

Praca dyplomowa inżynierska

Badania doświadczalne oraz modelowanie numeryczne wpływu częstości obrotów młyna kuleczkowego na rozdrabnianie cząstek TiO₂

Autor: Marek Sutkowski

Nr albumu: 306902

Promotor: dr inż. Wojciech Orciuch

Opiekun pomocniczy: mgr inż. Radosław Krzosa

Rok akademicki: 2022/2023



Wprowadzenie

Dwutlenek tytanu jest substancją nieorganiczną powszechnie używaną do produkcji białego pigmentu. W celu otrzymania go w takiej formie, musi on zostać poddany procesowi rozdrabniania. W tym procesie istotne jest dobranie odpowiedniej metody kruszenia. Metoda będzie determinować narzędzia lub urządzenia, które będą stosowane w procesie. W pracy opisano proces rozdrabniania zawiesiny tlenku tytanu w młynie kuleczkowym. W ramach części doświadczalnej prowadzono pomiary rozmiaru cząstek dla różnych częstości obrotów młyna. Natomiast w części obliczeniowej przedstawiono rozkład wartości parametrów istotnych dla procesu rozdrabniania.

Cel i zakres pracy

Celem niniejszej pracy jest zbadanie wpływu szybkości obrotów oraz objętości medium rozdrabniającego w młynie kuleczkowym na proces rozdrabniania.

Zakres pracy obejmuje:

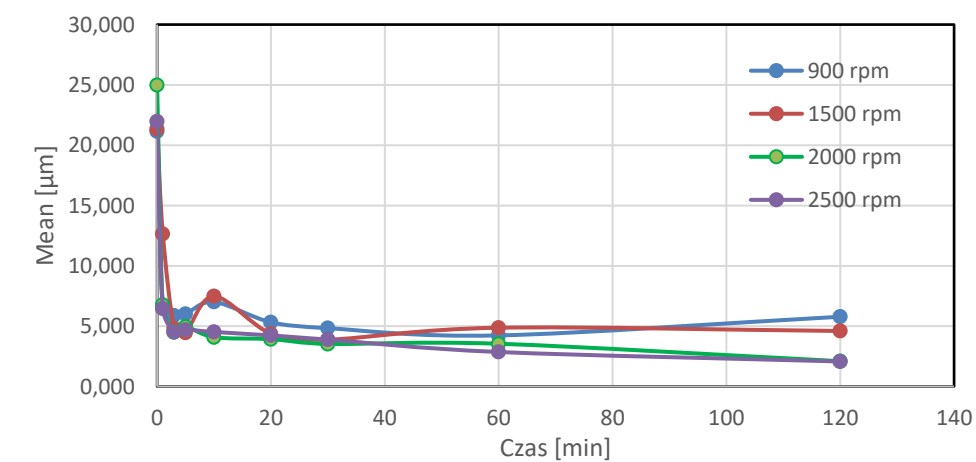
- Przegląd literatury z zakresu procesu rozdrabniania oraz charakterystyki tlenku tytanu.
- Stworzenie geometrii oraz siatki obliczeniowej młyna kuleczkowego.
- Przeprowadzenie obliczeń dla różnych częstości obrotów.
- Przygotowanie zawiesiny, przeprowadzenie procesu rozdrabniania w młynie kuleczkowym, pobranie próbek oraz badanie ich przy użyciu analizatora rozmiaru cząstek.

Część obliczeniowa

W ramach części obliczeniowej stworzono model komory mielącej oraz siatkę obliczeniową młyna kuleczkowego, na których prowadzono obliczenia. Aby odwzorować turbulentny przepływ zawiesiny w młynie zastosowano model burzliwości k-epsilon. Domena obliczeniowa składała się z płynu oraz kulek mielących. Z tego względu zastosowano model wielofazowy eulerian granular. Obliczenia prowadzono dla 5 wartości częstości obrotów: 900, 1500, 2000, 2500 oraz 2900 rpm. Stopień wypełnienia komory mielącej kulkami wynosił 40%. Na podstawie symulacji obliczono wartości czterech parametrów: ułamka objętościowego, prędkości faz, temperatury granularnej oraz szybkości dyssypacji energii.

Część doświadczalna

W ramach doświadczeń przygotowano zawiesinę dwutlenku tytanu w wodzie demineralizowanej, którą następnie podano procesowi rozdrabniania. W trakcie procesu pobierano próbki, które zostały poddane analizie przy pomocy analizatora rozmiarów cząstek. Wykonano pomiary dla częstości obrotów równych 900, 1500, 2000 oraz 2500 rpm. Stopień wypełnienia komory mielącej kulkami wynosił 40%. Przeprowadzono również jeden pomiar dla stopnia wypełnienia 60% w celu porównania wpływu tego parametru na proces.



Rys. Średnia rozmiarów cząstek dla różnych częstości obrotów

Wnioski

Wraz ze zwiększeniem częstości obrotów stwierdza się poprawę sprawności procesu rozdrabniania. Przy zwiększonej częstości obrotów deglomeracja cząstek następowała szybciej. Również szybciej zwiększała się populacja cząstek submikronowych. Ponadto średni rozmiar cząstek po zakończeniu procesu zmniejsza się wraz ze zwiększaniem częstości obrotów w młynie. Jeżeli chodzi o parametry procesu, to wraz ze zwiększeniem częstości obrotów odnotowano wzrost temperatury granularnej oraz szybkości dyssypacji energii. Są to istotne parametry w kontekście rozdrabniania cząstek stałych.