

Mieczysław TEISSEYRE

Politechnika Wrocławska
Instytut Techniki Ciepłej
i Mechaniki Płynów

Z PRAC NAD ROZWOJEM APARATURY DO GRAWIMETRYCZNYCH POMIARÓW ZAPYLENIA GAZÓW PRZEMYSŁOWYCH

Streszczenie. W referacie zaprezentowano opracowany zestaw aparaturowy służący do kontrolnych pomiarów strumienia pyłu w odlotowych gazach przemysłowych. Jest to nowej generacji grawimetryczny pyłomierz typu EMITEST 587.

Wykonany został w technice mikroprocesorowej i wyposażony jest w przetworniki pomiarowe oraz we własny system komputerowy. Opisano układ pomiarowy i jego właściwości oraz działanie przyrządu. Zastosowano oryginalny system regulacji i kontroli izokinetycznego pobierania próbek zapyłonego gazu do pyłomierza, jak również przyjęty algorytm pomiarów zapewniają dużą dokładność i reprezentatywność otrzymanych wyników.

1. WSTĘP

Prowadzone od szeregu lat w Politechnice Wrocławskiej prace badawcze i konstrukcyjne doprowadziły do opracowania własnej metodyki i aparatury służącej do oznaczenia strumienia pyłu w gazach zapyłonych przepływających kanałami o przekroju zamkniętym. Do aparatury tej należy nowej generacji grawimetryczny pyłomierz przemysłowy typu EMITEST 587.

Przyrząd wykonany został w technice mikroprocesorowej i wyposażony jest w przetworniki pomiarowe oraz we własny system komputerowy. Zastosowany oryginalny sposób regulacji i kontroli izokinetycznego pobierania próbek zapyłonego gazu do pyłomierza daje obiektywną ocenę poprawności wykonywanych pomiarów. Po wykonaniu prototypu podjęto obecnie produkcję krótkiej serii informacyjnej przeznaczonej do przeprowadzenia badań w rozmaitych warunkach przemysłowych, w tym głównie w energetyce ciepłej.

2. GENEZA PRACY

W Europie środkowej podstawowym paliwem energetycznym w przemyśle i gospodarce komunalnej jest węgiel. W paleniskach kotłów o wydajności powyżej 10 Mg pary na godzinę paliwem są pyły węglowe z reguły o wysokiej

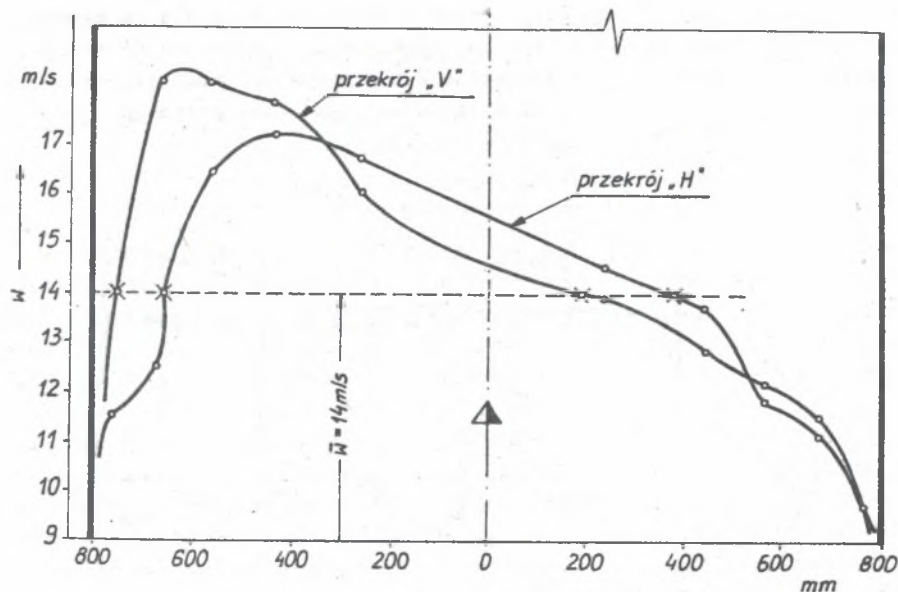
zawartości popiołu dochodzącej nawet do 35%. Pomimo stosowania wysoko sprawnych urządzeń odpylających proces spalania paliw stałych ma swój największy udział w globalnym zanieczyszczeniu powietrza atmosferycznego. Dlatego obecnie coraz większą wagę przywiązuje się do rozwoju nowoczesnych metod i aparatury pozwalającej na dokładne i jednoznaczne pomiary strumienia masy pyłów emitowanych do atmosfery z rozmaitych technologii pyłotwórczych, do których w pierwszym rzędzie należy energetyka ciepła. Niezależnie od zainstalowanych automatycznych pyłomierzy optycznych na kanałach gazów odlotowych wykonywane muszą być okresowo pomiary kontrolne oparte na metodzie grawimetrycznej.

