

Robert WIESZAŁA, Jan FILIPCZYK

EMISJA CZĄSTEK STAŁYCH PODCZAS EKSPLOATACJI POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań emisji pyłów, które powstają w czasie użytkowania samochodów z uwzględnieniem różnych czynników eksploatacyjnych. Przeprowadzono badania dla 3 odcinków autostrady oraz 3 odcinków miejskich, dla których określono wagę opadu pyłu.

PARTICLE EMISSION DURING THE USE OF CAR

Summary. Findings of tests of dusts were introduced to the use of cars with taking all sorts exploitation authorities into consideration at work during. Examinations were carried out for 3 stretches of the motorway and 3 urban segments, which the weight of the fall of dust was defined for.

1. WPROWADZENIE

Ochrona środowiska przed negatywnymi skutkami motoryzacji powinna być rozpatrywana na wszystkich etapach „życia” pojazdów samochodowych, tj. etapie projektowania, eksploatacji i złomowania. Jednak najważniejszym etapem, na którym powstaje większość zanieczyszczeń, jest etap eksploatacji [1]. Do podstawowych najczęściej wymienianych zanieczyszczeń powodowanych przez samochody jest emisja spalin i hałasu. Przy analizie wpływu eksploatacji pojazdów na środowisko przyrodnicze nie można pominąć zagadnienia emisji pyłów.

Powstawanie pyłów w atmosferze związane jest z wieloma czynnikami naturalnymi i antropogenicznymi. Pył, oznaczony jest zwykle jako PM₁₀, tzn. cząstki materii o rozmiarach mniejszych niż 10 μm, towarzyszy wszystkim procesom spalania, procesom przemysłowym i rozwojowi transportu i komunikacji oraz erozji gleb w wyniku cywilizacyjnych procesów dewastacji okrywy roślinnej. Rozmiary cząstek pyłu mogą być bardzo różne od cząstek sadzy o średnicach rzędu milimetrów do submikronowych lekkich cząstek, które najdłużej pozostają w atmosferze, w postaci aerozoli przedostają się do dróg oddechowych człowieka osiadając w płucach [2]. Jednym z podstawowych źródeł zapylenia są ciągi komunikacyjne nie tylko ze względu na przemieszczanie się silników spalinowych pojazdów, ale również na procesy ścierania nawierzchni dróg, opon, elementów układów hamulcowych, tarcz sprzęgła [3,4,5].

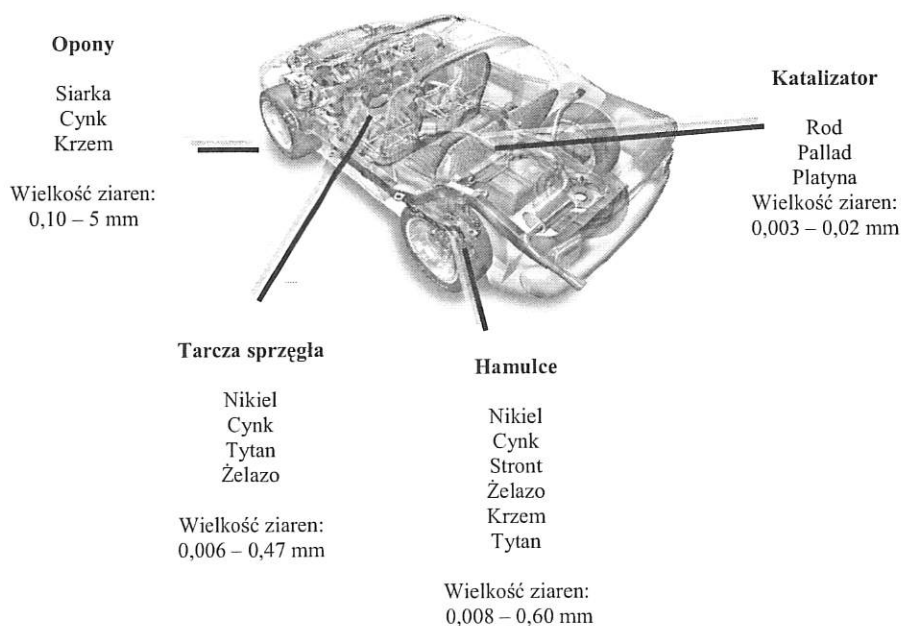
Na obszarach miejskich w skład pyłów wchodzi najczęściej metale ciężkie, takie jak ołów, żelazo, miedź, nikiel, kadm, rtęć, beryl oraz włókna azbestu, cząstki szkła czy też papieru. Tlenki i związki metali ciężkich np. bizmut, ołów, tellur, cynk, arsen, tal, glin, mangan, miedź, wolfram występują w pyłach przemysłowych. Dla motoryzacji charakterystycznymi pierwiastkami są żelazo, kadm, nikiel, stront, siarka, rod, pallad, platyna, cez.

