

Prawna kontrola metrologiczna analizatorów spalin w silnikach iskrowych

The legal metrological control of exhaust gas analyzers in spark-ignition engine

mgr inż. Robert Pogorzelski, mgr inż. Marcin Gwoździej (Obwodowy Urząd Miar w Białymstoku)

W artykule przedstawiono zagadnienie prawnej kontroli metrologicznej analizatorów spalin, wprowadzonych do użytkowania na podstawie decyzji zatwierdzenia typu albo w wyniku dokonania oceny zgodności. Opisano też, w jaki sposób analizator dokonuje pomiaru stężenia gazów trujących w spalinach samochodowych. Dodatkowo przedstawiono wymagania, jakie stawiane są analizatorom oraz opisano proces legalizacji ponownej z przytoczeniem przykładów. Stanowisko do legalizacji analizatorów, na którym wykonano pomiary, znajduje się na wyposażeniu Obwodowego Urzędu Miar w Białymstoku.

The paper presents the issue of legal metrological control of exhaust gas analyzers brought into use based on type approval decision or as a result of assessment of conformity. It describes how the analyzer measures the concentration of poisonous gas in car exhaust fumes. In addition, presents the requirements to be met by analyzer and describes the process of subsequent verification of given cases. The stand for the legalization of analyzers where measurements were performed is located at Local Office of Measures in Bialystok.

Wstęp

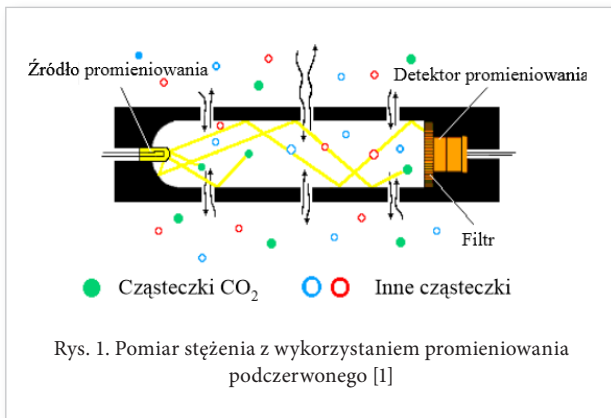
Analizator spalin samochodowych, powszechnie używany w warsztatach, a niezbędny na stacjach kontroli pojazdów, jest urządzeniem, którego obrót i użytkowanie od roku 1994 podlega regulacjom prawnym. Aktualnie analizatory na terenie państw członkowskich Unii Europejskiej są objęte dyrektywą 2004/22/WE z dnia 31 marca 2004 r. w sprawie przyrządów pomiarowych. Obowiązująca od 30 października 2006 r. dyrektywa zastąpiła dotychczasowe przepisy krajowe, dopuszczając jednocześnie ich stosowanie przez 10-letni okres przejściowy, w czasie którego można wprowadzać do obrotu analizatory spalin, które uzyskały wcześniej zatwierdzenie typu GUM. Są to te przyrządy pomiarowe, które do 29 października 2006 r. podlegały zatwierdzeniu typu przez Prezesa Głównego Urzędu Miar i legalizacji pierwotnej, dokonywanej przez organy administracji miar. Od wejścia w życie unijnej dyrektywy zatwierdzeń typu już się nie wydaje, a nowe konstrukcje przyrządów pomiarowych, zgłaszane do obrotu od 30 października 2006 r., poddawane są

ocenie zgodności. Z kolei od 30 października 2016 r. (koniec okresu przejściowego) reguła ta dotyczyć będzie wszystkich produkowanych urządzeń [2].

Analizator spalin

Analizator jest urządzeniem, które pozwala ocenić, czy badane auto spełnia normy prawne dotyczące emisji zanieczyszczeń. Dodatkowo pozwala określić współczynnik nadmiaru powietrza λ . Wartości takie jak tlen (O_2), tlenek czy dwutlenek węgla (CO , CO_2) podawane są w procentach objętości, natomiast węglowodory (HC) w procentach objętości lub częściach na milion (ppm).

W analizatorze pomiar stężenia CO , CO_2 , HC w spalinach, przeprowadzony jest w oparciu o metodę absorpcji promieniowania podczerwonego (NDiR). Technika pomiaru NDiR wykorzystuje zjawisko pochłaniania promieniowania podczerwonego przez próbkę substancji badanej. Poszczególne grupy atomów, charakteryzujące się momentem dipolowym, do których należą cząsteczki tlenków węgla, azotu i siarki, absorbują promieniowanie na określo-



nych dla nich długości fali promieniowania. Zasada takiego pomiaru została przedstawiona na rys. 1.

