

**MODELOWANIE FIZYCZNE PRZEPIYWU STRUMIENIA
DWUFAZOWEGO W REGENERATORZE LINIOWYM**H. SZLUMCZYK¹, K. JANERKA²Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Odlewnictwa,
Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska,
44-100 Gliwice, ul. Towarowa 7**STRESZCZENIE**

Wykonanie badań optymalizujących kształt przewężeń oraz warunki przepływu strumienia dwufazowego (prędkości) z wykorzystaniem układów modelowych, przy uwzględnieniu liczb określających kryteria podobieństwa umożliwia uzyskanie wyników w sposób mniej pracochłonny. W publikacji przedstawiono metodę realizacji badań oraz zamieszczono uzyskane wyniki.

Key words: physical modeling, diphas stream flow, linear regenerato.

1. WPROWADZENIE

W projektowaniu nowych rozwiązań konstrukcyjnych i technologii wykorzystuje się informacje w postaci wzorów obliczeniowych, tablic zawierających wskaźniki i współczynniki zaczerpnięte z dotychczasowej praktyki. W przeważającej liczbie przypadków dane te wystarczają do zaprojektowania nowych rozwiązań lub procesów technologicznych. Zdarza się jednak, że nowe rozwiązanie daleko odbiega od dotychczasowych i nie można określić jego właściwości metodami obliczeniowymi. Konieczne jest wtedy przeprowadzenie badań doświadczalnych na modelu wykonanym w pomniejszonej skali.

W publikacji zawarty jest opis badań przeprowadzonych na modelu fizycznym regeneratora liniowego celem zoptymalizowania jego postaci konstrukcyjnej, uwzględniającej stosowane przewężenia w rurociągu pneumatycznego układu w

¹ Dr inż., henryk.szlumczyk@polsl.pl

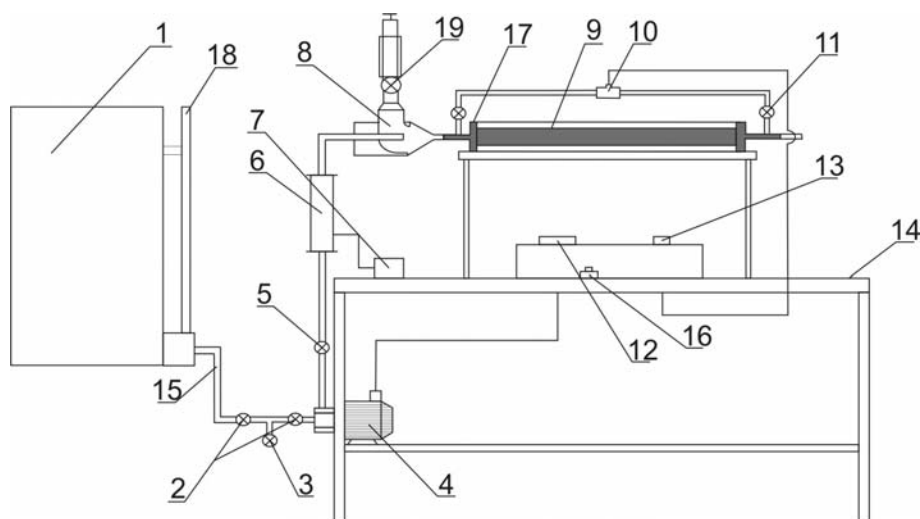
² Dr inż., krzysztof.janerka@polsl.pl

warunkach rzeczywistych. Zastosowany układ modelowy umożliwił dobór parametrów geometrycznych minimalizacji oporów przepływu strumienia dwufazowego przy maksymalnym wykorzystaniu jego energii w warunkach oddziaływania cząstek względem siebie.

2. BADANIA MODELOWE

2.1. Opis stanowiska badawczego

Stanowisko do badań modelowych zostało zaprojektowane i wykonane w sposób umożliwiający zmianę geometrii układów przepływowych (rys.1):

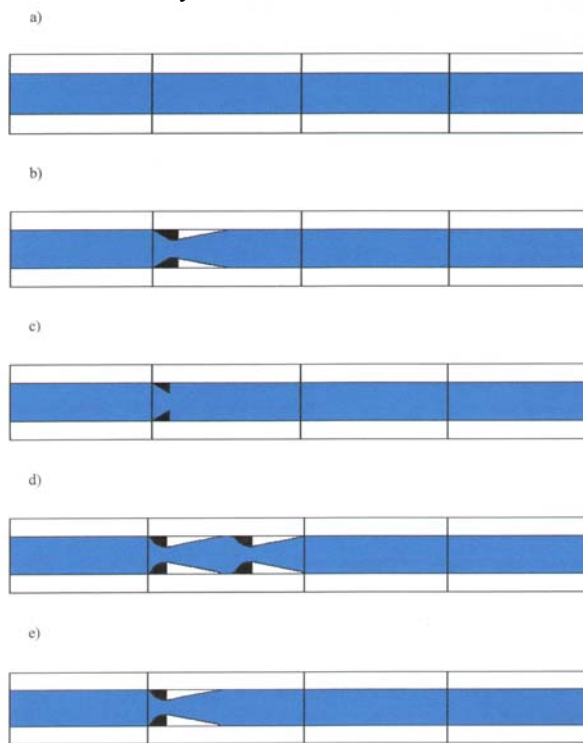


Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego
Fig. 1. Test stand scheme