W pyłe oprócz wymienionych pierwiastków można zidentyfikować także wiele trucizn, np. środki ochrony roślin, pestycydy, herbicydy, fungicydy, DDT, stosowane do opylania pól. W aerozolah atmosferycznych identyfikuje się również substancje promieniotwórcze pochodzenia naturalnego lub wprowadzone przez człowieka do atmosfery w wyniku działalności fabryk, przerobu paliwa jądowego, próbnych wybuchów bomb w atmosferze czy awarii jądowych [2].

Średnie zapylenie w miastach i okręgach przemysłowych waha się w granicach od 0,1 do 40 mg/m³, ale zapylenie chwilowe czy nawet utrzymujące się w ciągu kilku dni trwania tzw. incydentów smogowych może być na poziomie kilkuset mg/m³.

2. POWSTAWANIE CZĄSTEK STAŁYCH W CZASIE UŻYTKOWANIA SAMOCHODU

Na rysunku 1 przedstawiono główne miejsca powstawania pyłu w pojeździe. Podano także przybliżony skład chemiczny ze szczególnym uwzględnieniem pierwiastków charakterystycznych dla danego miejsca. Określono również przedziały wielkości ziaren dla poszczególnych miejsc.



Rys. 1. Miejsca powstawania pyłu w pojeździe

Fig. 1. Places of coming into existence of dust in the vehicle

Jedną z przyczyn powstawania pyłów w pojeździe jest efekt zużycia elementów ciernych. Dotyczy to złożeń elementów w układzie hamulcowym, tj. tarcza / bęben – okładzina cierna klocka / szczęki, tarczy sprzęgła czy też opon. Cząstki stałe emitowane są również na jako wynik procesów spalania paliwa w silniku. Cząstki wydostające się z układu wydechowego na zewnątrz są najmniejszych rozmiarów i najczęściej „przyklejają się” do większych elementów. Dlatego też trudno jest dokonać ich identyfikacji. Największe ziarna powstają w wyniku ścierania się opon o nawierzchnię drogi. Cząstki te jednak są trudne do zidentyfikowania, ponieważ pierwiastki używane do ich budowy występują również w innych źródłach poza mobilnych. Okładziny ciernie tarczy sprzęgła i klocków / szczęk hamulcowych mają zbliżony do siebie skład chemiczny oraz wielkość emitowanych cząstek. Ich chemiczna budowa jest charakterystyczna i możliwe jest wyróżnienie pierwiastków charakterystycznych, np. stront, tytan, co pozwoli na ich identyfikację z całości pyłu drogowego.

Należy zauważyć, iż wielkość emitowanych ziaren pyłu podczas eksploatacji pojazdów jest bardzo mała i tylko pył pochodzący z opon ma ziarna większe od 1 mm. Tak więc podczas badań pyłu drogowego należy rozpatrywać nie pył jako całość, tylko należy przeprowadzić analizę sitową i wyodrębnić te cząstki pyłu, które mogą pochodzić z eksploatacyjnego zużycia pojazdów.

3. CEL I WYNIKI BADAŃ

Celem badań było określenie ilości pyłów powstających w procesie eksploatacji pojazdów poprzez wyodrębnienie ich z całości pyłu zebranego przy szlakach komunikacyjnych. Pyły zbierano za pomocą specjalnie przystosowanego urządzenia z założoną bibułą filtracyjną na której osadzał się zbierany pył. Następnie zebrany pył poddawany był analizie granulometrycznej w celu określenia wielkości ziaren tak aby wyodrębnić te przedziały w których powinny znajdować się produkty zużycia eksploatacyjnego pojazdów.

