

## Streszczenia

---

FOSZCZ DARIUSZ, GAWENDA TOMASZ

**Analiza efektywności procesu mielenia w młynach kulowych i prętowych w zależności od zawartości ziarn drobnych w nadawie** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

W artykule przedstawiono analizę efektywności pracy młyna kulowego i prętowego w zależności od uziarnienia nadawy a w szczególności udziału klas drobnych. Analizę przeprowadzono na podstawie wyników badań laboratoryjnych oraz przemysłowych wykonanych w ramach prac badawczych dla O/ZWR KGHM PM SA. Efektywność procesu mielenia oceniano wskaźnikiem przyrostu określonych wybranych klas ziarnowych w wylewie młyna. Zagadnienie wydzielania drobnych klas ziarnowych przed operacjami rozdrabniania jest niezwykle istotne z punktu widzenia ekonomiki prowadzenia procesu przeróbki. Wydzielenie drobnych klas ziarnowych tzw. „gotowych” do dalszych operacji nie wymagających rozdrabniania na danym stadium wpływa na koszty rozdrabniania oraz oczekiwaną wydajność urządzeń rozdrabniających. Niezwykle istotne dla prawidłowego określenia schematu układów rozdrabniania jest więc ustalenie efektywności operacji rozdrabniania w zależności od zawartości ziarn drobnych. Pozwala to określić oczekiwaną efektywność procesu klasyfikacji i umożliwia optymalizację kosztów inwestycyjnych związanych z zakupem urządzeń o określonej wydajności i operacyjnych związanych z energią elektryczną zużywaną przez zaprojektowany układ technologiczny.

**Słowa kluczowe:** rozdrabnianie, młyny kulowe, młyny prętowe, ziarna drobne, zużycie energii

KISIELOWSKA EWA, WOJTASIK RAFAŁ, KASIŃSKA-PILUT EWELINA, HOŁDA ANNA

**Biologowanie srebra z odpadów poflotacyjnych z Lubina ze składowiska „Żelazny Most” z zastosowaniem grzybów z rodzaju *Aspergillus niger*** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Celem zaprezentowanego badania była analiza sposobów zastosowania autochtonicznych organizmów mikroflory w celu biologowania srebra z odpadów poflotacyjnych w składowisku Gilow. Badanie procesu biologowania przeprowadzono z zastosowaniem grzybów z gatunku *Aspergillus niger*, które dominują w środowisku autochtonicznym. Metabolizm tych grzybów, związany z produkcją znacznych ilości kwasów organicznych, pozwala na użycie ich w procesach biohydrometalurgii srebra. Po wyizolowaniu czystej biomasy *Aspergillus niger* i jej pomnożeniu rozpoczęto eksperyment. Zważone próbki odpadów zostały pokryte wybraną pożywką a następnie zaszcze-pione biomasą mikrogrzybni, która pełniła rolę odczynnika biologującego. Po trzydziestu dniach inkubacji produkt końcowy został zanalizowany chemicznie, pokazując efekty przeprowadzonego procesu biologowania (12–41,5%).

**Słowa kluczowe:** biologowanie, srebro, mikrogrzybnia, *Aspergillus niger*, odpady poflotacyjne

KOLACZ JACEK

**Zaawansowane technologie sortowania i ich zastosowanie w przeróbce surowców mineralnych** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Nowy system sortowania optycznego oparty na złożonej analizie obrazu i obrazach wysokiej rozdzielczości został opracowany przez Comex. Analiza obrazu oparta jest na obrazach wysokiej rozdzielczości, tłumieniu promieni rentgenowskich oraz zaawansowanych narzędzi filtracyjnych. Różne właściwości minerałów zostały zastosowane w celu identyfikacji przerabianego materiału. System zaopatrzony został w mechanizm odrzucający wysokiej prę-

kości oparty na technologii FPGA oraz pracujący w warunkach czasu rzeczywistego. Pozwala to zminimalizować błąd przy usuwaniu ziaren odpadowych z sortowanego materiału.