Metoda pobierania próbki częściowego strumienia gazu i wagowego oznaczenia masy zawartego w nim pyłu jest powszechnie uznaną za metodę odnośnikową. Stąd też szczególna uwaga należy się dziedzinie pyłomierzy grawimetrycznych i aparaturze z nią związanej. Pyłomierz grawimetryczny stanowi podstawowe narzędzie pomiarowe dla instytucji i służb kontrolujących emisję zanieczyszczeń pyłowych ze źródeł przemysłowych do atmosfery. Pomimo ogromnego postępu technicznego w dziedzinie aparatury kontrolno-pomiarowej nadal w przemyśle krajowym i za granicą stosowane są i będą w przyszłości sondy probiercze. Służą do pobierania próbek pyłów lotnych z kanałów przemysłowych, zarówno przed, jak i za urządzeniami odpylającymi. Występowanie przy tym złożonych zjawisk kinematycznych i dynamicznych towarzyszących procesowi pobierania solgazu (solgaz = zapyłony gaz) do sondy "zanurzonej" w wpływającym ją strumieniu gazowym, otwiera szerokie pole dla inicjatyw prowadzących do modernizacji tradycyjnych w końcu rozwiązań konstrukcyjnych pyłomierzy. Odbywać się to powinno przez wprowadzanie zdobyczy z dziedziny informatyki i mikroelektroniki. Tendencje te obserwuje się w szczególności w wysoko rozwiniętych krajach Zachodu. Wbrew pozorom zagadnienie jednak nie jest proste, gdyż praktycznie biorąc aparatura oparta na metodzie grawimetrycznej jak dotąd nie doczekała się pełnej automatyzacji procesu pomiarowego - nie tylko u nas, ale i za granicą.

W kraju nie posiadamy poza pojedynczymi egzemplarzami pochodzącymi z importu dobrych, nowoczesnych pyłomierzy do nieciągłych pomiarów kontrolnych stężenia i emisji pyłów w gazach odlotowych. W pracy [1] przedstawiono tę sprawę podając przegląd produkowanych bądź opracowanych pyłomierzy. Pogląd na stan w tej dziedzinie daje również informator wydany przez IKSAiP we Wrocławiu [2].

W Politechnice Wrocławskiej zajmujemy się od szeregu lat aparaturą do kontroli zanieczyszczeń pyłowych w gazach odlotowych (np. patrz [3, 4, 5]). W wyniku powstało kilka konstrukcji prototypowych sprawdzonych w warunkach pomiarów przemysłowych. Na uwagę zasługuje tu pyłomierz przemysłowy typu EMITEST wykonany w ramach planu P. - 8 MOSiZN [6, 7]. Z myślą o częściowej automatyzacji pracy tego pyłomierza powstał układ pomiarowo-regulacyjny 8, 9 wykonany w systemie TTL, a następnie już oparty na technice mikroprocesorowej loger o nazwie "Indykator EMITEST - ELMi" [10, 11, 12].

Automatyzacja pomiarów, zbieranie i przetwarzanie danych zgodne są tu z postępowaniem technicznym obserwowanym w świecie.



Rys. 1. Rozkład prędkości gazów spalinowych za elektrofiltrem w kanale poziomym o średnicy 1,6 mm

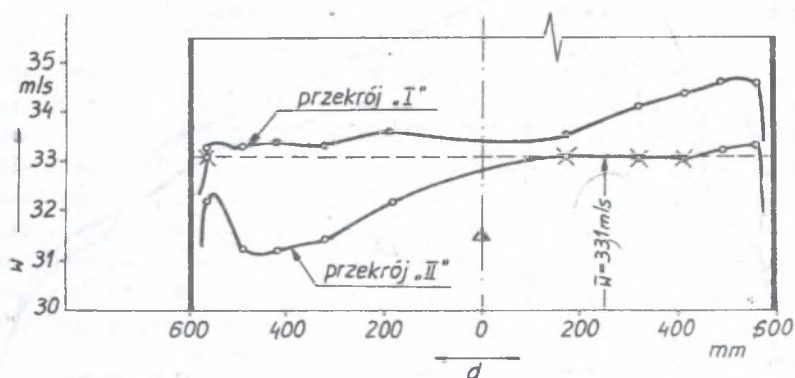
Fig. 1. Velocity distribution of combustion gases after the electrical precipitator in the horizontal canal of 1,6 mm diameter

