

**ANALIZA ZMIAN GEOMETRII ZIARN OSNOWY KWARCO-
WEJ CHŁODZONEJ CIEKŁYM AZOTEM I PODDANEJ OB-
RÓBCE W REGENERATORZE ODŚRODKOWYM**M. ŁUCARZ¹, R. DAŃKO²Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Odlewnictwa,
Katedra Maszyn i Urządzeń Odlewniczych, 30-059 Kraków, ul. Reymonta 23

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono wyniki badań uzyskane podczas mechanicznej obróbki ziarn osnowy kwarcowej poddanych wcześniejszemu chłodzeniu ciekłym azotem. Głównymi, badanymi wielkościami podlegającymi analizie, były zmiany geometrii ziarn osnowy kwarcowej podczas obróbki regeneracyjnej ściernej oraz mającej charakter udarowy przy zmiennych prędkościach obrotowych wirnika. Stwierdzono, że osnowa kwarcowa poddana obróbce mechanicznej w zakresie temperatur kriogenicznych podlega znacznie silniejszej destrukcji w porównaniu do analogicznej obróbki prowadzonej w temperaturze otoczenia.

Key words: cryogenic reclamation, mechanical reclamation, sieve analysis, used sand.

1. WPROWADZENIE

Badania przeprowadzone przez autorów prac [1, 2, 3] wskazują, że zastosowanie procesów zmieniających właściwości fizyczne zużytego materiału wiążącego, takich jak na przykład chłodzenie masy zużytej do zakresu temperatur kriogenicznych, mogą zwiększać podatność masy na procesy odzysku osnowy kwarcowej. Zwiększenie podatności do regeneracji mas zużytych jest związane ze zmianą właściwości zużytego materiału wiążącego, który pod wpływem czynników fizycznych może zwiększać swą kruchość, przez co ułatwiony jest proces jego usuwania z powierzchni ziarn osnowy. Wpływ czynników zewnętrznych na regenerowalność z punktu widzenia zużytego ma-

¹ Dr inż., eumar@agh.edu.pl

² Mgr inż., rd@agh.edu.pl

teriału wiążącego jest nadal tematem badań i nie został jeszcze definitywnie rozwiązany, podobnie jak nie został wyjaśniony wpływ tych czynników na zachowanie samej osnowy w procesach odzysku.

Autorzy przeprowadzili badania wstępne mające na celu określenie wpływu zewnętrznych czynników fizycznych (ekstremalne chłodzenie, nagrzewanie) na zachowanie się osnowy w procesach regeneracji mechanicznej. Badania przeprowadzono pod kątem określenia wpływu tych czynników na parametry geometryczne (średnie średnice ziarn, powierzchnia właściwa, współczynnik kształtu) ziarna osnowy poddanej oddziaływaniu regeneratora mechanicznego udarowego i bezudarowego.

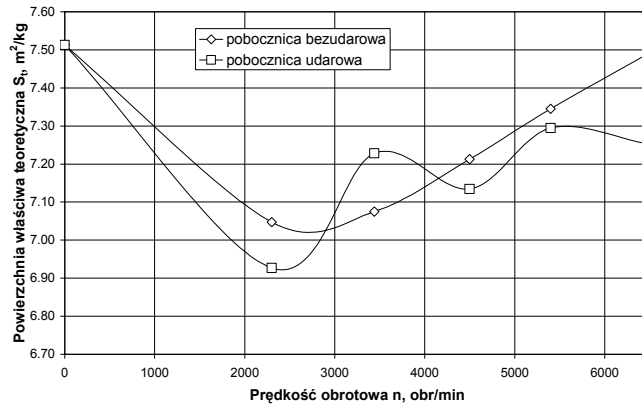
2. REALIZACJA BADAŃ

Badania zrealizowano na krajowym piasku odlewniczym. Jedną jego część poddano mechanicznej obróbce w regeneratorze odśrodkowym z wymienną pomocniczą obwodową (udarową lub bezudarową) w temperaturze otoczenia, dla różnych prędkości obrotowych urządzenia, ustawianych za pomocą przetwornicy częstotliwości. Natomiast drugą część w pierwszej kolejności poddano zamrożeniu w zbiorniku, wykorzystując do tego celu ciekły azot. Skroplony gaz wlewano do piasku, aż złożę osnowy kwarcowej osiągnęło temperaturę (-100 °C). Po dwóch godzinach osnowę kwarcową wyciągnięto ze zbiornika i odłożono do momentu ogrzania się jej do temperatury otoczenia. Następnie wykonano taki sam cykl badań jak w przypadku piasku wyjściowego.