**Słowa kluczowe:** separacja optyczna, separacja elektroniczna, sortowanie optyczne

KOWOL DANIEL, ŁAGÓDKA MICHAŁ

**Wpływ ilościowego i jakościowego zróżnicowania nadawy na skuteczność osadzarkowego procesu wzbogacania** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Skuteczność działania osadzarek pulsacyjnych uzależniona jest od ich rozwiązań konstrukcyjnych oraz dostosowania parametrów pracy do charakterystyki wzbogacanego materiału i wymogów jakościowych procesu produkcyjnego. Niezwykle istotnym zagadnieniem jest odpowiednie przygotowanie (uśrednienie, wprowadzenie) materiału przeznaczonego do wzbogacania. W artykule zamieszczono wyniki badań laboratoryjnych zmierzających do określenia wpływu zróżnicowania ilościowo-jakościowego nadawy na skuteczność procesu jej rozdziału w osadzarkę pulsacyjnej. Badania wykazały, że nierównomierne wprowadzanie materiału, na całej szerokości koryta roboczego, do osadzarki pulsacyjnej powoduje znaczne zmniejszenie skuteczności procesu wzbogacania. Stwierdzono, że większy wpływ na wynik procesu wzbogacania ma nierównomierność ilościowa wprowadzania nadawy.

**Słowa kluczowe:** osadzarki pulsacyjne, proces rozdziału, materiał uziarniony, przeróbka surowców mineralnych, wzbogacanie

KRAWCZYKOWSKA ALDONA, MARCINIAK-KOWALSKA JOLANTA

**Problem wilgotności w węglach brunatnych — metody jej usuwania** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Artykuł jest przeglądem metod suszenia węgla stosowanych na świecie. Węgiel brunatny jest zasobnym i ekonomicznie opłacalnym źródłem energii. Istotną wadą węgla brunatnego jest jego wysoka wilgotność, która waha się od 30% aż do 70%. Przed każdym przemysłowym wykorzystaniem, węgiel brunatny poddaje się suszeniu. Zmniejszenie zawartości wody jest bardzo ważne i przyczynia się do zwiększenia wartości opałowej oraz obniżenia kosztów transportu przy jednoczesnym zwiększeniu efektywności spalania, bezpieczeństwa i redukcji emisji w procesie spalania. Aby możliwe było przetwarzanie węgla brunatnego w paliwo ciekłe lub gazowe, jak również wysokiej jakości paliwo stałe, jego wilgotność powinna być obniżona do 10–20% — w zależności od jego końcowego wykorzystania.

**Słowa kluczowe:** węgiel brunatny, wilgoć w węglu brunatnym, procesy suszenia

KRAWCZYKOWSKI DAMIAN, KRAWCZYKOWSKA ALDONA

**Wpływ kształtu ziaren surowca na bilansowanie produktów klasyfikacji w hydrocyklonach w oparciu o wyniki laserowych analiz uziarnienia** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Artykułu dotyczy bilansowanie produktów klasyfikacji hydraulicznej materiałów drobnoziarnistych na podstawie udziałów klas ziarnowych w produktach określanych metodą dyfrakcji laserowej. Badania obejmowały: eksperyment klasyfikacji w hydrocyklonach surowców drobnoziarnistych różniących się kształtem ziaren, analizę składu ziarnowego produktów klasyfikacji metodą laserową, określenie dokładności analiz, obliczenia bilansujące wychody produktów klasyfikacji wraz z porównaniem ich z wychodami określonymi doświadczalnie.

**Słowa kluczowe:** laserowe analizy granulometryczne, bilans produktów klasyfikacji, kształt ziaren

MARCINISZYN TOMASZ, SIERADZKI ADAM

**Wybrane właściwości amfibolitu i migmatytu z kopalni G.A.M Kluczowa** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

W artykule przedstawiono wyniki badań przewodności cieplnej, rozszerzalności termicznej, jak również nasiąkliwości wodnej migmatytu i amfibolitu. Przeprowadzone badania mają na celu sklasyfikowanie migmatytu i am-

fibolitu pod względem ich praktycznego zastosowania. Wyniki wykazały, że badane materiały skalane mogą być wykorzystane jako materiał konstrukcyjny charakteryzujący się dobrymi właściwościami termicznymi oraz wizualnymi.

