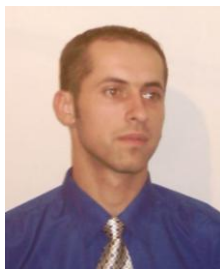


# REDUCEREA CATALITICĂ SELECTIVĂ (SCR) – PRINCIPALA METODĂ DE COMBATERE A POLUĂRII ÎN TRANSPORTUL DE MARFĂ

## Mihai POPARAD

Absolvent al Facultății de Mecanică, Secția autovehicule rutiere, 2005; din 2007, doctorand la Catedra de TMTAR, sub coordonarea d-lui prof. dr. ing. Mihai Jădăneanț.



## Mihai JĂDĂNEANȚ Universitatea „Politehnica” din Timișoara

Absolvent al Facultății de Mecanică, secția Mașini termice, în anul 1965; Doctor inginer, din 1981. Actualmente, profesor dr. ing. la Catedra de termotehnică mașini termice și autovehicule rutiere; conducător de doctorat din anul 2000 și membru AGIR.



### REZUMAT

Această lucrare prezintă principala metodă de reducere a poluării pentru autovehiculele comerciale. Reducerea catalitică selectivă – SCR este folosită de marii producători de camioane pentru îndeplinirea normelor Euro 4 și Euro 5. Metoda se bazează pe injecția de uree în sistemul de evacuare și reacțiile chimice ce au loc în interiorul catalizatorului. Reducerea catalitică selectivă este cea mai simplă și economică metodă de reducere a gradului de poluare, având totodată și o fiabilitate ridicată.

### ABSTRACT

This work presents the main method of pollution reduction for the commercial vehicles. The selective catalytic reduction SCR is used by the large truck producers for the achievement of the Euro 4 and Euro 5 standards. The method is based on the ureic injection in the exhaust system and on the chemical reactions that take place inside the catalyser. The selective catalytic reduction is the simplest and the most economical method for reduction of the level of pollution, having in the same time a high level of reliability.

**Cuvinte cheie:** poluare, reducere catalitică, norme Euro

**Keywords:** pollution, catalytic reduction, Euro standards

## 1. INTRODUCERE

Industria de transport reprezintă peste 6% din produsul intern brut (PIB) al Uniunii Europene (UE), peste 6% din forța de muncă, 40% din investițiile statelor membre și 30% din consumul de energie din UE. Acest sector a înregistrat o creștere constantă în ultimele două decenii, de 2,3% pe an la transportul de bunuri și 3,1% la cel de pasageri. În același timp, a crescut presiunea exercitată de sectorul transport asupra mediului și societății. Corelația dintre creșterea traficului rutier și a riscurilor de sănătate nu este imposibil de schimbat. Problema nu poate fi însă rezolvată printr-o singură măsură sau politică, ci este necesară o abordare integrată pentru a reduce efectele negative, atât ale emisiilor cât și ale zgomotului.

Pe baza principiului „poluatorul plătește”, toți utilizatorii de transport (firmele de transport, conducătorii auto, călătorii) trebuie să fie responsabili financiar de costurile călătoriilor, inclusiv pentru daunele rezultate din acțiunile lor asupra mediului natural și a celui construit, societății și economiei. Taxarea pentru utilizarea infrastructurii, taxele de mediu sau pentru congestiile de trafic ar determina

reducerea traficului și, respectiv, impactul transporturilor asupra sănătății și mediului; ar fi disponibile astfel și fondurile de investiții în acest sens. Studiile arată că politicile de transport ce pornesc de la premisele unui impact cât mai redus asupra mediului nu numai că vor îmbunătăți calitatea vieții și starea de sănătate a populației, ci vor duce și la o rată mai mare de angajare.

Strategii simple pot ajuta în reducerea daunelor cauzate de transport sănătății umane: chiar și implementarea riguroasă a unor limitări de viteză și a unor reglementări privind parcare pot duce în multe orașe la limitarea emisiilor, creșterea siguranței și a utilizării transportului public.

