



Przemysłowe próby brykietowania dla zagospodarowania łóżyskowych odpadów poszlifierskich

Gabriel Borowski^{}, Jan. J. Hycnar^{**}, Tomasz Józefiak^{***}*

^{}Politechnika Lubelska*

*^{**}Ecocoal Consulting Center Katowice*

*^{***}Eko-Invest, Bukowno*

1. Wprowadzenie

Odpady powstające w procesie szlifowania łóżyskowych elementów tocznych występują w postaci rozwodnionego i zaolejonego szlamu, który wymaga odpowiedniego przetworzenia, aby nadawał się do ponownego wykorzystania zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju (Białecka i in. 2000, Borowski 2003, Das i in. 2007, Hycnar & Józefiak 2007, Pawłowski 2009, 2013). Planując ich zagospodarowanie należy uwzględnić, że należą one do grupy odpadów niebezpiecznych dla środowiska. Powszechnie stosowaną formą użytkowego wykorzystania drobnoziarnistych surowców odpadowych jest przekształcenie ich do postaci kawałkowej – w większości przypadków metodą brykietowania lub granulowania (Borowski & Kuczmaszewski 2005, 1991, Drzymała 1993, Hryniewicz 2002).

Podjęcie problemu aglomeracji łóżyskowych odpadów poszlifierskich zaowocowało opracowaniem rozwiązań technologicznych opisanych w wielu publikacjach naukowych (Borowski i in. 2004, Borowski & Kuczmaszewski 2003, Drzymała & Hryniewicz 1997, El-Hussiny & Shalabi 2011, Hryniewicz i in. 2003). Nadal jednak duża ilość odpadów drobnoziarnistych zalega na składowiskach, podczas gdy aglomeraty tych odpadów mogą być składnikiem wsadu wielkopiecowego lub pieców stalowniczych (Huiting & Forsberg 2003, Smyksy & Holtzer 2002).

Mając to na uwadze opracowano technologię przemysłowego brykietowania odpadów poszlifierskich z produkcji łożysk tocznych oraz zastosowano uzyskane koncentraty żelaza do produkcji hutniczej. Dobrano spoiwa i oceniono ich wpływ w mieszankach przeznaczonych do brykietowania. Wynikiem przeprowadzonych badań i prób jest wdrożenie rozwiązania technologicznego, które można również zastosować w wytypowanych komercyjnych liniach produkującej brykiety z różnych odpadów żelazonośnych (Hycnar i in. 2014, Hycnar i in. 2015).

Celem pracy jest przedstawienie wyników badań dotyczących procesu brykietowania prowadzonego w skali produkcyjnej dla zagospodarowania łożyskowych odpadów poszlifierskich o kodzie 12 01 17. Wyniki prac badawczych umożliwiły uzyskanie brykietów przydatnych jako dodatku do procesów hutniczych, zgodnie z wymaganiami Ustawy o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (R4 – recykling lub regeneracja metali i związków metali) oraz spełniających wymagania jakościowe odbiorców.

2. Materiały do badań

2.1. Łożyskowe odpady poszlifierskie

Do badań wykorzystano odpady z Fabryki Łożysk Tocznych – Kraśnik S.A. Odpady te zbierane są w kilku miejscach linii technologicznej produkcji kulek oraz pierścieni łożyskowych:

- odpady powstające podczas operacji zdzierania kulek (szlifowania wstępnego), zawierają stal łożyskową oraz drobiny wykruszonych tarcz żeliwnych i karborundowych; zawartość chłodziwa w szlamie (Ferrosol) wynosi ok. 10-15%,
- odpady powstające podczas szlifowania wykańczającego kulek przed hartowaniem, zawierają drobniejsze frakcje stali łożyskowej oraz elektrokorundu; zawartość chłodziwa (Biosynt S) w szlamie wynosi ok. 10-15%,
- odpady powstające w operacji szlifowania kulek po hartowaniu oraz dogładzania; zawierają stal łożyskową, elektrokorund oraz ziemię okrzemkową; zawartość chłodziwa (olej Lapenol) w szlamie wynosi ok. 3-5%,
- odpady po szlifowaniu pierścieni łożyskowych, składowane w oddzielnych kontenerach na poletku składowym, mają gąbczastą struktu-

re i są bardziej podatne na proces naturalnego dosuszania w warunkach atmosferycznych.

