

KARINA IGNASIAK
ROMAN ULBRICH

Wydział Mechaniczny, Politechnika Opolska, Opole

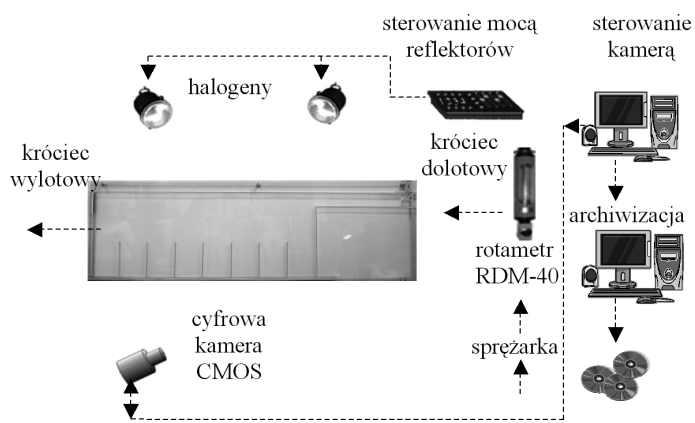
Zastosowanie metody PIV do oceny procesu segregacji przy wypływie mieszaniny gaz – ciało stałe z kanału poziomego

Wprowadzenie

Proces segregacji jest przedmiotem badań wielu dyscyplin naukowych i ma zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu lecz nadal naukowe poznanie tego fizycznego zjawiska jest w stadium początkowym [1]. Podczas przepływu materiału ziarnistego w systemach transportu pneumatycznego często występuje niekontrolowana segregacja. Powstaje ona w wyniku działania siły odśrodkowej podczas zmiany kierunku przepływu a także działania siły ciężkości [2]. Zjawisko segregacji w instalacjach transportu pneumatycznego jest determinowane obecnością pewnych elementów konstrukcyjnych (kolanka, złączki, rozdzielacze) oraz występowaniem różnic w własnościach transportowanych materiałów (różnica wielkości, gęstości, szorstkości oraz kształtu cząstek) [3]. Równie ważnym czynnikiem wpływającym na proces segregacji jest wielkość strumienia transportowanego materiału oraz prędkość powietrza transportującego [4]. Podczas transportu na większe odległości istotnym problemem jest wytrącanie się cząstek ciała stałego w dolnej części kanału oraz segregacja podczas wypływu materiału z kanału poziomego. Transport pneumatyczny szeroko stosowany jest w energetyce, między innymi w kotłach energetycznych do przenoszenia produktów przemiału węgla z układu młynowego do komory spalania. Segregacja cząstek powoduje nierównomierny rozkład pyłu do poszczególnych palników [5].

Stanowisko badawcze

Badania przeprowadzono na eksperymentalnej instalacji, która składała się ze strefy obserwacji za kanałem poziomym o wymiarach 70 × 30 mm. Powietrze było transportowane za pomocą sprężarki i regulowane rotametrem. W początkowej części kanału zainstalowano układ dozujący cząstki stałe, zaopatrzone w ruchomą zasuwę, poprzez który kontrolowano ilość doprowadzonej fazy stałej (Rys. 1). W dolnej części kanału znajdował się zbiornik z podziałem na osiem równych stref. Kanał pomiarowy oświetlono czterema reflektorami halogenowymi o mocy 500W każdy. W celu uzyskania jednolitego oświetlenia za kanałem pomiarowym umieszczono ekran rozpraszający światło. Ze względu na zastosowanie wizualnej metodyki badań, kanał wykonano z pleksiglasu. W realizowanych pomiarach przy wykorzystaniu kamery CMOS rejestrowano z częstotliwością 230 klatek/sekundę przy zapisie 512 obrazów w rozdzielczości 1024 × 512 punktów. Kamery połączono z komputerem roboczym, na którym zapisywano obrazy w formie monochromatycznych map bitowych.



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego

Metodyka i wyniki badań

Koncepcja badań oceny procesu segregacji przy wypływie mieszaniny gaz – ciało stałe z kanału poziomego opierała się na dwóch głównych założeniach:

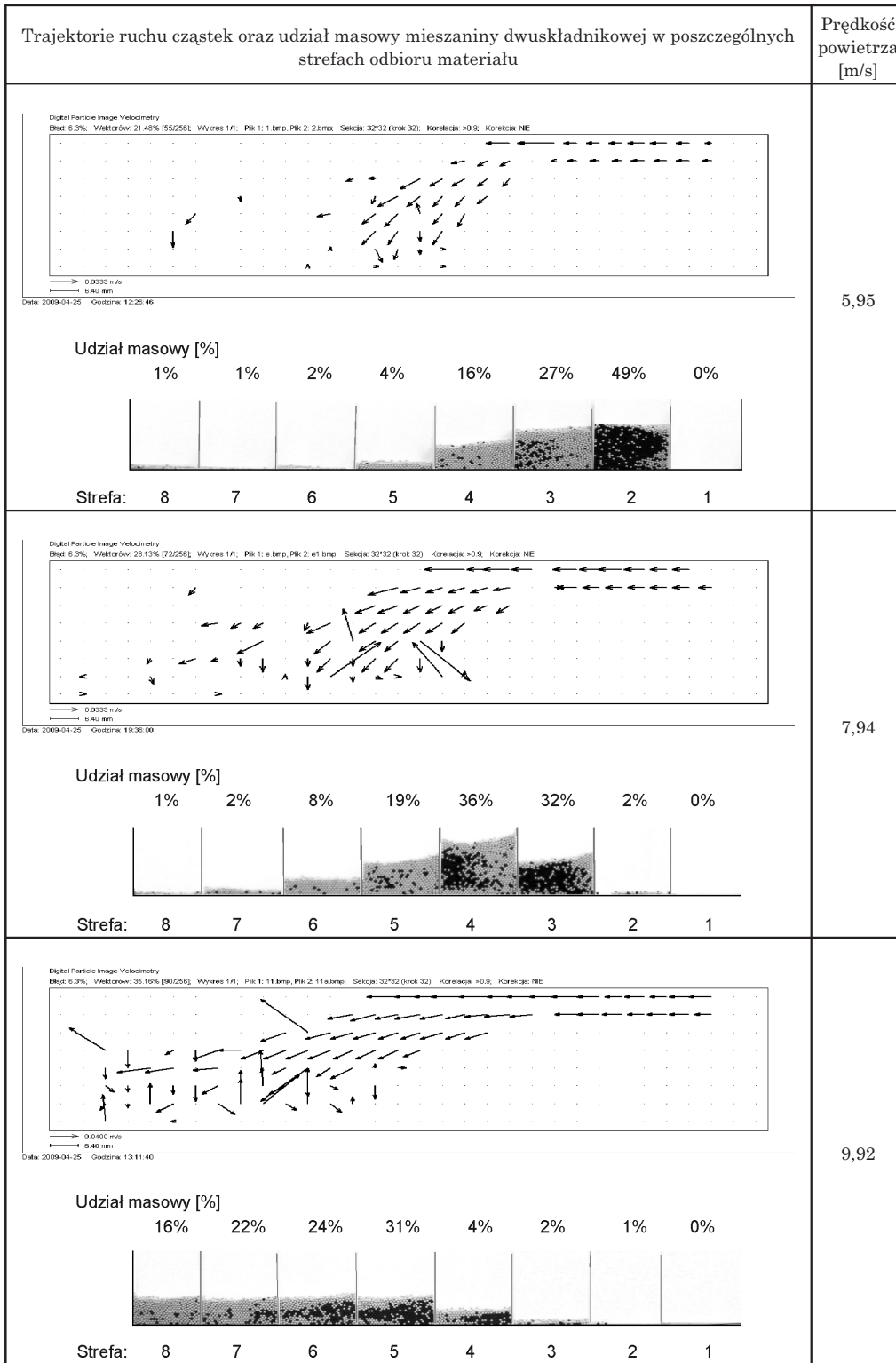
- określeniu trajektorii ruchu cząstek ciała stałego za pomocą cyfrowej anemometrii obrazowej;
- wyznaczeniu rozkładu udziału masowego w poszczególnych strefach odbioru materiału.

Do określenia trajektorii ruchu cząstek ciała stałego wykorzystano cyfrową anemometrię obrazową z wykorzystaniem cząstek wskaźnikowych (*Digital Particle Image Velocimetry – DPIV*), która pozwala na znalezienie wektorów prędkości cząstek ciała stałego metodą korelacji kolejnych obrazów [6]. W zastosowanej metodzie obrazami były dwie kolejne klatki filmu zarejestrowane szybko kamerą CMOS. Badania przeprowadzono na kulkach plastikowych o średnicy 6 mm różniących się gęstością (kulki pomarańczowe 1050 – kulki czarne 1440 kg/m³). Zakres stosowanej prędkości powietrza wynosił 5,95–9,92 m/s.

Trajektorie ruchu cząstek dla poszczególnych prędkości powietrza oraz udział masowy mieszaniny dwuskładnikowej w kolejnych strefach odbioru materiału przedstawiona na rys. 2.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono, że cyfrowa anemometria obrazowa jest cennym narzędziem umożliwiającym określenie toru ruchu cząstek w transporcie pneumatycznym. Otrzymane w wyniku obliczeń pola prę-



Rys. 2. Trajektorie ruchu cząstek dla poszczególnych prędkości powietrza oraz udział masowy mieszanki dwuskładnikowej w poszczególnych strefach

kości wraz z uzupełniającymi je obrazami torów cząstek, są podstawą do oceny wielu istotnych parametrów związanych z przepływem materiału ziarnistego w transporcie pneumatycznym. Prędkość powietrza ma istotny wpływ na kierunek ruchu cząstek ciała stałego oraz na proces segregacji podczas wypływu z kanału poziomego. Różnica gęstości w układzie dwuskładnikowym powoduje występowanie procesu segregacji. Materiał o większej gęstości wcześniej opada podczas przepływu w separatorze pneumatycznym niż materiał o mniejszej gęstości.

LITERATURA

1. G.E. Klizing, R.D. Marcus, F. Rizik, L.S. Leung: Pneumatic Conveying of Solids: A Theoretical and Practical Approach, Power Technology Series, Chapman & Hall, ISBN 0 412 72440, London, 1997.
2. B. Dobrowolski, G. Borsuk: Wpływ zmiany kierunku przepływu na segregację pyłu w przewodach poziomych. IX Międzynarodowa Konferencja Transport Pneumatyczny TP'2005 27-29.09.2005, Sielca – Kielce, 2005.
3. P. Wagner: Selecting Elbows for Pneumatic Conveying Systems, Chemical Engineering Progress, 2007.
4. G. Borsuk, T. Olszowski: Rozkład pyłu w transporcie pneumatycznym mieszanki dwufazowej w rurociągu poziomym, IX Międzynarodowa Konferencja Transport Pneumatyczny TP, 2005.
5. B. Dobrowolski, G. Borsuk: Badania segregacji cząstek pyłu węglowego w instalacji pyłowej kotła BP-1150, VIII Forum Energetyków „Gospodarka Remontowa Energetyki 2002”, Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Szczyrk 27-29.09.05-02, Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej nr. 280/2002, seria Elektryka z. 51, Opole, 2002.
6. W. Suhecki: Inż. Ap. Chem. 39, nr 3s, 136 (2000).

Praca współfinansowana ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

