

Praca dyplomowa inżynierska

Badanie doświadczalne i modelowanie CFD procesu rozdrabniania zawiesiny TiO_2 w młynie kulowym



Autor: Julia Chaładej

Nr albumu: 289226

Promotor: prof. dr hab. inż. Łukasz Makowski

Opiekun pomocniczy: mgr inż. Radosław Krzosa

Rok akademicki: 2023/2024

Wprowadzenie

Kontrolowanie właściwości wytwarzanego produktu chemicznego, takich jak reologia lub szybkość uwalniania składnika aktywnego jest ułatwione przy wykorzystaniu substratów w formie mikro- i nanocząstek. Wysokoenergetyczne mielenie kuleczkowe pozwala na uzyskiwanie nanozawiesin na skalę produkcyjną. Badanie wpływu parametrów procesowych takich jak częstość obrotowa wału napędzającego kulki mielące lub jego geometria na przebieg tego procesu ma duże znaczenie praktyczne. Jest to możliwe z wykorzystaniem modelowania za pomocą obliczeniowej mechaniki płynów i doświadczonego określania rozkładu rozmiarów w otrzymywanej zawieszynie.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było zbadanie wpływu częstości obrotowej wału napędzającego kulki mielące na przebieg rozdrabniania wodnej zawiesiny tlenku tytanu (IV). Zakres pracy obejmuje:

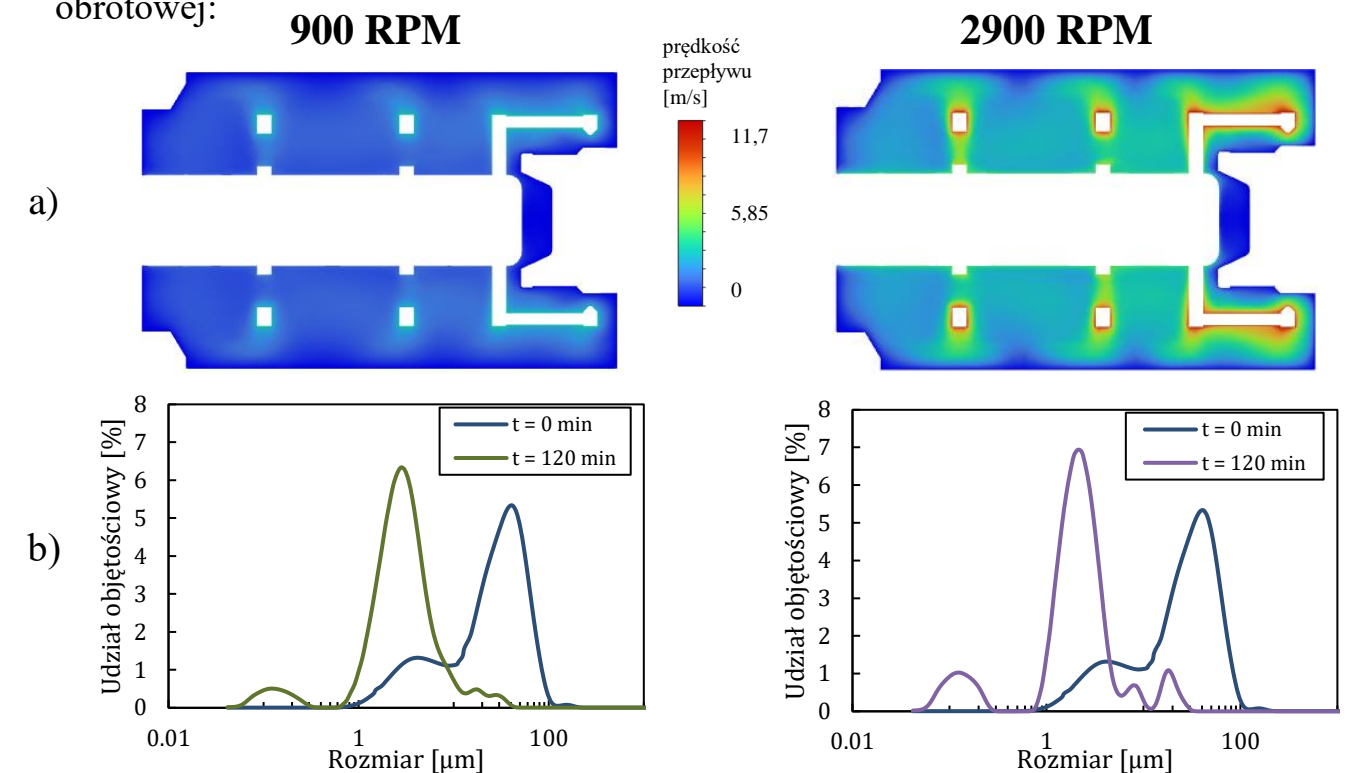
- przegląd literatury poświęconej opisowi i modelowaniu procesu rozdrabniania;
- badanie doświadczalne zmian rozkładu rozmiarów i średniego rozmiaru cząstek w zależności od czasu dla częstości obrotowej równej 900 i 2900 RPM;
- symulację CFD warunków hydrodynamicznych panujących w komorze mielenia i porównanie wartości parametrów wskazujących na energię oddziaływań między rozdrabnianą zawieszyną a kulkami mielącymi dla obu częstości obrotowych rotora.

