

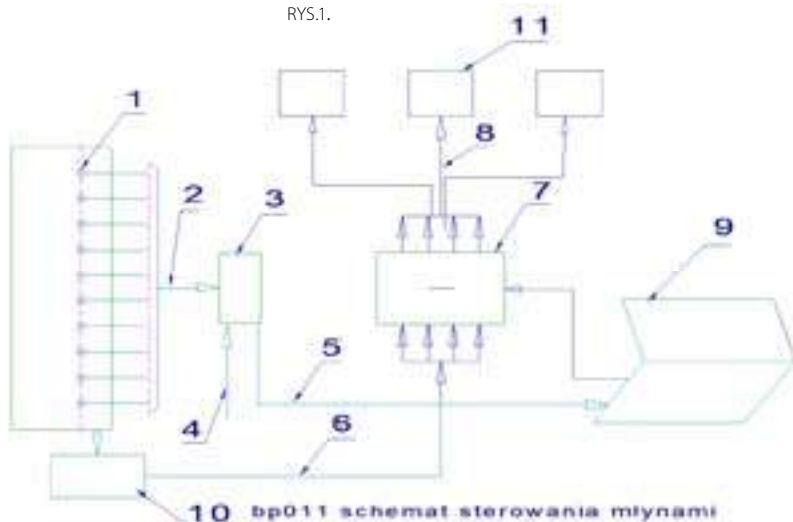
# System IPS BP do ciągłego pomiaru uziarnienia w rurze transportowej

www.kamika.pl

Opisany w niniejszym artykule system umożliwia ciągły pomiar uziarnienia na skalę przemysłową od 0,5µm do 2000 µm węgla, popiołu, cementu i innych sproszkowanych substancji, bez ograniczeń wydatku w punkcie pomiarowym.

Opracowany przez firmę KAMIKA Instruments pomiar dla jednego punktu można zwielokrotnić, stosując badanie uziarnienia na każdej rurze wychodzącej z młyna. Cel transportu może być różny, tj. kocioł energetyczny, silosy na różne rodzaje popiołów lub cementu czy maszyny w dalszym procesie produkcyjnym.

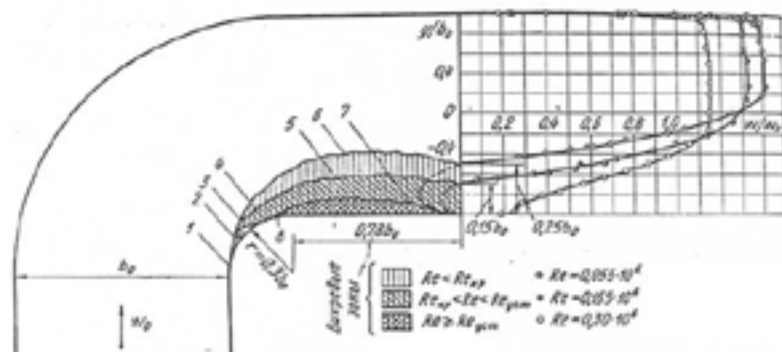
Ogólny schemat systemu IPS BP przedstawiono na RYS.1.



RYS. 1

Schemat systemu IPS BP

1. Zespół czujników do pomiaru granulacji popiołu zawieszony na każdym pyłoprzewodzie
2. Sieć ethernetowa pomiędzy czujnikami cząstek a skrzynką rozdzielacza [3]
3. Skrzynka rozdzielacza umożliwiająca sprawny wielopunktowy pomiar
4. Sieć ethernetowa umożliwiająca wielonapięciowe zasilanie elektroniki czujników pomiarowych
5. Sieć ethernetowa do przesłania danych pomiarowych do komputera
6. Sieć ethernetowa do przesłania odczytu z automatyki elektrofiltra [10] do układu sterującego
7. Układ sterujący ustawia pracę młynów według określonego algorytmu wprowadzonego do komputera [9]
8. Sieć ethernetowa 9. Komputer 10. Automatyka kotła 11. Automatyka młyna



RYS. 2

Profil prędkości w okrągłym kolanie 90°

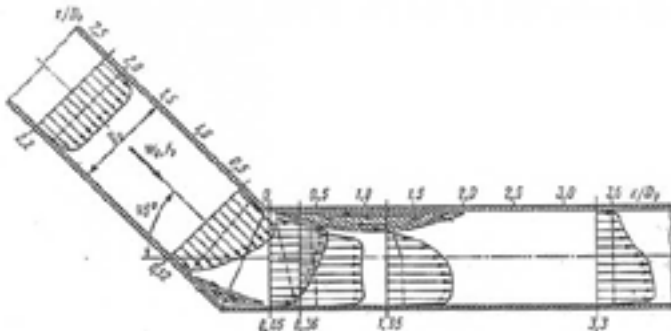
Elektroniczny układ pomiarowy IPS BP składa się z zespołu czujników [1] umiejscowionych na rurach pyłowych połączonych dowolnie długimi wielożyłowymi kablami ze skrzynką rozdzielczą, tzw. blokiem [3]. Blok [3] zasila każdy czujnik pomiarowy [1] i odbiera informacje o wynikach pomiarów granulacji, np. węgla czy popiołu, które przez sieć ethernetową są przesyłane do komputera [9]. Program pomiarowy w komputerze może wyliczyć rozkłady granulacji cząstek według kalibracji sferycznej lub inaczej, zgodnie ze sposobem symulującym analizę sitową. Oprogramowanie uwzględnia również porównanie metod granulacji.

