

Marek IDZIOR, Edward CZAPLIŃSKI

WPŁYW PRZEPISÓW PRAWNYCH I ROZWIĄZAŃ TECHNICZNYCH NA OGRANICZENIE EMISJI TOKSYCZNYCH SKŁADNIKÓW GAZÓW WYLOTOWYCH Z SILNIKÓW SPALINOWYCH

Streszczenie

W artykule opisano problem zanieczyszczeń środowiska przez pojazdy samochodowe. Przedstawiono przepisy prawne obowiązujące w Unii Europejskiej, które obligują producentów pojazdów samochodowych do nie przekraczania dopuszczalnych wartości emisji toksycznych składników spalin. Przedstawiono wybrane systemy techniczne, które są stosowane w pojazdach samochodowych i mają bezpośredni wpływ na ograniczanie emisji.

WSTĘP

Zanieczyszczenia komunikacyjne w dużych aglomeracjach miejskich stanowią 75-80% skażeń całkowitych. Niekorzystne zjawiska, zwłaszcza w środowisku miejskim nasilają się dodatkowo wobec ograniczenia roli komunikacji zbiorowej przy stałym wzroście liczby użytkowanych samochodów osobowych [1].

Transport w Europie jest odpowiedzialny za szkodliwe poziomy zanieczyszczenia powietrza oraz jedną czwartą emisji gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej. Według ostatniego raportu Europejskiej Agencji Środowiska (EEA), wiele spośród wynikających z tego problemów środowiskowych można rozwiązać poprzez zintensyfikowanie wysiłków zmierzających do realizacji nowych celów Unii Europejskiej. Chociaż zanieczyszczenie powietrza zmniejszyło się w ciągu ostatnich dwóch dekad, nadal jest ono poważnym problemem w wielu dziedzinach. „Normy europejskie” dla pojazdów nie spowodowały zmniejszenia emisji NO₂ do poziomów określonych w przepisach prawa, mimo że ogólnie przyczyniły się do znacznej poprawy jakości powietrza [2].



Rys. 1. Zanieczyszczenie powietrza w aglomeracjach miejskich [2]

1. PROBLEM EMISJI TOKSYCZNYCH SKŁADNIKÓW SPALIN Z POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH W EUROPIE

Transport w Europie jest odpowiedzialny za szkodliwe poziomy zanieczyszczenia powietrza oraz jedną czwartą emisji gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej. Według ostatniego raportu Europejskiej Agencji Środowiska (EEA), wiele spośród wynikających z tego problemów środowiskowych można rozwiązać poprzez zintensyfikowanie wysiłków zmierzających do realizacji nowych celów Unii Europejskiej. Chociaż zanieczyszczenie powietrza zmniejszyło się w ciągu ostatnich dwóch dekad, nadal jest ono poważnym problemem w wielu dziedzinach. „Normy europejskie” dla pojazdów nie spowodowały zmniejszenia emisji NO₂ do poziomów określonych w przepisach prawa, mimo że ogólnie przyczyniły się do znaczącej poprawy jakości powietrza [2].

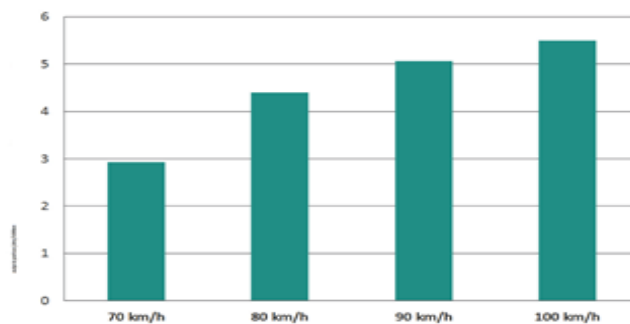
Ludność mieszkająca okolice dróg charakteryzujących się wysokim stopniem natężenia jest szczególnie narażona na nadmierny poziom zanieczyszczenia w powietrzu. W 2010r. poziom NO₂, przewyższający ograniczenia gwarantowane prawem, został zarejestrowany w 44% spośród przydrożnych stacji monitoringu powietrza. Stężenie zawiesiny pyłów PM₁₀ w tych miejscach przekroczyło limity na poziomie 33%. Zanieczyszczenia te mają bezpośredni wpływ na układ krążenia, płuca, wątrobę, śledzionę oraz krew [2].