Źródło promieniowania oświetla próbkę substancji badanej. Część energii promieniowania zostaje pochłonięta przez cząsteczki gazu zawartego w próbce, pozostała zaś część dociera do detektora. Ze względu na to, że detektor reaguje na cały zakres widmowy promieniowania, zastosowano filtr przepuszczający jedynie długości fal, na których następuje absorpcja. Każdy z gazów pochłania falę o innej długości z zakresu podczerwonego. W przypadku dwutlenku węgla jest to długość fali równa 4,3 μm [1]. W ten sposób układ pomiarowy mierzy koncentrację każdego z gazów. Niezależnie, stężenie tlenu mierzone jest przy użyciu czujnika elektrochemicznego, który przetwarza stężenie tlenu (wielkość nieelektryczną) na wielkość elektryczną (prąd lub napięcie).

Prawna kontrola metrologiczna

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych, przez analizator rozumie się przyrząd pomiarowy przeznaczony do oznaczania (przy zawartości wilgoci właściwej dla badanej próbki) ułamków objętościowych następujących składników gazów spalinowych:

- tlenku węgla (CO),
- dwutlenku węgla (CO₂),
- węglowodorów (HC),
- tlenu (O₂)

emitowanych przez silniki pojazdów mechanicznych o zapłonie iskrowym.

Dokumentem stanowiącym podstawę prawną do legalnego wprowadzenia do obrotu analizatorów

spalin będzie deklaracja zgodności z ww. dyrektywą MID. Analizator może również podlegać odrębnym przepisom, które przewidują umieszczenie oznakowania CE pod warunkiem, że urządzenie spełnia wymagania określone w tych przepisach (§ 4 rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych). Przed wprowadzeniem do obrotu analizatora producent powinien poddać przyrząd odpowiedniej procedurze oceny zgodności, obejmującej:

- badanie typu analizatora (moduł B), połączone z zapewnieniem jakości produkcji (moduł D);
- badanie typu analizatora (moduł B), połączone z weryfikacją wyrobu (moduł F);
- pełne zapewnienie jakości z badaniem projektu (moduł H1).

Nowa dyrektywa MID wprowadziła wymóg wyrażania stężenia węglowodorów w ppm. Nie zmieniły się natomiast wartości błędów granicznych dla analizatorów klas 0 oraz I, co przedstawiono w tabelach 3 i 4. Dodatkowo, dyrektywa MID wyróżniła dwie klasy dokładności analizatorów spalin: 0 i 1, gdzie klasa 0 określana jest jako najwyższa. Z kolei przejściowe przepisy krajowe wyróżniały trzy klasy: 0, 1 oraz 2 [4].

Analizatory spalin samochodowych, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 27 grudnia 2007 r. w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli, podlegają prawnej kontroli metrologicznej obejmującej:

- legalizację pierwotną i legalizację ponowną, którego typ został zatwierdzony,
- wyłącznie legalizację ponowną – dotyczy to tych analizatorów, które zostały wprowadzone do obrotu lub użytkowania po dokonaniu oceny zgodności z zasadniczymi wymaganiami, na podstawie ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności.

Dowodem legalizacji analizatorów spalin samochodowych jest świadectwo legalizacji [3]. Przyrząd, który został wprowadzony do obrotu na podstawie zatwierdzenia typu, podlega legalizacji ponownej co 6 miesięcy. W przypadku analizatorów wprowadzanych do obrotu na podstawie ustawy o ocenie zgodności, termin zgłoszenia przyrządu po raz pierwszy do legalizacji ponownej powinien nastąpić przed upływem 1 roku, a następnie co 6 miesięcy.

Zgodnie z ustawą z dnia 11 maja 2001 r. – Prawo o miarach, termin zgłoszenia przyrządu pomiarowego po raz pierwszy do legalizacji ponownej po dokonaniu oceny zgodności liczony jest od pierwszego dnia grudnia roku, którego oznaczenie zostało naniesione na przyrządzie podczas dokonywania oceny zgodności.

Legalizacji analizatorów dokonują organy administracji miar lub podmioty upoważnione do przeprowadzenia tej legalizacji. Obwodowy Urząd Miar w Białymstoku, jako jedyny organ administracji miar w Polsce, ma możliwość kompleksowej obsługi stacji kontroli pojazdów w zakresie: legalizacji analizatorów spalin, legalizacji manometrów do pomiaru ciśnienia w ogumieniu pojazdów oraz wzorcowania mierników poziomu dźwięku. W tym miejscu należy podkreślić, że dzięki wykwalifikowanej i przeszkolonej kadrze urzędu oraz faktowi, że firmy działające w Białymstoku zapewniają serwis dla wszystkich tych przyrządów, czas oczekiwania na wykonanie wyżej wymienionych czynności metrologicznych wynosi zaledwie 1 dzień.

