

SCALANIE ŁOŻYSKOWYCH ODPADÓW POSZLIFIERSKICH W ASPEKCIE ICH UTYLIZACJI W HUTNICTWIE

INTEGRATING POST-GRINDING BEARING BALLS WASTE TO UTILIZE IN METALLURGY TRADE

W publikacji przedstawiono wyniki badań procesu zagęszczania i scalania odpadów poszlifierskich ze szlifowania łożysk tocznych. Odpady te po odpowiednim przetworzeniu mogą być wykorzystane jako złom do przetopu w hutnictwie. Określono i zbadano czynniki oraz parametry wpływające na jakość wyprasek otrzymywanych z surowca odpadowego.

W wyniku przeprowadzonych prób badawczych uzyskano wypraski o dużej wytrzymałości mechanicznej oraz spełniające pozostałe wymogi hutnictwa dla materiałów do przetopu w piecach elektrycznych.

Słowa kluczowe: łożyska toczne, odpady poszlifierskie, utylizacja, scalanie, wypraska.

In the paper were presented the results of research work connected with condensation and integrating of post-grinding industry's bearing balls waste. Waste after performing can be valuable material to utilize in metallurgy trade.

The research work proceed to designate the all parameters influenced for the quality of compacts.

In the results of research there were made a hard resistant compacts, which might be used as a scrap in metallurgical engineering.

Keywords: bearing balls, post-grinding waste, utilization, integrating, compact.

1. Wprowadzenie

Drobnoziarniste odpady poszlifierskie z produkcji elementów łożysk tocznych, po nadaniu im formy kawałkowej, mogą być wykorzystane jako wsad złomowy w procesie wielkopieczowym lub w piecach stalowniczych. Istotne znaczenie w zagospodarowaniu tych materiałów odpadowych ma właściwe ich przygotowanie polegające na zagęszczaniu i scalaniu. Celem podjętych badań jest określenie czynników i parametrów wpływających na proces zagęszczania i scalania odpadów poszlifierskich, które mogą stanowić wartościowy produkt sprzedawany jako złom do przetopu w hutnictwie.

Dotychczasowe wyniki badań prowadzonych m.in. przez pracowników Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie wskazują, że w większości przypadków odpowiednią metodą scalania metalowych materiałów sypkich jest brykietowanie. Technologia ta jest szeroko stosowana na świecie i w naszym kraju, jednak jej zastosowanie do scalania łożyskowych odpadów poszlifierskich jest nowatorskie.

Brykiety dodawane do przetopu w elektrycznych piecach łukowych powinny cechować się następującymi wymaganiami:

- masa i wymiary muszą odpowiadać potrzebom procesu technologicznego, w którym będą wykorzystane,
- odpowiednia wytrzymałość brykietów (nie powinny się rozkruszać na bryły o średnicy mniejszej niż 8 mm po upadku z wysokości co najmniej 2 metrów),
- odporność na starzenie się, zachowanie wytrzymałości przez dłuższy czas,
- łatwość magazynowania i transportu,
- odpowiedni skład ziarnowy materiału do brykiety,
- materiał nie może zawierać siarki, metali ciężkich i ich związków,
- zastosowane lepiszcza nie powinny zawierać dodatków wiążących wodę, takich jak cement, wapno i gips,
- zawartość czystego żelaza powinna wynosić co najmniej 80%.

- zawartość zanieczyszczeń olejowych nie powinna przekraczać 2%,
- maksymalna zawartość wilgoci powinna wynosić 1%.

W opracowanym programie badań doświadczalnych uwzględniono powyższe wymogi hutnictwa. Wyniki prac badawczych pozwolą opracować koncepcję linii technologicznej zagęszczania i scalania poszlifierskich odpadów przemysłu łożyskowego oraz przyczynią się do rozpoczęcia produkcji brykietów z tego surowca.

2. Badanie składu chemicznego

Zbadano skład chemiczny próbek odpadów z wydziałów produkcyjnych elementów tocznych i pierścieni krajowych producentów łożysk w Kraśniku, Kielcach, Poznaniu i Sosnowcu. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 1.

