

Zastosowanie technik CAx w procesie projektowania maszyn rozdrabniających

Application of CAx techniques in the disintegrating machines design work

MICHAŁ ZUBA
ARKADIUSZ TOMAS
WOJCIECH SKARKA*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.4.51

Artykuł z XIII Forum Inżynierskiego ProCAx 2015

Zaprezentowano zastosowanie technik CAx w procesie projektowania maszyn rozdrabniających w Instytucie Technologii Górniczej KOMAG na przykładzie rozdrabniacza MR300. Jest to urządzenie wykorzystywane w zakładach mechanicznej przeróbki węgla do dezintegracji drobnopiekowych produktów filtracji, odwodnionych na prasach filtracyjnych.

SŁOWA KLUCZOWE: górnictwo, przeróbka, rozdrabnianie, projektowanie, techniki CAx

Presented is application of CAx techniques in the process of disintegrating machine design, by the example of the MR300 disintegrating machine designed by KOMAG. The machine is dedicated for use in the mechanical coal processing plants for disintegration of the fine-grained filtration products after dehydrating operation on filter presses.

KEYWORDS: mining, disintegrator, disintegrating machine, designing, CAx techniques

Maszynty do rozdrabniania są wykorzystywane w wielu gałęziach przemysłu. W zależności od procesu produkcji stosuje się maszynty wyspecjalizowane oraz optymalizowane pod kątem przeróbki konkretnych materiałów. Dotyczy to również produktów procesu filtracji.

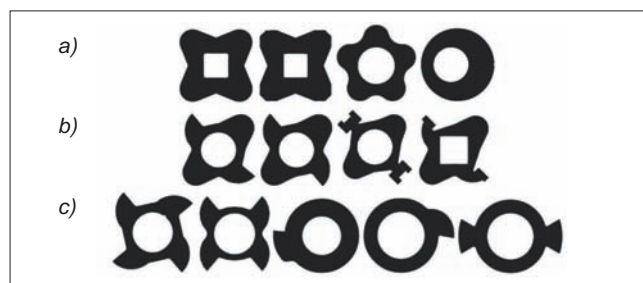
Odwodnienie drobnopiekowych produktów realizowane jest m.in. za pomocą pras filtracyjnych. W procesie filtracji pod wpływem ciśnienia wywieranego na zawieszinę (koncentrat) na filtrze osadzają się cząstki stałe, które tworzą placek filtracyjny. Ze względu na rosnące wymagania producentów paliw wieloskładnikowych dotyczące dostarczanego im sortymentu placki filtracyjne trzeba rozdrabniać (dezintegrować) [1, 7].

Analiza stosowanych rozwiązań

Na polskim rynku brakuje maszyn przeznaczonych do rozdrabniania placków filtracyjnych w przemyśle górnym. Nieliczne rozwiązania w tym zakresie nie są rozpowszechnione. Maszynty o podobnej zasadzie działania z powodzeniem są wykorzystywane w wielu gałęziach przemysłu pozagórnego. Niektóre z nich mają możliwość rozdrabniania produktów filtracji, jednak producenci nie podają informacji, czy mogą pracować w przemyśle górnym. Należy zatem stwierdzić, że na chwilę obecną, pomimo możliwości rozdrabniania placków filtracyjnych, maszynty te rzadko są stosowane w zakładach przeróbki węgla [1÷4].

W maszynach rozdrabniających w pozagórnym gałęziach przemysłu elementami roboczymi są najczęściej wały wyposażone w zestaw noży i/lub krążków tnących.

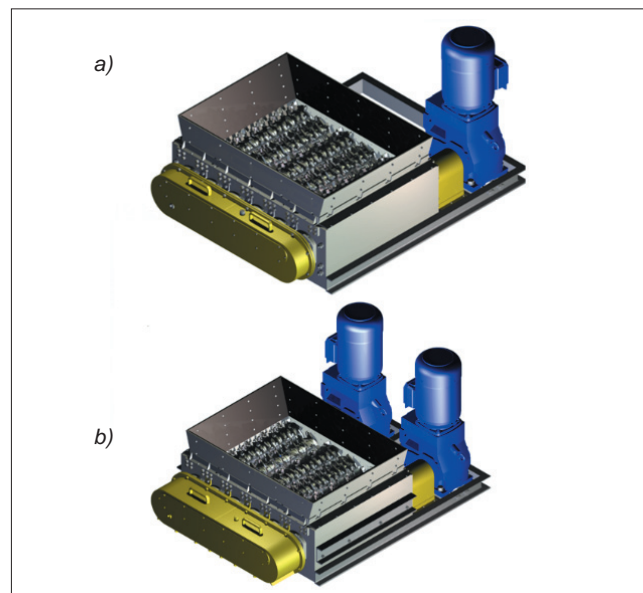
Krążki są mocowane na wałach zazwyczaj z przesunięciem kątowym względem siebie i tworzą spiralny zarys linii powierzchni roboczej zębów, co znacznie poprawia wydajność rozdrabniania. Kształty krążków mogą być różne w zależności od przeznaczenia, rodzaju materiału wejściowego czy też charakterystyki pracy urządzenia (rys. 1) [2, 7].