W skład stanowiska do legalizacji analizatorów w Obwodowym Urzędzie Miar w Białymstoku wchodzi:

- ♦ dwie wzorcowe mieszaniny gazowe o określonej zawartości tlenu węgla, dwutlenku węgla i węglowodorów w azocie (mieszaniny o niższym i wyższym stężeniu składników badanych w azocie), mieszczące się w zakresach, określonych w tabeli 1,
- ♦ sterownik gazów wzorcowych (wykonany we własnym zakresie),

- ♦ termohigrobarometr do pomiaru warunków środowiskowych.

Tabela 1. Zakresy wartości ułamków objętościowych składników badanych w gazach wzorcowych podczas legalizacji pierwotnej i ponownej analizatorów

Klasa dokładności	Badany składnik	Zakres wartości ułamka objętościowego
0 i I	CO	od 0,5 % do 5 %
	CO ₂	od 4 % do 16 %
	HC	od 100 pm do 2000 ppm
II	CO	od 1 % do 7 %
	CO ₂	od 6 % do 16 %
	HC	od 0,03 % do 0,2 %

Na rys. 2 zaprezentowano schemat podłączenia stanowiska do legalizacji analizatorów spalin. Wzorcowe mieszaniny gazowe podłączone są do sterownika gazów, w którym za pomocą przełącznika wskazuje się, która mieszanina ma trafiać do sprawdzanego analizatora. Istnieje także możliwość przepuszczenia przez analizator powietrza za pomocą przełącznika „gazy-powietrze”. Dodatkowo sterownik wyposażony jest w pokrętkę do regulacji przepływu wzorcowego gazu. Termohigrobarometr monitoruje warunki środowiskowe podczas sprawdzania analizatora.



Rys. 2. Schemat stanowiska do legalizacji analizatorów spalin

Przebieg legalizacji

Przed przystąpieniem do pomiarów weryfikuje się, czy wymagane oznaczenia znajdują się na tabliczce znamionowej oraz czy sprawdzany analizator nie ma widocznych uszkodzeń zewnętrznych. Niezbędnym parametrem każdego analizatora spalin jest współczynnik P.E.F. (jest to współczynnik przeliczeniowy zwany równoważnikiem propan/heksan). Jakiegokolwiek wątpliwości, co do stanu technicznego urządzenia, powodują odstąpienie od dalszych czynności metrologicznych. Uszkodzony analizator może kierować mieszankę na zewnątrz zamiast do celi pomiarowej, co grozi poważnymi konsekwencjami zdrowotnymi.

Jeżeli analizator jest sprawny, to kolejnym etapem jest weryfikacja urządzenia do badania szczątkowej zawartości węglowodorów. Celem testu jest sprawdzenie pozostałości po poprzednim badaniu zawartości węglowodorów w sondzie spalin lub w filtrze separatora kondensatu. Obecność niedopalonych węglowodorów w tych elementach może być przyczyną błędnego wyniku pomiarów.

Następnym etapem jest sprawdzenie szczelności układu. Celem tej próby jest ocena czy do układu zasysania spalin nie przedostaje się powietrze z zewnątrz, którego obecność fałszowałaby wyniki pomiarów. Pozytywny wynik próby szczelności umożliwia przejście do wyznaczania charakterystyk metrologicznych badanego przyrządu pomiarowego dla dwóch wzorcowych mieszanin gazowych. Odczytane wartości wskazań badanych składników (CO, CO₂, HC) odnotowuje się w protokole sprawdzenia, a następnie porównuje się z wynikami wzorcowania mieszaniny gazowej.



Rys. 3. Analizator Eurogas 8020 z wskazaniem zawartości poszczególnych składników dla pierwszej mieszanki gazowej:
1 – stężenie CO (%), 2 – stężenie CO₂ (%),
3 – stężenie HC (ppm), 4 – stężenie O₂ (%),
5 – wskazanie współczynnika λ, 6 – panel operatorski,
7 – wydruk wyników

Na rys. 3 przedstawiono panel czołowy analizatora gazów Eurogas 8020, podczas procesu legalizacji ponownej. Prezentowane wyniki pomiarów zostały zebrane w formie tabelarycznej. Jak przedstawia tabela 2 wskazania badanego przyrządu nie przekraczają granicznych błędów dopuszczalnych dla analizatorów spalin ukazanych w tabeli 3.