Stwierdzono, że skład chemiczny analizowanych odpadów krajowych producentów łożysk jest porównywalny w ramach analizowanych kategorii. Większa ilość żelaza (średnio 89% s.m.) znajduje się w szlamach powstających w procesie szlifowania elementów tocznych, dlatego powinny być one zagospodarowane w pierwszej kolejności. Dlatego też, do dalszych badań wykorzystano odpady wytwarzane przez Zakład Elementów Tocznych wchodzący w skład Fabryki Łożysk Tocznych w Kraśniku. Odpady te cechują się również zawartością zanieczyszczeń olejowych, zawierającą się w granicach wartości dopuszczalnych ze względu na wymogi hutnictwa.

Do produkcji wysokogatunkowych stali wykorzystuje się złom zawierający niewielkie ilości chromu, maksymalnie do 0,2%. Stwierdzono znacznie wyższe zawartości chromu w analizowanych odpadach poszlifierskich, jednakże technolodzy hutnictwa dopuszczają ich zastosowanie do przetopu pod warunkiem zachowania ściśle określonej proporcji w stosunku do całkowitej masy wsadu użytego podczas produkcji stali wysokogatunkowej. Wynika stąd, że ilość przetworzonego surowca odpadowego wykorzystanego w hutnictwie ściśle będzie zależeć od zapotrzebowania na wyroby stalowe w kraju i na świecie.

3. Przygotowanie odpadu do scalania

Próbki osadu poszlifierskiego pobrane bezpośrednio z linii produkcyjnej w Zakładzie Elementów Toczących w Kraśniku charakteryzują się dużym nawodnieniem. W celu pozbycia się nadmiaru wody zastosowano płytową prasę filtracyjną. Odpowiednio określone parametry pracy prasy takie jak ciśnienie, czas filtracji oraz rodzaj tkaniny filtracyjnej umożliwiły uzyskanie filtratów o uwodnieniu wynoszącym średnio 25%.

W celu zwiększenia zawartości filtratu wytypowano cztery rodzaje dodatków wiążących dodawanych do roztworu filtracyjnego, a mianowicie alkohol poliwinylowy (PAW), rokrisol (wodny roztwór jednosodowej soli poliakrylamidu), kwas octowy oraz wapno palone. Największy wzrost zawartości filtratu uzyskano w przypadku dodania kwasu octowego, który powodował reakcję utleniania żelaza tworząc produkty korozji spełniające rolę spoiwa.

Stwierdzono, że niezależnie od zastosowanych dodatków, odpady pofiltracyjne zawierają zbyt dużo wody, aby nadawały się do scalania. Wobec tego, zastosowano dosuszanie odpadów wykorzystując do tego wagosuszarzkę firmy KETT typu FD 620 umożliwiającą ciągły pomiar wilgotności z dokładnością $\pm 1\%$. Na rysunku 1 przedstawiono graficznie zmiany wilgotności różnych rodzajów osadu pofiltracyjnego w zależności od czasu suszenia.

Stwierdzono dobrą podatność filtratu na samoczynne dosuszanie w trakcie przechowywania w pomieszczeniu zamkniętym, gdzie panowały stabilne warunki klimatyczne. Spadek wilgotności osadu pofiltracyjnego w zależności od czasu przechowywania przedstawiono na rysunku 2. Można zauważyć, że w cieńszych warstwach osadu proces ten zachodzi znacznie szybciej niż w grubych warstwach, a więc istotny jest sposób składowania „placków” filtracyjnych.

Dalsze wykorzystanie przesuszonego materiału filtracyjnego wiąże się z koniecznością rozkruszenia i rozdrobnienia zbrylonych kawałków, tak aby uzyskać jednorodny drobnoziarnisty proszek odpowiedni do scalania w prasach tłokowych i walcowych.

