

УДК 502.55
UDC 502.55

RETROSPEKTYWNY PRZEGLĄD LEGISLACJI ODNOŚNIE CZYSTOŚCI SPALIN
SILNIKOWYCH W TRANSPORCIE SAMOCHODOWYM

LEJDA Kazimierz, Prof. Dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

RETROSPECTIVE REVIEW OF LEGISLATION ON THE ENGINE EXHAUST GAS CLARITY
IN CAR TRANSPORTATION

ЛЕЙДА Казімеж, професор, доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

ОГЛЯД ЗАКОНОДАВСТВА З ПИТАНЬ НОРМУВАННЯ ВИКИДІВ ШУДИЛИВИХ РЕЧОВИН
НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WPROWADZENIE

Motoryzacja należy do najważniejszych dziedzin gospodarki światowej, stymulując poprzez kwestie transportowe ludzi i towarów, prawie wszystkie inne dziedziny w skali globalnej, poszczególnych krajów oraz regionalnej i lokalnej. Generowane przez rozwój motoryzacji względy ekonomiczne, choć niezwykle ważne dla rozwoju tej branży, są zdeterminowane również przez problemy dotyczące ochrony środowiska i zwiększenie bezpieczeństwa przewozów. Powoduje to niezwykle dynamiczny postęp w konstrukcji i technologii środków transportowych oraz źródeł napędu ukierunkowanych na paliwa alternatywne.

Dominującym powodem dla rozwoju transportu drogowego stała się na przestrzeni ostatnich ok. 20 lat problematyka ochrony środowiska przed destrukcyjnym oddziaływaniem motoryzacji na otoczenie przyrodnicze i ludzkie zdrowie. Sformułowana przez Stowarzyszenie Prawa Międzynarodowego (ILA – International Law Association) definicja „zanieczyszczenia” wydaje się stosunkowo adekwatna do obecnych naszych warunków środowiskowych i jest określona jako: „każde wprowadzenie przez człowieka bezpośrednio lub pośrednio do środowiska substancji lub energii, która powoduje szkodliwe konsekwencje, takie jak: zagrożenie zdrowia ludzkiego, szkodę dla żywych zasobów ekosystemów i dóbr materialnych przez obniżenie walorów środowiska lub utrudnienie w innym dozwolonym korzystaniu z niego” [4].

Podstawowym środkiem napędu w transporcie samochodowym od początku istnienia tej branży pozostaje silnik spalinowy. W procesie spalania paliw, dla wytworzenia energii do napędu pojazdu, emituje on do otoczenia ze spalinami różne składniki zagrażające środowisku naturalnemu. Należą do nich gazowe związki toksyczne, dwutlenek węgla oraz cząstki stałe, stanowiące w sumie barierę rozwoju współczesnych silników spalinowych, zwłaszcza w aplikacjach do pojazdów drogowych. Niezwykle szkodliwe dla organizmów żywych cząstki stałe (PM) są generowane przez silniki o zapłonie samoczynnym oraz zapłonie iskrowym z bezpośrednim wtryskiem benzyny [2,3].

Powodowane zagrożenia stymulują powstawanie odpowiednich przepisów i norm, narzucających producentom pojazdów samochodowych coraz bardziej restrykcyjne limity emisyjne toksyn w spalinach dla spełnienia kryteriów homologacyjnych.

**POWSTANIE I EWALUACJA PRZEPISÓW NORMUJĄCYCH POZIOMY ZANIECZYSZCZEŃ
EMITOWANYCH PRZEZ SAMOCHODOWE SILNIKI SPALINOWE**

Początki zainteresowania zanieczyszczeniami motoryzacyjnymi należy lokować w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku w Kalifornii. Pojawiły się wówczas problemy dotyczące zanieczyszczenia powietrza, których nie obserwowano wcześniej. Podczas słonecznych dni letnich i jesiennych w powietrzu występował rodzaj zawiesiny do ok. 150-200m, ograniczającej widoczność do ok. 600m i powodującej podrażnienie oczu. Podjęte badania doprowadziły do wyjaśnienia istoty tego zjawiska, nazwanego smogiem kalifornijskim (również fotochemicznym). Okazało się, że jego powstawanie jest związane z zachodzącymi skomplikowanymi reakcjami chemicznymi pomiędzy składnikami spalin samochodowych (głównie węglowodorów i tlenków azotu) w intensywnym nasłonecznieniu i występującej w tych porach roku odpowiedniej wilgotności i temperaturze powietrza. Podjęte w tej sprawie czynności zaradcze przez władze stanowe Kalifornii doprowadziły do powołania komisji pn. *State Motor Vehicle Pollution Control Board*, która opracowała w 1961r. pierwsze w świecie przepisy prawne dotyczące emisji zanieczyszczeń z pojazdów