Specyfika grawimetrycznego pomiaru stężenia pyłu w przepływającym gazie polega na "dopasowaniu" masy częściowego strumienia zasysanego do sondy - do prędkości miejscowej głównego strumienia gazu. Spotykane w instalacjach przemysłowych rozkłady prędkości i stężeń pyłu mogą być bardzo zróżnicowane, czego przykładem są wykresy na rys. 1 i 2 zaczerpnięte z pracy [13]. Ten aspekt zagadnienia stanowi główną myśl w podjętych wcześniej i obecnie pracach nad opracowaniem nowoczesnego pyłomierza przemysłowego, wyposażonego w układ sterowania, który zapewni nadążną regulację izokinetycznego pobierania próbek solgazu do sondy probierczej. Cytowane rozwiązania techniczne pozwoliły na sprawdzenie metody nadążnej regulacji izokinetycznego zasysania, stanowiąc zarazem mało zresztą doskonałą pod względem rozwiązań elektronicznych pierwowzór dla obecnie prowadzonych prac nad pyłomierzem serii EMITEST model 587.

Zrobione przez nas rozeznanie w stanie techniki europejskiej wykazało, że jest to konstrukcja oryginalna i w tej postaci konstrukcyjnej nie spotykana.

Szczegółowe rozwiązania sondy probierczej chronione są patentem [14], natomiast całość koncepcji zgłoszeniem patentowym [15]. Dokonane zosta-

ło również rozeznanie w oferowanych przez specjalistyczne firmy zagraniczne zestawach aparaturowych do pomiarów grawimetrycznych stężenia i emisji pyłów. Z rozeznania tego wynika, że firma Strohleim w Kaarst (RFN) produkuje w technice mikroprocesorowej zestaw aparaturowy do pomiarów grawimetrycznych [16]. Jest to układ bardziej rozbudowany w stosunku do prototypu EMITEST 587, różniący się całkowicie w zastosowanych rozwiązaniach technicznych, lecz realizujący podobne funkcje jak nasz prototyp.



Rys. 2. Rozkład prędkości gazów spalinowych za elektrofiltrem w kanale pionowym o średnicy 1,2 m

Fig. 2. Velocity distribution of combustion gases after the electrical precipitator in the vertical canal of 1,2 mm diameter

3. CHARAKTERYSTYKA PYŁOMIERZA

Warunkiem uzyskania próbki pyłowej, reprezentatywnej w stosunku do strumienia zapyłonego gazu w kanale, jest zachowanie odpowiednich warunków kinetycznych panujących na wlocie do sondy probierczej. Wg zaleceń obowiązującej normy PN-72/M-34129 iloraz H prędkości wlotowej gazu do sondy do prędkości miejscowej gazu w kanale powinien być utrzymany w wąskim przedziale, a mianowicie:

$$0,95 \leq H \leq 1,1.$$

(1)

W przyjętym układzie pomiarowym pyłomierza częściowy strumień zasysanego do sondy gazu mierzony jest przy użyciu zwężki pomiarowej, natomiast prędkość miejscowa gazu w kanale mierzona jest za pomocą rurki spiętrzającej. Iloraz prędkości H określony jest wówczas równaniem:

$$H = \frac{C}{D^2} \left(\frac{dP_r T P_r}{dP_r T_r P_r} \right)^{0,5} \quad (21)$$

gdzie.

- C - stała aparaturowa,
- D - średnica końcówki aspiracyjnej stanowiącej wlot do sondy,
- dP_r, P_r, T_r - odpowiednio: ciśnienie różnicowe, ciśnienie statyczne i temperatura na zwężce pomiarowej,
- dP, P, T - odpowiednio: ciśnienie dynamiczne, ciśnienie statyczne i temperatura gazu w kanale.

W pyłomierzu EMITEST 587 przyjęto, iż regulacja strumienia gazu częściowego odbywa się na podstawie pomiaru ilorazu H . Tak więc H jest wielkością regulowaną, natomiast wielkością wiodącą jest ciśnienie różnicowe dP_r . Poziom wartości dP_r dobierany jest przez prowadzącego pomiar tylko na podstawie obserwacji wskazań wartości H . Organem wykonawczym jest zawór umieszczony bocznikowo za zwężką pomiarową. Taki sposób regulacji rozwiązany został w oparciu o wysokiej jakości przetworniki pomiarowe i mikroprocesorowy system sterowania. Część elektroniczna pyłomierza tworzy własny system komputerowy, w którym zbieranie i zapamiętywanie danych pomiarowych oraz obliczanie wyników końcowych jest automatyczne z przekazaniem na wyświetlacz cyfrowy i na drukarkę. Wielkościami bezpośrednio mierzonymi są temperatury T i T_r , ciśnienie statyczne P_r , ciśnienie dynamiczne dP , ciśnienie różnicowe dP_r oraz czas t aspiracji gazu do sondy probierczej. Natomiast do pamięci operacyjnej należy wprowadzić przed pomiarem ciśnienie P i stałą gazową R wybraną z przedziału $250 \div 350$, J/kg K.