## 2. REDUCEREA CATALITICĂ SELECTIVĂ – SCR

Reducerea impactului sectorului de transport asupra mediului înconjurător până la un nivel acceptabil pe termen lung reprezintă una dintre cele mai mari provocări cu care se confruntă industria constructoare de mașini și transporturile din zilele noastre.

Pentru a respecta noile reglementări în materie de emisii care au fost introduse în Europa în 2006 (Euro 4) și urmează să fie introduse în 2009 (Euro 5), va fi nevoie de soluții noi pentru motoarele diesel, procesele de ardere și tehnologiile de ecologizare a gazelor la ieșirea din catalizator. Soluția pentru respectarea cerințelor Euro 4 și Euro 5 este producerea unor motoare diesel cu o ardere și mai eficientă și o tehnologie de tratare a gazelor la ieșirea din catalizator utilizând aditivul AdBlue și tehnologia SCR (reducere catalitică selectivă). Tehnologia SCR utilizează un aditiv numit AdBlue care este injectat în gazele de evacuare înainte ca acestea să treacă printr-un catalizator SCR. În catalizator, oxizii de azot sunt transformați în azot și vapori de apă inofensivi – substanțe care se află deja în mod natural în mediul înconjurător. AdBlue conține un reactiv de amoniac – uree – și apă. Căldura din sistemul de evacuare transformă ureea în amoniac ( $\text{NH}_3$ ) și dioxid de carbon ( $\text{CO}_2$ ). Amoniacul este substanța activă și ingredientul principal în procesul ce are loc în catalizatorul SCR. În procesul de reducere catalitică, oxizii de azot ( $\text{NO}_x$ ) sunt transformați în azot

( $\text{N}_2$ ) și vapori de apă ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Azotul este un ingredient natural al aerului pe care îl respirăm. Orice reziduu de amoniac este extras în catalizatorul de epurare integrat. Substanța activă a aditivului AdBlue – ureea – este produsă din gaz natural, fiind un ingredient natural din mediul înconjurător. Ureea este un praf cristalin alb, care se găsește și în mediul înconjurător. Este o substanță stabilă și netoxică, fără restricții la înmagazinare sau transport. Ureea este utilizată astăzi ca îngrășământ în agricultură, precum și în industria alimentară și în cea cosmetică.

AdBlue este o soluție lichidă care conține uree și apă. Concentrația de uree este de aproximativ 32%. AdBlue respectă standardul DIN 70070. Avantajul metodei SCR este acela că poate fi adaptată atât la standardul Euro 4 cât și la cel Euro 5 (fig. 1). Spre exemplu, în cazul motorului Euro 5, se injectează mai mult AdBlue, pentru a reduce și mai mult nivelul oxidului de azot. În cazul standardului Euro 4, aditivul corespunde unui procent de 3–4% din cantitatea de combustibil, iar în cazul standardului Euro 5, procentul este în jur de 5–7%.

### Euro Normen für Nutzfahrzeug-Emissionen

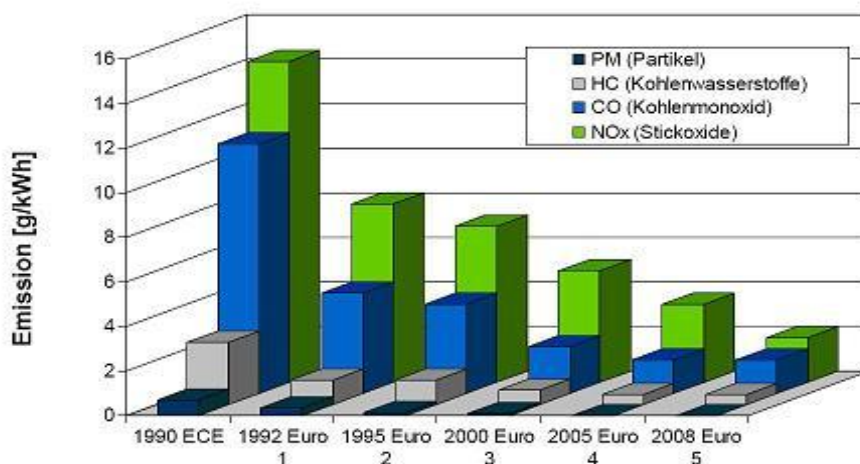


Fig. 1. Standardele europene de depoluare.