Rys. 1. Przykłady krążków roboczych z oferty firmy REMU: a) krążki przesiewające, b) krążki przesiewająco-tnące, c) krążki tnąco-przesiewające [2, 9]

Rozdrabniacz MR300 skonstruowany w Instytucie Technologii Górniczej KOMAG

Opracowany w Instytucie Technologii Górniczej KOMAG rozdrabniacz placków filtracyjnych MR300 (rys. 2) jest przeznaczony do pracy w zakładach przeróbki mechanicznej węgla. Podstawowe parametry techniczne urządzenia przedstawiono w tablicy.



Rys. 2. Modele CAD rozdrabniacza produktów filtracji skonstruowanego w Instytucie Technologii Górniczej KOMAG (wzór użytkowy zastrzeżony): a) wersja jednonapędowa b) wersja dwunapędowa [8]

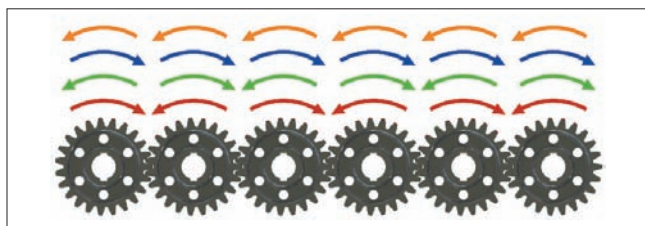
* Mgr inż. Michał Zuba (michal.zuba@polsl.pl), mgr inż. Arkadiusz Tomasz (atomas@komag.eu) – Zakład Systemów Przerobczych w Instytucie Techniki Górniczej KOMAG; dr hab. inż. Wojciech Skarka prof. Pol. Śl. (wojciech.skarka@polsl.pl) – Instytut Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Śląskiej

TABLICA. Parametry techniczne rozdrabniacza MR300 [8]

Wersja	jednonapędowa	dwunapędowa
Wydajność orientacyjna Q, kg/s	~8,5	~12,5
Prędkość obrotowa elementów roboczych n, 1/s	3	3
Motoreduktor napędowy, kW	22	2 x 22
Masa, kg	1985	3096

Dzięki stosunkowo niewielkim gabarytom, w przeciwieństwie do stosowanych dotąd rozwiązań, rozdrabniacz MR300 może być zainstalowany pod wysypem przenośnika transportującego placki filtracyjne spod pras, co ogranicza przestrzeń niezbędną do zabudowy. Urządzenie można również łatwo wysunąć spod przenośnika, co ułatwia przeprowadzanie prac serwisowych.

Produkty procesu filtracji różnią się w zależności od stosowanych urządzeń filtracyjnych i od eksploatowanego złoża węgla. Najistotniejszymi parametrami wpływającymi na proces rozdrabniania są wilgotność materiału oraz zawartość produktów ilastych. Wzrost tych wartości wywołuje niekorzystne zjawisko oblepiania elementów roboczych, a tym samym pogorszenie przebiegu rozdrabniania, co z kolei wpływa na spadek jakości produktu wyjściowego. Aby zminimalizować to zjawisko, dobiera się odpowiednie schematy kinematyczne (rys. 3) oraz prędkości obrotowe elementów roboczych [6].

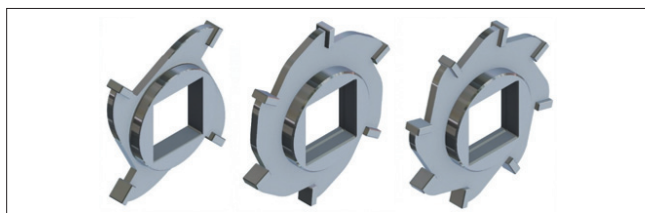


Rys. 3. Możliwe do uzyskania schematy kinematyczne urządzenia rozdrabniającego [8]

■ **Techniki CAD.** Podczas projektowania rozdrabniacza MR300 wykorzystano modelowanie 3D w środowisku Autodesk Inventor, które skróciło ten proces, umożliwiło przeprowadzenie analizy ruchowej i wykrycie ewentualnych kolizji pomiędzy elementami oraz zmniejszyło ryzyko błędów. Na podstawie modeli trójwymiarowych opracowano dokumentację wykonawczą.

Wbudowany w program moduł Inventor Design pozwolił na skrócenie czasu modelowania przekładni zębatych i wałów roboczych. Ułatwia on wprowadzanie zmian, co ma istotne znaczenie w przypadku konstruowania kolejnych modeli rozdrabniaczy.