**Słowa kluczowe:** migmatyt, amfibolit, przewodnictwo cieplne

MITURA ANDRZEJ

**Badanie wpływu zmiany udziału składników mieszanki energetycznej na ciepło spalania** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

W artykule przedstawiono wstępne badania nad możliwością energetycznego zagospodarowania wybranych odpadów z grup: 06, 13, 05 i 01. Oceniano zmianę wartości ciepła spalania w utworzonych mieszankach energetycznych wraz ze zmianą w nich udziału poszczególnych komponentów. Zaproponowano także wykorzystanie metod regresji w celu obliczenia ciepła spalania, a następnie dokonano porównania ciepła wyznaczonego empirycznie z obliczonym teoretycznie.

**Słowa kluczowe:** odpady, ciepło spalania, muł węglowy, spalanie

MODRZEWSKI REMIGIUSZ, WODZIŃSKI PIOTR

**Symulacja ruchu sit przesiewaczy przemysłowych** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Niniejsza praca prezentuje opis metody symulacji ruchu sit w przesiewaczach swobodnie drgających opracowanych i badanych w Katedrze Aparatury Procesowej Politechniki Łódzkiej. Jak wiadomo, rodzaj ruchu drgającego przesiewaczy, oraz parametry tego ruchu, takie jak np. wskaźnik podrzutu, mają decydujący wpływ na skuteczność procesu rozdzielania mieszanin ziarnistych. Możliwość symulacji tego ruchu jeszcze przed zbudowaniem konkretnej maszyny pozwala zaoszczędzić zarówno czas jak i pieniądze, jest też istotnym wsparciem późniejszych badań kinematycznych, gdyż pozwala zweryfikować poprawność działania elektronicznych układów pomiarowych.

**Słowa kluczowe:** przesiewanie, przesiewacz, sito, ruch drgający

NAD ALONA, BROŻEK MARIAN, NAZIEMIEC ZDZISŁAW

**Wytrzymałość na rozciąganie odmian litologicznych polskich rud miedzi** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Artykuł przedstawia wyniki badań rozdrabniania pojedynczych ziaren przez ściskanie. Badania przeprowadzono na przykładzie trzech litologicznych odmian rud miedzi z kopalń Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego: dolomit, łupek i piaskowiec. Wytrzymałość ziaren na rozciąganie była określana za pomocą jednoosiowego ściskania. Wytrzymałość na rozciąganie mineralnych ziaren charakteryzuje się dużym rozrzutem wyników. Rozrzut ten jest spowodowany wpływem losowych czynników takich jak warunki obciążenia, ułożenie ziarna, kształt ziarna oraz wewnętrzna struktura ziarna. W związku z tym wytrzymałość zbioru ziaren mineralnych charakteryzuje się pewnym rozkładem. Dystrybuanta rozkładu wytrzymałości jest wyrażona przez rozkład Weibulla, w którym parametry rozkładu są niezależne od wielkości ziaren. W artykule również zaprezentowane zależności średniej wytrzymałości dolomitu, łupku i piaskowca od rozmiaru ziaren.

**Słowa kluczowe:** wytrzymałość, dolomit, łupek, piaskowiec, rozkład Weibulla, ściskanie

PAN XIAOWEI

**Zastosowanie sensora kontrolnego na składowisku w zakładzie przeróbczym** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Wraz z rozwojem i coraz szerszym zastosowaniem instrumentów pomiarowych związanych ze składowaniem materiałów uziarnionych, sensory pomiaru poziomu składowiska znalazły nowe zastosowanie. Ponadto, sensory te można stosować w celu prognozowania natury mieszania różnego typu składników zgromadzonych na składowisku. Przy pomocy modelowania DEM oraz technik symulacyjnych można dokonać estymacji sposobu mieszania.

