

SCR - CO TO JEST I PO CO SIĘ STOSUJE?

Układy SCR w samochodach wyposażonych w silniki diesla mają za zadanie obniżyć ilość związków azotu **NO_x** w spalinach. Na mocy norm emisji spalin w chwili obecnej układ SCR jest już we wszystkich samochodach osobowych, dostawczych i ciężarowych. Redukcja tlenków azotu odbywa się poprzez wtrysnięcie do układu wydechowego odpowiedniej ilości roztworu mocznika, który potocznie nazywany jest AdBlue® a sprzedawany przez Grupę Azoty pod marką własną NOXy®. Grupa Azoty posiada prawa do produkcji i używania znaków towarowych NOXy® AdBlue®. Właścicielem znaku towarowego jest VDA. Verband der Automobileindustrie

Spaliny powstają podczas spalania paliwa dostarczonego do cylindrów. W teoretycznie optymalnych warunkach każdy kilogram paliwa powinien być zmieszany z **14,7 kg** powietrza (w przypadku silnika ZI). Oznacza to, że w całej mieszance paliwowo-powietrznej paliwo stanowi tylko **6,37%**. Spaliny silnika z zapłonem iskrowym składają się w większości z azotu (**N**), który jest dostarczany z powietrzem. Kolejnymi składnikami spalin są: dwutlenek węgla, woda, tlen i składniki szkodliwe. Warto zaznaczyć, że składników szkodliwych (**NO_x**, **HC**, **CO**, związki siarki) w spalinach jest około **1%**.

Większy problem w Dieslu

Silnik Diesla pracuje z nadmiarem powietrza. Na biegu jałowym współczynnik λ wynosi około **5-6**, co oznacza, że powietrza jest o **400-500%** więcej od teoretycznie potrzebnej ilości. Przy pełnym obciążeniu silnika zwiększa się wielkość dawki paliwa przy relatywnie małej zmianie masy tłoczonego do cylindrów powietrza, a wtedy współczynnik lambda spada do wartości **1,5-1,6**, co oznacza, że mieszanka ciągle zawiera zbyt dużo powietrza (**20-60% nadmiaru**). Mimo tego podczas spalania oleju napędowego ciągle tworzą się substancje szkodliwe. Wynika to z nierównomiernego przebiegu procesu spalania paliwa podczas samej fazy wtrysku i tworzenia się mieszanki w cylindrze. Powstają wówczas obszary bogatsze lub bardziej zubożone. Na obrzeżach strumienia wtryskiwanego do cylindra paliwa, gdzie jest swobodniejszy dostęp tlenu, paliwo odparowuje całkowicie i dokładniej się spala, powodując niską emisję substancji szkodliwych. W centrum strumienia wtryskiwanego paliwa dostęp do tlenu jest ograniczony, ponieważ jest zużywany do spalania zewnętrznych warstw strumienia. W wyniku tego część paliwa odparowuje i nie ulega spalaniu. Jeśli podczas spalania do odparowanego paliwa nie dotrze odpowiednia ilość tlenu, paliwo to opuści komorę spalania w formie sadzy. Aby wyeliminować ten problem stosuje się coraz wyższe ciśnienia wtrysku powodujące dokładniejsze - i co bardzo ważne - drobniejsze rozpylenie paliwa. Dodatkowo doładowanie silnika i minimalizacja dawki wtryskiwanego paliwa powodują, że mieszanka staje się zubożona.