Zbiornik (1) o pojemności 200 l wykorzystywany był do zasilania układu badawczego wodą przy pomocy pompy wirowej (4). Regulowany przemiennikiem częstotliwości (12) strumień przepływającej wody wprowadzany był do badanego układu przepływowego (9) przewodem (15), poprzez system zaworów (2,5) oraz przepływomierz (6). Cząstki materiału sypkiego wprowadzano do przepływającego strumienia dozownikiem (8), poprzez regulator (19). Różnicę ciśnień występującą podczas przepływu strumienia dwufazowego (mieszanina wody i cząstek materiału sypkiego) mierzono przetwornikiem, którego wskazania rejestrował miernik (13). Materiałem sypkim wprowadzanym do strumienia cieczy dozownikiem (8) był zabarwiony granulat tworzyw sztucznych o wielkości cząstek 2-3 mm i gęstości 1160 kg/m³. Badania prowadzono w warunkach zmiennych natężeń przepływu wody

oraz zmiennych stężeń (koncentracji) materiału sypkiego w przepływającym strumieniu dwufazowym. Podczas badań dokonywano rejestracji przepływającego strumienia cyfrowym aparatem fotograficznym.

Na rys. 2 przedstawiono rozwiązania geometryczne układów modelowych stosowanych w procesie badawczym.



Rys. 2. Rozwiązania geometryczne układów modelowych stosowanych w procesie badawczym

Fig. 2. Geometrical solutions of model systems applied in the test process

2.2. Przebieg procesu badawczego i jego wyniki

Dla realizacji postawionego zadania badawczego przeprowadzono eksperymenty polegające na wprowadzeniu cząstek fazy stałej do strumienia cieczy dozownikiem o regulowanej wydajności w sposób ciągły. Badania realizowane były celem dokonania wyboru najkorzystniejszego rozwiązania geometrycznego układu przewężień stosowanych w regeneratorsze liniowym. Proces badawczy obejmował analizę warunków przepływu strumienia w zróżnicowanych układach geometrycznych

przewężeń wprowadzanych do przewodu transportowego, celem wywołania zaburzeń powodujących oddziaływanie cząstek na siebie. Podczas badań dokonywano pomiarów prędkości przepływu strumienia o zróżnicowanej koncentracji określając spadek ciśnienia na odcinku pomiarowym układu przepływowego analizując rozkład cząstek w tym strumieniu. Optymalnym rozwiązaniem jest układ wywołujący najbardziej intensywne zmiany trajektorii ruchu cząstek w strumieniu przy najmniejszych oporach przepływu określanych spadkiem ciśnienia. Wyniki badań i obliczeń parametrów przepływowych strumienia dwufazowego (prędkości, koncentracje, spadki ciśnień) zamieszczono w tab.1.

Tabela 1. Wyniki pomiarów i obliczeń
Table 1. Results of measurements and calculations

L.p.	Oznaczenie próby	Q	V _c	w ₁	w ₂	Δp	t _p	μ _v
		l/h	m ³ /s	m/s	m/s	kPa	s	m _m ³ /m _s ³
1	1a	2300	0,00064	0,998	-	5,5	50,4	0,00600
2	1b	3200	0,00089	1,389	-	6,8	42,6	0,00510
3	1c	3800	0,00106	1,649	-	9,0	38,0	0,00482
4	1d	4570	0,00127	1,984	-	11,1	26,2	0,00581
5	2a	2080	0,00058	0,903	1,806	8,8	51,0	0,00656
6	2b	3150	0,00088	1,367	2,734	15,0	40,5	0,00482
7	2c	4393	0,00122	1,907	3,813	23,0	36,0	0,00545
8	2d	4900	0,00136	2,127	4,253	27,0	25,1	0,00440
9	3a	2720	0,00076	1,181	2,361	3,8	46,0	0,00566
10	3b	3910	0,00109	1,697	3,394	8,4	38,0	0,00556
11	3c	4519	0,00126	1,961	3,923	11,4	30,3	0,00468
12	3d	5900	0,00164	2,561	5,122	20,2	22,8	0,00508
13	4a	2550	0,00071	1,107	2,214	5,9	48,5	0,00563
14	4b	3380	0,00094	1,467	2,934	16,4	42,0	0,00490
15	4c	4510	0,00125	1,957	3,915	26,9	31,0	0,00498
16	4d	5565	0,00157	2,459	4,918	36,3	23,0	0,00534
17	5a	2750	0,00076	1,194	2,387	2,3	51,0	0,00496
18	5b	4022	0,00112	1,746	3,491	5,8	40,6	0,00426
19	5c	5248	0,00146	2,278	4,556	8,6	33,0	0,00402
20	5d	6480	0,00180	2,813	5,625	15,5	22,6	0,00475