Emisja do atmosfery cząstek stałych PM wpływa negatywnie również na stan środowiska naturalnego. Rozprzestrzenianie się PM na różnych obszarach ma istotny wpływ, zarówno bezpośredni, jak i pośredni, na kształtowanie się klimatu regionalnego oraz globalnego [10]. Prawie jedna trzecia mieszkańców europejskich miast jest narażona na zbyt wysokie stężenia cząstek stałych (PM) w powietrzu. Cząstki stałe niosą za sobą największe zagrożenia pod względem szkodliwości dla zdrowia ludzkiego, ponieważ przenikają do wrażliwych części układu oddechowego. W ostatnich dziesięcioleciach UE poczyniła postępy w ograniczaniu zanieczyszczeń powietrza, które powodują zakwaszenie, ale nowe sprawozdanie opublikowane dzisiaj przez Europejską Agencję Środowiska (EEA) dowodzi, że w wielu częściach Europy występują uporczywe problemy związane ze stężeniami cząstek stałych w powietrzu zewnętrznym i ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery [2,4].

Tlenek węgla, benzen i metale ciężkie (arsen, kadm, nikiel, ołów) – ich stężenia w powietrzu zewnętrznym w UE są na ogół niskie, lokalne i sporadyczne, a przypadki przekroczenia wartości dopuszczalnych i docelowych określonych w przepisach UE są nieliczne [5].

1.1. Wpływ prędkości jazdy na emisję

W rzeczywistych warunkach ruchu zostały wykonane badania drogowe samochodu osobowego, które wykazały znaczący wpływ



Rys.2. Wartość przebiegowego zużycia paliwa określona dla różnej prędkości jazdy [3].

osiąganej prędkości jazdy na emisję gazowych substancji w spaliniach. Wykazano, że znacząco mniejszą emisję drogową tych związków przy jeździe z prędkością 70km/h (wobec prędkości 90km/h) oraz znaczący wzrost wartości emisji przy samochodzie poruszającym się z prędkością 100km/h [3].

2. PRZEPISY PRAWNE ZWIĄZANE Z OGRANICZANIEM EMISJI

Normy emisji spalin Euro pojawiły się w latach 90 ubiegłego wieku. Wprowadzono je w celu ograniczenia ilości tlenków azotu (NOx), węglowodorów (HC), tlenków węgla (CO) i cząstek stałych (PM) trafiających do atmosfery. Norma Euro 6 zaczęła obowiązywać 1 września 2014 r. dla samochodów nowych, a od 1 września 2015 r. w zakresie rejestracji oraz sprzedaży nowych typów pojazdów. W sumie od 1990 r. emisję cząstek stałych w samochodach z silnikami Diesla ograniczono do 99%. Nowoczesny pojazd o zapłonie samoczynnym ZS emituje dziś niemal 98% mniej tlenków azotu w porównaniu do samochodów z początku lat 90 [6].

Dopuszczalne wartości emisji spalin w poszczególnych normach zaprezentowano w tabeli 1.

Tab.1. Europejski standard emisji [7]

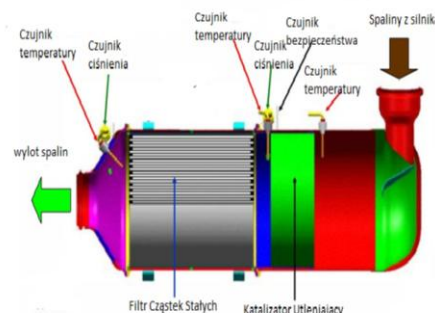
Dopuszczalne wartości emisji spalin w poszczególnych normach EURO dla pojazdów z silnikiem wysokoprężnym						
emisja						
[g/km]	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6
CO	3,16	1	0,64	0,5	0,5	0,5
HC	-	0,15	0,06	0,05	0,05	0,05
NOx	-	0,55	0,5	0,25	0,18	0,08
HC+NOx	1,13	0,7	0,56	0,3	0,23	0,17
PM	0,14	0,08	0,05	0,009	0,005	0,005

3. WPŁYW UKŁADÓW OCZYSZCZANIA NA OGRANICZANIE EMISJI TLENKÓW AZOTU I CZĄSTEK STAŁYCH

Podczas spalania różnych rodzajów paliwa powstają gazy spalinowe, które zawierają szkodliwe składniki. Zadanie redukcji szkodliwych składników przejmują katalizator. Wartości graniczne emisji substancji szkodliwych zdefiniowane są w normach Euro [11].