Celem przedsięwzięcia jest pomiar dowolnie szerokich rozkładów wielkości ziaren, szczególnie największych ziaren w próbce, bez penetrowania przekroju pomiarowego rury sondą. Dla uśrednienia wyniku kolejnych pomiarów wykorzystano zjawisko fizyczne, które umożliwia wyłapywanie największych cząstek w zbiorze, a pomiar wielkości reprezentatywnych cząstek odbywa się w sposób automatyczny przy pomocy optycznego czujnika. Wykorzystano tu opis przepływu przedstawiony w publikacji I. E. Idelczyka *Sprawocznik po gidrauliczewskim soprotiwlieniu*. Na RYS. 2, 3, 4 przedstawiono rozkłady prędkości w rurach za kolaniem.

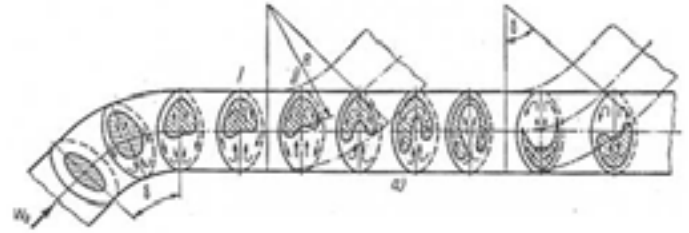
Do poboru uziarnienia wykorzystuje się siłę odśrodkową powstałą w rurze przy przepływie materiału sypkiego przez kolano rury. Podczas przepływu na zewnętrznej części zagiętej rury zachodzi prawie całkowita koncentracja cząstek przez działanie siły odśrodkowej. Bardzo mała część najmniejszych cząstek zostaje w strefie środkowej przekroju, a w strefie wewnętrznej przepływa czyste powietrze, i to w kierunku powrotnym. Na zewnętrznej części końca kolana wystarczy wykonać upust uziarnienia na zewnątrz rury, aby otrzymać wypływający reprezentatywny zbiór ziaren do pomiarów ich wielkości.

Na podstawie pomiarów wielkości cząstek można wyprowadzić niezależne sygnały [8] elektronicznego bloku pomiarowego [7], które będą sterować automatyką młyna.

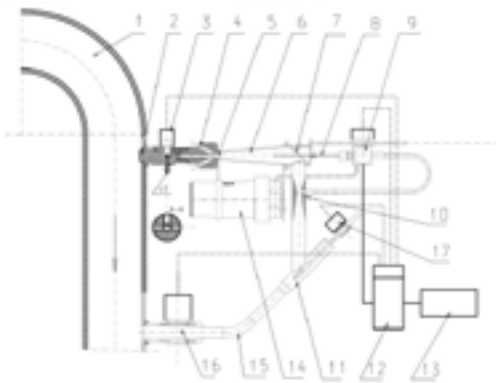
Czujnik układu pomiarowego pracującego w systemie on-line musi być zamocowany na konstrukcji „by-pass” przedstawionej na RYS. 5, która podłączona będzie do rury pyłowej transportującej cząstki. Przepływające przez kolano (1) uziarnienie wpada do otworu (2) z dużą koncentracją cząstek. Za otworem (2) znajduje się zawór odcinający (3) sterowany auto-