4. Scalanie w laboratoryjnej prasie hydraulicznej

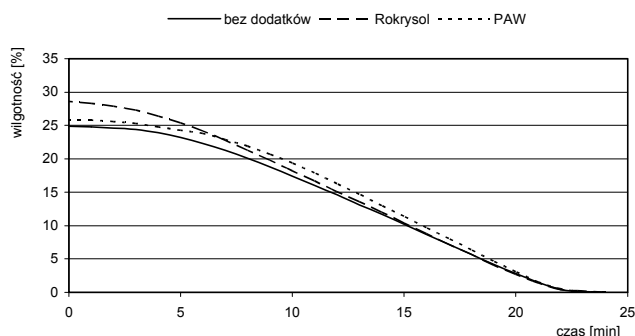
Do scalania łożyskowych odpadów poszlifierskich wykorzystano laboratoryjną prasę hydrauliczną PH20. W tym celu dobrano odpowiednie parametry procesu, takie jak nacisk stempla, kształt i wymiary matrycy, masa prasowanego materiału oraz rodzaj i ilość dodatków wiążących. Wyniki badań wykazały, że badany materiał posiada dobrą podatność na scalanie, ale bez zastosowania lepiszcza nie posiada wystarczającej odporności na rozkruszanie grawitacyjne.

W związku z powyższym badano wpływ dodatków wiążących w celu uzyskania wyprasek o większej odporności mechanicznej. Wytypowano sześć rodzajów środków wiążących, z których jeden stanowi surowiec odpadowy (tab. 2). Zbadano i porównano odporność mechaniczną wyprasek ściskając je w prasie hydraulicznej. Ponadto sprawdzono odporność na rozkruszanie grawitacyjne wytypowanych wyprasek zrzucając je na metalowe podłoże z wysokości 2 m. Wyniki badań zestawiono w tabeli 2.

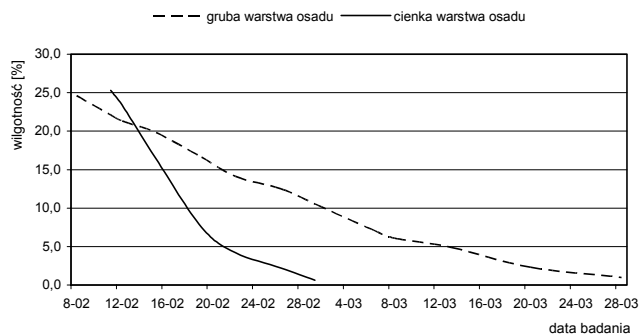
Stwierdzono, że dodatek takich środków wiążących jak szkło wodne, kwas octowy melasa oraz rokrisol poprawia wytrzymałość wyprasek. Istotne jest, aby występowało zachowanie tej wytrzymałości przez dłuższy czas. W tym celu zbadano wpływ sezonowania i w okresie 90-ciu dni nie stwierdzono pogarszania się odporności wyprasek z wyżej wymienionymi lepiszczami z wyjątkiem próbek z dodatkiem kwasu octowego, które pękały i rozwarstwiały się po ok. 30 dniach sezonowania. Trwają dalsze badania mające

Tabela 1. Skład chemiczny łożyskowych odpadów poszlifierskich

Rodzaj odpadu i miejsce powstawania	Masa odpadów, t/rok	Zawartość wody, %	Zawartość węglowodorów, % ekstraktu	Zawartość pierwiastków, % s.m.							
				Fe	Cr	Ni	Cu	Mn	Zn	Pb, Cd	
1. Odpady po szlifowaniu elementów toczących:											
• Kraśnik	1600	34,3	1,63	90,2	0,45	0,03	0,15	0,30	0,09	nie stwierdzono	
• Poznań	350	45,1	8,08	87,6	0,60	0,11	0,16	0,28	0,10		
• Sosnowiec	500	34,9	3,08	89,3	0,41	0,07	0,12	0,32	0,02		
2. Odpady po szlifowaniu pierścieni łożyskowych:											
• Kraśnik	800	4,8	2,99	64,5	0,39	0,01	0,13	0,19	0,02	nie stwierdzono	
• Poznań	150	25,4	11,48	74,3	0,89	0,09	0,17	0,18	0,02		
• Sosnowiec	200	7,4	4,35	78,8	0,55	0,07	0,22	0,26	0,01		
• Kielce	800	26,9	3,01	88,0	0,56	0,05	0,19	0,26	0,03		