Wszystkie odpady wywożone są ciężarówkami z terenu zakładu do przedsiębiorstw utylizacji odpadów. Materiał do badań pobrano ze składowiska na wolnym powietrzu znajdującego się na terenie przedsiębiorstwa utylizacji odpadów łóżyskowych w Kraśniku (rys. 1).



Rys. 1. Składowisko łóżyskowych odpadów poszlifierskich (fot. J.J. Hycnar)
Fig. 1. Landfill of bearing grinding waste (phot. J.J. Hycnar)

Podczas składowania odpady ulegają częściowemu samorzutnemu odwodnieniu. Dalsze podsuszanie prowadzono pod zadaszeniem przez rozłożenie w warstwie o grubości 2 do 5 cm w okresie 5 dni sezonowania. Próbkę odpadów ujednorodniono oraz określono ich skład chemiczny, a także frakcje ziarnowe (tab. 1). Do badań pobrano próbki odpadów o uziarnieniu poniżej 10 mm. W badaniach składu chemicznego łóżyskowych odpadów poszlifierskich stwierdzono zawartość żelaza ok. 80% masowo. Zawartość chromu wynosząca 0,94% masowo mieści się w granicach dopuszczalnych ze względu na wymogi hutnictwa. Możliwe jest zatem zagospodarowanie tych odpadów jako dodatek do przetapianego złomu w piecu stalowniczym.

Tabela 1. Skład chemiczny odpadu poszlifierskiego oraz udział frakcji ziarnowych

Table 1. The chemical composition of grinding waste and grain fraction contribution

Zawartość pierwiastków, % s.m.	Fe	C	Cr	Mn	Cu	Ni	Pb	Mo	S
	79,39	5,30	0,94	0,33	0,09	0,07	0,06	0,02	0,01
Udział frakcji ziarnowych, % mas.	> 50 mm	50-40 mm	40-30 mm	30-20 mm	20-10 mm	10-2 mm	< 2 mm	–	–
	1,0	2,0	3,0	5,0	8,0	26,0-30,0	65,0-70,0	–	–

2.2. Spoiwa

Wykazano, że na trwałość wyrobów aglomerowanych ciśnieniowo istotny wpływ ma zastosowanie spoiwa (Hryniowicz i in. 2006, Hycnar & Józefiak T. 2007). Do scalania drobnoziarnistych odpadów z obróbki metali kierowanych do hutniczego wykorzystania zaleca się stosowanie spoiw organicznych, jak na przykład: asfalty, paki, smoły, melasy, pochodne celulozy, dekstryny, skrobie, woski, parafiny, ługi posulfitowe oraz żywice. Spośród nich do badań wytypowano następujące spoiwa:

- melasa, w ilości od 4 do 8% mas.,
- skrobia, w ilości od 2 do 6% mas.,
- spoiwo dwuskładnikowe – suche wapno hydratyzowane, w ilości od 2 do 4% mas. oraz melasa, w ilości od 4 do 6% mas.

Melasa jest produktem ubocznym z produkcji cukru o ciemnobrązowej barwie o konsystencji gęstej cieczy o właściwościach adhezyjnych (lepiących) i zapachu karmelu. Pod względem chemicznym jest mieszaniną cukrów (sacharoza, glukoza i fruktoza), soli nieorganicznych (żelaza, magnezu, wapnia, potasu, miedzi itd.) i wody. Melasa często jest używana do spajania brykietów z rudy żelaza i metali kolorowych oraz koncentratów metali.

Wcześniejsze próby wykazały, że istnieje możliwość uzyskania dobrych jakościowo brykietów z dodatkiem roztworu melasy w ilości ok. 8% masowo (Borowski & Kuczmazewski 2005a). Przed brykietowaniem w prasach walcowych konieczne jest doprowadzenie mieszanki do wilgotności w zakresie 4,5-6,5%. Gotowe brykiety powinny być sezonowane przez co najmniej pięć dni, co skutkuje od 10- do 15-procentowym

przyrostem ich wytrzymałości mechanicznej (Borowski & Kuczmazewski 2005b).