Spełnianie coraz bardziej rygorystycznych norm emisji toksycznych składników spalin wymaga już nie tylko poprawy procesów spalania ale konieczne staje się dodatkowe oczyszczenie spalin [8]. Współczesne silniki samochodowe emitują znaczną ilość zanieczyszczeń. Ze względu na ograniczone możliwości zmniejszenia tej emisji podczas procesu roboczego silnika konieczne jest stosowanie pozasilnikowych układów oczyszczania spalin, złożonych z wielu elementów takich jak DPF (Diesel Particulate Filter). Filtr cząstek stałych jest montowany w układach gazów wylotowych w pojazdach z silnikami realizujących cykl spalania o realizujących cykl spalania o zapłonie samoczynnym, oczyszczający gazy wylotowe z cząstek stałych, oraz reaktor utleniający (oxicat) redukujący emisję CO, HC. Zbudowany jest z przestrzennej struktury o dużej całkowitej powierzchni porowatych ścianek lub włókien, wykonanych z metalu, materiałów ceramicznych na których osiadają cząstki sadzy. W nowych konstrukcjach jest konieczne montowanie dodatkowych elementów, które znacznie poprawiają bilans emisji, rodzaj oraz ilość elementów bardzo często zależą od konstrukcji silnika spalinowego. Prowadzi się badania reaktorów z materiałami umożliwiającymi bezpośrednie utlenianie cząstek stałych (PM). W stosowanych aktualnie reaktorach (rys.3) stosowane są materiały (pre-

wodniki jonowe) przewodzące O₂ (Cr, Zr, Mn) w celu dopalenia sadzy na bezpośrednim styku przewodnik-sadza, zamiast O₂ w fazie gazowej.

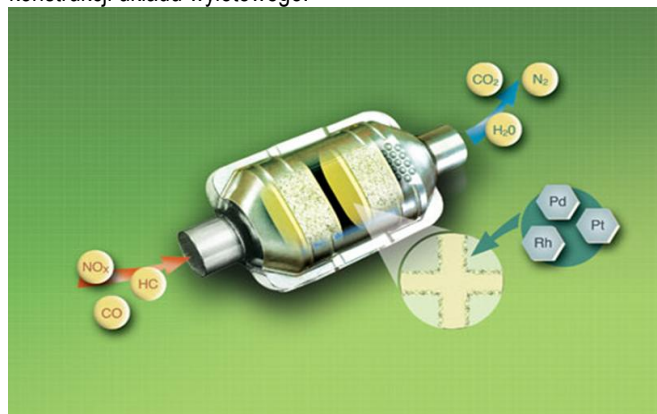


Rys.3. Schemat układu oczyszczania gazów wylotowych z silników ZS [6].

Aby zapobiec zabrudzeniu lub całkowitemu zatknięciu filtra cząstek stałych, co w konsekwencji obniża jego sprawność, musi być regularnie regenerowany przez proces wypalania sadzy, która nagromadziła się wewnątrz filtra. Rozróżnić możemy kilka typów regeneracji. Podstawowym jest regeneracja pasywna: cząstki sadzy są spalane stale bez interwencji ECU. To osiąga się standardowymi dużymi prędkościami (ok. 3000 obr/min). Temperatura spalin osiąga około 660 °C - 930 °C.

Aktywna regeneracja stosowana jest w przypadku stosowania głównie w warunkach jezdnych typowych dla aglomeracji miejskich, temperatura spalin nie osiąga zazwyczaj wystarczającej temperatury w celu uzyskania regeneracji pasywnej. W związku z tym, cząstki sadzy nie są eliminowane, a zamiast gromadzić się wewnątrz filtra, po osiągnięciu progu ograniczającego swobodny przepływ spalin (18 g), komputera silnika spowoduje aktywną regenerację.

Podstawowym urządzeniem, które instalowane jest w pojazdach z zapłonem iskrowym ZI i wpływającym na ograniczenie emisji składników gazowych spalin jest TWC (Three Way Catalyst) trójfunkcyjny reaktor katalityczny przedstawiony na rys.4. Redukuje zawartość NOx oraz jednocześnie utlenia CH i CO. Jest to część układu wylotowego spalin we wszystkich współczesnych samochodach osobowych, ciężarowych, autobusach, który spełnia funkcję systemu zmniejszania ilości szkodliwych składników gazowych spalin. Zasada działania reaktora polega głównie na reakcji substancji zawartych w spalinach z katalizatorem zawartym w nośniku ceramicznym lub metalowym w zależności o zastosowanego typu konstrukcji układu wylotowego.



Rys.4. Widok trójfunkcyjnego reaktora katalitycznego [11]

Optymalne warunki pracy katalizator uzyskuje dzięki wystero-
waniu zapłonu na podstawie danych uzyskiwanych z sondy lambda.
Tylko przy zachowaniu odpowiedniej proporcji paliwa i powietrza
reaktor katalityczny może przeprowadzać reakcje utleniania i reduk-
cji. Wewnątrz katalizatora znajdują się metale szlachetne platyna,
rod i pallad. Gdy dojdzie do reakcji substancji szkodliwych tlenku
węgla, węglowodorów i tlenków azotu powstaną następujące związ-
ki: z tlenku węgla i węglowodorów - woda i dwutlenek węgla (*utle-
nianie*), z tlenków azotu - azot, tlen i dwutlenek węgla (*redukcja*).

