

WYKORZYSTANIE METOD KOMPUTEROWYCH DO MODELOWANIA I SYMULACJI WYBRANYCH PROCESÓW ROBOCZYCH SIECZKARNI

Streszczenie

Przedstawiono komputerowy program projektowania elementów roboczych sieczkarni napisany w języku Delphi 7. Przedstawiono fragment przykładu praktycznego wykorzystania programu podczas analizy i wstępnego projektowania zespołów roboczych maszyny.

Słowa kluczowe: Modelowanie, symulacja, proces roboczy, sieczkarnia

Wykaz oznaczeń

A – współczynnik zmniejszający prędkość podawania materiału
 B – szerokość stalnicy, mm
 d_d – średnica walca dolnego, mm
 d_g – średnica walca górnego, mm
 D_b – średnica bębna rozdrabniającego, mm
 l_s – długość sieczki, mm
 n_b – prędkość obrotowa bębna rozdrabniającego, obr./min
 n_{WOM} – prędkość obrotowa wałka odbioru mocy, obr./min
 Π – ludolfina
 Q – wydajność, t/h
 v_b – prędkość obwodowa bębna rozdrabniającego, m/s
 v_s – prędkość zasilania, m/s
 v_{tr} – prędkość pracy przenośnika, m/s
 z – liczba noży

Wstęp

Projektowanie i konstruowanie należą do dziedziny działań twórczych, związanych z tworzeniem środków technicznych lub opracowaniem przedsięwzięć organizacyjnych. Wszelkie działania obejmujące tworzenie nowych środków technicznych stanowią proces projektowo-konstrukcyjny. Podstawą tego procesu jest dobór cech konstrukcyjnych tworzonego środka technicznego i ich zapisanie, czyli opracowanie dokumentacji

projektowo-konstrukcyjnej, która będzie podstawą do przygotowania procesu wytwarzania.

W latach 60. ubiegłego wieku wprowadzono terminale ekranowe umożliwiające konwersacje użytkownika z komputerem. Tak powstałe zintegrowane systemy projektowania były wykorzystywane w przemyśle lotniczym i motoryzacyjnym. Współczesna technika komputerowa pozwala projektować pojedyncze elementy, ale i również umożliwia pracę nad złożonymi projektami. Pomocne jest to w trakcie pracy na cyfrowym modelu umożliwiając projektantowi sprawdzenie wszystkich szczegółów wchodzących w skład danego projektu.

Następną rozważaną grupą jest obróbka graficzna danych powiązana jednocześnie z przetwarzaniem danych tekstowych. Związane jest to głównie z tworzeniem dokumentacji technicznej na potrzeby własne, jak i dokumentacji dla użytkownika.

Kolejną ważną grupę stanowi graficzne przedstawianie danych alfanumerycznych (np. mogą to być dane będące wynikiem przeprowadzanych pomiarów). Przedstawianie danych alfanumerycznych w formie graficznej jest stosowane w wielu gałęziach techniki. Dzięki grafice można lepiej przedstawić i jednocześnie szybciej ogarnąć i zrozumieć złożone zależności.

Ostatnią grupą jest analiza obrazu będąca jednym z ważniejszych elementów projektowania obiektowego. Przy opracowaniu programu wykorzystano publikacje Kuczewskiego i Waszkiewicza [1996], Dreszera i in. [2000], Teixeira i Pacheco [2000] oraz Czyżyckiego i Lisowskiego [2002].

Celem pracy jest modelowanie i symulacja wybranych procesów roboczych sieczkarni. Przedstawiono program opracowany dla potrzeb projektowania elementów roboczych sieczkarni, z uwzględnieniem tych cech komputerowego wspomaganie, które ułatwiają projektowanie i powodują, że staje się ono bardziej efektywne. Przedstawiono przykład praktycznego wykorzystania programu podczas analizy i wstępnego projektowania zespołów roboczych maszyny.

Program do obliczeń i analizy wybranych elementów sieczkarni

Projektowanie zespołu podająco-rozdrabniającego sieczkarni polowej przy założeniu następujących danych (rys. 1): średnica bębna rozdrabniającego $D_b = 620$ mm, prędkość obrotowa bębna rozdrabniającego $n_b = 1000$ obr./min, długość sieczki $l_s = 10, 20, 40$ i 80 mm, wydajność $Q = 50$ t/h.