Najwyższą wytrzymałość brykietów z melasą gwarantuje proces termicznej obróbki (tzw. brykietowanie na gorąco). Sacharoza zawarta w melasie ulega rozkładowi w temperaturze powyżej 185°C, co powoduje powstawanie karmelu. Karmel wykazuje o wiele większe właściwości adhezyjne niż melasa, utrwalając mechaniczną strukturę brykietu. W temperaturze powyżej 220°C następuje proces zwęglenia cukrów i utworzenie bardzo trwałej struktury brykietu.

Zastosowanie suchej skrobi wymaga dodatku odpowiedniej ilości rozpylonej wody, aby uzyskać mieszanekę o wilgotności ok. 8%. Odpad poszlifierski ze skrobią należy mieszać w czasie od 3 do 6 minut, a następnie brykietować. Brykiety ze skrobią nie wymagają sezonowania i już następnego dnia mogą być transportowane do odbiorcy. Podczas przetopu brykietów żelazonośnych w piecu hutniczym skrobia ulega całkowitemu spalaniu. W przypadku użycia spoiwa dwuskładnikowego należy bardzo dokładnie wymieszać składniki z odpadem poszlifierskim oraz dodatkiem wody dla uzyskania konsystencji gęstoplastycznej. Silne wiązania struktury brykietu pojawiają się w wyniku reakcji chemicznej wapna z dwutlenkiem węgla i tworzeniu węglanu wapna, który jest właściwym spoiwem dla mieszaniny. Melasa spełnia rolę dodatkowego spoiwa adhezyjnego. Brykiety powinny być sezonowane co najmniej 3 doby z zapewnieniem dobrego dostępu powietrza.

3. Metodyka badań

Proces przetwarzania odpadu poszlifierskiego w produkt użyteczny obejmuje następujące etapy:

- odolejanie i odwadnianie odpadu,
- suszenie oraz kruszenie zbrylonych cząstek odpadu,
- klasyfikacja ziarnowa odpadu,
- przygotowanie spoiwa oraz mieszanie z drobnoziarnistą frakcją odpadu,
- brykietowanie mieszanki w prasie walcowej z zasobnikiem grawitacyjnym,
- oddzielenie i nawrót podziarna do zasobnika,
- sezonowanie i transport brykietów do odbiorcy.

Przygotowanie łożyskowych odpadów poszlifierskich do brykietowania wymaga usunięcia nadmiaru oleju i wody, na przykład za pomocą płytowej prasy filtracyjnej (Borowski & Kuczmaszewski 2005b), następnie dosuszenia do wilgotności 4-8% oraz rozdrobnienia zbrylonych części do uziarnienia poniżej 5 mm. Kolejnym etapem przygotowawczym jest dodanie spoiwa i dokładne wymieszanie.

Rozdrobnione odpady ze spoiwem mieszano w mieszarkach planetarnych przez czas co najmniej 6 minut, aż do uzyskania konsystencji gęsto-plastycznej. W przypadku stosowania melasy odpady dogrzewano podczas mieszania do temperatury ok. 80°C oraz dodawano wodę, gdy wilgotność mieszanki była niższa niż 5%. Wymieszany materiał podawano do zasobnika grawitacyjnego nad brykietarką walcową w sposób ciągły za pomocą przenośnika taśmowego. Do brykietowania wykorzystano linię produkcyjną dostarczoną przez Ekokarbotech Sp. z o.o. (rys. 2) wraz z dodatkowymi urządzeniami – kruszarką i przesiewaczem, które zapewniają prawidłowe uziarnienie materiału. Stosowano naciski prasy brykietującej w granicach od 500 do 1500 MPa.



