

**ANALIZA PORÓWNAWCZA SKUTECZNOŚCI REGENERACJI
OSNOWY MAS FORMIERSKICH W UKŁADZIE
REGENERATORA LINIOWEGO**

H. SZLUMCZYK¹, K. JANERKA²,
Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Odlewnictwa,
Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska,
44-100 Gliwice, ul. Towarowa 7,

STRESZCZENIE

Publikacja obejmuje analizę procesu regeneracji osnowy mas formierskich sporządzonych z zastosowaniem różnych spoiw. Badania procesu przeprowadzono dla mas wiązanych spoiwami żywicznymi (fenolowo – formaldehydową i furanową) oraz szkłem wodnym (utwardzanymi flodurem oraz utwardzaczem arconite). Regenerację prowadzono w układzie urządzeń pneumatycznych z zastosowaniem regeneratora liniowego wykonanym w skali technicznej. Oceny skuteczności regeneracji dokonywano na podstawie badań określających zawartość składników spoiw przed i po procesie oraz na podstawie wykonanych analiz sitowych.

Key words: diphase stream flow, linear regenerator

1. WPROWADZENIE

Energię strumienia powietrza stosowanego do pneumatycznego przemieszczania materiałów sypkich wykorzystać można dla realizacji procesu regeneracji osnowy mas formierskich. Regeneracja osnowy mas formierskich jest procesem umożliwiającym odzyskanie materiału osnowy (najczęściej piasku kwarcowego) o parametrach technologicznych zapewniających jego wykorzystanie w kolejnym cyklu wykonywania form. Proces regeneracji polega na rozdrobnieniu (kruszeniu) zużytej masy

¹ dr inż., henryk.szlumczyk@polsl.pl

² dr inż., krzysztof.janerka@polsl.pl

formierskiej, oczyszczeniu powierzchni ziaren osnowy z pozostałości spoiwa oraz usunięciu zanieczyszczeń (powstałych pyłów i podziarn)z produktu regeneracji. Zakres wykorzystania regeneratu uzależniony jest od stopnia oczyszczenia ziaren osnowy tzn. usunięcia spoiwa zestalonego z powierzchni ziaren i klasyfikacji produktów regeneracji. Istotną częścią procesu regeneracji jest usunięcie spoiwa, które może być realizowane poprzez ściernie wzajemne oddziaływanie między ziarnami osnowy. Dobór parametrów pracy układu urządzeń przystosowanego do realizacji procesu uwarunkowany jest od rodzaju stosowanego spoiwa oraz wymogów jakościowych stawianych produktom regeneracji. Najbardziej rozpowszechniona jest metoda sucha (mechaniczna i pneumatyczna). Jednym z rozwiązań pneumatycznej regeneracji osnowy mas formierskich jest wykorzystanie strumienia powietrza dla potrzeb przemieszczania materiałów sypkich w warunkach przepływu przez układ regeneratora liniowego.

Sterowane wprowadzanie zakłóceń przepływu pneumatycznie przemieszczanego strumienia w rurociągu transportowym intensyfikuje proces ściernego oczyszczania powierzchni ziaren osnowy z pozostałości spoiwa. Ruch przemieszczanych pneumatycznie cząstek określony jest siłami oporów wywołanymi tarciami gazu i materiału o ścianki przewodów rurowych, tarciami cząstek między sobą oraz siłami ciężkości i bezwładności unoszonych cząstek. Dla pokonania oporów przepływu strumienia dwufazowego wywoływana jest różnica ciśnień powodująca jego ruch w zadanych warunkach przemieszczania.