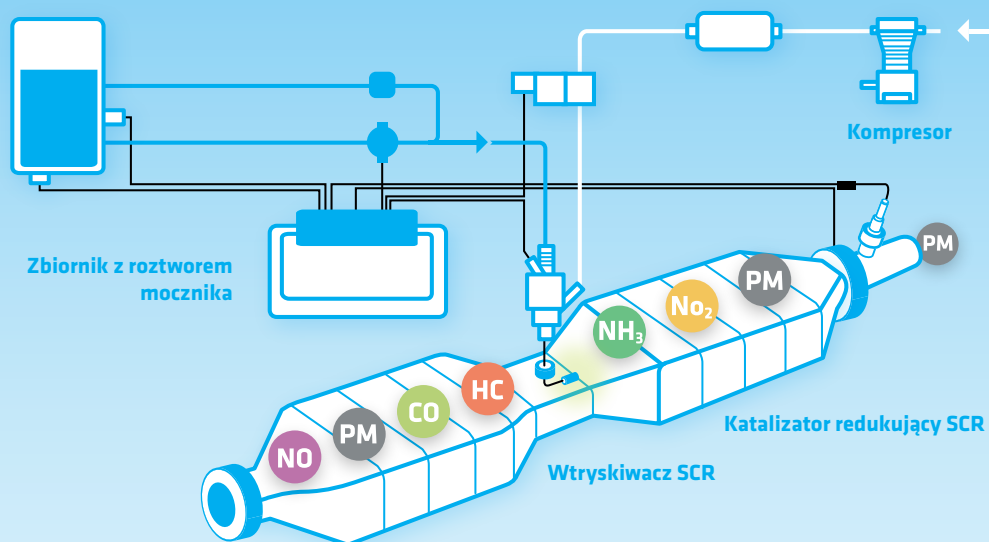
Zubożenie mieszanki powoduje gwałtowny wzrost temperatury spalania. W zbyt wysokiej temperaturze spalania nadmiarowy tlen dostający się do cylindra oraz azot zaczynają łączyć się w tlenki azotu, które są silnie toksyczne. Aby zminimalizować ilość tworzących się tlenków azotu stosuje się kilka zabiegów. Jednym z nich jest układ recyrkulacji spalin (**EGR - Exhaust Gas Recirculation**), który mylnie jest pojmowany, jako układ służący do ponownego "przepalania" spalin z układu wydechowego. Zasadą działania układu **EGR** jest obniżenie temperatury spalania przez zastąpienie części tlenu w komorze spalania właśnie spalinami. Obniżenie temperatury spalania powoduje obniżenie emisji **NO_x**, ale zwiększa tym samym emisję sadzy. Potrzebny jest więc balans między emisją węglowodorów (**HC**) i tlenków azotu (**NO_x**). W przypadku dużych silników może się okazać, że układ **EGR** może mieć zbyt małą wydajność aby całkowicie usunąć związki azotu ze spalin.

SCR i AdBlue® wkraczają do gry

Drugim rozwiązaniem, które pozwala na usunięcie szkodliwych związków azotu ze spalin jest zastosowanie układu selektywnej redukcji katalitycznej (**SCR - Selective Catalytic Reduction**). Dzięki mieszanemu spalin z **32,5%** roztworem mocznika (nazwa handlowa roztworu mocznika do układów **SCR** to **AdBlue®**, **NOXy®**) i doprowadzeniu tak powstałej mieszanki do katalizatora redukującego opartego na związkach tytanu, wolframu i wanadu możliwe jest przekształcenie jej w azot i wodę w postaci pary. Ilość wtryskiwanego do układu wydechowego roztworu jest regulowana przez sterownik na podstawie informacji o obciążeniu silnika i warunków pracy.

Główne podzespoły systemu **SCR** stanowią: katalizator **SCR**, dysza wtrysku **AdBlue®**, niezależny zbiornik **AdBlue®** i jednostka dozująca. **AdBlue®** zgromadzone w zbiorniku jest następnie wtryskiwane za pomocą dyszy do układu wydechowego

pojazdu. W katalizatorze SCR mocznik AdBlue® reaguje chemicznie z amoniakiem, co prowadzi do przemiany tlenków azotu (NO_x) w azot (N_2) oraz wodę (H_2O). Aby zachować właściwe parametry wtryskiwanego do układu wydechowego AdBlue®, konstrukcja instalacji SCR musi zapewnić właściwy moment i dawkę mocznika, który poprzez reakcję chemiczną doprowadzi do pożądanego efektu obniżenia zawartości substancji szkodliwych.



Ilustracja 1. Aby zredukować ilość tlenków azotu w spalinach silników pojazdów użytkowych, stosuje się układy selektywnej redukcji katalitycznej SCR, w których roztwór mocznika jest wtryskiwany do wydechu. Po dotarciu wraz ze spalinami do katalizatora redukującego tlenki azotu i mocznik zamieniane są w azot i parę wodną.