Rys. 2. Linia produkcyjna brykietów z odpadów żelazonośnych (fot. J.J. Hycnar)
Fig. 2. The production line of briquettes from iron-bearing waste (phot. J.J. Hycnar)

Brykiety o wymiarach ok. 50×20 mm opuszczały gniazda formujące zsuwając się po pochylonym ruszcie spełniającym rolę przesiewacza. Podziarno zawracano do zasobnika nad brykietciarką lub do mieszalnika. Wytworzone brykiety składowano luzem w hali produkcyjnej lub w kontenerach ustawionych na wolnym powietrzu pod zadaszeniem. Następnie badano właściwości mechaniczne brykietów, którą określa się poprzez wytrzymałość na osiowe ściskanie oraz odporności na zrzut grawitacyjny. W wielu próbach stwierdzono, że brykiety, które miały dobrą wytrzymałość na ściskanie charakteryzowały się również dużą odpornością na zrzut (Borowski & Hycnar 2013, Borowski & Kuczmaszewski 2005a, Hryniewicz 2002, Hryniewicz i in. 2006). Dlatego badania w warunkach produkcyjnych ograniczono do prób odporności na zrzut grawitacyjny, które polegały na trzykrotnym zrzuconiu z wysokości 2 m na płytę stalową partii 10 brykietów oraz sprawdzeniu ilości całych i rozbitych kształtek (rys. 3), wyrażone w procentach. Jako minimalną dopuszczalną wartość, w oparciu o wcześniejsze doświadczenia, przyjęto wartość 80%, która oznacza, że 8 brykietów nie uległo uszkodzeniu w próbie odporności na zrzut grawitacyjny.



Rys. 3. Brykiet rozbity w próbie zrzutu grawitacyjnego (fot. J.J. Hycnar)
Fig. 3. Briquette broken in gravitational dump test (phot. J.J. Hycnar)

4. Wyniki badań i omówienie

Wyniki przeprowadzonych badań odporności na zrzut grawitacyjny dla brykietów świeżych (0 dni sezonowania) oraz po 5-ciu dniach sezonowania przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki badań odporności na zrzut grawitacyjny brykietów z łóżyskowych odpadów poszlifierskich

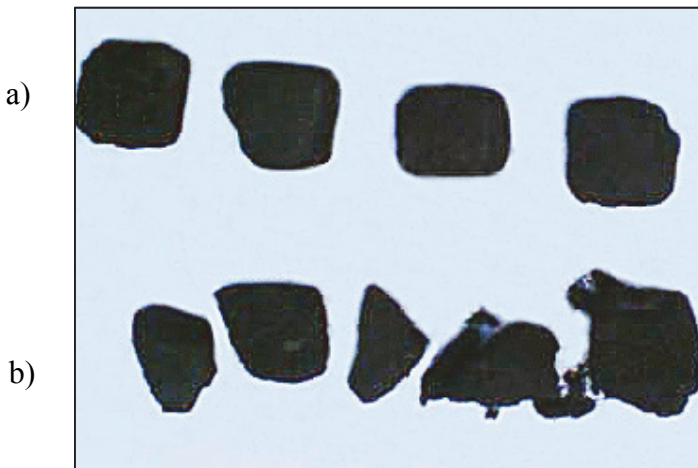
Table 2. The results of resistance in gravitational dump test of bearing grinding waste briquettes

Nr próby	Rodzaj i udział spoiwa, %	Czas sezonowania, dni	Odporność na zrzut grawitacyjny, %	
			Wartości dla poszczególnych cykli zrzutów	Wartości uśrednione
1	Melasa – 6,5%	0	10, 10, 0, 0, 0	4
		5	50, 50, 25, 30, 0	31
2	Wapno hydratyzowane – 2% oraz melasa – 4%	0	100, 80, 90, 90, 50	82
		5	100, 100, 100, 100, 90	98
3	Wapno hydratyzowane – 2% oraz melasa – 6,5%	0	100, 80, 90, 100, 40	82
		5	100, 100, 100, 100, 80	96
4	Skrobia – 3%	0	100, 100, 100, 100, 100	100
		5	100, 100, 100, 100, 100	100