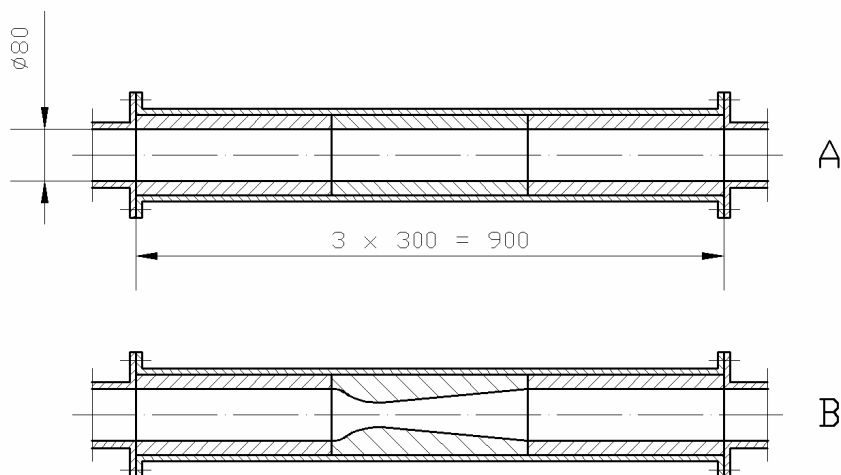
2. REALIZACJA PROCESU BADAWCZEGO Z ZASTOSOWANIEM REGENERATORA LINIOWEGO

Badania procesu regeneracji obejmujące analizowany zakres prowadzone były na stanowisku doświadczalnym Zakładu Odlewnictwa IMIiB Politechniki Śląskiej wyposażonym w układ urządzeń wykonany w skali technicznej oraz wymaganą aparaturę pomiarową. Zakres badań obejmował przeprowadzenie prób regeneracji osnowy czterech rodzajów mas, w których zastosowano spoiwa na bazie żywic i szkła wodnego.

2.1. Stanowisko doświadczalno – badawcze

Układ urządzeń przystosowany do badań procesu regeneracji pneumatycznej osnowy, przedstawiony na rys. 1 wyposażono w następujące podstawowe podzespoły i elementy regulacyjne:

- podajnik komorowy wysokociśnieniowego transportu pneumatycznego (1) o pojemności użytecznej $V_u=0,25 \text{ m}^3$,
- regenerator liniowy (3) współpracujący z rurociągiem o średnicy $D_N=0,08 \text{ m}$,
- urządzenie odbiorcze (4) połączone z układem odpylania,
- przepływowy klasyfikator fluidalny (6), stanowiący odrębne urządzenie,
- kryzę ISA (zweżkę pomiarową) z pomiarem przytarczowym (5)



Rys. 2. Elementy badawcze regeneratora liniowego
 Fig. 2. Testing parts of linear regenerator

2.3. Opracowanie wyników i stosowane oznaczenia

Parametry opisujące proces przemieszczania pneumatycznego w warunkach regeneracji osnowy mas formierskich obliczone zostały na podstawie opracowanego algorytmu zgodnie z obowiązującymi normami. Zamieszczone w tabelach wyników parametry posiadają następujące znaczenie:

p_8 – wartość nadciśnienia powietrza sprężonego mierzona przed regeneratorem liniowym,

Δp_8 – spadek ciśnienia spowodowany przepływem strumienia przez regenerator liniowy,

w_8 – prędkość strumienia powietrza transportującego przed regeneratorem liniowym,

m_c – wartość masowego natężenia przepływu materiału podczas przemieszczania,

μ_m – masowe stężenie mieszaniny (regenerowanej osnowy i powietrza) zw. koncentracją,

w_f – prędkość strumienia powietrza wykorzystywanego do fluidyzacji w klasyfikatorze,

U_R – uzysk regenerowanej osnowy w procesie badawczym,

Δp_{01} – ilość frakcji $< 0,1$ mm w badanym materiale sypkim (z analizy sitowej),

d_h – średnia harmoniczna wielkość ziarna (z analizy sitowej),

S_T – teoretyczna powierzchnia właściwa (z analizy sitowej),

Wyniki określone powyższymi parametrami zawarte zostały w tabelach 1a do 4b.

Symbole A,B,C i D, rodzaje badanych mas regenerowanych: A-masa wiązana żywicą fenolowo - formaldehydową, B- masa furanowa, C- masa na szkłe wodnym utwardzana flodurem, D- masa na szkłe wodnym utwardzana arconitem.

Tabela 1a. Wyniki obliczeń parametrów pracy układu regeneracji pneumatycznej osnowy masy formierskiej A

Table 1a. Results of calculation of the pneumatic regeneration system of moulding sand matrix A work parameters

Lp	Pneumatyczne przemieszczanie					Klasyfikacja		
	p ₈	Δp ₈	w ₈	m _c	μ _m	m _c	w _f	U _R
-	Kpa	kPa	m/s	kg/s	kg/kg	kg/s	m/s	%
1	6,02	2,97	11,99	2,735	22,06	1,48	0,18	92,1
2	5,12	0,92	10,30	3,147	29,14	2,02	0,16	90,6
3	9,81	4,40	12,48	4,641	26,42	2,14	0,16	90,2
4	13,15	5,92	13,21	3,918	27,59	2,34	0,12	94,5
5	14,52	6,21	12,08	4,244	32,40	1,98	0,15	93,1
6	15,55	6,20	13,27	4,798	32,42	2,06	0,22	87,4

Tabela 1b. Wyniki badań laboratoryjnych regenerowanej osnowy masy formierskiej A – po regeneracji

Table 1b. Results laboratory research of regenerated moulding sand matrix A – after regeneration