Badania przeprowadzono na 3 odcinkach dróg miejskich i w 3 punktach autostrady. Badane odcinki miejskie i autostrady zostały ustawione tak aby różniły się od siebie w znacznym stopniu czynnikami eksploatacyjnymi. Dla odcinka miejskiego jest to mała prędkość, wymuszony ruch jazdy, jak na przykład skrzyżowania co powoduje konieczność ciągłego ruszania, zatrzymania pojazdu. Z kolei na autostradzie ruch pojazdów odbywa się przy dużej prędkości, brak ruszania i zatrzymania pojazdów. Odcinki miejskie obejmowały ul. Witosa, ul. Graniczną oraz ul. Moniuszki w Katowicach natomiast punkty na autostradzie były ustawione na nowo otwartym odcinku pomiędzy Katowicami a Rudą Śląską. Badania prowadzono w okresie od 1.02.2005 r. do 1.09.2005 r. Na odcinkach tych mierzone było natężenie ruchu pojazdów, wraz z podziałem na strukturę pojazdów. Określono również średnią prędkość pojazdów na tych odcinkach. W tablicy 1 przedstawiono uzyskane wyniki badań masy pyłu wraz z podziałem na poszczególne przedziały wielkości ziaren.

Tablica 1

Wyniki badań masy pyłu wraz z podziałem na poszczególne przedziały wielkości ziaren

Punkt	Wielkość cząstek [mm]				
	Do 0,25 mm	0,25 – 0,09	0,09 – 0,056	0,056 – 0,02	0,02 – pon.
Miasto W	65,49 [g]	30,94 [g]	3,31 [g]	1,37 [g]	

cd. tablicy 1

Miasto P	76,32 [g]	31,82 [g]	3,94 [g]	1,19 [g]	
Miasto M	71,11 [g]	37,27 [g]	4,22 [g]	3,10 [g]	0,15 [g]
Autostrada 1	117,57 [g]	53,08 [g]	3,55 [g]	1,31 [g]	0,10 [g]
Autostrada 2	116,16 [g]	52,41 [g]	5,74 [g]	3,47 [g]	0,23 [g]
Autostrada 3	121,54 [g]	53,71 [g]	4,11 [g]	2,82 [g]	0,11 [g]

Źródło: Badania własne.

Poszczególne przedziały wielkości ziaren zostały tak ustalone aby można było określić, czy dany pył pochodzi z eksploatacji pojazdów. Określenie wielkości ziaren zebranego pyłu zostało przeprowadzone za pomocą analizy sitowej. Każda z próbek została wysypana na rząd sit, a następnie przez 30 minut była umieszczana na wstrząsarce. Po tym czasie przesypywano przesiany pył do wcześniej przygotowanych sterylnych pojemników. W tablicy 2 przedstawiono procentowy udział poszczególnych przedziałów w całości zebranego pyłu.

Tablica 2

Wyniki badań masy pyłu wraz z podziałem na poszczególne przedziały wielkości ziaren

Punkt	Wielkość cząstek [mm]				
	Do 0,25 mm	0,25 – 0,09	0,09 – 0,056	0,056 – 0,02	0,02 – pon.
Miasto W	64,77%	30,60%	3,27%	1,35%	0,00%
Miasto P	67,38%	28,09%	3,48%	1,05%	0,00%
Miasto M	61,38%	32,17%	3,64%	2,68%	0,13%
Autostrada 1	66,95%	30,23%	2,02%	0,75%	0,06%
Autostrada 2	65,25%	29,44%	3,22%	1,95%	0,13%
Autostrada 3	66,67%	29,46%	2,25%	1,55%	0,06%

Źródło: Badania własne.

Dla porównania przeprowadzono badania pyłu znajdującego się na mało uczęszczanej przez pojazdy drodze górskiej z dala od zakładów przemysłowych oraz zabudowań mieszkalnych. W tablicy 3 i 4 przedstawiono uzyskane wyniki.

Tablica 3

Wyniki badań dla punktu górskiego

Punkt	Wielkość cząstek [mm]				
	Do 0,25 mm	0,25 – 0,09	0,09 – 0,056	0,056 – 0,02	0,02 – pon.
Droga górська	26,26 [g]	4,15 [g]	0,56 [g]	0,01 [g]	0

Źródło: Badania własne.

Tablica 4

Wyniki badań dla punktu górskiego w procentach

Punkt	Wielkość cząstek [mm]				
	Do 0,25 mm	0,25 – 0,09	0,09 – 0,056	0,056 – 0,02	0,02 – pon.
Droga górська	84,76%	13,40%	1,81%	0,03%	0,00%

Źródło: Badania własne.