### 3. MODUL DE FUNCȚIONARE A INSTALAȚIEI

SCR transformă oxizii de azot ( $\text{NO}_x$ ) în azot – inofensiv pentru mediu – și apă, prin intermediul unui convertizor catalitic și cu ajutorul unei cantități de *AdBlue* injectate în fluxul fierbinte de gaze de eșapament. În sistemul SCR arderea se face la temperaturi mari, producându-se o mare cantitate de  $\text{NO}_x$ , dar o cantitate mică de particule. Excesul de  $\text{NO}_x$  este îndepărtat prin post tratamentul gazelor de eșapament.

Procesul SCR este o serie de reacții chimice care duc la reducerea  $\text{NO}_x$ . Temperatura optimă de lucru este de 180–350°. Sistemul este gestionat de DECU, înglobat în modulul

pompă și ține cont de turația motorului, de cuplul solicitat, temperatura gazelor de eșapament, temperatura lichidului de răcire, cantitatea de  $\text{NO}_x$  și umiditatea aerului la admisie (fig. 2).

Senzorul de umiditate este situat pe galeria de ieșire din filtrul de aer. Acesta are rolul de a transmite la ECU informația umidității prezente în aer, necesară pentru calculul emisiilor de azot.

Senzorul de temperatură gaze eșapament are funcția de a transmite centralinei valorile de temperatură ale gazelor de eșapament în punctele de intrare și de ieșire din catalizator, pentru calcularea cantității de AdBlue (uree) necesară pentru a fi injectată.

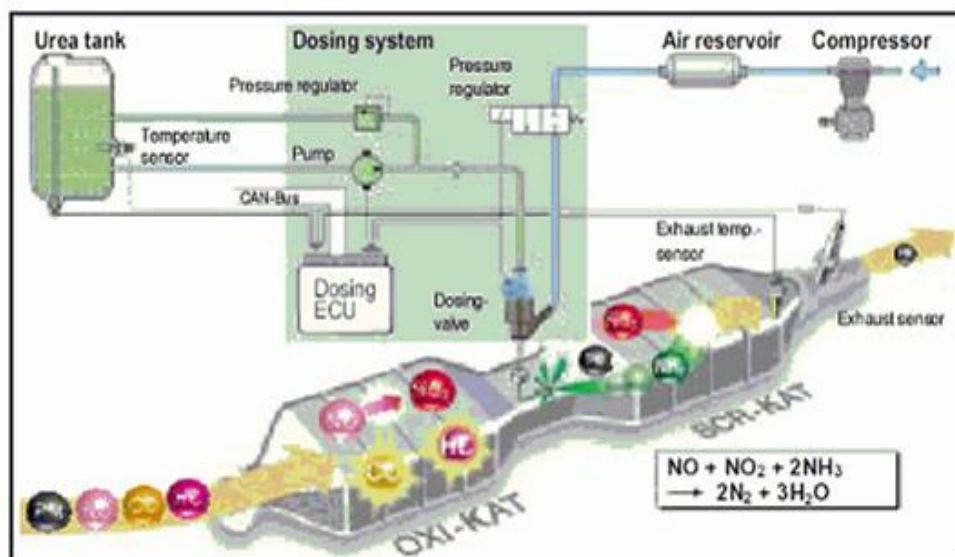


Fig. 2. Modul de funcționare al instalației SCR.

Catalizatorul este echipat cu amortizoare de zgomot și înlocuiește actuala tobă de eșapament. În interiorul lui,  $\text{NO}_x$  reacționează cu amoniacul, rezultând azot molecular și vapori de apă. Pe catalizator sunt montați și senzorii de temperatură. Dacă este amestecat cu motorină și injectat în cilindru, aditivul AdBlue se va descompune și va arde din cauza temperaturilor ridicate ale procesului de ardere. În acest caz, nu se va produce formarea amoniacului, necesar pentru reacția catalitică. Iată de ce nu poate fi amestecat aditivul AdBlue cu motorina. Pompa preia AdBlue din rezervor și o trimite sub presiune la DECU, unde este amestecat cu aerul din sistemul pneumatic și introdusă de un injector înainte de catalizator. AdBlue se evaporă instantaneu, rezultând amoniac și dioxid de carbon. Temperatura gazelor scade până la cea necesară procesului, rezultând la sfârșitul acestuia azot molecular și apă.