Na podstawie przedstawionych wyników stwierdzono niekorzystne właściwości mechaniczne brykietów z dodatkiem melasy, uzyskanych w warunkach produkcyjnych (rys. 4). Sezonowanie brykietów przez okres 5-ciu dni prowadziło do zwiększenia ich odporności na zrzut grawitacyjny do wartości średnio 32%, co jednak nie kwalifikuje tych brykietów do użytkowego wykorzystania. Wcześniejsze wyniki badań laboratoryjnych wskazywały na możliwość uzyskania bardzo dobrych brykietów z melasą w procesie brykietowania na zimno w prasach walcowych wyposażonych w walce formujące nadające brykietom kształt "siodła" (Hryniewicz i in. 2006). Dobre rezultaty prób zrzutowych uzyskano dla brykietów z dodatkiem spoiwa dwuskładnikowego – melasy i wapna hydratyzowanego (rys. 5). Uzyskano prawidłowe brykiety o średniej odporności na zrzut grawitacyjny wyższej niż wymagane minimum, wynoszącej średnio 82% tuż po ich wytworzeniu. Po 5-ciu dniach sezonowania ich odporność zwiększyła się do wartości średniej 98%. Zauważono, że zwiększenie udziału melasy w mieszance do brykietowania nie przyniosło pozytywnych rezultatów, gdyż wyniki prób uległy pogorszeniu. Podobne zależności stwierdzono w badaniach laboratoryjnych, gdzie

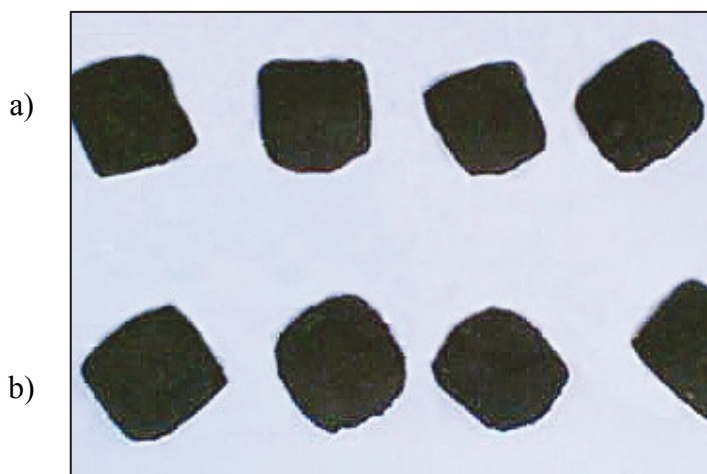
określono zakres udziału roztworu melasy w odpadzie poszlifierskim z uzyskaniem dobrych rezultatów w próbach wytrzymałościowych brykietów (Borowski & Kuczmaszewski 2005b).

Najlepsze brykiety w warunkach produkcyjnych uzyskano z mieszanki odpadu ze spoiwem skrobiowym (rys. 6). Brykiety te bardzo szybko uzyskiwały maksymalną odporność na zrzut grawitacyjny – po trzykrotnym zrzucie nie wykazały jakichkolwiek uszkodzeń. Ich zaletą jest, że nie wymagają sezonowania i można je kierować do transportu bezpośrednio po wyprodukowaniu. Natomiast niedogodnością jest wysoka cena spoiwa skrobiowego. Z tego powodu, aby zaoszczędzić na kosztach produkcji, prowadzono próby zastąpienia skrobi innym spoiwem w przypadku brykietowania pyłów i miałów węgla kamiennego, które jednak nie powiodły się (Borowski & Hycnar 2013). Ostatecznie pozostano przy dodatku skrobi w linii technologicznej wraz z modyfikacją układu podającego materiał do brykietarki walcowej, co przyniosło w efekcie zwiększenie uzysku prawidłowych brykietów.



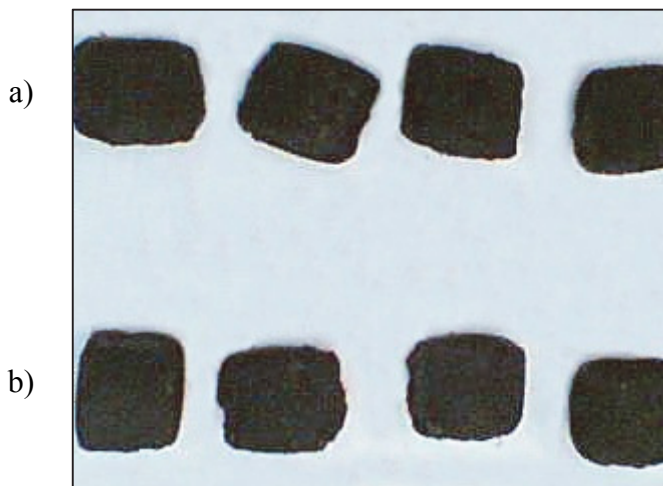
Rys. 4. Wygląd brykietów z dodatkiem melasy: a) przed i b) po próbach zrzutu grawitacyjnego (fot. J.J. Hycnar)