Obliczenie parametrów eksploatacyjnych zespołu podająco-rozdrabniającego

Zespół podająco-rozdrabniający siewczarni

Projektowanie zespołu podająco-rozdrabniającego siewczarni polowej przyczepianej przy założeniu następujących danych:

Średnica bębna rozdrabniającego D_b [mm]

Prędkość obrotowa bębna rozdrabniającego n_b [rad/s]

Długość siewczki l_s [mm]

Wydajność Q [mm]

$n_{WOM} =$ [obr./min]

Charakterystyka przekładni zębatych

Parametry	Jednostki miary	Koła zębate o liczbie zębów			
		z_1	z_2	z_3	z_4
Liczba zębów	[-]	<input type="text" value="26"/>	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="17"/>	<input type="text" value="21"/>
Prędkość obrotowa	[obr./min]	<input type="text" value="540"/>	<input type="text" value="540"/>	<input type="text" value="479"/>	<input type="text" value="388"/>
Średnica podziałowa	[mm]	<input type="text" value="156"/>	<input type="text" value="120"/>	<input type="text" value="68"/>	<input type="text" value="84"/>
Moduł	[mm]	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>

Rys. 1. Widok ekranu z przyjętymi danymi
Fig. 1. Display with accepted data

Obliczenie układu napędowego

Schemat przyjętego układu napędowego zespołu podająco-rozdrabniającego przedstawiono na rysunku 2. Założono, że napęd zespołów roboczych będzie odbywał się od WOM o $n_{WOM} = 540$ obr./min. W celu uzyskania założonej długości siewczki niezbędna jest zmiana prędkości podawania materiału do zespołu rozdrabniającego. Założono, że przez zmianę prędkości zasilania uzyska się dwie długości siewczki, a zatem na wale napędowym przenośnika przewidywać należy możliwość wymiany koła łańcuchowego $z_{14} = 22$ zębów, na koło łańcuchowe $z_{11} = 11$ zębów.

Obliczenie prędkości obwodowej bębna rozdrabniającego

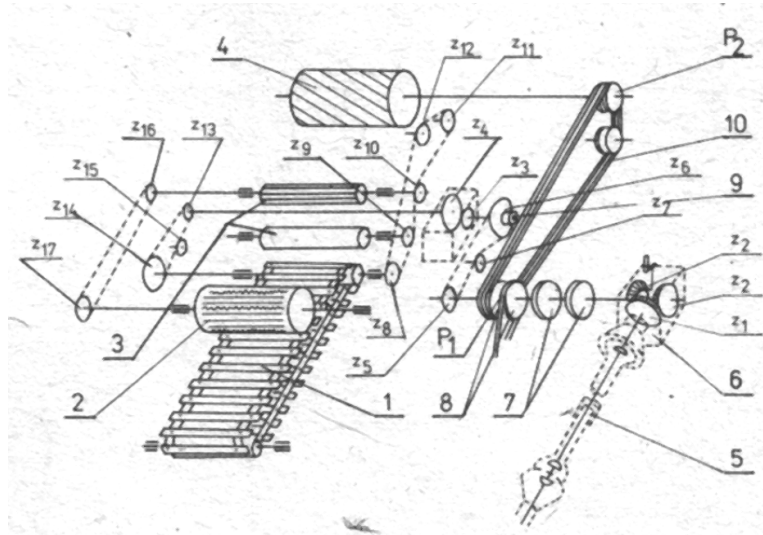
Prędkość obwodową bębna rozdrabniającego obliczono z następującego wzoru:

$$v_b = \frac{\pi D_b n_b}{60} \quad (1)$$

Obliczenie prędkości podawania materiału

Prędkość podawania materiału do zespołu rozdrabniającego obliczono ze wzoru:

$$l_s = \frac{v_s \cdot 60}{n_b \cdot z} \quad (2)$$



Rys. 2. Schemat układu napędowego: 1 – przenośnik, 2 – walec wstępnego zgniotu, 3 – walce zgniatające, 4 – bęben nożowy, 5 – wał napędowy, 6 – przekładnia główna, 7 – sprzęgło elastyczne, 8 – sprzęgło kierunkowe, 9 – sprzęgło przeciążeniowe, 10 – przekładnia pasowo-klinowa