Rezultaty badań przedstawiono w oparciu o wyniki analiz sitowych obrabianych mechanicznie piasków, które były przepuszczane 5-cio krotnie przez układ regeneratora z 1 talerzem obrotowym. Po danym cyklu obróbczym, realizowanym z określoną prędkością obrotową talerza i zainstalowanym w urządzeniu odpowiednim kształtem pomocniczej obwodowej, wykonywano 4 analizy sitowe otrzymanego materiału. Taki tryb postępowania miał na celu uśrednienie dwóch otrzymanych wyników, ze względu na tendencję segregacji badanego materiału podczas obróbki w urządzeniu i w trakcie pobierania próbek do analizy sitowej. W publikacji zaprezentowano uśrednione wyniki efektów obróbki mechanicznej w regeneratorze w oparciu o dwa parametry oceny osnowy ziarnowej, a mianowicie: powierzchni właściwej teoretycznej S_t oraz wskaźnika kształtu W_k [4].

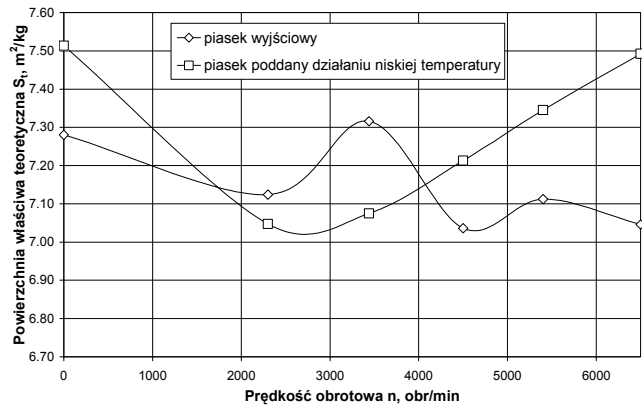
3. ANALIZA WYNIKÓW

W wyniku badań stwierdzono, że osnowa kwarcowa ulega samoistnemu rozdrobnieniu, gdy jest poddana działaniu ekstremalnie niskiej temperatury, co charakteryzuje się zwiększeniem powierzchni właściwej teoretycznej S_t i zmniejszeniu średniej średnicy arytmetycznej osnowy d_a . Dla piasku wyjściowego średnia średnica arytmetyczna d_a wynosiła 0,35 mm, natomiast po obróbce termicznej stwierdzono mniejszą wartość d_a równą 0,339 mm. Na rysunku 1 przedstawiono wpływ kształtu pomocniczej obwodowej regeneratora na efekty obróbki mechanicznej osnowy kwarcowej poddanej działaniu ekstremalnie niskiej temperatury.



Rys. 1. Zależność powierzchni właściwej teoretycznej S_t piasku kwarcowego poddanego działaniu szoku niskiej ujemnej temperatury w funkcji prędkości obrotowej, dla dwóch rozwiązań konstrukcyjnych pobocznic obwodowej

Fig. 1. Dependence of theoretical sand grains surface S_t obtained for different speed of a rotational disc in respect of impact and impactless centrifugal reclamation unit at cryogenic temperature of the reclamation treatment



Rys. 2. Porównanie wartości powierzchni właściwej teoretycznej S_t piasku kwarcowego w funkcji prędkości obrotowej regeneratora odśrodkowego z pobocznica bezударową, poddanego działaniu szoku niskiej ujemnej temperatury oraz w temperaturze otoczenia