Fig. 4. View of briquettes with addition of molasses: a) before and b) after gravitational dump test (phot. J.J. Hycnar)



Rys. 5. Wygląd brykietów z dodatkiem melasy i wapna hydratyzowanego: a) przed i b) po próbach zrzutu grawitacyjnego (fot. J.J. Hycnar)

Fig. 5. View of briquettes with addition of molasses and hydrated lime: a) before and b) after gravitational dump test (phot. J.J. Hycnar)



Rys. 6. Wygląd brykietów z dodatkiem skrobi: a) przed i b) po próbach zrzutu grawitacyjnego (fot. J.J. Hycnar)

Fig. 6. View of briquettes with addition of starch: a) before and b) after gravitational dump test (phot. J.J. Hycnar)

5. Wnioski

Przedstawione badania przyczyniły się do opracowania sposobu przeróbki dużych ilości odpadów w sposób ciągły oraz do wdrożenia linii produkcyjnej brykietów żelazonośnych. Na podstawie wyników badań sformułowano następujące wnioski:

1. Dla zagospodarowania żużelowych odpadów poszlifierskich wskazane jest przerobienie ich na brykiety i przeznaczenie do hutniczego wykorzystania,
2. W przemysłowej linii technologicznej proces brykietowania zaleca się prowadzić w prasach walcowych umożliwiającym uformowanie brykietów o odporności na zrzut grawitacyjny średnio powyżej 96%,
3. Najlepsze właściwości mechaniczne brykietów uzyskuje się przez zastosowanie spoiwa skrobiowego w udziale masowym 3% oraz doprowadzenie mieszanki do wilgotności ok. 8%. Brykiety te nie wymagają sezonowania,
4. Istotne jest dokładne wymieszanie odpadu ze spoiwem oraz dodatkami wody, w czasie od 3 do 6 minut dla uzyskania konsystencji gęsto plastycznej,
5. Brykiety ze skrobią spełniają kryteria procesów hutniczych i mogą być podawane wraz ze złomem jako wsad do przetopu w piecu stalowniczym.

Literatura

- Białecka, B., Adamczyk, Z., Wrona, P. (2000). Możliwość zagospodarowania hutniczych żelazonośnych odpadów. *Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów*, 34(6), 241-245.
- Borowski, G. (2003). Scalanie żużelowych odpadów poszlifierskich w aspekcie ich utylizacji w hutnictwie. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, 2(18), 21-23.
- Borowski, G., Hryniewicz, M., Kuczmaszewski, J. (2004). *Management of ferrous metal wastes*. Madryt: Proceedings of the REWAS'2004 – Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, 1933-1942.
- Borowski, G., Hycnar, J.J. (2013). Utilization of fine coal waste as a fuel briquettes. *International Journal of Coal Preparation and Utilization*, 33(4), 194-204.
- Borowski, G., Kuczmaszewski, J. (2003). *Badania możliwości użytkowego wykorzystania odpadów poszlifierskich przemysłu żelaznego*. Lublin: Teza Komisji Budowy i Eksploatacji Maszyn, Elektrotechniki, Budownictwa, t. I, PAN, 77-81.