Charakterystyka procesu mielenia oraz rozdrabnianej zawiesiny tlenku tytanu (IV) na podstawie przeglądu literatury.

W młynach kulowych redukcja rozmiaru cząstek zachodzi na skutek ich zderzeń z kulkami mielącymi lub ich rozcierania pomiędzy nimi. Mechanizm rozdrabniania i zapotrzebowanie energii zależą od początkowej wielkości cząstek. W przypadku zawiesin tlenków metali faza rozproszona występuje w formie aglomeratów i agregatów, które na skutek procesu deaglomeracji rozpadają się na cząstki pierwotne, a jego szybkość zależy od siły oddziaływań wiążących ze sobą cząstki składowe oraz od występującego mechanizmu: rozgniatania, pęknięcia lub erozji.

Wyniki części doświadczalnej i obliczeniowej

Za pomocą analizatora rozmiaru cząstek zmierzono rozkłady rozmiarów fazy rozproszonej dla wybranych chwil procesu mielenia oraz wykonano symulację CFD ruchu mieszaniny zawiesina-kulki wewnątrz komory mielenia za pomocą modelu dwufazowego Eulera. Rysunek 1 przedstawia wybrane wyniki – wyznaczone pole prędkości przepływu mieszaniny (a) i rozkłady rozmiarów (b) dla każdej częstości obrotowej:



Rysunek 1 Wyznaczone pole prędkości w komorze mielenia (a) i rozkłady rozmiarów cząstek (b) zmielonej zawiesiny.

Zwiększenie częstości obrotowej z 900 do 2900 RPM spowodowało zwiększenie populacji cząstek pierwotnych oraz intensyfikację warunków hydrodynamicznych wewnątrz komory mielenia: wzrost prędkości przepływu, energii kinetycznej turbulencji, szybkości dyssypacji energii i temperatury granularnej medium mielącego.

Wnioski

Wzrost częstości obrotowej wału napędzającego kulki mielące jest czynnikiem intensyfikującym proces rozdrabniania w młynie, ponieważ:

- prowadzi do uzyskania mniejszego średniego rozmiaru fazy rozproszonej poprzez nasilenie mechanizmu erozyjnego deaglomeracji;
- powoduje lepsze wykorzystanie mocy mieszania poprzez polepszenie transferu energii z medium mielącego do rozdrabnianej zawiesiny dzięki zwiększeniu temperatury granularnej kulek, energii kinetycznej burzliwości przepływu i szybkości dyssypacji energii.