RYS. 3  
Profil prędkości w prostokątnym kolanie 45°



RYS. 3  
Kierunki prędkości w przekrojach poprzecznych kolana 45° R/D = 1



RYS. 5  
Schemat konstrukcyjny IPS BP



FOT. 1  
Widok IPS BP

matycznie. Przepływające przez rurkę (5) cząstki mieszane są z powietrzem atmosferycznym wpływającym przez kanały (4) i następującym do dyfuzora (6). W dyfuzorze (6) następuje dekoncentracja cząstek, żeby przez dyszę wlotową (8) pobrać taką koncentrację cząstek, która umożliwia bez nadmiernej koincydencji (poniżej 1%) pomierzyć pojedynczo cząstki przez czujnik optyczno-elektroniczny (9). Dyfuzor (6) połączony jest przez kolano (7) ze zwężką (10), do której połączony jest z kolei wylot z czujnika (9) w strefie największego podciśnienia. Wylot ze zwężki (10) połączony jest ze strumienicą (11), która indukuje przepływ przez zawór (16) podłączony do rurociągu (1). Dla osłony optyki w czujniku (9) stosuje się filtr (14), przez który doprowadza się 'czyste' powietrze do czujnika (9). Czujniki (9) wysyłają wyniki pomiarów siecią ethernetową [5] do komputera, gdzie są rejestrowane. Układ pomiarowy jest typowym podwójnym „by-passem”, gdzie pobieranie cząstek przez otwór (2) jest w pewnym stopniu izokinetyczne, dekoncentracja cząstek w dyfuzorze (6) automatyczna, zaś pomiar w przekroju pomiarowym dyfuzora, gdzie jest wlot dyszy (8) pobierającej cząstki, w pełni regulowany dla różnych średnic rurociągów i koncentracji sproszkowanych substancji sypkich. Przy przypadkowych depozycjach cząstek w miejscu otworu (2) można, odpowiednio ustawiając zawór (3), zamknąć przepływ pomiarowy i otworzyć przepływ sprężonego powietrza, które przedmucha otwór (2).

Na FOT. 1. przedstawiono zdjęcie IPS BP ze stosunkowo cienką rurą transportową  $\varnothing 80$  i małym kolaniem o promieniu 300 mm.

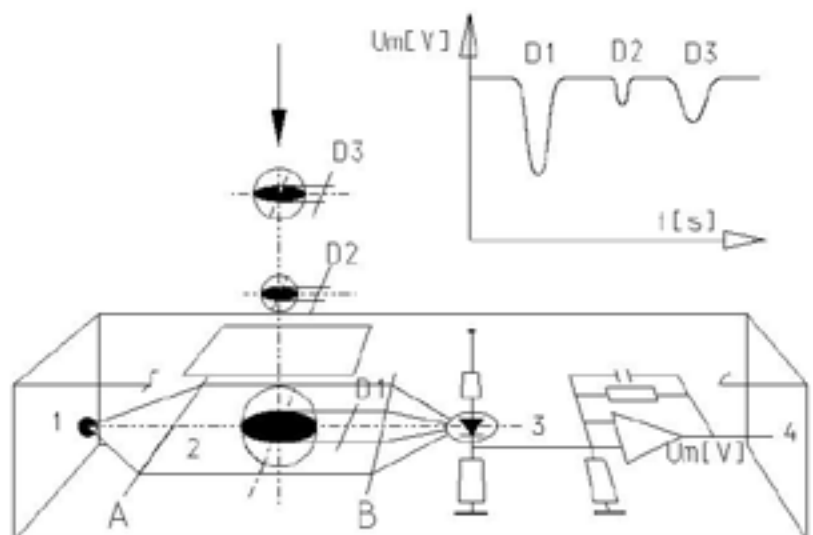
**SPOSÓB POMIARU**

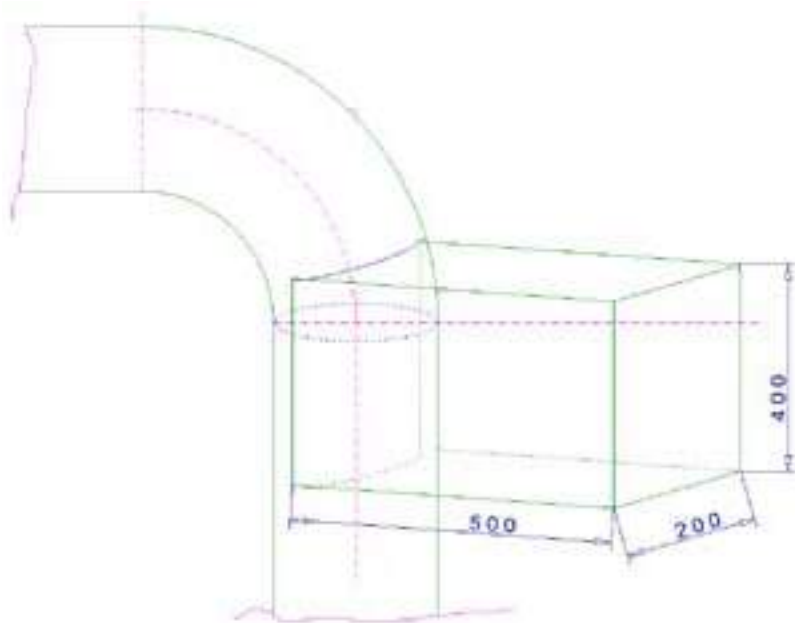
Dla wykonania pomiaru on-line należy uruchomić „by-pass”, otwierając zawory (3, 16, 17), aby cząstki przepływały wraz z powietrzem przez optyczno-elektroniczny czujnik [9] i elektroniczny system pomiarowy. Wszystkie zawory (3, 16, 17) są sterowane elektrycznie.