Lp	Analiza sitowa			Straty prażenia		
	Δp ₀₁	d _h	S _T	0,315-0,400	0,160-0,200	<0,100
-	%	mm	m ² /kg	%	%	%
1	1,16	0,247	9,157	0,834	1,457	10,934
2	0,06	0,303	7,464	1,295	2,146	16,325
3	0,66	0,255	8,901	0,985	1,630	12,890
4	0,90	0,240	9,433	0,837	1,514	11,186
5	1,15	0,236	9,609	0,697	1,301	10,167
6	0,70	0,244	9,286	0,644	1,371	12,727

Tabela 2a. Wyniki obliczeń parametrów pracy układu regeneracji pneumatycznej osnowy masy formierskiej B

Table 2a. Results of calculation of the pneumatic regeneration system of moulding sand matrix B work parameters

Lp	Pneumatyczne przemieszczanie					Klasyfikacja		
	p ₈	Δp ₈	w ₈	m _c	μ _m	m _c	w _f	U _R
-	KPa	kPa	m/s	kg/s	kg/kg	kg/s	m/s	%
1	38,1	36,8	15,55	3,301	25,37	1,64	0,21	89,6
2	40,3	38,2	17,31	2,945	20,05	1,89	0,20	88,9
3	26,5	25,0	16,14	2,287	18,54	1,47	0,18	90,3
4	24,4	22,6	15,88	2,404	20,13	1,36	0,17	91,2
5	25,2	24,3	19,70	1,780	11,88	1,42	0,19	91,4
6	25,0	23,8	20,22	1,777	11,60	1,35	0,20	92,3

Tabela 2b. Wyniki badań laboratoryjnych regenerowanej osnowy masy formierskiej B – po regeneracji

Table 2b. Results laboratory research of regenerated moulding sand matrix B – after regeneration

Lp	Analiza sitowa			Straty prażenia		
	Δp_{01}	d_h	S_T	0,315- 0,400	0,160- 0,200	<0,100
-	%	mm	m^2/kg	%	%	%
1	0,30	0,286	7,934	1,116	4,347	17,124
2	0,45	0,278	8,144	0,998	4,075	16,372
3	0,11	0,290	7,813	1,000	4,336	17,008
4	0,28	0,286	7,913	1,432	4,117	18,416
5	0,39	0,292	7,751	1,086	4,045	16,812
6	0,60	0,281	8,086	1,024	3,631	16,215

Tabela 3a. Wyniki obliczeń parametrów pracy układu regeneracji pneumatycznej osnowy masy formierskiej C

Table 3a. Results of calculation of the pneumatic regeneration system of moulding sand matrix C work parameters

Lp	Pneumatyczne przemieszczanie					Klasyfikacja		
	p_8	Δp_8	w_8	m_c	μ_m	m_c	w_f	U_R
-	KPa	kPa	m/s	kg/s	kg/kg	kg/s	m/s	%
1	36,1	34,2	25,89	1,547	7,35	1,27	0,18	89,4
2	38,0	36,7	25,83	1,503	7,05	1,32	0,16	90,8
3	32,4	30,8	21,02	2,136	12,88	1,83	0,21	91,3
4	30,0	29,1	21,77	2,087	12,33	1,94	0,16	92,4
5	27,4	26,2	17,49	2,857	21,52	1,68	0,17	90,5
6	28,3	27,1	17,91	2,769	20,20	1,48	0,18	92,6

Tabela 3b. Wyniki badań laboratoryjnych regenerowanej osnowy masy formierskiej C – przed i po regeneracji

Table 3b. Results laboratory research of regenerated moulding sand matrix C – before and after regeneration

Lp	Analiza sitowa – przed regeneracją			Analiza sitowa – po regeneracji		
	Δp_{01}	d_h	S_T	Δp_{01}	d_h	S_T
-	%	mm	m^2/kg	%	mm	m^2/kg
1	1,28	0,346	6,638	0,84	0,301	7,523
2	2,07	0,353	6,368	1,34	0,287	7,842
3	2,34	0,318	7,121	0,94	0,294	7,699
4	2,17	0,337	6,919	1,18	0,297	7,548
5	3,14	0,324	7,032	2,10	0,309	7,313
6	2,86	0,317	7,045	1,96	0,302	7,518

Tabela 4a. Wyniki obliczeń parametrów pracy układu regeneracji pneumatycznej osnowy masy formierskiej D

Table 4a. Results of calculation of the pneumatic regeneration system of moulding sand matrix D work parameters