Introducerea ureei în sistemul SCR are loc doar în anumite condiții predefinite:

- temperatura motorului trebuie să fie mai mare de  $65^\circ\text{C}$ ;
- temperatura catalizatorului trebuie să fie mai mare de  $220^\circ\text{C}$ ;
- temperatura exterioară trebuie să fie mai mare de  $-20^\circ\text{C}$ ;
- Turația motorului trebuie să fie mai mare de 1000 rpm.

În plus, nu trebuie să avem erori prezente în EDC legate de: injectoare, presiunea de supraalimentare, presiunea de injecție, senzorul de turație al motorului, senzorul de umiditate și senzorul de temperatură atmosferică. De asemenea, nu trebuie să avem erori în DECU (denoxtronic – centralina de comanda a sistemului SCR).

La temperaturi scăzute, AdBlue este păstrat în rezervoare încălzite. Furtunurile și racordurile sunt, de asemenea, încălzite pentru a asigura fiabilitatea sistemului. Dacă un camion este parcat o perioadă mai lungă de timp la temperaturi foarte scăzute, lichidul va îngheța, dar se va

încălzi și dezgheța de îndată ce motorul este pornit. De notat că pornirea motorului nu este afectată în niciun fel. AdBlue face parte din sistemul de tratare a gazelor la ieșirea din catalizator, iar gazele de evacuare nu sunt filtrate în întregime până când motorul și sistemul de evacuare nu ating temperatura normală de funcționare. Indicatorul de control AdBlue se compune din: un set de rezistențe electrice, un plutitor, un senzor de temperatură și o serpentină pentru încălzirea AdBlue cu lichid de răcire din motor la temperaturi exterioare scăzute. Senzorul NTC controlează valva de deviație și în funcție de temperatură, închide și deschide circuitul lichidului de răcire spre serpentină (vezi fig. 3).

În comparație cu motorina, AdBlue nu ocupă mult spațiu. La un amestec de 4%, 1000 de litri de motorină necesită doar 40 de litri de AdBlue. Consumul de AdBlue rămâne întotdeauna în proporție fixă față de consumul de motorină. Rezervoarele pentru aditiv AdBlue sunt disponibile în variante cu capacități de la 30 la 120 de litri. Rezervoarele sunt din aluminiu sau plastic. Pe viitor, producătorii își vor adapta capacitățile de producție la cererea pieței. În prezent, împreună cu distribuitorii, își stabilesc o rețea europeană de distribuție. Două binecunoscute companii petroliere – OMV și Total – sunt pregătite să-și dezvolte strategia pentru implementarea tehnologiei SCR pentru vehiculele comerciale și susțin activ testele finale cu noile sisteme. Și alte companii și-au arătat interesul și poartă discuții cu oficialii din sectoarele chimic și din cel al vehiculelor comerciale. Companiile petroliere și producătorii de AdBlue formulează în prezent pachete extinse de produse și servicii pentru rețelele de distribuție.

Mai presus de toate, aceasta înseamnă echiparea stațiilor publice de combustibili, care operează în industria transportului european, cu pompe de alimentare SCR. Acestea acoperă o gamă extinsă, de la pompe combinate

diesel-AdBlue cu contoare separate (deja operaționale în stațiile din Berlin, Stuttgart și Vomp/Tirol), până la stații

mici de alimentare ale unor companii sau oferte pentru flote, cu rezervoare sau canistre.