Ostatnim etapem jest sprawdzenie urządzenia sygnalizującego spadek strumienia gazu. Po wyznaczeniu błędów wskazań analizatora spalin z użyciem wzorca gazowego II stopniowo zmniejsza się strumień nominalny objętości gazu dostarczanego do analizatora, aż do automatycznego wyłączenia przyrządu. Wartości bezwzględne błędów wskazań analizatora przy wyłączeniu nie powinny przekraczać połowy wartości bezwzględnej błędów granicznych dopuszczalnych. Po wykonaniu testów gazami wzorcowymi, kontrolowane jest wskazanie kanału tlenowego przy użyciu powietrza z otoczenia, co powinno stanowić 20,9 % objętości.

Tabela 2. Wyniki sprawdzania wskazań dla I mieszanki gazowej

Wzorzec gazowy I	CO (%)	CO ₂ (%)	HC (%)	O ₂ (%)	C ₃ H ₈ (%)
Zawartość (ułamek objętościowy)	0,4896	5,970	0,0102	0,00	0,01932
Sprawdzanie pierwszego punktu pomiarowego					
Składniki	CO (%)	CO ₂ (%)	HC (%)	wz. O ₂ (%)	pow. O ₂ (%)
Wskazanie analizatora (uł. obj.)	0,4800	6,0100	0,0095	0,05	20,9
Błąd analizatora Δ	0,0096	0,0400	0,0007	0,05	0,0
Błąd dopuszczalny w kl. I	0,0600	0,5000	0,0012	0,10	1,0
Wynik sprawdzenia	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny

Tabela 3. Błędy graniczne dopuszczalne analizatorów spalin, wprowadzonych do obrotu lub użytkowania na podstawie zatwierdzenia typu podczas legalizacji pierwotnej lub legalizacji ponownej

Klasa dokładności	Rodzaj błędu	Błąd graniczny dopuszczalny			
		tlenek węgla	dwutlenek węgla	węglowodory	tlen
0	bezwzględny (ułamek objętościowy)	± 0,03 %	± 0,5 %	± 0,001 %	± 0,1 %
	względny	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %
I	bezwzględny (uł. obj.)	± 0,06 %	± 0,5 %	± 0,0012 %	± 0,1 %
	względny	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %
II	bezwzględny (uł. obj.)	± 0,2 %	± 1 %	± 0,003 %	± 0,2 %
	względny	± 10 %	± 10 %	± 10 %	± 10 %

Tabela 4. Błędy graniczne dopuszczalne analizatorów spalin, wprowadzonych do obrotu lub użytkowania w wyniku dokonania oceny zgodności podczas legalizacji ponownej

Klasa dokładności	Rodzaj błędu	Błąd graniczny dopuszczalny			
		tlenek węgla	dwutlenek węgla	węglowodory	tlen
0	bezwzględny (ułamek objętościowy)	± 0,03 %	± 0,5 %	± 10 ppm	± 0,1 %
	względny	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %
I	bezwzględny (uł. obj.)	± 0,06 %	± 0,5 %	± 12 ppm	± 0,1 %
	względny	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %

Podsumowanie

Użytkowanie i wprowadzanie do obrotu analizatorów spalin regulowane jest przez przepisy dwóch ustaw: Prawo o miarach i o systemie oceny zgodności. Aktem wykonawczym ustawy, określającym kwestie związane z wprowadzaniem do obrotu analizatorów, jest rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie zasadniczych wymagań dla tego rodzaju przyrządów pomiarowych.

Aby zapewnić jednolitość miar i wymaganą dokładność pomiarów wielkości fizycznych w Rzeczypospolitej Polskiej, organy administracji miar czuwają nad poprawnością wskazań analizatorów spalin. O zapotrzebowaniu na tego rodzaju pomiary świadczy fakt, że w Obwodowym Urzędzie Miar w Białymstoku od 2007 r. przeprowadzono ponad 2000 legalizacji ponownych analizatorów spalin.

Literatura

- [1] Nieradka G., Mocny W., *Pomiar stężenia dwutlenku węgla przy wykorzystaniu absorpcji promieniowania podczerwonego*, II Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna „EKOLOGIA W ELEKTRONICE”, 2002.
- [2] *Legalizacja analizatorów spalin*, AutoGaz journal, 2014.
- [3] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 7 stycznia 2008 r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych (Dz. U. Nr 5, poz. 29, z późn. zm.).
- [4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 7 grudnia 2008 r. w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać analizatory spalin samochodowych, oraz szczegółowego zakresu sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych (Dz. U. Nr 241, poz. 1765).