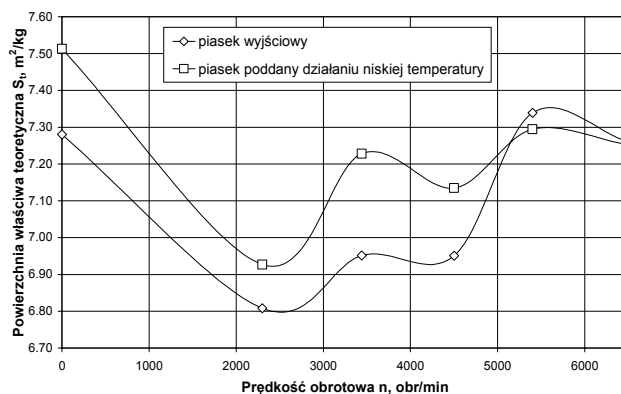
Fig. 2. Comparison of theoretical sand grains surface S_t obtained for different speed of a rotational disc in impactless centrifugal reclamation unit at room and cryogenic temperature of the reclamation treatment

Stwierdzono, że przemrożona osnowa poddana procesowi obróbki w urządzeniu z pobocznica bezударową intensywnie się ściera, im większa jest prędkość obrotowa talerza. Natomiast, gdy w mechanicznym regeneratorsie odśrodkowym zwiększymy

znaczenie siły uderowej, wyposażając urządzenie w pobocznice uderową, powierzchnia właściwa teoretyczna zwiększa się w mniejszym stopniu i w sposób nieregularny.

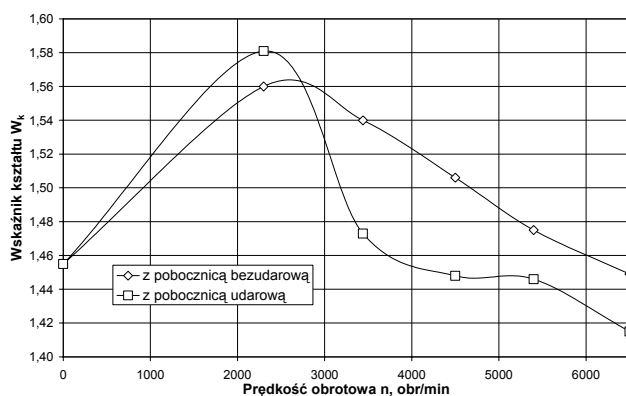
Na rysunku 2 porównano wyniki otrzymane dla piasku wyjściowego i poddanego działaniu super niskiej temperatury w urządzeniu z pobocznica bezudarową. Stwierdzono, że przemrożenie osnowy zwiększa jej podatność na zużycie, jeżeli dominuje operacja ścierania. W przypadku zastosowania w regeneratorze pobocznic uderowej zabieg działania ekstremalnie niskiej temperatury na osnowę kwarcową również sprzyja szybszemu niszczeniu. Wartość powierzchni właściwej teoretycznej dwóch analizowanych materiałów zrównuje się dla największej z zastosowanych prędkości obrotowych talerza (rys. 3).

Ponieważ jakość osnowy kwarcowej należy oceniać wieloma parametrami, wykonano badania służące do określenia kształtu ziaren. Na rysunku 4 przedstawiono wyniki jakie otrzymano poddając przemrożoną osnowę kwarcową procesowi ścierania (pobocznica bezudarowa) oraz kruszenia (pobocznica uderowa). W regeneratorze z pobocznica uderową występujące siły bardziej sprzyjały zaokrągłaniu ziarn, im większa była prędkość obrotowa talerza, co należałoby tłumaczyć silniejszym kruszeniem (oblupywaniem) nieregularnych ziarn. W urządzeniu z pobocznica bezudarową, również realizowany był proces zaokrągłania ziarn osnowy, ale był on mniej intensywny.



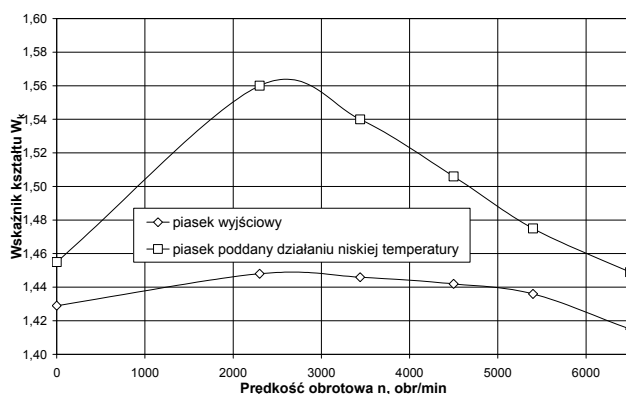
Rys. 3. Porównanie wartości powierzchni właściwej teoretycznej S_t piasku kwarcowego w funkcji prędkości obrotowej regeneratora odśrodkowego z pobocznica uderową, poddanego działaniu szoku niskiej ujemnej temperatury oraz w temperaturze otoczenia