samochodowych. Na terenie całych Stanów Zjednoczonych przepisy dotyczące zanieczyszczeń powietrza przez samochody zostały wprowadzone przez władze federalne od 1968r., ponieważ obserwowano efekty i skutki osiągnięte w Kalifornii [2].

Prace dotyczące limitów emisji zanieczyszczeń z pojazdów samochodowych w Europie rozpoczęto z pewnym opóźnieniem w stosunku do USA. Wynikało to z faktu mniejszego motoryzacyjnego zanieczyszczenia powietrza niż w Kalifornii, powodowanego mniejszą ilością eksploatowanych pojazdów przypadających na dany obszar. Natomiast istotnym bodźcem do wprowadzenia tych przepisów było spełnienie norm amerykańskich dla zapewnienia eksportu na ten rynek produkowanych samochodów przez koncerny europejskie.

Podobnie jak w Stanach Zjednoczonych, pierwsze przepisy w Europie dotyczyły emisji zanieczyszczeń z pojazdów samochodowych napędzanych silnikami o ZI. Metoda pomiaru tej emisji na początku ustaleń legislacyjnych była podobna jak w USA i w zasadzie obowiązuje ona bez zasadniczych zmian do chwili obecnej [3]. Dotyczy to stosowania przy pomiarach emisji odpowiednich cykli jezdnych, które charakteryzują uśrednione warunki eksploatacji w danym kraju lub grupie krajów. Zachowano podstawową zasadę metody ustalonej w przepisach amerykańskich, tj. pomiary realizowane na hamowni podwoziowej. W Europie pierwsze badania nad opracowaniem cyklu jezdno prowadzono niezależnie w RFN i Francji. Słusznie jednak uznano, że wprowadzenie różnych metod pomiaru i cykli jezdnych w poszczególnych krajach europejskich jest niecelowe i opracowano kompromisowy cykl UDC (*Urban Driving Cycle*), symulujący średnie warunki w ruchu miejskim dla samochodów z silnikami o ZI i dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 3500kg [2,5].

To istotne porozumienie dotyczące przyjęcia jednolitych warunków homologacji i wzajemnego uznawania homologacji wyposażenia i części pojazdów zostało wprowadzone w życie 11.03.1970r., zgodnie z Regulaminem 15 ECE ONZ (*Economic Commission for Europe*). W ramach ECE równolegle weszła jako obowiązująca Dyrektywa 70/2020/EEC (*European Economic Community*), której przepisy były skorelowane z ustalonymi w Regulaminie 15 ECE [6].

Od chwili wejścia jako obowiązujących wymienionych przepisów, z uwagi na rozwój gospodarczy zwłaszcza krajów stowarzyszonych w UE, nastąpił bardzo szybki wzrost ilości pojazdów samochodowych o różnym przeznaczeniu. Spowodowało to również negatywne oddziaływanie na środowisko, co skutkowało wprowadzeniem określonych limitów emisyjnych dla zanieczyszczeń wydalanych ze spalinami oraz rozwój metod kontroli pojazdów drogowych. Kolejne unijne Dyrektywy dotyczące tzw. norm Euro były coraz bardziej zaostrzone dla poszczególnych składników, co sprawiło, że aktualnie obowiązująca norma Euro 6 jest nieporównywalna z wartościami homologacyjnymi zawartymi w Euro 1, wprowadzonej w roku 1992. Dopuszczalne wartości emisji składników spalin dla kolejnych norm Euro, z podaniem roku ich wprowadzenia, zawarto w tabelach 1 i 2 [2,6].