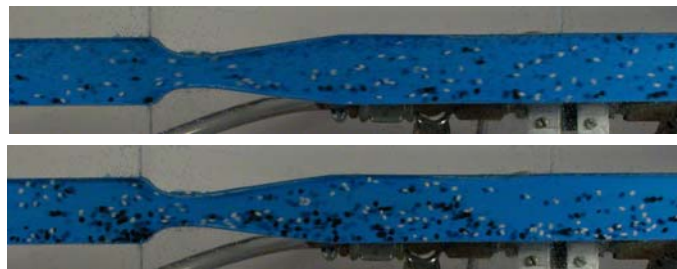
W tab. 2 zamieszczono wyniki obliczeń liczb Reynoldsa opisujące warunki przepływu w procesie badawczym oraz obliczone na ich podstawie przewidywane warunki ruchu strumienia w układzie rzeczywistym pneumatycznego regeneratora liniowego.

Tabela 2. Wartości liczb Reynoldsa w układzie badawczym i obliczone wartości prędkości w układzie rzeczywistym

Table 2. Reynolds number value of the flow systems and calculated values of stream flow velocity for real conditions

L.p.	Oznaczn. próby	Re _{s1}	Re _{s2}	w ₁	w ₂
		l/h	m ³ /s	m/s	m/s
1	1a	28496	40299	5,344	-
2	1b	39647	56069	7,434	-
3	1c	47081	66582	8,828	-
4	1d	56621	80074	10,616	-
5	2a	25770	36445	4,832	9,111
6	2b	39027	55193	7,318	13,798
7	2c	54428	76972	10,205	19,243
8	2d	60709	85856	11,383	21,464
9	3a	33700	47659	6,319	11,915
10	3b	48443	68509	9,083	17,128
11	3c	55989	79180	10,498	19,795
12	3d	73099	103378	13,706	25,846
13	4a	31593	44680	5,924	11,170
14	4b	41877	59223	7,852	14,806
15	4c	55877	79022	10,477	19,756
16	4d	70187	99260	13,160	24,815
17	5a	34071	48184	6,389	12,046
18	5b	49831	70472	9,343	17,618
19	5c	65021	91953	12,191	22,989
20	5d	80285	113540	15,053	28,385

Badania przepływu strumienia dwufazowego w analizowanych układach rejestrowane były również metodą fotograficzną. Przykładowe zdjęcia rozmieszczenia cząstek stałych w strumieniu cieczy przedstawiono na rys.3.



Rys. 3. Zdjęcia przedstawiające przepływ strumienia w badanym układzie modelowym

Fig. 3. Photographs presenting stream flow in the tested model system

4. PODSUMOWANIE

Analizując wyniki badań modelowych oraz rejestracji fotograficznej przepływu strumienia dwufazowego stwierdzić można, że najkorzystniejszy układ przewężenia przystosowany do realizacji procesu regeneracji osnowy mas formierskich w regeneratorze liniowym stanowi rozwiązanie „e” przedstawione na rys.2. Układ ten złożony jest z dwóch elementów przepływowych – dyszy Witoszyńskiego na wejściu oraz dyfuzora Laval’a wyprowadzającego strumień z przewężenia. Istotnym warunkiem prawidłowego przebiegu procesu jest stabilizacja parametrów ruchu strumienia przed wprowadzeniem do przewężenia, którą uzyskujemy stosując odcinek prosty przewodu o minimalnej długości dziesięciu jego średnic.

Wykorzystując liczbę Reynoldsa podobieństwa przepływów określono wartość prędkości strumienia dwufazowego w warunkach pneumatycznego przemieszczania materiałów sypkich dla średnicy rurociągu $D_r = 0,08$ m. Wartość prędkości strumienia przemieszczającego materiał sypki w układach urządzeń pneumatycznych powinna zawierać się w zakresie $w_1 = 12$ do 15 m/s w rurociągu oraz $w_2 = 22$ do 28 m/s w przewężeniu.

LITERATURA

- [1] H.Szłumczyk: *Analiza ruchu strumienia dwufazowego w regeneratorze liniowym Archiwum Odlewnictwa Nr 15, Rocznik 5*, Wyd. PAN Katowice 2005.
- [2] H.Szłumczyk: *Badania procesu ścierania zużytego spoiwa z powierzchni ziaren osnowy w regeneratorze liniowym, Transport Pneumatyczny 2005, IX Międzynarodowa Konferencja, Sielcia – Kielce 2005.*
- [3] L.Miller, A.Wilk: *Teoria podobieństwa w badaniach modeli fizycznych i matematycznych, Monografia*, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 1977.

*Publikacja stanowi wynik pracy finansowanej ze środków KBN
w ramach projektu nr 3 T08B 052 26.*

PHYSICAL MODELING OF DIPHASE STREAM FLOW IN A LINEAR REGENERATOR

SUMMARY

Performance of researches optimizing throats shape and conditions of stream flow (velocity) with using the model system taking account of the numbers determining criteria of similarity makes it possible to obtain the results in a lower labor consuming manner. The publication presents the method of tests realization on the model stand as well as the obtained results.

Recenzował: Prof. Jan Szajnar