Czujnik optyczno-elektroniczny (RYS. 6) zbudowany jest ze źródła energii świetlnej – fotodiody emitującej światło w zakresie bliskiej podczerwieni (1), układu soczewek i przesłon (A) i (B) wyznaczających powierzchnię pomiarową (2) oraz detektora fotodiodego (3) z zespołem elektronicznym (4) wstępnego przetwarzania sygnału. Przestrzeń pomiaro-



RYS. 6  
Sposób pomiaru cząstek





RYS. 8  
Gabaryty urządzenia

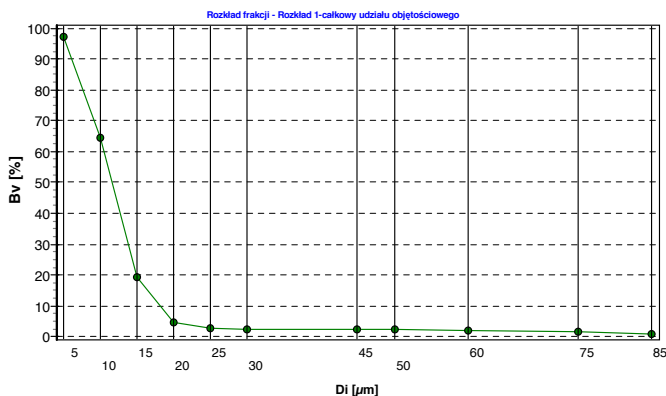
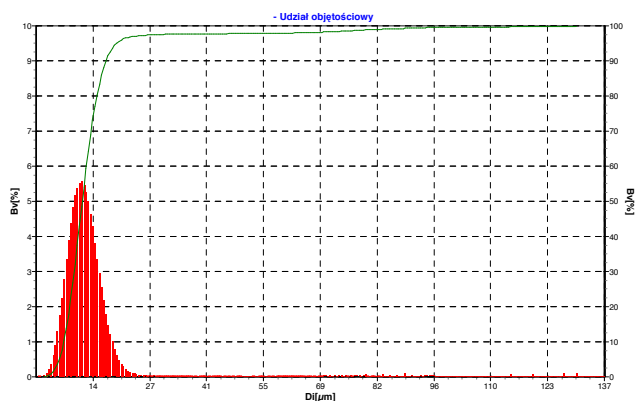
wa ukształtowana jest przez zespół optyczny w taki sposób, że jej powierzchnia jest znaczna w stosunku do wielkości mierzonych cząstek. Takie ukształtowanie oraz równomierna czułość w obszarze całej powierzchni zapewnia całkowitą eliminację błędów krawędziowych i jednakowe wykrywanie każdej cząstki. Uwzględniając charakterystykę przetworzenia strumienia świetlnego na sygnał elektryczny w zespole elektronicznym, uzyskuje się charakterystykę pomiarową w jednostkach fizycznych (mikrometrach).

Przy opracowaniu nowych metod pomiarowych, które mogą być dokładniejsze, szybsze, mierzące w szerszym zakresie musi być zwrócona uwaga na kompatybilność wyników pomiędzy starymi metodami i nowymi. Nowa metoda pomiaru musi być zawsze porównywalna ze starą, jeśli pomiar wykonywany starą metodą jest poprawny. Wyniki pomiarów zbioru cząstek otrzymywane przy pomocy optyczno-elektronicznych metod powinny symulować obecnie stosowane pomiary według sit mechanicznych, zgodnie z patentem KAMIKI nr 205738. ■

Rozkład frakcji - Rozkład 1-całkowy udziału objętościowego

Numer	12	11	10	9	8	7
Sita [ $\mu\text{m}$ ]	Denko	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Bv [%]	100	97,37	64,49	19,45	4,68	2,82

Numer	6	5	4	3	2	1
Sita [ $\mu\text{m}$ ]	30,00	45,00	50,00	60,00	75,00	85,00
Bv [%]	2,49	2,25	2,20	2,10	1,49	0,93



Ilość	2764045
Czas [s]	852,0
Dn [ $\mu\text{m}$ ]	7,3
Ds [ $\mu\text{m}$ ]	8,1
Dv [ $\mu\text{m}$ ]	8,9
Da [ $\mu\text{m}$ ]	10,7
Dgeo [ $\mu\text{m}$ ]	6,5
Dmed (Ni) [ $\mu\text{m}$ ]	6,7
Dmod (Ni) [ $\mu\text{m}$ ]	5,9
Percentyl 0% [ $\mu\text{m}$ ]	1,7
Sm [ $\text{cm}^2/\text{g}$ ]	2206
Sv [ $\text{cm}^2/\text{cm}^3$ ]	5603

RYS. 9  
Wyniki badania