Obserwacja tego odcinka drogi umożliwiła wyodrębnienie przedziałów cząstek, które pochodzą z eksploatacji pojazdów. Jednak uzyskane wyniki pokazują na badanym odcinku ze względu na brak hamowań, małą prędkość pojazdów oraz nieproporcjonalnie mniejszy ruch pojazdów niż w przypadku odcinków miejskich i autostrady, ilość pyłu pochodząca z eksploatacji pojazdów jest bardzo znikoma. Konieczne w tym wypadku wydaje się przeprowadzenie analizy chemicznej zebranego pyłu, w celu uzyskania pełnego wyniku.

4. ANALIZA WYNIKÓW

Z uzyskanych wyników można zaobserwować:

1. Rozkład wielkości ziaren pyłu zarówno dla odcinków miejskich, jak i autostrady jest zbliżony, przy czym na odcinkach autostrady wydzielają się cząstki poniżej 0,02 mm, które występują przy drogach miejskich w mniejszym procencie do całości zebranego pyłu.
2. Masa zebranego pyłu przy autostradzie jest większa, jednak przeważają cząstki pow. 0,25 mm co wskazuje iż nie pochodzą one z eksploatacyjnego zużycia pojazdów. Są one raczej pochodzenia naturalnego, co jest związane między innymi z otoczeniem drogi jak na przykład lasy, pola uprawne, ogródki działkowe itp.
3. Na drodze górskiej, gdzie poruszają się pojazdy głównie osobowe i w mniejszej ilości niż w przypadku odcinków miejskich i autostrady, jest o wiele mniej pyłu o wielkości cząstek z przedziałów poniżej 0,056 mm, czyli tego, który może pochodzić z eksploatacji pojazdów. Podobnie jak w przypadku autostrady, duży udział pyłu o cząstkach większych niż 0,25 mm jest pochodzenia naturalnego, związanego z otoczeniem drogi.
4. Wydaje się iż sama analiza granulometryczna jest nie wystarczająca i konieczne jest przeprowadzenie analizy chemicznej, która w pełni powinna dać odpowiedź, w których przedziałach oraz przy jakich odcinkach dróg znajduje się najwięcej pyłu pochodzącego z eksploatacji pojazdów.

5. PODSUMOWANIE

W obecnym czasie największymi zanieczyszczeniami pochodzącymi z eksploatacji pojazdów pozostaje emisja spalin oraz hałasu. Ciągłe dążenie do obniżania tej emisji poprzez wprowadzanie nowych rodzajów paliw samochodowych, jak na przykład zasilania gazem, zastosowanie napędów hybrydowych czy też w przyszłości wodoru oraz wprowadzanie coraz

to bardziej rygorystycznych przepisów prawnych może doprowadzić do uwidocznienia się w niedługim czasie problemów związanych z emisją pyłów. Jest to także związane z brakiem dostatecznej wiedzy na temat wpływu czynników eksploatacyjnych na poziom emisji, braku metodyki badawczej, podobnej jaka istnieje w przypadku emisji spalin i hałasu oraz brakiem stosownych norm prawnych, ograniczających tego typu zanieczyszczenie. Wydaje się więc konieczne opracowanie metodyki badawczej pozwalającej na identyfikację pyłu eksploatacyjnego z całości pyłu drogowego, a tym samym na określenie wpływu czynników eksploatacyjnych na poziom zanieczyszczeń pyłowych.

Literatura

1. Chłopek Z.: Wybrane zagadnienia ochrony środowiska przed skutkami motoryzacji. Przegląd Komunikacyjny nr 4.2005.
2. fizyka2005.fuw.edu.pl/download/OMEF_Instrukcja.doc – data 05.10.2005.
3. Przyłuski J. Kolbrecka K.: Trójfunkcyjne reaktory katalityczne do oczyszczania gazów odlotowych silników samochodowych. Ochrona powietrza i problemy odpadów nr 5.1993.
4. Myszkowski S.: Katalizatory – metalowe i krajowe. Auto Moto Serwis nr 3.2001.
5. Adach K. Tainosho Y.: Characterization of heavy metal particles embedded in tire dust. Environment International 30 (2004).

Recenzent: Dr hab. inż. Andrzej Wyciślik, prof. Pol. Śl.

Badania przeprowadzono w ramach realizacji pracy BK-260/RT1/2005 – Degradacja warstw wierzchnich elementów pojazdów samochodowych.