

MAREK MACKO
ADAM SOBOCZYŃSKI
GRZEGORZ ZYBERT
ŁUKASZ ZGÓRSKI
ŁUKASZ JĘDRZEJEWSKI
PAWEŁ WIECZOREK
MARCIN WYSOCKI

Studenckie Koło Naukowe Komputerowego Wspomagania Projektowania
Wydział Matematyki, Fizyki i Techniki, Instytut Techniki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

Analizy numeryczne wybranych konstrukcji rozdrabniacza

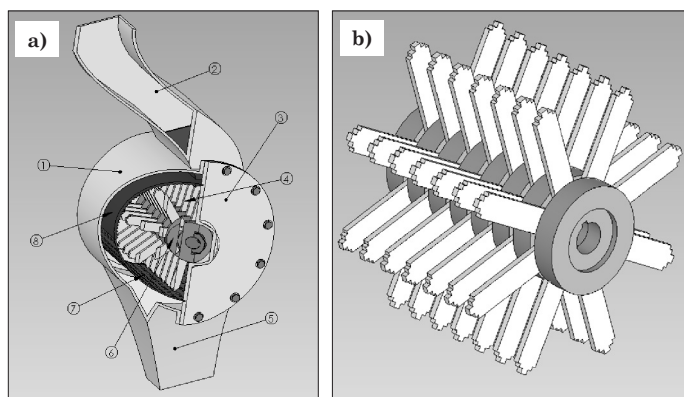
Wprowadzenie

Zagadnienia rozdrabniania odgrywają duże znaczenie w przemyśle przetwórstwa minerałów, przetwórstwa tworzyw sztucznych i w przemyśle spożywczym [1–3]. W celu doboru optymalnych cech konstrukcyjnych przestrzeni rozdrabniania prowadzone są badania w skali laboratoryjnej, przy wykorzystaniu dostępnych narzędzi komputerowego projektowania [4–6]. Jednym z często stosowanych rozdrabniaczy w przemyśle spożywczym jest rozdrabniacz bijakowy [7–9]. Posiada zamocowane bijaki, które uderzając o wsadowe tworzywo powodują jego rozdrobnienie. Materiał rozdrabniany zwykle jest dostarczany od góry, gdzie grawitacyjnie przemieszcza się do komory rozdrabniającej.

Celem pracy było wspomaganie procesu projektowego, nowej konstrukcji rozdrabniacza procedurami: *CosmosMotion*, *SolidWorks*.

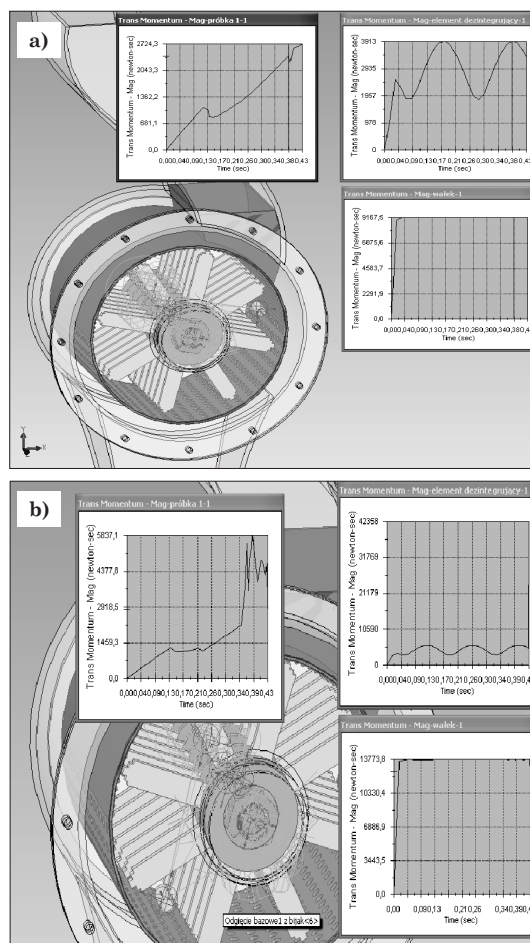
Badania prowadzono przy wykorzystaniu modelu numerycznego rozdrabniacza bijakowego, przedstawionego na rys. 1. Model złożenia przygotowano w aplikacji *SolidWorks*, analizy przeprowadzono wykorzystując aplikację *CosmosMotion*. Badania wykonano dla czterech różnych prędkości obrotowych. Próbie rozdrobnienia poddano próbkę o przekroju rurowym dla kilku wariantów.