Fig. 2. Scheme of power transmission system: 1- conveyor, 2- preliminary pressing roller, 3- pressing rollers, 4- cutting drum, 5- driving shaft, 6- final drive, 7- elastic coupling, 8- directional clutch, 9- overload coupling, 10- wedge belt transmission

Założono liczbę noży na bębnie $z = 8$, przy czym istnieje możliwość zmiany $z = 4$ i $z = 2$ co pozwoli na uzyskanie trzech długości siczki. Najmniejszą prędkość zasilania obliczono ze wzoru:

$$v_{s \min} = \frac{l_s \cdot n_b \cdot z}{60}, \text{ m/s} \quad (3)$$

Największą prędkość zasilania obliczono następująco:

$$v_{s \max} = 2 \cdot v_{s \min}, \text{ m/s}$$

Obliczenie rzeczywistej długości sieczki

Przy prędkości $v_{smin} = 1,33$ m/s rzeczywista długość sieczki będzie następująca:

dla $z = 8$ (ze wzoru 4):

$$l_s = \frac{60 \cdot 1,33}{1000 \cdot 8} = 0,00985 \text{ m} = 9,85 \text{ mm} \quad (4)$$

dla $z = 4$

$$l_s = 0,001995 \text{ m} = 19,95 \text{ mm}$$

dla $z = 2$

$$l_s = 0,00399 \text{ m} = 39,9 \text{ mm}$$

Charakterystyka przekładni łańcuchowych

Charakterystyka przekładni łańcuchowych

Koła zębate o liczbie zębów

Parametry	Jednostki	z ₅	z ₆	z ₇	z ₁₃	z ₁₄	z ₁₅	z ₈
Liczba zębów	[-]	15	22	10	11	11	22	15
Prędkość obrotowa	[obr./min]	702	479	0	388	388	194	388
Średnica podziałowa	[mm]	76,3	111,5	51,3	56,3	56,3	112,6	76,3

	z ₉	z ₁₀	z ₁₁	z ₁₂	z ₁₆	z ₁₇
0	15	0	15	0	15	15
194	388	194	388	194	0	0
0	76,3	0	76,3	0	76,3	076,3

Charakterystyka przekładni pasowej

- średnica skuteczna: P₁ 285 [mm] P₂ 200 [mm]
- prędkość obrotowa: 702 [obr./min] 1000 [obr./min]
- Liczba pasów: 3 [-] 3 [-]

Oblicz > Zamknij

Rys. 3. Wartości parametrów eksploatacyjnych zespołu podająco-rozdrabniającego

Fig. 3. Operation parameters of feeding – cutting assembly

Przy prędkości $v_{smax} = 2,66$ m/s

dla $z = 8$

$$l_s = \frac{60 \cdot 2,66}{1000 \cdot 8} = 0,001995 \text{ m} = 19,95 \text{ mm} \quad (5)$$

dla $z = 4$

$$l_s = 0,00399 \text{ m} = 39,9 \text{ mm}$$

dla $z = 2$

$$l_s = 0,00798 \text{ m} = 79,8 \text{ mm}$$

$$v_s = A \cdot v_{tr} \quad (6)$$

A – współczynnik zmniejszający prędkość podawania materiału tak, aby przed walcami zgniatającymi nie następowało jego gromadzenie, wartość A waha się od 1,25 do 1,35.