Fig. 3. Comparison of theoretical sand grains surface S_t obtained for different speed of a rotational disc in impact centrifugal reclamation unit at room and cryogenic temperature of the reclamation treatment



Rys. 4. Zależność wskaźnika kształtu W_k piasku kwarcowego poddanego działaniu szoku niskiej ujemnej temperatury w funkcji prędkości obrotowej, dla dwóch rozwiązań konstrukcyjnych pobocznic obwodowej

Fig. 4. Dependence of a grain shape coefficient value W_k of sand grains reclaimed both in impact and impactless centrifugal reclamation unit at room and cryogenic temperature of the reclamation treatment



Rys. 5. Zależność wskaźnika kształtu W_k piasku kwarcowego w funkcji prędkości obrotowej regeneratora odśrodkowego z poboczną bezударową, poddanego działaniu szoku niskiej ujemnej temperatury oraz w temperaturze otoczenia

Fig. 5. Dependence of a grain shape coefficient value W_k of sand grains reclaimed in impactless centrifugal reclamation unit at room and cryogenic temperature of the reclamation treatment

Na rysunku 5 przedstawiono wpływ prędkość obrotowej talerza mechanicznego regeneratora odśrodkowego z poboczną bezударową na wskaźnik kształtu W_k piasku wyjściowego i poddanego działaniu super niskiej temperatury. Jak wcześniej wspomniano obróbka temperaturowa powoduje częściowe rozdrobnienie osnowy, jak również jej osłabienie. Sprawia to, że mechaniczne oddziaływanie urządzenia w większym

zakresie wpływa na zmianę wskaźnika kształtu W_k w zależności od ustawionej prędkości obrotowej. Stwierdzono, że im większa jest prędkość obrotowa talerza tym ziarna stają się bardziej zaokrąglone, bo zmniejsza się wartość W_k .

4. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania z zastosowaniem ekstremalnie niskich temperatur jako czynnika zewnętrznego sprzyjającego zwiększeniu kruchości zużytych materiałów formierskich wykazały, że proces ten nie jest bez znaczenia również dla osnowy ziarnowej. Piasek kwarcowy zwiększa swoją podatność zarówno na kruszenie i ścieranie, ulegając jednocześnie częściowemu rozdrobnieniu pod wpływem samego zabiegu działania super niskiej temperatury. Otrzymane wyniki wskazują, że regenerację mechaniczną w takim przypadku należy dobrać o intensywności mniejszej, niż dla piasku regenerowanego bez dodatkowego zabiegu temperaturowego.

Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych jako projekt badawczy nr 3 T08B 025 26.

LITERATURA

- [1] Tordoff W. L. , Miller J., Trembly J.: *New development in sand reclamation*. CIATF Technical Forum, 1999, pp. 377-386.
- [2] Tordoff W. L.: *Method for cold reclamation of foundry sand containing clay*. U.S. Patent 5,992,499, Nov. 30, 1999.
- [3] Łuczak M.: *The analysis of impact and impactless centrifugal mechanical reclamation on reclaimed sand quality*; International Conference "The reclamation of used foundry sands". Sand Team spol. s. r. o. Brno, Českomoravska vrchovina (Czech Rep.), 16-17.04.2002, pp. 3 –10.

ANALYSIS OF THE SAND GRAINS GEOMETRY CHANGES CAUSED BY LIQUID NITROGEN COOLING AND MECHANICAL TREATMENT IN A CENTRIFUGAL RECLAMATION UNIT

The paper presents the results obtained during mechanical treatment of silica sand originally cooled by the addition of liquid nitrogen. Changes in the geometry of silica sand grains during abrasive and impact reclamation treatment realized at various speed of rotational disc were the main investigated quantities. It was found out that silica sand subjected to the mechanical treatment in extra low temperature is being destructed much faster comparing to the same treatment conducted in ambient temperature.

Recenzował: Prof. Aleksander Fedoryszyn