Zespół bijaka składa się z 7 rzędów pojedynczych zespołów rozdrabniających z których każdy jest zakładany oddzielnie na wał napędowy rozdrabniacza. Każdy z tych pojedynczych elementów składa się z 8 bijaków. W sumie w całym układzie

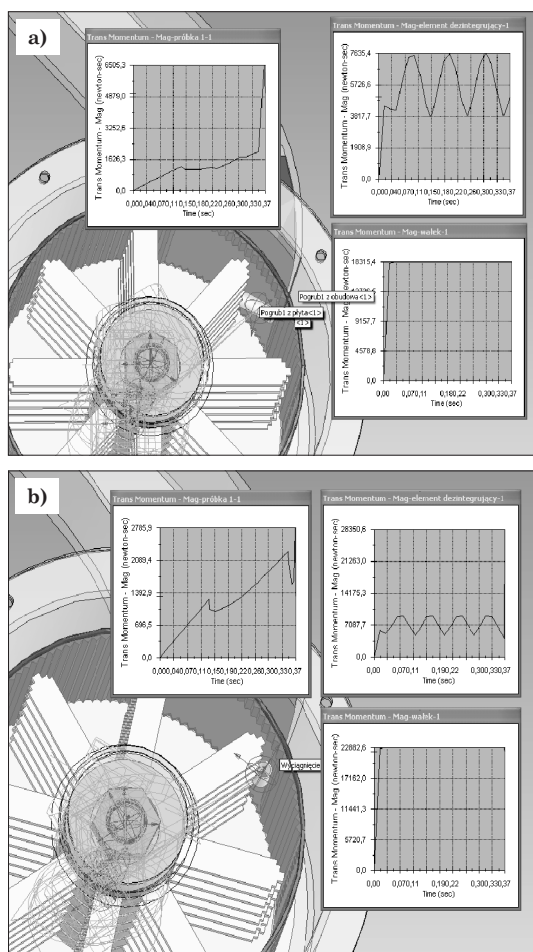


Rys. 1. Widok głowicy rozdrabniacza bijakowego – a): 1 – obudowa, 2 – lej zasypowy, 3 – obudowa przód, 4 – bijak, 5 – wysyp, 6 – element mocowania bijaków, 7 – sito, 8 – płyta intensyfikująca. Widok zespołu bijaka – b)

do rozdrabniania używanych jest 56 bijaków. Długość pojedynczego bijaka nie przekracza 90 mm a jego grubość 5 mm. Bijak charakteryzuje się prostym wykonaniem oraz długim okresem użytkowania. Zastosowanie stopniowych zakończeń bijaków wpływa pozytywnie na efektywność rozdrabniania. Pierwsze próby wykonano przy prędkości obrotowej 290 obr/min i 435 obr/min, próbka numer 1 została wprowadzona do leja zasypowego, a następnie uruchomiono symulację. Poniżej przedstawiono ogólny schemat rozdrabniacza i przebiegi chwilowe momentu obrotowego. Czas badania ustalono na 1 sekundę.



Rys. 2. Widok okna programu *CosmosMotion* dla próbki nr 1, wraz z wykresami momentów zarejestrowanych na wałku wyjściowym przy prędkości obrotowej 290 obr/min – a) oraz 435 obr/min – b)



Rys. 3. Widok okna programu *CosmosMotion* dla próbki nr 1, wraz z wykresami momentów zarejestrowanych na wałku wyjściowym przy prędkości obrotowej 580 obr/min – a) oraz 725 obr/min – b)

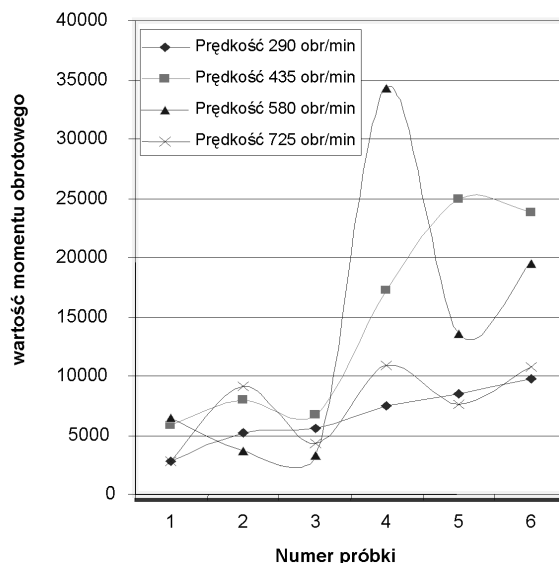
Numer próbki	Średnica wewnętrzna, [mm]	Długość, [mm]
1	10	12

Następne badania prowadzono dla prędkości 580 i 725 obr/min, próbka numer 1 została wprowadzona do lejka zasympowego, a następnie uruchomiono symulację. Czas badania ustalono na 1 sekundę.