Wielkościami wynikowymi są wartości chwilowe i średnie z okresu czasu t , a mianowicie:

- prędkość przepływu gazu w kanale W m/s,
- strumień objętości gazu częściowego \dot{V}_r m³/h,
- iloraz prędkości H .

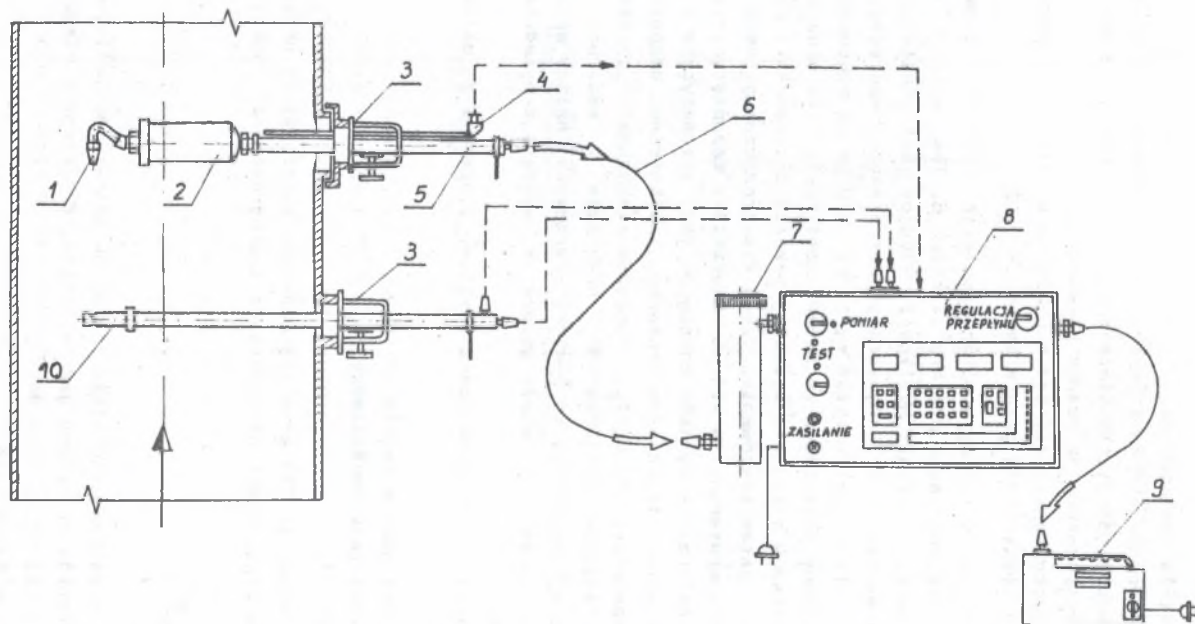
Występującą w równaniu (2) średnicę końcówki aspiracyjnej układ komputerowy pyłomierza oblicza sam na podstawie zaprogramowanej funkcji:

$$D = f \left(\sqrt[4]{\frac{T R}{dP}} \right) \quad (3)$$

W ten sposób bez dodatkowych obliczeń ustalony zostaje optymalny wymiar D dla danych warunków przepływu gazu w kanale, dobierany z ciągu średnic: 8,3; 10,7; 13,8; 17,8; 20,9 mm.

Zakres pomiarowy pyłomierza:

- stężenie pyłu w gazie $S = 0,01 - 150$ g/m³
- prędkość gazu w kanale $W = 5 - 35$ m/s,



Rys. 3. Pyłomierz przemysłowy EMITEST 587

- 1 - wymienna końcówka aspiracyjna, 2 - filtr, 3 - jarzmo, 4 - termometr, 5 - trzon sondy, 6 - giętka przewodów rurowy, 7 - odwadniacz, 8 - jednostka centralna, 9 - pompa próżniowa, 10 - rurka spiętrząca

Fig. 3. The industrial dust-meter the EMITEST 587

- 1 - sampling nozzle, 2 - filter, 3 - pipe clamp, 4 - thermometer, 5 - extension pipe, 6 - the hose, 7 - dewaterer (condenser), 8 - central processing unit, 9 - vacuum pump, 10 - special pitot tube

- temperatura gazu w kanale $T = 523 \text{ K}$,
- strumień cząsteczkowy gazu $\dot{V}_r = 3-7 \text{ m}^3/\text{h}$, przy $273 \text{ K } 10^5 \text{ Pa}$.