Informacja ta zawiera zarówno dane na temat kiedy dochodzi do procesu mieszania, jak i w jaki sposób się to dzieje. Omawiany sensor stanowi część systemu „śledzenia”, który korzysta z informacji w czasie rzeczywistym dostępnych zarówno w SCADA, jak i bazie danych zakładu przerobczego lub kopalni. Stosując dane geologiczne oraz dane dotyczące przerobu rudy, system ten kalkuluje i przewiduje dane dla każdej jednostki procesu przerobczego. Sensor, opracowany pierwotnie dla kopalni diamentów, może być stosowany również dla innego typu rud, czy operacji górniczych, wliczając w to rudę żelaza, węgiel, miedź, chrom, mangan, czy zakłady cementowe.

**Słowa kluczze:** poziom składowiska, sensor, modelowanie składowiska, pomiar procesu

PAN XIAOWEI

**Optymalizacja zakładu przerobczego w przypadku rud surowych** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Wzbogacanie rud w kopalni można określić jako złożone i drogie, uwzględniające wiele procesów bilansowych, dla których ilości materiału, ich rozmiar, gęstość i inne cechy muszą pozostawać w stanie określonej równowagi jeżeli optymalizacja jest celem, który chce się osiągnąć. Aby określić optymalne ustawienia dla procesu wzbogacania, tj. w przypadku jednostek wzbogacania w cieczach ciężkich skonstruowano optymalizator kopalniany uwzględniający ogólną optymalizację zakładu. Optymalizator Kopalni korzysta z dostępności danej jednostki, wydajności w tonach na godzinę (t/h), zmian w rozmiarach materiału (pomiędzy kruszeniami) i innych ograniczeń. Wynik pozwala zoptymalizować tańsze procesy, takie jest strzelanie co pozwala z kolei znacząco poprawić procesy droższe, tj. kruszenie, dzięki zoptymalizowanemu rozdrobieniu rudy surowej. Dla przykładu, jeżeli uziarnienie rudy surowej nie jest wymaganego rozmiaru, produkcja zakładu nie jest zbilansowana i tym samym produkcja zakładu jest niższa o 10–20% lub nawet 50% w najgorszych przypadkach. Z drugiej strony, zbyt drobna ruda surowa może spowodować mniejszą stosowalność procesów kruszenia o nawet 50% a w tym samym czasie inne jednostki produkcyjne pracują na 100% swojej wydajności, tj. np. składowiska odpadów. Ponadto, drobniejsza ruda surowa może spowodować spadek wartości minerału, jak np. w przypadku węgla, rudy żelaza bądź diamentów, gdzie wyższa cena produktów zależy od większego ich rozmiaru.

**Słowa kluczze:** optymalizacja procesu, produkcja kopalni, symulacja produkcji, przeróbka surowców mineralnych

PAN XIAOWEI

**Inteligentny system „śledzenia” rudy za pomocą technologii sensorowej** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Zależność pomiędzy mineralogią rudy a przeróbką jest bardzo dobrze znana w przemyśle górniczym. W rzeczywistości, definicja złoża mineralnego jako rudy zależy od jego podatności na procesy przerobcze z punktu widzenia ekonomii. Przy zastosowaniu systemu „śledzenia” rudy informacja o każdym bloku rudy jest uzyskiwana podczas procesu wydobycia i obróbki górniczej. Może być ona zastosowana jako dane wejściowe do operacji przeróbki surowców mineralnych. Pozwoli to na optymalizację w czasie rzeczywistym i kontrolę procesów przerobczych. Inteligentny system „śledzenia” rudy można uzyskać za pomocą techniki sensorowej. System ten korzysta z informacji w czasie rzeczywistym dostępnych zarówno w SCADA jak i bazie danych kopalni. Przy zastosowaniu danych geologicznych i informacji na temat ilości przerabianej rudy system oblicza i przewiduje informacje nt. rudy, tj. procent mieszania rudy, stopień rozdrobnienia, twardość, czy gęstość. Informacje te mogą stanowić bazę dla każdego procesu przerobczego w kopalni, wliczając pierwsze kruszenie, pierwsze składowanie, pierwsze sortowanie, drugie kruszenie, drugie sortowanie, powtórne kruszenie, rozdział w cieczach ciężkich itp. System „śledzenia” rudy, wynaleziony pierwotnie dla kopalni diamentów może zostać zastosowany w innych kopalniach, tj. kopalnia żelaza, węgla, chromu, manganu itp.