PODSUMOWANIE

W artykule został przedstawiony ogólny problem wpływu tok-
sycznych składników spalin z pojazdów silnikowych na środowisko i
zdrowie człowieka w Europie. Wykazano, że prędkość jazdy samo-
chodem ma duży wpływ na zużycie paliwa i na poziom emisji.
Przedstawiono rozwiązania techniczne mające na celu ograniczenie
emisji szkodliwych składników spalin. Przedstawiono aktualnie
obowiązujące w Unii Europejskiej normy Euro dotyczące ogranicze-
nia poziomu emisji szkodliwych substancji znajdujących się w spal-
nach pojazdów osobowych. Ponadto zademonstrowano rozwiązania
techniczne wpływające na ograniczenie emisji szkodliwych substan-
cji spalin.

BIBLIOGRAFIA

1. Jerzy Merkisz, Wiesław Piekarski, Tomasz Słowik,
„Motoryzacyjne Zanieczyszczenia Środowiska”, Wydawnictwo
Akademii Rolniczej w Lublinie, Lublin 2005rok.
2. [http://www.eea.europa.eu/pl/pressroom/newsreleases/zanieczy-
szczenia-zwiazane-z-ruchem-samochodowym](http://www.eea.europa.eu/pl/pressroom/newsreleases/zanieczy-
szczenia-zwiazane-z-ruchem-samochodowym) 2015-10-24.
3. Jerzy Merkisz, Marianna Jacyna, Maciej Andrzejewski, Jacek
Pielecha. „Wpływ prędkości jazdy samochodem na emisje
spalin”. *Combustion Engines*, No. 1/ 2014 (156), pp. 41-47.
4. [http://www.eea.europa.eu/pl/pressroom/newsreleases/wielu-
europejczykow-jest-nadal-narazonych](http://www.eea.europa.eu/pl/pressroom/newsreleases/wielu-
europejczykow-jest-nadal-narazonych) 2015-10-24
5. [http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-
viewers/emissions-nec-directive-viewer](http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-
viewers/emissions-nec-directive-viewer) 2015-10-24
6. [http://moto.pl/MotoPL/1,88389,16567724,Unia_nakazuje_spal-
in_ma_byc_mniej_Diesle_beda_drozsze_.html](http://moto.pl/MotoPL/1,88389,16567724,Unia_nakazuje_spal-
in_ma_byc_mniej_Diesle_beda_drozsze_.html) 2015-10-24
7. https://pl.wikipedia.org/wiki/Europejski_standard_emisji_spalin
2015-10-24
8. Marek Idzior „Problemy doboru wtryskiwaczy silników o za-
płonie samoczynnym zasilanych paliwami alternatywnymi.” Po-
litechnika Poznańska; Instytut Technologii Eksploatacji – Pań-
stwowy Instytut Badawczy w Radomiu, Poznań – Radom 2012
9. [http://www.carboncleaningusa.com/decarbonization/dpf-
cleaning-diesel-particulate-filter/diesel/audi/q5-3-0-l-24](http://www.carboncleaningusa.com/decarbonization/dpf-
cleaning-diesel-particulate-filter/diesel/audi/q5-3-0-l-24) 2015-
10-25
10. Jerzy Merkisz. Jacek Pielecha., Emisja cząstek stałych ze
źródeł motoryzacyjnych. Politechnika Poznańska, Poznań
2014
11. [https://www.ngk.de/pl/technika-w-szczegolach/sondy-
lambda-podstawowa-wiedza-o-spalinach/](https://www.ngk.de/pl/technika-w-szczegolach/sondy-
lambda-podstawowa-wiedza-o-spalinach/) 2015-05-19

IMPACT OF REGULATORY AND TECHNICAL SOLUTIONS REDUCE EMISSIONS OF TOXIC COMPONENTS OF EXHAUST GASES FROM INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Abstract

*The article describes the problem of environmental
pollution by motor vehicles, presents current legal pro-
visions in force in the European Union, which compel
vehicle manufacturers not to exceed limit values toxic
exhaust emissions. Presents selected technical systems,
which are used in automotive and have a direct impact
on reducing emissions*

Autorzy:

Prof. dr hab. inż. **Marek Idzior** - Politechnika Poznańska, Instytut
Silników Spalinowych i Transportu, ul. Piotrowo 3, Poznań 60-965
Tel: + 48 61 665 20 22, Fax: + 48 61 665 21 19,

marek.idzior@put.poznan.pl

Mgr. Inż. **Edward Czaplinski** - Politechnika Poznańska, Instytut
Silników Spalinowych i Transportu, ul. Piotrowo 3, Poznań 60-965
Tel: + 48 61 665 20 22, Fax: + 48 61 665 22 04,
edward.czaplinski@doctorate.put.poznan.pl