Lp	Pneumatyczne przemieszczanie					Klasyfikacja		
	p_8	Δp_8	w_8	m_c	μ_m	m_c	w_f	U_R
-	KPa	kPa	m/s	kg/s	kg/kg	kg/s	m/s	%
1	44,1	42,4	20,69	2,169	12,83	1,24	0,17	89,9
2	41,5	40,8	19,93	2,118	12,72	1,16	0,16	89,0
3	22,4	21,4	22,60	1,112	6,88	0,96	0,16	87,4
4	22,4	21,2	22,60	1,070	6,62	0,95	0,14	88,6
5	37,5	35,8	24,28	1,655	8,31	1,10	0,20	89,2
6	35,8	34,2	27,80	1,387	6,91	1,08	0,20	88,6

Tabela 4b. Wyniki badań laboratoryjnych regenerowanej osnowy masy formierskiej D – przed i po regeneracji

Table 4b. Results laboratory research of regenerated moulding sand matrix D – before and after regeneration

Lp	Analiza sitowa – przed regeneracją			Analiza sitowa – po regeneracji		
	Δp_{01}	d_h	S_T	Δp_{01}	d_h	S_T
-	%	mm	m ² /kg	%	mm	m ² /kg
1	3,26	0,271	8,297	1,54	0,241	9,097
2	3,31	0,254	8,526	1,75	0,237	9,142
3	2,97	0,262	8,059	1,09	0,254	8,451
4	3,04	0,258	7,786	1,49	0,246	8,357
5	2,83	0,268	8,155	1,76	0,265	8,295
6	3,25	0,249	8,631	1,92	0,243	8,742

3. PODSUMOWANIE

Analizując uzyskane wyniki badań laboratoryjnych (głównie analiz sitowych) można stwierdzić przydatność układu urządzeń pneumatycznej regeneracji osnowy mas formierskich w zakresie badanych rodzajów mas. O skuteczności działania regeneratora liniowego decydują parametry zasilania układu umożliwiające uzyskanie wymaganych parametrów ruchu strumienia dwufazowego. Parametrami tymi są prędkość przemieszczania oraz koncentracja masowa mieszaniny. Istotnym czynnikiem prawidłowego przebiegu procesu jest postać konstrukcyjna elementów przewężenia. Decyduje ona o oporach przepływu. Stosując małe stopnie przewężenia powodujemy obniżenie efektywności działania, natomiast przy zbyt dużych (powyżej $S_p = 4$) wzrastają opory uniemożliwiające uzyskanie wyższych wydajności oraz wielokrotnego zastosowania elementów przewężających na drodze przemieszczania strumienia osnowy masy regenerowanej. Przeprowadzone badania wykazały, że najkorzystniejsze efekty działania regeneratora liniowego uzyskano w warunkach przepływu strumienia

przy prędkości w zakresie $w_8 = 15\text{--}28$ m/s oraz koncentracji masowej mieszaniny w zakresie $\mu_m = 12\text{--}25$ kg/kg. W tych warunkach układ o stopniu przewężenia $S_p = 3,6$ zapewnia uzyskanie dobrych rezultatów procesu regeneracji osnowy badanych mas formierskich.

LITERATURA

- [1] H. Szlumczyk: *Analiza ruchu strumienia dwufazowego w regeneratorze liniowym* *Archiwum Odlewnictwa Nr 15, Rocznik 5*, Wyd. PAN Katowice 2005.
- [2] H. Szlumczyk: *Badania procesu ścierania zużytego spoiwa z powierzchni ziaren osnowy w regeneratorze liniowym*, *Transport Pneumatyczny 2005*, IX Międzynarodowa Konferencja, Sielcia – Kielce 2005.
- [3] H. Szlumczyk, J. Gawroński: *Regenerator liniowy-nowoczesna technologia pneumatycznej regeneracji mas formierskich*, *Archiwum Odlewnictwa Nr 8*, Wyd. PAN Katowice 2003.
- [4] J.A. Goliński, A.T. Troskoleński: *Strumienice*, WNT Warszawa 1979.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MOULDING SAND MATRIX REGENERATION EFFECTIVENESS IN LINEAR REGENERATOR SYSTEM

SUMMARY

The article covered analysis of regeneration process of moulding sand, made of different binder, matrix. Researches of regeneration process for moulding sand bound with resin binder (phenolic – formaldehyde and furan resins) as well as water – glass (hardened with flodur and with arconite hardener) have been carried out. Regeneration have been carried out in pneumatic devices system with using the linear regenerator. Evaluation of effectiveness, basis on tests determined the contents of binder's components before and after regeneration process as well as sieve analysis have been carried out.

Badania wykonano w ramach realizacji projektu badawczego nr 3 T08B 052 26 finansowanego przez Ministerstwo Edukacji i Nauki 101

Recenzował: prof. Józef Gawroński.