Rys. 1. Zmiana wilgotności osadu pofiltracyjnego w zależności od czasu suszenia



Rys. 2. Zmiana wilgotności osadu pofiltracyjnego sezonowanego w pomieszczeniu zamkniętym

Tabela 2. Wyniki badań wytrzymałości mechanicznej wyprasek w zależności od rodzaju zastosowanego lepiszcza oraz czasu sezonowania

Lp.	Rodzaj dodatku wiążącego	Wytrzymałość na ściskanie, kN	Wpływ czasu sezonowania na wytrzymałość na ściskanie, kN				Odporność na rozkruszanie grawitacyjne z wysok. 2 m
			15 dni	30 dni	60 dni	90 dni	
1.	Bez dodatków	15,2	13,4	12,7	12,2	12,0	nie
2.	Wapno palone	9,0	8,0	7,5	7,2	8,8	nie
3.	Szkło wodne	22,2	28,2	30,2	31,4	32,0	tak
4.	Melasa	19,0	19,6	26,4	33,2	31,4	tak
5.	Kwas octowy	29,1	32,5	28,4	–	–	tak
6.	Rokrysol	16,6	14,2	20,2	22,2	26,2	nie
7.	PAW	15,8	14,8	14,2	13,8	8,7	nie

na celu uściślenie proporcji wytypowanych dodatków wiążących oraz przeanalizowanie ich wpływu na wytrzymałość wyprasek. Wyniki badań przyczynią się do rozpoczęcia produkcji brykietów z odpadów poszlifierskich, które będą cennym surowcem dodawanym jako wsad do przetopu w hutach i stalowniach.

5. Wnioski

- Technologia scalania drobnoziarnistych odpadów metalowych jest dobrze znana i może być z powodzeniem zastosowana do utylizacji poszlifierskich odpadów przemysłu łożyskowego,
- Duża zawartość żelaza w odpadach ze szlifowania łożyskowych elementów tocznych predysponuje je do zagospodarowania w pierwszej kolejności.
- Łożyskowe odpady poszlifierskie wykazały dobrą podatność na zagęszczanie oraz scalanie.
- Otrzymane wypraski z zastosowaniem środków wiążących wykazały się dużą wytrzymałością mechaniczną i odpornością na starzenie się.
- Brykiety wytworzone z łożyskowych odpadów poszlifierskich będą spełniały wymogi hutnictwa zastępując złom do przetopu w piecach elektrycznych.

6. Literatura

- [1] Borowski G.: *Zagospodarowanie odpadów poszlifierskich z produkcji kulek łożyskowych*. I symposium doktoranckie „Współczesne technologie w budowie maszyn”, Politechnika Lubelska, 20–26, Lublin 2002.
- [2] Borowski G. Kuczmaszewski J.: *Badania możliwości użytkowego wykorzystania odpadów poszlifierskich przemysłu łożyskowego*. Zeszyt naukowy z okazji 50-lecia PL, Lublin 2003 (w druku).
- [3] Drzymała Z., Hryniewicz M.: *Wyniki badań nad zastosowaniem brykietowania w procesie przygotowania do utylizacji drobnoziarnistych odpadów przemysłowych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej „Inżynieria Chemiczna i Procesowa”, 21, 25–32, 1997.
- [4] Hryniewicz M.: *Badania procesów przygotowania drobnoziarnistych odpadów żelazonośnych do recyklingu*. IV Forum Inżynierii Ekologicznej, 75–83, Nałęczów 2002.
- [5] Lutek K., Kuczmaszewski J.: *Brykietowanie odpadów przemysłowych w postaci zużytej masy formierskiej i odpadów pogalwanicznych*. Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, 1–2, vol. 6, 1997.

Praca wykonana w ramach projektu badawczego KBN nr PB1144/T07/02/22

Mgr inż. Gabriel Borowski

*Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji
Wydział Mechaniczny
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 36
20-618 Lublin*