Tabela 1 – Wartości dopuszczalne emisji składników toksycznych w spalinach dla kolejnych norm Euro w odniesieniu do pojazdów z silnikiem o ZI i masie całkowitej do 3500kg

[g/km]	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
	1992r.	1996r.	2000r.	2005r.	2009r.	2014r.
CO	2,72	2,2	2,3	1,0	1,0	1,0
HC	-	-	0,2	0,1	0,1	0,1
NO _x	-	-	0,15	0,08	0,06	0,06
HC+ NO _x	0,97	0,5	-	-	-	-
PM	-	-	-	-	0,005	0,005

Tabela 2 – Wartości dopuszczalne emisji składników toksycznych w spalinach dla kolejnych norm Euro w odniesieniu do pojazdów z silnikiem o ZS i masie całkowitej do 3500kg

[g/km]	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
	1992r.	1996r.	2000r.	2005r.	2009r.	2014r.
CO	3,16	1,0	0,64	0,5	0,5	0,5
HC	-	0,2222	0,06	0,05	0,05	0,09
NO _x	-	0,2222	0,5	0,25	0,18	0,08
HC+ NO _x	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

Stosunkowo bardziej skomplikowana jest sytuacja odnośnie dopuszczalnych emisji toksyn w przypadku samochodów ciężarowych i autobusów. Sposób użytkowania tych pojazdów trudno jest uśrednić w postaci charakterystycznego cyklu jezdnego, stąd też w ustalonych limitach kolejnych norm Euro bierze się pod uwagę masową emisję danego związku przypadającą na jednostkę mocy generowaną w czasie (w tym konkretnym wypadku tj. g/kWh). Jak kształtowały się ustalone limity dla tego rodzaju środków transportu przedstawia tabela 3 [6].

Tabela 3 – Wartości dopuszczalne emisji składników toksycznych w spalinach dla kolejnych norm Euro w odniesieniu do samochodów ciężarowych i autobusów

Etap	Data	CO	HC	NO _x	PM
		g/kWh			
Euro I	1992, ≤ 85kW	4,5	1,1	8,0	0,612
	1992, > 85kW	4,5	1,1	8,0	0,36
Euro II	1996	4,0	1,1	7,0	0,25
	1998	4,0	1,1	7,0	0,15
Euro III	2000	2,1	0,66	5,0	0,10
Euro IV	2005	1,5	0,46	3,5	0,02
Euro V	2008	1,5	0,46	2,0	0,02
Euro VI	2013	1,5	0,13	0,40	0,01

Coraz większy nacisk Komisja Europejska w ostatnich latach przykładła do ograniczenia z pojazdów samochodowych emisji CO₂. Z uwagi na trudności w osiągnięciu kompromisu pomiędzy koncernami samochodowymi a KE, projekt zakłada uśrednioną wartość emisji dla całej floty samochodów wytwarzanych przez danego producenta. Dla samochodów osobowych aktualny limit emisji CO₂ wynosi 130g/km, natomiast począwszy od 2020r. będzie on wynosił 95g/km. Dla samochodów dostawczych i półciężarówek o masie całkowitej do 3500kg limit CO₂ aktualny jest na poziomie 175g/km, od 2020r. będzie wymagany jako obowiązujący 147g/km [7]. Brak dotychczas ustalonych limitów dla tego związku chemicznego w przypadku samochodów ciężarowych i autobusów. Konsultacje pomiędzy KE, producentami tych pojazdów oraz organizacjami ekologicznymi ciągle trwają i składane propozycje przez wszystkie strony są rozbieżne.

Podsumowując ewaluację przepisów normujących poziomy zanieczyszczeń w spalinach pojazdów samochodowych należy stwierdzić, że na przestrzeni ostatnich ok. 30-tu lat aspekty ekologiczne w rozwoju środków transportu uzyskały rangę priorytetową. Do tego czasu koncentrowano się głównie na zwiększaniu mocy maksymalnej silników spalinowych. Współczesne konstrukcje środków napędu samochodów mają charakteryzować się niewielką emisją substancji szkodliwych w spalinach, zgodnie z normatywnymi limitami, jak również niskim zużyciem paliwa. Powoli producenci pojazdów zaczynają osiągać zamierzone cele w tym zakresie, decydenci od legislacji przepisów narzucają jednak kolejną barierę do pokonania, ograniczenia w emisji CO₂. Trudno przewidzieć jakie będą kolejne wyzwania przed konstruktorami silników spalinowych i pojazdów.