- Borowski, G., Kuczmaszewski, J. (2005a). Investigation on briquetting of metal wastes from bearing industry. *Waste Management & Research*, 5(23), 473-478.
- Borowski, G., Kuczmaszewski, J. (2005b). *Utylizacja drobnoziarnistych odpadów metalowych*. Monografia. Lublin: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej.
- Das, B., Prakash, S., Reddy, P.S.R., Misra V.N. (2007). An overview of utilization of slag and sludge from steel industries. *Resources, Conservation and Recycling*, 50(1), 40-57.
- Dec, R. (1991) Study of compaction process in roll press. *Proceedings of The Institute for Briquetting and Agglomeration*, 22, 31-40.
- Drzymała, Z. (1993). *Industrial briquetting – fundamentals and methods*. Studies in Mechanical Engineering. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Drzymała, Z., Hryniewicz, M. (1997). Wyniki badań nad zastosowaniem brykietowania w procesie przygotowania do utylizacji drobnoziarnistych odpadów przemysłowych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej – Inżynieria Chemiczna i Procesowa*, 21, 25-32.
- El-Hussiny, N.A., Shalabi, M.E.H. (2011). A self-reduced intermediate product from iron and steel plants waste materials using a briquetting process. *Powder Technology*, 205(1-3), 217-223.
- Hryniewicz, M. (2002). *Badania procesów przygotowania drobnoziarnistych odpadów żelazonośnych do recyklingu*. Nałęczów: Materiały IV Forum Inżynierii Ekologicznej, 75-83.
- Hryniewicz, M., Borowski, G., Kuczmaszewski, J. (2003). *Badania nad sposobem utylizacji odpadów poszlifierskich przemysłu łazyskowego*. Ostrawa: Materiały VII Międzynarodowej Konferencji „Recyklacja Odpadu”, 95-102.
- Hryniewicz, M., Kosturkiewicz, B., Janewicz, A. (2006). Scalenie drobnoziarnistych odpadów. *Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej – Inżynieria Chemiczna i Procesowa*, 29, 89-98.
- Huiting, S., Forssberg, E. (2003). An overview of recovery of metals from slags. *Waste Management*, 23(10), 933-949.
- Hycnar, J.J., Borowski, G., Józefiak, T., Malec, A. (2015) Granulowanie i brykietowanie stałych produktów odsiarczania spalin. *Inżynieria Ekologiczna*, 45, 51-58.
- Hycnar, J.J., Józefiak, T. (2007). *Brykietowanie odpadów drobnoziarnistych*. Materiały VIII Śląskiego Seminarium Ochrony Środowiska nt. „Odzysk, recykling i unieszkodliwianie odpadów a ochrona środowiska”. Bytom: 117-126.
- Hycnar, J.J., Borowski, G., Józefiak, T. (2014). Conditions for the preparation of stable ferrosilicon dust briquettes. *Inżynieria Mineralna – Journal of the Polish Mineral Engineering Society*, 33(1), 155-162.
- Kolmasiak, C. (2012). Zarządzanie zasobami odpadów żelazonośnych wybranych sektorów gospodarki krajowej. *Hutnik, Wiadomości Hutnicze*, 79(5), 404-407.

- Pawłowski, A. (2009). Sustainable energy as a sine qua non conditio for the achievement of sustainable development. *Problems of sustainable development*, 4(2), 9-12.
- Pawłowski, A. (2013). Sustainable Development and Globalization. *Problems of sustainable development*, 8 (2), 5-16
- Smyksy, K, Holtzer, M. (2002). Możliwości wykorzystania procesu brykietowania do utylizacji pyłów żeliwiakowych. *Archiwum Odlewnictwa*, 2(3), 121-128.

Industrial Briquetting Trials for the Waste Management of Bearing Grinding

Abstract

The paper presents the results of research on briquetting process carried out at production scale for the management of troublesome solid waste. These trials enabled to develop a method for continuous processing of large quantities of waste and implement a production line of iron containing briquettes. The material was collected from the landfill site located on the utilization company of waste taken from Bearing Factory – Kraśnik S.A. The following binders were added to the homogenized mixture of waste: molasses, starch and two-component adhesive – dry hydrated lime with molasses. Briquetting process was carried out in an industrial production line equipped with a crusher, screen, conveyor belt, gravity storage tank and roller-briquetting machine. Briquettes with the approximate dimensions of 50×20 mm were obtained. Their mechanical properties were determined in gravitational dump tests. The best briquettes were made of a mixture of waste with starch as binder in the mass fraction of 3%, wherein the moisture content was approx. 8%. The mechanical strength of briquettes with starch meets the established requirements at the moment of production; therefore, the time-consuming seasoning before shipment to the customer was unnecessary. We concluded that the briquettes meet the criteria for metallurgical processes, and can be added – together with scrap – as feedstock for melting in a steelmaking furnace.

Słowa kluczowe:

brykietowanie, linia produkcyjna, łóżyskowe odpady poszlifierskie, hutnicze wykorzystanie odpadów

Keywords:

briquetting, production line, bearing grinding waste, metallurgical use of waste