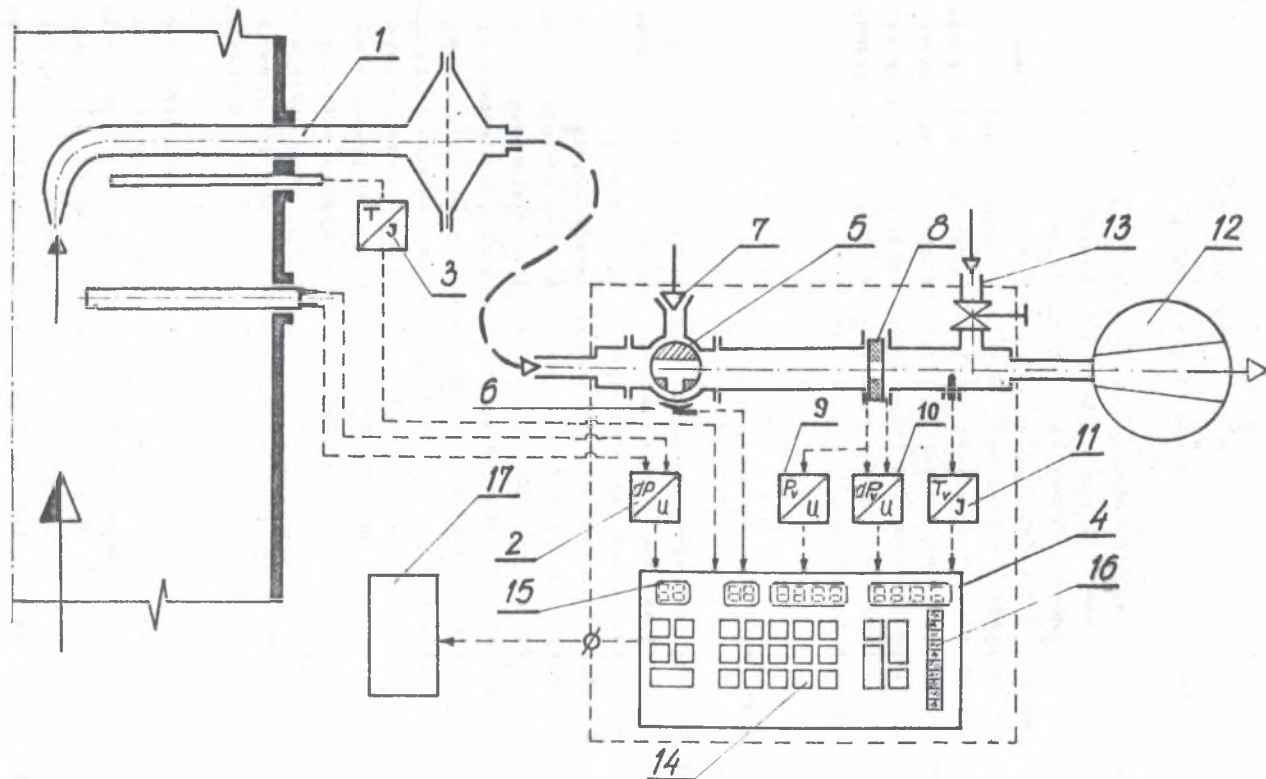
Podstawowe części składowe pyłomierza EMITEST 587 przedstawione są na rys. 3.

Filtr mierniczy można instalować zarówno wewnątrz, jak też i na zewnątrz kanału. Materiałem filtracyjnym może być tkanina (woreczek) lub też bibuła (filtr krążkowy). Jednostka centralna pyłomierza mieszcząca zwężkę pomiarową wraz z zaworem regulacyjnym, przetworniki pomiarowe i część komputerową posiada cztery cyfrowe pola odczytowe i pyłoszczelną płytę klawiatury. Na płycie tej umieszczone są 24 pola klawiszowe pozwalające na operowanie przyrządem. Na 20 klawiszach umieszczone są miniaturowa diody świetlne sygnalizujące inicjację danego pola. Wyświetlanie wartości ilorazu H odbywa się w sposób dyskretny na słupkowo umieszczonych prostokątnych diodach świetlnych.