Spośród wielu działań dotyczących ekologicznych aspektów pojazdów drogowych w UE, do najważniejszych niewątpliwie należałoby zaliczyć wydarzenia przedstawione skróto w tabeli 4 [2,6,7].

Tabela 4 – Najważniejsze ustalenia dotyczące emisji zanieczyszczeń w spalinach pojazdów samochodowych w Unii Europejskiej

ROK	PRZYJĘTE USTALENIA
1970	Wydanie Dyrektywy 70/220/EEC i regulaminu ECE R15 nakazujących pomiary zanieczyszczeń w spalinach.
1981	Wprowadzenie nowej metody pomiarowej zanieczyszczeń w spalinach (pomiar spalin rozcieńczonych powietrzem) zbliżonej do wymagań USA – regulamin ECE R15.04 – Dyrektywa 83/351/EEC.
1985	Wprowadzenie niemieckiej inicjatywy podatkowej (German Tax Incentives).

1989	Zapowiedź wprowadzenia normy Euro 1 w końcu 1992r.; wprowadzenie normy DIN ISO 9141 – zapoczątkowanie wprowadzenia diagnostyki pokładowej w Europie.
1993	Konieczność zastosowania w samochodach trzyfunkcyjnych reaktorów katalitycznych pracujących w zamkniętym układzie regulacji z sondą lambda; wprowadzenie dodatkowego cyklu jezdny EUDC; wprowadzenie testu parowania SHED – Dyrektywa 91/441/EEC i regulamin ECE R83.01.
1996	Wprowadzenie zaokrąglonych limitów emisji zanieczyszczeń – tzw. Poziom II lub Euro 2 – Dyrektywa 94/12/EC, regulamin ECE R83.04.
1998	Wprowadzenie nowych limitów i zmian w metodach badawczych na lata 2000-2005 – tzw. poziom Euro 3 i Euro 4; 15.09 – decyzja Parlamentu Europejskiego o wdrażaniu programu „Auto Oil Program”.
2000	Wprowadzenie norm emisji Euro 3, nowy cykl jezdny NEDC; wprowadzenie po raz pierwszy w Europie diagnostyki pokładowej pojazdów EOBD; nowy test dotyczący parowania paliwa – VT-SHED; poprawa jakości paliwa.
2001	Obowiązkowe wprowadzenie diagnostyki pokładowej EOBD dla wszystkich sprzedawanych nowych pojazdów PC i LDV z silnikami ZI.
2002	Wprowadzenie testu emisji w temperaturze -7°C .
2005	Wprowadzenie norm emisji Euro 4; planowane obowiązkowe wprowadzenie diagnostyki pokładowej EOBD dla sprzedawanych nowych pojazdów PC i LDV z silnikami ZS.
2008	Wprowadzenie wymagania średniego poziomu emisji CO ₂ dla floty pojazdów danego producenta.
2009	Wprowadzenie norm emisji Euro 5.
2014	Wprowadzenie norm emisji Euro 6.
2017	Wprowadzenie limitów emisyjnych dla CO ₂ odnośnie samochodów osobowych i dostawczych o masie całkowitej do 3500 kg począwszy od 2020r.

PODSUMOWANIE

Aktualnie, podstawowym kryterium rozwoju techniki i technologii we wszystkich dziedzinach gospodarki i życia społecznego pozostaje ograniczanie negatywnych skutków tego postępu na środowisko naturalne. Transport należy do tych sektorów, które rozwijają się bardzo dynamicznie i wynika to m.in. z międzynarodowych ograniczeń legislacyjnych dotyczących zanieczyszczeń wprowadzanych do otoczenia. Podstawowym zagrożeniem jest emisja związków toksycznych z silników spalinowych, które stanowią aktualnie główne źródła napędu pojazdów samochodowych. W analizach dotyczących rozwoju transportu drogowego, sporządzonych przez międzynarodowe organizacje rządowe i pozarządowe, przewiduje się nadal dominację silników spalinowych dla tej gałęzi transportu w perspektywie aż do 2050 roku [1,3].