Do obliczeń przyjmujemy $A = 1,25$, zatem minimalna prędkość transportowa materiału wynosi:

$$v_{tr \min} = \frac{v_{s \min}}{1,25} = \frac{1,33}{1,25} = 1,064 \text{ m/s} \quad (7)$$

natomiast maksymalna prędkość transportowa materiału:

$$v_{tr \min} = \frac{v_{s \max}}{1,25} = \frac{2,66}{1,25} = 2,188 \text{ m/s} \quad (8)$$

Obliczenie parametrów konstrukcyjnych zespołu podająco-rozdrabniającego

Określenie średnic walców zgniatających. W celu ograniczenia wymiarów walców zgniatających stosuje się walce o powierzchni profilowanej. Średnicę górnego walca zgniatającego przyjmuje się najczęściej w granicach od około 150 mm do około 300 mm. Założono, że średnica walca górnego $d_g = 148 \text{ mm}$, a średnicę walca dolnego wyznacza się z następującej zależności:

$$\frac{d_g}{d_d} = 1,05 \div 1,08 \quad (9)$$

Założono $d_d = 142 \text{ mm}$ i sprawdzono warunek:

$$\frac{d_g}{d_d} = \frac{148}{140} = 1,057$$

Podobnie w programie obliczana jest: szerokość i położenie stalnicy, zapotrzebowania na moc do napędu bębna rozdrabniającego, sprawdzanie założonej wydajności maszyny, obliczanie wytrzymałościowe wału bębna rozdrabniającego, dobieranie łożyska i obliczanie strzałkę ugięcia noża.

Obliczenie parametrów eksploatacyjnych zespołu podająco-rozdrabniającego część 1

Obliczenie prędkości obwodowej bębna rozdrabniającego. Prędkość obwodową bębna rozdrabniającego obliczamy z następującego wzoru:

GroupBox1

$v_b = 32,46$ [m/s] $v_{smin} = 1,33$ [m/s]

$I_s =$ [] [m] $v_{smax} = 2,66$ [m/s]

Obliczenie rzeczywistej długości sieczki. Przy prędkości $v_{smin} = 1,33$ m/s rzeczywista długość sieczki będzie następująca:

Długość sieczki

$z = 8$ $z = 4$ $z = 2$

$I_s = 9,95$ [m] $I_s = 19,95$ [m] $I_s = 39,9$ [m]

Obliczenie rzeczywistej długości sieczki. Przy prędkości $v_{smin} = 2,66$ m/s rzeczywista długość sieczki będzie następująca:

Długość sieczki

$z = 8$ $z = 4$ $z = 2$

$I_s = 19,95$ [m] $I_s = 39,9$ [m] $I_s = 79,8$ [m]

Prędkość materiału transportowanego przez przenośnik

$v_{trmin} = 1,064$ [m/s] $v_{trmax} = 2,188$ [m/s] $A = 1,25 \div 1,35 = 1,25$

Oblicz Dalej > Zamknij

Rys. 4. Wartości parametrów eksploatacyjnych zespołu podająco-rozdrabniającego

Fig. 4. Operation parameters of feeding – cutting assembly

Podsumowanie

Stworzono narzędzie umożliwiające wszechstronną i szybką analizę kolejnych wariantów rozwiązań układów podająco-rozdrabniających sieczkarni polowych. Zastosowanie metod modelowania i symulacji komputerowej znacznie skraca czas projektowania zespołów roboczych sieczkarni. W przedstawionym programie czas ten dla sieczkarni bębnowej wynosi kilkanaście sekund. Opracowany program może być wykorzystany w procesie dydaktycznym dla studentów Akademii Rolniczej.

Bibliografia

Kuczewski J., Waszkiewicz C. 1996. *Mechanizacja rolnictwa, tom II*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa

Dreszer K., Kłoczkow A., Olszewski T., Roszkowski A., Tanaś W., Wiergiejczyk L. 2000. Maszyny rolnicze, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie
Teixeira S., Pacheco X. 1999. Delphi 4 vademecum profesjonalisty. Helion, Gliwice
Czyżycki W., Lisowski E. 2002. Automatyzacja zadań grafiki za pomocą Delphi. Helion, Gliwice

APPLICATION OF COMPUTER TECHNIQUE TO MODELING AND SIMULATION OF SELECTED OPERATIONS IN FORAGE HARVESTER

Summary

Paper described the computer programme written under Delphi7 language, to designing selected working elements in a forage harvester (field chopper). An example of practical applying the programme to analysis and preliminary designing of working assemblies of the machine, was given.

Key words: modeling, computer simulation, working process, forage harvester

Recenzent – Adam Krysztofiak