4. DZIAŁANIE PYŁOMIERZA

Na rys. 4 pokazany jest schemat służący do wyjaśnienia działania pyłomierza. Przed rozpoczęciem właściwego pomiaru pompa próżniowa 12 zasysa powietrze atmosferyczne, które jest kierowane przez zawór trójdrogowy 5 do przewodu ze zwężką pomiarową 8. Regulowany element dławiący 7 obniża ciśnienie powietrza w przewodzie do zadanego przez obsługę poziomu. Klawiaturą 14 wprowadza się do elektronicznego układu 4 sterowania i przetwarzania danych wartości charakterystyczne dla pomiaru, a mianowicie: ciśnienie barometryczne, zastępczą stałą gazową, średnicę wlotu użytej do pomiaru końcówki aspiracyjnej i czas pomiaru, w ciągu którego będzie zasysany gaz do sondy. Przesłanie zaworu trójdrogowego w położenie dające drożność dla przepływu gazu od sondy do pompy zasysającej powoduje wysłanie przez czujnik 6 sygnału elektrycznego uruchamiającego odmierzanie czasu pomiaru w układzie elektronicznym. W ciągu całego czasu pomiaru, w równych odstępach zbierane są elektryczne sygnały z układów pomiarowych 2, 3, 9, 10, 11, które zostają przetworzone na sygnały cyfrowe w układzie elektronicznym 4.

W tym czasie następuje też obliczenie objętości strumienia zasysanego do sondy gazu, prędkości przepływu gazu w kanale oraz ilorazu prędkości wlotowej gazu do sondy i prędkości miejscowej gazu w kanale, a następnie przekazanie wszystkich danych do pamięci układu elektronicznego. Uformowany sygnał od wartości ilorazu prędkości przekazany zostaje do wskaźnika optycznego 16. Jeżeli wartość ilorazu mieści się w przedziale od 0,95 do 1,1, świeci się słupek diod od najniższej do środkowej wskazując, że zasysanie jest quasi-izokinetyczne, więc prawidłowe. Przy zasysaniu anizokinetycznym wartość ilorazu prędkości jest mniejsza od 0,95 lub większa od 1,1, co sygnalizuje odpowiedniej wysokości słupek świecących się diod.



Rys. 4. Schemat systemu pomiarowego EMITEST 587

Fig. 4. Measurement system of the EMITEST 587

Na podstawie obserwacji zapalenia się diod zmieniana zostaje ręcznie nastawa regulatora 13 tak, aby świecenie się diod odpowiadało wybranemu zakresowi wartości ilorazu prędkości na przykład od 1,0 do 1,2. W czasie trwania pomiaru klawiaturę 14 wywołać można wyświetlanie dowolnego wyniku pomiarowego w odpowiednim polu odczytowym wyświetlacza 15. Podczas pomiaru zasysanie zapyłonego gazu do sondy odbywa się w wybranym zakresie ilorazu prędkości quasi-izo-kinetycznych bądź anizokinetycznych, na przykład nadizokinetycznych. Zakończenie pomiaru następuje w momencie przestawienia zaworu trójdrogowego 5 w położenie łączące przepływomierz 8 z atmosferą, przy czym jednocześnie wywołany zostaje czujnikiem 6 sygnał zatrzymujący odmierzenie czasu i zbieranie wszystkich sygnałów pomiarowych. Po zakończeniu pomiaru wszystkie wartości pomiarowe i obliczeniowe pozostają w pamięci układu 4 i mogą być ukazane kolejno na wyświetlaczu 15 jako wartości chwilowe i średnie arytmetyczne oraz mogą być zarejestrowane przez drukarkę wierszową 17.

5. UWAGI KOŃCOWE

Zaletą pyłomierza EMITEST 587 jest uzyskanie kontrolowanej optycznie nadążnej regulacji izokinetycznej lub anizokinetycznej, przy której w określonym jej przedziale jest zapewniona prawidłowość pomiaru i reprezentatywność pobieranych i separowanych w pyłomierzu próbek pyłu. Dzięki temu można ręcznie regulować intensywność zasysania zapyłonego gazu w wybranym przedziale zmienności ilorazu prędkości H . Ułatwia to znacznie obsługę pyłomierza i zwiększa dokładność pomiarów zapylenia, szczególnie przy zmiennych prędkościach przepływu i temperaturach gazu w kanale. Zaletą pyłomierza jest także wprowadzenie dokładnej synchronizacji przestawiania zaworu trójdrogowego w momencie rozpoczęcia i zakończenia pomiaru, co zwiększa również dokładność pomiarów, gdyż pozwala na jednoznaczne ustalenie okresu, w którym pobierano zapyłony gaz do sondy.