Prowadzone intensywne prace badawcze w jednostkach naukowych i konferencjach motoryzacyjnych w kierunku poszukiwania napędów alternatywnych (zarówno środków oraz źródeł energii), jak dotychczas, nie zawsze dają wyniki konkurencyjne w stosunku do klasycznego silnika spalinowego napędzanego paliwami węglowodorowymi. Dotyczy to zwłaszcza działalności przewozowej towarów i pasażerów (samochody ciężarowe, autobusy), gdzie przewaga rozwiązań klasycznych jest najbardziej widoczna. Wydaje się jednak, że nie ma odwrotu od przyjętej strategii rozwoju transportu samochodowego, ukierunkowanego na ochronę środowiska naturalnego, w którym egzystujemy i które chcemy zachować dla przyszłych pokoleń.

LITERATURA

1. Lejda K.: Prognozy Unii Europejskiej dla rozwoju transportu; Systemy i środki transportu samochodowego. Monografia nr 2, seria TRANSPORT, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2011.
2. Merkiś J., Pielecha J., Radziński S.: Pragmatyczne podstawy ochrony powietrza atmosferycznego w transporcie drogowym. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2009.
3. Merkiś J., Pielecha J., Radziński S.: Emisja zanieczyszczeń motoryzacyjnych w świetle nowych przepisów Unii Europejskiej. Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 2012.
4. Sommer J.: Komentarz do Prawa Wodnego. Tow. Naukowe Prawa Ochrony Środowiska. Seria 47, Wrocław 2002.

5. Steining N.: Automotive Particulate in European Legislation; State of the Art and Developments to Come. 13th ETH Conference on Combustion Generated Particles, Zurich 2009.

6. Dyrektywy Unii Europejskiej dotyczące rozporządzeń w zakresie zagadnień ekologicznych w transporcie samochodowym (lata 1970-2015).

7. Strony internetowe dotyczące limitów CO₂ w transporcie drogowym (lata 2009-2017).

STRESZCZENIE

LEJDA Kazimierz. Problemy techniczno-eksploatacyjne dwupaliwowego silnika o zapłonie iskrowym zasilanego benzyną i etanolem / LEJDA Kazimierz // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2017. – № 39.

Treścią artykułu są zagadnienia dotyczące wprowadzania przepisów normujących poziom zanieczyszczeń w spalinach emitowanych przez środki napędu w pojazdach samochodowych. W retrospektywnym ujęciu przedstawiono kolejne ograniczenia legislacyjne dla produkowanych samochodów przez koncerny motoryzacyjne, aby uzmysłowić, jak ważne są to problemy dla ochrony środowiska. Wskazano również na tendencje rozwojowe w tym zakresie celem minimalizacji skutków spalinowych środków napędu w transporcie drogowym.

РЕФЕРАТ

ЛЕЙДА Казімеж. Огляд законодавства з питань нормування викидів шкідливих речовин на автомобільному транспорті / ЛЕЙДА Казімеж // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

Змістом статті є питання, що стосуються впровадження положень нормативних документів, які регулюють півень шкідливих речовин у вихлопних газах автотранспортних засобів. У ретроспективному аналізі було визначено законодавчі обмеження для транспортних засобів, що виробляються автомобільними концернами, для того, щоб зрозуміти, наскільки важливі ці проблеми для навколишнього середовища. Також вказано на перспективи розвитку в цій галузі, з метою мінімізації впливу продуктів згорання автомобільного транспорту.

ABSTRACT

LEJDA Kazimierz. Retrospective review of legislation on the engine exhaust gas clarity in car transportation. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The article's content are issues that concern implementing regulations normalizing the level of pollution in the exhaust fumes emitted by drive means in motor vehicles. In the retrospective presentation other legislative restrictions for cars produced by automotive companies were presented in order to emphasize how important are those problems for the environmental protection. They also pointed at development tendencies in this respect with the aim of minimizing the effects of combustion drive means in the road transport.

AUTOR:

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОР:

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

AUTHOR:

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Бойченко С.В., доктор технічних наук, професор, Національний Авіаційний Університет, завідувач кафедри екології, Київ, Україна.

Хрутьба В.О., доктор технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Boichenko S.V. Doctor of Technical Sciences, Professor, National Aviation University, Head of the Department of Ecology, Kyiv, Ukraine.

Khrutba V.A., Doctor of Technical Science, National Transport University, Head of the Department of Ecology and Safety of Vital Functions, Kyiv, Ukraine.