Najistotniejszą częścią maszyn rozdrabniających są bloki elementów roboczych, czyli krążków osadzonych na wałach roboczych. O ile modelowanie wału jest stosunkowo szybkie, o tyle kwestia elementów roboczych należy do najbardziej czasochłonnnych. Spowodowane jest to dużą ilością elementów roboczych i mnogością odmian konstrukcyjnych krążków stosowanych w budowie jednego



Rys. 4. Modele CAD elementów roboczych w wersji 4-, 6- i 8-zębatach (wzór użytkowy zastrzeżony) [2]

urządzenia (rys. 4). Główne zmienne cechy konstrukcyjne to liczba zębów w pojedynczym krążku i przesunięcie kątowe zębów, które pozwala na uzyskanie pożądanego, spiralnego zarysu linii powierzchni roboczej zębów.

Dzięki zastosowaniu projektowania parametrycznego w stosunkowo krótkim czasie udało się stworzyć rodzinę krążków roboczych. Opcja szyku komponentów uprościła i przyspieszyła osadzanie krążków roboczych na wałach w odpowiedniej ilości i we właściwej sekwencji. Należy podkreślić, że duże zagęszczenie elementów roboczych może skutkować lepszym rozdrobieniem, jednak powoduje spadek wydajności urządzenia. Jeśli zaś liczba elementów roboczych w układzie będzie zbyt mała, uzyskiwany produkt będzie niezdatny do wykorzystania jako składnik mieszanek handlowych [2].

■ **Techniki CAE.** W procesie konstruowania rozdrabniacza MR300 bardzo ważne było zastosowanie narzędzi z grupy CAE. Modelowanie i symulacje pracy maszyny pozwoliły na wykluczenie ewentualnych kolizji elementów ruchomych, dobór odpowiedniej kinematyki i uzyskanie właściwej dynamiki urządzenia. Za pomocą metody elementów skończonych (MES) zweryfikowano wytrzymałościowo poszczególne części rozdrabniacza oraz zoptymalizowano ich masę.

W pracach nad doskonaleniem urządzenia MR300 zakłada się zastosowanie specjalistycznego oprogramowania CAE (np. EDEM BulkSim Software) przeznaczonego do procesów rozdrabniania. Przeprowadzenie symulacji pozwoli na identyfikację oraz poznanie zjawisk występujących podczas dezintegracji placków filtracyjnych.

■ **Techniki CAM.** Rozdrabniacz MR300, opracowany w Instytucie Techniki Górniczej KOMAG, produkowany jest przez Fabrykę Urządzeń Górniczych Fugor Sp. z o.o. W procesie produkcji urządzenia zastosowano sterowanie numeryczne w wypalarkach laserowych, tokarkach, frezarkach i centrach obróbkowych CNC.

Podsumowanie

Wykorzystanie technik CAx w pracach projektowo-konstrukcyjnych oraz podczas produkcji urządzenia zdecydowanie skróciło czas tych procesów, a także umożliwiło przeprowadzenie analiz kinematycznych, dynamicznych i wytrzymałościowych. Pozwoliło również na wykrycie ewentualnych kolizji, dzięki czemu zmniejszono ryzyko błędów, co w konsekwencji przełożyło się na jakość i niezawodność urządzenia.

LITERATURA

1. Tomas A., Matusiak P., Kowol D. „Mieszalniki i rozdrabniacze konstrukcji KOMAG”. *KOMEKO 2014*. Gliwice: Instytut Techniki Górniczej KOMAG, 2014, s. 147-158.
2. Zuba M., Tomas A., Matusiak P. „Rozdrabniacz produktów filtracji MR300 konstrukcji ITG KOMAG”. *KOMEKO 2015*. Gliwice: Instytut Techniki Górniczej KOMAG, 2015, s. 136-164.
3. Gawenda T. „Rozdrabnianie wczoraj, dziś i jutro. Cz. 1”. *Surowce i Maszyny Budowlane*. Nr 5 (2013): s. 43-46.
4. Harder J. „Energy trend: Advances in fine grinding and classification”. *Mineral Processing*. No. 56, Iss. 1 (2015): pp. 42-55.
5. Matusiak P., Tomas A., Kwaśny K. „Nowe rozwiązanie prasy filtracyjnej PFK 570N”. *Maszyny Górnicze*. Nr 31, z. 1 (2013): s. 27-33.
6. Saramak D., Nazimiec Z. „Efekty rozdrabniania w kruszarkach i prasach walcowych”. *Prace Naukowe Instytutu Górniczego Politechniki Wrocławskiej. Studia i Materiały*. Nr 132, z. 39 (2011): s. 249-258.
7. Zuba M. „Optymalizacja pracy urządzeń kruszących i rozdrabniających”, praca statutowa (niepublikowana). Gliwice: Instytut Techniki Górniczej KOMAG, 2014.
8. Materiały niepublikowane Instytutu Techniki Górniczej KOMAG.
9. www.remufi (dostęp: 20.01.2015).