**Słowa kluczze:** śledzenie rudy, monitoring typu rudy, pomiar procesu, sensor

POĆWIARDOWSKI WOJCIECH, WODZIŃSKI PIOTR, KANIEWSKA JOANNA

**Badania przesiewacza zataczającego-śrubowego** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Niniejsza praca dotyczy przesiewaczy zataczających. Są to maszyny złożone z okrągłych kasetonów sitowych, które ułożone jeden nad drugim, stanowiące rzeszoto maszyny. Sita w przesiewaczach zataczających wykonują precesyjny

ruch „pijanej beczki”. Jest to ruch złożony, przestrzenny i dlatego maszyny te są szczególnie przeznaczone do przesiewania materiałów drobno i bardzo drobno uziarnionych. Autorzy niniejszego opracowania zajmują się przesiewaczami napędzanymi dwoma symetrycznymi, zsynchronizowanymi motowibratorami rotacyjnymi. Napęd ten jest stosunkowo prosty i pozwala na osiągnięcie dobrych właściwości procesowych maszyny przesiewającej. Badania tego przesiewacza są wykonywane z użyciem kruszywa wapiennego. Celem pracy było zaprezentowanie studium konstrukcyjnego przesiewaczy zataczających jak i wyników badań procesowych tych maszyn.

**Słowa kluczowe:** przesiewanie, sprawność przesiewania, przesiewacze zataczające

POMYKAŁA RADOŚLAW, STEMPKOWSKA AGATA, LYKO PAULINA

**Właściwości reologiczne mułu odpadowego z przeróbki węgla** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Opad mułowy powstaje w zakładach przeróbki węgla kamiennego, jako zawiesina wodna o zawartości części stałych od 200 do 450 g/dm<sup>3</sup>, frakcji 0–0,3 mm. Wydzielany jest on w hydrocyklonach i zagęszczaczach Dorra. W zależności od właściwości nadawy oraz samego procesu przeróbki, opad mułowy może stanowić nawet ponad 30% całości wytwarzanych odpadów. W artykule przedstawiono wyniki pomiarów właściwości reologicznych zawiesin odpadu mułowego o różnej zawartości części stałych z wykorzystaniem trzech różnych lepkościomierzy, bazujących na różnych systemach pomiarowych. Rezultaty badań przedstawiono w postaci krzywych płynięcia oraz krzywych lepkości, a także dopasowano je do trzech najpopularniejszych modeli reologicznych. Wskazano najważniejsze czynniki wpływające na wyniki pomiarów. Do najważniejszych z nich należy zawartość części stałych w zawiesinach odpadu mułowego. Decyduje ona jednak nie tylko o wartościach naprężeń stycznych dla określonych prędkości ścinania, ale również o zachowaniu i właściwościach takich cieczy. W zależności od zawartości części stałych najlepsze dopasowanie przebiegu krzywych płynięcia odpowiada różnym modelom reologicznym.

**Słowa kluczowe:** odpad mułowy, zawiesina, przeróbka węgla kamiennego, reologia, granica płynięcia

RÓŻANOWSKI BARTOSZ, MICHAŁOWSKI MACIEJ,  
TORA BARBARA, CABLIK VLADIMIR, CERNOTOVA LENKA

**Efektywność zastosowania wierzby (*Salix viminalis*) przy oczyszczaniu ścieków** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Celem tego badania było określenie stosowalności wierzby w zakresie oczyszczania ścieków. Zasadzono szybko rosnące podgatunki wierzby *Salix viminalis* w osadniku ściekowym w celu mechanicznego i biologicznego oczyszczania ścieków w Zakł. Inżyn. obok Tarnowa. Właściwości fizykochemiczne próbek ścieku zostały zbadane. Wykazano, że zasadzone wierzby akumulują znaczące ilości azotu, fosforu i metali ciężkich ze swego środowiska a tym samym zmniejszają zawartość tych pierwiastków w ścieku. Wyniki wskazują, że wierzba *Salix viminalis* jest bardzo szybko rosnącym podgatunkiem i jest efektywna w procesie oczyszczania ścieków.