Źródło: Robert Bosch

Przechowywanie i transport NO_x ® AdBlue®

W związku z faktem, że 67,5% AdBlue stanowi woda, problemem jest przechowywanie tego preparatu w niskich temperaturach. Najważniejszym czynnikiem wpływającym na jakość produktu jest właśnie temperatura otoczenia. Prawidłowe przechowywanie AdBlue możliwe jest dzięki zastosowaniu beciśnieniowych zbiorników lub pojemników ze stali kwasoodpornej (o dowolnej pojemności) oraz pomieszczeń w których temperatura utrzymuje się w przedziale od -5°C do 30°C . Pomieszczenia powinny być suche, chłodne oraz dobrze wentylowane. Wymogi dotyczące przechowywania AdBlue możliwe są do spełnienia przy wykorzystaniu zbiorników dwupłaszczowych, które stabilizują temperaturę wewnętrzną.

Według producenta preparatu NO_x ® (roztwór mocznika zgodny ze standardami AdBlue®) - Grupy Azoty, okres trwałości tego roztworu spada drastycznie wraz ze zwiększaniem się temperatury przechowywania. Dla poszczególnych temperatur przedstawia się on następująco:

10°C - 36 miesięcy

do 30°C - 12 miesięcy

do 25°C - 18 miesięcy

do 35°C - 6 miesięcy

Często stosowanym sposobem przechowywania AdBlue® jest zbiornik BlueMaster®. W przypadku stosowania tego typu pojemnika należy pamiętać o przechowywaniu go w pomieszczeniu zamkniętym, gdzie jest znikomy wpływ czynników zewnętrznych, jak mróz, czy zbytnie nasłonecznienie. W przypadku obrotu większymi ilościami preparatu konieczne staje się użycie pojemników „zewnętrznych” lub nawet stacjonarnych zbiorników magazynowych wyposażonych w pompę, pistolet do nalewania, legalizowany przepływomierz oraz panel komunikacyjny z możliwością obsługi sprzedaży (zbiorniki dla stacji paliw).



Ilustracja 2. Dwupłaszczowy zbiornik Kingspan BlueMaster® o pojemnościach od 2500 do 9000 litrów może być dostępny w sześciu różnych opcjach wyposażenia.

Źródło: Kingspan



Automatyczny
nalewak

Właz rewizyjny

Czujnik poziomu

Licznik cyfrowy

Ilustracja 3. Zbiornik z serii SlimLine z dystrybutorem AdBlue® dostępny jest w pojemnościach od 1290 do 12 980 litrów.

Źródło: Kingspan

Co w przypadku pomyłki przy tankowaniu?

Należy mieć też na uwadze, że w żadnym przypadku nie należy używać zbiorników od oleju napędowego lub smarowego do napełniania zbiornika AdBlue®. Nawet bardzo małe ilości paliwa/oleju/środka smarnego mogą uszkodzić system SCR w samochodzie. Przy wlewaniu AdBlue® nie ma konieczności zakładania odzieży ochronnej, jednak zaleca się używanie rękawiczek ochronnych w celu zabezpieczenia skóry przed podrażnieniami. Należy także zapoznać się z kartą charakterystyki produktu AdBlue®.

W przypadku wiania AdBlue® do zbiornika oleju napędowego lub oleju napędowego do zbiornika AdBlue® należy opróżnić zbiornik w pierwotnym położeniu pojazdu. Nie wolno nawet na chwilę uruchomić silnika, ponieważ może to skutkować uszkodzeniem układu paliwowego roztworem zawierającym wodę (zatarcie pompy lub wtryskiwaczy). Jeśli olej napędowy został wany do zbiornika AdBlue®, to może dojść do uszkodzenia katalizatora, który w takim przypadku nie podlega gwarancji.

Wszelkie nieszczelności układu AdBlue® możliwe są do łatwego zidentyfikowania, ponieważ w miejscu wycieku mocznik zawarty w roztworze zaczyna krystalizować pokrywając nieszczelność i okolicę białym nalotem.

O CZYM NALEŻY PAMIĘTAĆ

AdBlue® jest silnie korozyjny i nie wolno doprowadzić do jego zetknięcia się z metalowymi częściami pojazdu.

AdBlue® jest nieodporny na mróz – mocznik krystalizuje w temperaturze $-11,5^{\circ}\text{C}$ (a woda zamarza), co wymusiło na producentach stosowanie grzałek w zbiornikach. W bardzo wysokich temperaturach dodatnich AdBlue® ulega rozkładowi uwalniając amoniak.