets driftcykel.

Erfarenheterna från användning av partikelfällor visar att problemet med reningsanordningen fokuseras till möjligheten att rengöra eller, för att använda fackuttrycket, regenerera, fällan sedan partiklarna samlats upp. Olika metoder har utvecklats och provats för detta, men ingen av dem är självskriven. Metoden måste därför väljas efter de omständigheter som gäller för det aktuella fordonet. Så långt är det emellertid klart att en metod som innebär automatisk regenerering är att föredra då den manuella insatsen därmed begränsas till att kontrollera mottrycket i motorns avgasutlopp och möjligen även temperaturen i avgaserna, vilka båda kan göras med hjälp av instrument.

Rekommendationen är vidare att den som har för avsikt att investera i den föreslagna reningstekniken under alla förhållanden bör kontakta den expertis som finns på området för att få hjälp med valet av utförande då det gäller systemet med partikelfällan eller metod för regenerering. Expertis finns på flera håll, men här föreslås att man vänder sig till experter i Kanada eftersom man där har den bästa samlade erfarenheten från användning av reningstekniken på gruvfordon. Därigenom kan även kost-

nadsbilden för investeringarna klargöras, vilket inte har varit möjligt att göra i den här utvärderingen.

Det är också nödvändigt att genom egna undersökningar följa upp effekten av anordningen för avgasrening, inte minst därför att detta ger egna erfarenheter och kunskaper om funktionen hos anordningen och dieselmotorns emissionsegenskaper.

För den som har för avsikt att introducera partikelfälletekniken rekommenderas följande:

1. Gör en inventering av aktuella fordon i gruvan och gör en grov uppskattning av utsläppen av föroreningar från de olika grupperna av fordon i fordonsflottan.
2. Välj ut de fordonsgupper som utgör den största belastningen för arbetsmiljön i gruvan.
3. Gör en beskrivning av hur belastningscykeln för de olika fordonsgupperna ser ut.

4. Förbered introduktionen av dieselbränsle med låg svavel- och aromathalt samt med andra miljömässiga fördelar (inte nödvändigtvis lätt-diesel).
5. Se till att undersöka hur anordningen för avgasrening fungerar, både genom laboratorieprov och fältförsök. Om reningsanordningen har ädelmetallbeläggning bör särskilt kontrolleras i vilken grad NO oxideras till NO₂ under realistiska belastningscykler.

RAPPORTEN

Kommersiellt tillgängliga avgasreningsanordningar för dieselfordon under jord, Gruvforskningen, Serie B nr 285, (94 sid), kan beställas från Svenska Gruvföreningen, Box 5501, 114 85 Stockholm, tel 08-783 80 00.

Pris: 125 kronor.

1441

För innehållet i sammanfattningen svarar

Karl-Erik Egebäck

AB Svensk Bilprovning, Kremlestigen 8, 611 63 Nyköping, tel 0155-824 44.

Pnr 89-1538 Lösningssedel, bränslen (11) April 1991

Arbetsmiljöfonden

BESÖKSADRESS Olof Palmes Gata 31 PLAN 3
POSTADRESS Box 1122 111 81 STOCKHOLM
TELEFON 08-796 47 00 TELEFAX 08-791 85 90