Omówienie wyników

Symulację procesu rozdrabniania ustawiono na 1 sekundę. Podczas próby można zweryfikować w jaki sposób próbka wpada do komory rozdrabniającej oraz w jaki sposób zostanie uderzona krawędziami roboczymi lub czy próbka wpada między nóż a płytę intensyfikującą. Z badań wynika, że przy prędkościach 580 i 725 obr/min jest wyższe prawdopodobieństwo aby próbka wpadała do komory rozdrabniającej gdzie następuje kontakt z bijakiem. Badania wykazały również wpływ prędkości obrotowej na wartość momentu obrotowego. W tym celu sporządzono wykres maksymalnych wartości momentów obrotowych występujących w próbce i przyrównam to do pola przekroju danej próbki. Wykresy wielkości momentu obrotowego i pola przekroju są umieszczone na rys. 4.

Porównując dane na wykresach zauważyć można że największe amplitudy zmian wielkości momentu obrotowego zachodzą przy prędkościach (435 i 580) obr/min, a najmniejsze przy (290 i 725) obr/min.



Rys. 4. Wykres maksymalnych wartości momentów obrotowych występujących w próbkach

Podsumowanie

Głównym celem zrealizowanych badań była ocena przydatności systemów z zakresu CAD/CAE (wykorzystujących metodę elementów skończonych i umożliwiającą przeprowadzenie analiz kinematycznych) w rozwoju konstrukcji (zapis CAD) rozdrabniacza bijakowego. Cel osiągnięto dzięki analizie wyników badań wykonanych na rozdrabniaczu wirtualnym, utworzonym w pakiecie *SolidWorks*. Należy wspomnieć, że wyniki uzyskane w symulacjach komputerowych obciążone są błędem nieprecyzyjnego ustawienia parametrów początkowych. Dodatkowo przyjęto uproszczenia przy budowie modelu bryłowego a następnie definiowaniu modelu symulacji komputerowej. Wyniki badań symulacyjnych były ciekawym materiałem do analiz, pokazano m.in. jak zmienia się wartość momentu obrotowego na próbce czy elemencie dezintegrującym co w rzeczywistych warunkach jest trudne do wykonania. W wyniku badań i analizach stwierdzono, potrzebę stosowania tego typu oprogramowania przy opracowywaniu konstrukcji rozdrabniaczy. Procedury numeryczne umożliwiają wykrycie kolizji budowanych złożów. Podsumowując należy stwierdzić, że nie można ograniczać się do badań symulacyjnych, ale należy zawsze uzupełnić je badaniami laboratoryjnymi. Powinny być jedynie wyznacznikiem do dalszych badań. W dalszych symulacjach należy poprawić dokładność wykonania modeli bryłowych oraz specyfikację badanego procesu.

LITERATURA

1. *K. Bieliński*: Inż. Masz. **22**, Wyd. ATR-SAWO, s.83, Bydgoszcz 2004.
2. *F. Chwarścianek*: The Arch. of Mech. Eng., **54**, 4 (2007).
3. *M. Chwiej*: Roczniki Nauk Roln. Seria C, **76**, nr 3, 101 (1986).
4. *J. Dmirewski*: Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych. T.3, PWRiL Warszawa 1978
5. *A. Dowgiallo*: J. of Food Engineering **66**, 57 (2005).
6. *Q. Fang, I. Bölöni, E. Haque, C. K. Spillman*: Amer. Soc. of Agr. and Biol. Eng., St. Joseph, Michigan (www.asabe.org) **13**, nr 5, 631 (1997).
7. *J.B. Flizikowski, K. Tyszczyk, K. Dyrda*: Inż. Masz. **22**, Wyd. ATR-SAWO, s.203, Bydgoszcz 2004.
8. *P. Lewicki* (praca zbiorowa): Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego. Wyd. 3 zm. WNT, Warszawa, 1999.
9. *M. Opielak*: Wybrane zagadnienia rozdrabniania materiałów w przemyśle rolno-spożywczym Wyd. AR Lublin, 1997.