Wprowadzenie regulowanego elementu dławiącego dopływ powietrza atmosferycznego do zwężki pomiarowej przed rozpoczęciem pomiaru pozwala na wstępne wyregulowanie strumienia zasysanego do sondy gazu zapyłonego oraz temperatury panującej na dolocie do zwężki. Pyłomierz EMITEST 587 cechuje uniwersalność, dzięki której w skład pyłomierza mogą wchodzić przemienne sondy: zwykła lub prędkościowa. Można również zastosować inny rodzaj zwężki pomiarowej bez większych zmian w oprogramowaniu elektronicznego układu sterowania i przetwarzania danych. Jednakże najbardziej istotną zaletą jest pomiar pozwalający na rejestrację wszystkich wielkości mierzonych, ich uśrednianie, obliczanie wielkości wynikowych i ciągła kontrola prawidłowości przeprowadzania poszczególnych pomiarów, niezależna od prowadzonego pomiaru.

Po zakończeniu pomiaru jednostka centralna pyłomierza może być odłączona od zasilania energią elektryczną bez obawy skasowania pamięci. Wydruk wy-

ników pomiaru w postaci raportu (rys. 5) przeprowadza się więc nie na stanowisku pomiarowym, lecz w innym dogodnym do tego celu pomieszczeniu.

Wyniki pomiarowe z dnia-.....-... godz. rozp./zak.:/.....
 Obiekt:
 Wykonawcy pomiaru:
 Kanał pionowy/poziomy: wymiary: 0 =m:a b=m

Pomiar 3

Lpr.	P	R	D	h	K			
	hPa	Nm/kgK	cm	hPa				
	996.0	287.0	0.83	-5.00	1.000			
	T	dP	Tv	hv	dPv	V	w	H
	K	Pa	K	hPa	Pa	m ³ /h	m/s	
1	429.9	414.1	289.1	-92.0	164.9	3.516	23.57	1.037
2	429.1	317.4	288.8	-93.0	150.4	3.580	18.71	1.324
3	428.6	343.7	289.1	-94.7	174.6	3.543	20.79	1.179
4	428.4	425.1	288.9	-98.1	175.0	3.737	22.77	1.130
5	428.3	298.3	289.0	-98.3	186.2	3.692	19.81	1.285
6	427.9	376.2	288.9	-98.7	170.2	3.536	21.20	1.146
7	429.1	333.6	288.8	-99.0	178.8	3.559	20.36	1.205
8	429.0	383.2	289.0	-99.2	193.4	3.661	21.47	1.175
9	427.9	376.8	289.2	-100.	194.4	3.795	22.94	1.136
10	428.5	407.6	289.1	-102.	159.6	3.606	20.95	1.179
11	427.7	422.3	289.0	-104.	176.5	3.803	22.28	1.117
12	428.5	428.4	288.8	-105.	195.8	3.963	23.80	1.138
13	428.5	411.6	289.1	-140.	263.5	4.727	21.35	1.451
14	428.1	601.2	289.1	-142.	263.3	4.646	27.90	1.088
15	428.1	414.2	288.9	-143.	273.1	4.823	22.01	1.431
	428.4	396.9	289.0	-107.	194.6	3.878	22.06	1.202

Zadany czas pomiaru: 00h05m00s

Wynikowy czas pomiaru: 00h05m06s.

Sumaryczny czas pomiarów: 00h11m41s

Masa zebranego pyłu m =

Stężenie pyłu: S =

Emisja pyłu: E =

Rys. 5. Wydruk raportu (przykład)

Fig. 5. Report printout (example)

LITERATURA

- [1] Teisseyre M., Wawrzyński H., Fajertag M.W.: Założenia techniczno-ekonomiczne zestawu do pomiaru stężenia i emisji pyłu oraz wykonanie modelu użytkowego elektronicznego układu pomiarowego i przetwarzania danych. Raport ITCiMP Pwr serii SPR, nr 32/87, Wrocław 1987.
- [2] Informator pt.: Aparatura pomiarowa dla potrzeb ochrony środowiska. Charakterystyki techniczne. Zeszyt 2, Wydawca IKSAiP, Wrocław 1986, 115 s.
- [3] Negrusz A., Teisseyre M.: Zur Messung der mittleren Staubkonzentration mit Entnahmesonden in Abgaskanalen. Energietechnik, nr 9, 1982, s. 351-354.
- [4] Negrusz A., Teisseyre M.: Zur Probeentnahme und Abscheidung der Abscheidung der festen Phase bei Staubbmessungen. Messen - Steuern - Regeln, nr 4, 1984, 4, 160-163.
- [5] Teisseyre M.: Entnahme der mittleren Staubproben aus Leitungen pneumatischer Förderanlagen. Proceedings of the Third Conference on Pneumatic Conveying. Peac. 1985, s. B10 - 1-6.