**Słowa kluczowe:** oczyszczanie ścieków, neutralizacja, wzrost, zakłady przemysłowe

TUMIDAJSKI TADEUSZ, NIEDOBA TOMASZ, SARAMAK DANIEL

**Wprowadzenie do statystyki matematycznej materiałów uziarnionych** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Przeróbka surowców mineralnych, nazywana także mineralurgią zajmuje się, generalnie rzecz biorąc, rozdziałem materiałów uziarnionych, czyli zbiorami pojedynczych ziaren. Przedmiotem zainteresowania mineralurgii jest wykorzystanie zbiorów ziaren posegregowanych ze względu na określoną ich cechę lub cechy. Opis statystyczny materiałów uziarnionych oraz procesów rozdziału z nimi związanych można nazwać statystyką matematyczną materiałów uziarnionych lub mineralurgostatystyką. W artykule przedstawiono zespół problemów związanych z prawidłowym określeniem podstawowych pojęć tak rozumianej statystyki, czyli pojęć populacji generalnej, sposobów określania prawdopodobieństw, definiowana krzywych składu, opisu procesów rozdziału z wykorzystaniem prawa zachowania masy (bilansu). Przedstawiono także cele, zapowiadane przez artykuł, cyklu publikacji dopracowujących język statystyki materiałów uziarnionych, definicje i twierdzenia. Wszystkie te prace zmierzają do unifikacji języka opisu oraz daleko idącego jego uświadczenia.

**Słowa kluczowe:** statystyka materiałów uziarnionych, populacja generalna, krzywe wzbogacalności, opróbowanie

UMUCU YAKUP, DENİZ VEDAT

**Modelowanie i symulacja pracy cyklonu z cieczą ciężką w procesie wzbogacania węgla** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

W badaniu dokonano analizy pracy cyklonu z cieczą ciężką w zależności od czasu na przykładzie czystego węgla i próbek łupka pobranych z nadawy kierowanej do cyklonu w przedsiębiorstwie węglowym Buruyar, zlokalizowanym w rejonie Manisa-Soma. Następnie, próbki pobrane z kopalni z regionu Denizli-Civril poddano procesowi klasyfikacji i ocenie wymywalności. Na końcu, określono zmiany godzinowe w wielkości czystego węgla i łupka odzyskanego z procesów przerobczych węgla z Denizli-Civril za pomocą cyklonu z cieczą ciężką. W tym celu zastosowano klasyczne metody symulacji i modelowania w zależności od parametrów cyklonu z cieczą ciężką. Wyniki otrzymane z obu metod zostały porównane.

**Słowa kluczowe:** węgiel, wymywalność, modelowanie

UMUCU YAKUP, DENİZ VEDAT, BOZKURT VOLKAN

**Ocena procesu mielenia za pomocą programu MODSIM<sup>®</sup>** • AGH Journal of Mining and Geoengineering • vol. 36, No. 4, 2012

Istnieją programy do komputerowego projektowania systemów przeróbki surowców mineralnych zawierające również modele symulacyjne służące do projektowania młynów kulowych. Popularne są techniki symulacyjne ponieważ umożliwiają one rozwiązywanie skomplikowanych problemów bez dużej bazy danych. Jednym z takich symulatorów jest program MODSIM<sup>®</sup>, który oblicza szczegółowy bilans masowy dla jakiegokolwiek zakładu wzbogacania. MODSIM<sup>®</sup> może symulować zintegrowane systemy przerobcze, zawierające w sobie podsystemy rozdrabniania. W artykule przedstawiono równania dla  $S_i$  oraz  $B_{ij}$  (funkcje rozkładu selekcji i rozdrabniania) określone dla składów ziarnowych otrzymanych po różnych czasach rozdrabniania i przy zastosowaniu parametrów modelu ( $S_i$ ,  $a_i$ ,  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\beta$  and  $\phi_{ij}$ ) dla różnych stosunków wypełnienia materiałem komory młyna. Dane eksperymentalne zostały statystycznie porównane z danymi otrzymanymi z programu MODSIM<sup>®</sup> przy zastosowaniu parametrów modelu.

**Słowa kluczowe:** model kinetyczny, MODSIM<sup>®</sup>, mielenie, modelowanie, symulacja