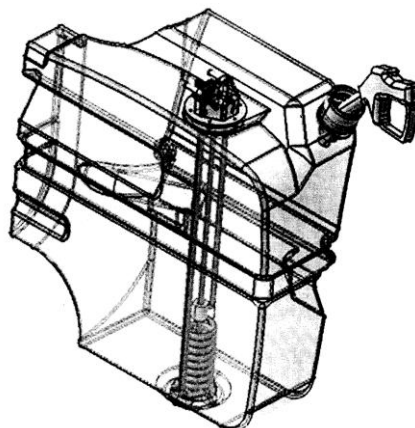
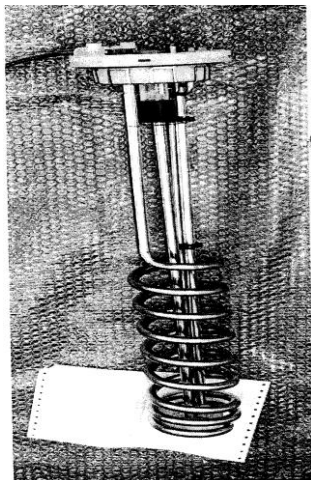


Fig. 3. Sorbul rezervorului de AdBlue și rezervorul.

Mai mult decât atât, câteva state din Europa încurajează deja alinierea la normele Euro 4 și Euro 5, prin diverse stimulente, cum ar fi taxe de drum mai scăzute sau rate de depreciere mai favorabile pentru vehiculele echipate corespunzător (Olanda). Asemenea încurajări de utilizare a tehnologiilor ce protejează mediul sunt așteptate și în celelalte țări europene. Potrivit constatărilor recente, costurile de operare ale camioanelor de transport pe distanțe lungi, dotate cu SCR, nu vor crește comparativ cu cele pentru standardele Euro 3, în ciuda faptului că emisiile poluante vor fi considerabil reduse. Alte avantaje ale tehnologiei SCR se referă la o bună fiabilitate în timp și la o autonomie semnificativă, dată fiind capacitatea mare a rezervorului de *AdBlue*.

Tehnologia SCR combină la modul ideal ecologia cu economia. Toate acestea sunt argumente clare în favoarea reducerii catalitice selective și, de aceea, mărci consacrate din industria auto, chimică sau petrolieră susțin introducerea sa. În viitorul apropiat, este de așteptat ca și alte companii să adopte această tehnologie, pentru că SCR oferă cea mai eficientă soluție în termeni de costuri, protecție a mediului înconjurător și performanțe.

#### 4. CONCLUZII

Avantajele tehnologiei SCR sunt:

- Tehnologia SCR are un viitor sigur și, de aceea, reprezintă o investiție sigură, deoarece această tehnologie vădește potențial în perspectiva Euro 5 și mai mult chiar.

- Tehnologia SCR este disponibilă peste tot în Europa și este considerabil mai tolerantă față de calitatea scăzută a motorinei decât tehnologiile competitor.
- Sistemul SCR necesită întreținere minimă și este conceput pentru întreaga durată de viață a vehiculului.
- Tehnologia SCR nu afectează intervalele de service și de schimb al uleiului la vehiculele pe care este montată.
- Tehnologia SCR este potrivită pentru puteri mari de ieșire. Spre exemplu, nu este necesar să suplimentați ungerea motorului sau a sistemului de răcire, lucru care s-ar putea dovedi necesar în cazul altor tehnologii.
- Tehnologia SCR reprezintă cea mai eficientă soluție în materie de economie de combustibil față de tehnologiile disponibile pentru standardele Euro 4 și Euro 5.

Tehnologia SCR este o tehnologie a cărei fiabilitate și-a dovedit deja eficacitatea, fără a limita puterea maximă. Acest lucru înseamnă că va fi optimizată în conformitate cu ultimele cerințe ale legii, inclusiv un sistem de diagnosticare pentru a monitoriza respectarea nivelurilor impuse pentru gazele de evacuare.

#### BIBLIOGRAFIE

1. PUREM Abgassysteme GmbH & Co. KG: "New methods in SCR technology Selective Catalytic Reduction with aqueous urea solution" www.purem.de, March 2003.
2. D. Foerter, W. Jozewicz: "Cost of Selective Catalytic Reduction (SCR)", U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development Washington, October 2001.