- [6] Teisseyre M.: Promyślny pyłomer EMITEST 5. Materiały kolokwium RWPG, Wrocław 23-24 maj 1984, Wydawca Politechnika Wrocławska, Wrocław 1984, s. 13-20.
- [7] Teisseyre M.: Opracowanie prototypu grawimetrycznego pyłomierza GPF-5. Etap 4 - pyłomierz przemysłowy EMITEST 585, Raport ITCiMP PWr serii SPR, nr 29/85 Wrocław 1985, 89 s.
- [8] Teisseyre M., Grzywa K.: Regulowoczoizmierzitelna sistema UPR 1 dla awtomatycznego regulowanijsa wsasywanija zapyłennogo gaza w zond pylenera. Materiały kolokwium RWPG, Wrocław 23-24 maj 1984, Wyd. Pol. Wrocławskiej, Wrocław 1984, s. 21-25.
- [9] Teisseyre M.: Regulacja anizokinetycznego zasysania solgazu przy pomiarach pyłomierzami filtracyjnymi. Materiały międzynarodowej konferencji naukowej. "Strategia i technika ochrony powietrza atmosferycznego", Zeszyt C, Zabrze - Kraków, maj 1985, s. 64-79.
- [10] Teisseyre M.: Opracowanie prototypu grawimetrycznego pyłomierza GPF5. Etap 2 - awtomatyczny nadężny regulator gazu model INDIKATOR EMITEST - ELMI. Raport ITCiMP PWr serii SPR, nr 35/85, Wrocław 1985, 70 s.
- [11] Teisseyre M.: Nowoje rieszenije izmierzitelno-riegulacjonnoj sistie-my dla pylenerow. Raport ITCiMP PWr. serii Preprinty, nr 3/87, Wrocław 1987, 11 s.
- [12] Wróblewski K., Teisseyre M., Wawrzyński H., Fajertag M.W.: Założenia techniczno-ekonomiczne zestawu do pomiaru stężenia i emisji pyłu oraz wykonanie modelu użytkowego elektronicznego układu pomiarowego i przetwarzania danych (złącznik). Raport ITCiMP PWr. serii SPR nr 32/87, Wrocław 1987, 43 s.
- [13] Teisseyre M., Wawrzyński H.: Wykonanie i zbadanie awtomatycznego pyłomierza radioizotopowego w warunkach emisji przemysłowej. Prace badawcze i rozwojowe. Raport ITCiMP PWr. serii SPR. nr 33/82, Wrocław 1982, 94 s.
- [14] Teisseyre M.: Sonda do pobierania i separowania próbek pyłu. Patent PRL. Nr 132930, Warszawa 1987 - 04 - 16.
- [15] Teisseyre M., Mazur T., Fajertag M.W.: Póławtomatyczny pyłomierz grawimetryczny. Zgłoszenia patentowe, nr P-264169 z dnia 1987-02-05.
- [16] Katalog firmy Ströhlein: Umweltechutz - Messerate in Modultechnik (Stuttgart, RFN).

ИЗ РАБОТ НАД РАЗВИТИЕМ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ
ИЗМЕРЕНИЙ ЗАПЫЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ

Р е з ю м е

В докладе представлен разработанный комплект аппаратуры, служащий для контрольных измерений потока пыли в отходных промышленных газах. Это гравиметрический пылемер типа Эмитест 587 новой генерации. Выполнен микропроцессорной техникой и оснащен измерительными преобразователями, а также собственной системой ЭВМ. Описана измерительная система и ее свойства, а также действие прибора. Применена оригинальная система регуляции и контроля изокинетического прима проб запыленного газа в пылемер, а также принятый алгоритм, которые обеспечивают высокую точность и представительность полученных результатов.

FROM THE WORK AT THE DEVELOPMENT OF THE APPARATUS FOR THE
GRAVIMETRIC MEASUREMENT OF DUSTINESS OF THE INDUSTRIAL GASES

S u m m a r y

In this report the apparatus set is presented, which is used for control measuring of the stream of dust in the outlet industrial gases. It is a new generation gravimetric dust-meter, type the Emitest 587. It has been accomplished in microprocessoric technics and has been equipped with the measuring convertes and its own computer system. The measure system, its characteristics and functioning have been described. The original applied here system of regulation and control of isokinetic sampling of the dusty gas to the dust-meter as well as accepted algorithm of measurements assure of fair accuracy and representativity of obtained results.