

ZASTOSOWANIE PROGRAMU MATLAB® W MODELOWANIU PODCIŚNIENIA W APARACIE UDOJOWYM

Henryk Juszka, Stanisław Lis

Katedra Energetyki Rolniczej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Przedstawiono metodykę odwzorowania przebiegu ciśnienia w komorze podstrzykowej kubka udojowego. Symulację prowadzono w programie MATLAB-Simulink a jej wyniki przedstawiono na wykresach. Wyniki symulacji wskazały na możliwość zastosowania logiki rozmytej do odwzorowania przebiegu ciśnienia w komorze podstrzykowej kubka udojowego.

Słowa kluczowe: dój maszynowy krów, podciśnienie, modelowanie, logika rozmyta

Wstęp

Spadki i wahania podciśnienia w aparacie udojowym, podczas doju maszynowego krów, powodują powstanie przepływów powrotnych mieszaniny powietrza i mleka przyczyniając się w ten sposób do pojawienia się z opóźnieniem czasowym mastitis, deformacji strzyków i innych niekorzystnych zjawisk [Szlachta, Wiercioch. 1996]. Konieczne są zatem badania urządzeń udojowych obejmujące dokładną analizę problemu na styku strzyk – kubek udojowy. Prowadzenie ich jednak bezpośrednio na organizmie krowy może negatywnie wpływać na jej zdrowie. Konieczne jest więc użycie do tego celu techniki komputerowej pozwalającej na analizę omawianego problemu przy wykorzystaniu opracowanych zależności matematycznych [Solov'ev i in. 1998]. W pracy przedstawiono opis przebiegu ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego z zastosowaniem metod modelowania klasycznych i w oparciu o logikę zbiorów rozmytych (model typu Sugeno).

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest przedstawienie odwzorowania przebiegu ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego metodami klasyczną i z wykorzystaniem logiki zbiorów rozmytych.

Zakres pracy obejmuje: odwzorowanie przebiegu zmian ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego, symulację komputerową w programie MATLAB-Simulink i przedstawienie jej wyników w postaci wykresów.

Metodyka

W celu obliczenia zmian ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego opracowano układy zależności, klasyczny i wykorzystujący logikę zbiorów rozmytych. Dla potrzeb modelowania przyjęto następujące założenia: powietrze jest gazem doskonałym, oddziaływanie otoczenia nie zmienia się (stała temperatura – 20°C i ciśnienie atmosferyczne – 100 kPa), objętość komory podstrzykowej i krótkiego przewodu mlecznego w obliczeniach zsumowano, nie uwzględniono przepływów korkowych, brak wahań ciśnienia bezwzględnego, generowanego przez pompę próżniową. Symulację przeprowadzono dla przykładowego aparatu udojowego o parametrach: pojemność komory podstrzykowej $V_k = 29 \text{ cm}^3$, stała objętość krótkiego przewodu mlecznego $V_p = 20 \text{ cm}^3$, średnica wewnętrzna krótkiego przewodu mlecznego $d = 12,5 \text{ mm}$, objętość komory mlecznej kolektora $V_{kol} = 250 \text{ cm}^3$.

Modelowanie przy wykorzystaniu metody klasycznej

Przy zastosowaniu klasycznej metody modelowania obliczono przebieg zmian ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego, korzystając z zależności (1):

$$p_k = \frac{R \cdot T \cdot m_k}{V_k} \quad (1)$$

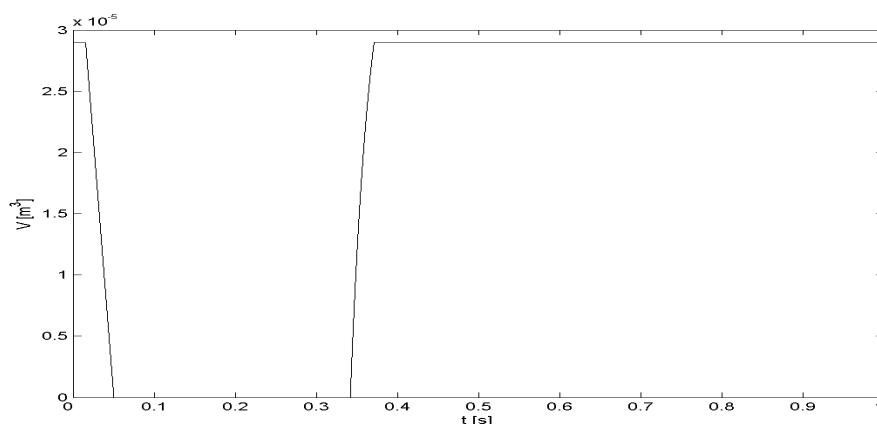
gdzie:

- p_k – ciśnienie bezwzględne powietrza w komorze podstrzykowej kubka udojowego [Pa],
- m_k – masa powietrza w komorze podstrzykowej kubka udojowego [kg],
- V_k – objętość komory podstrzykowej kubka udojowego [m^3],
- R – indywidualna stała gazowa [$\text{J} \cdot (\text{kg} \cdot \text{K})^{-1}$],
- T – temperatura [K].

Na wejścia przedstawionego układu wprowadzono wartości generowane przy wykorzystaniu modelu działania aparatu udojowego:

- „WE 1” – zmianę objętości komory podstrzykowej kubka udojowego (rys. 1),

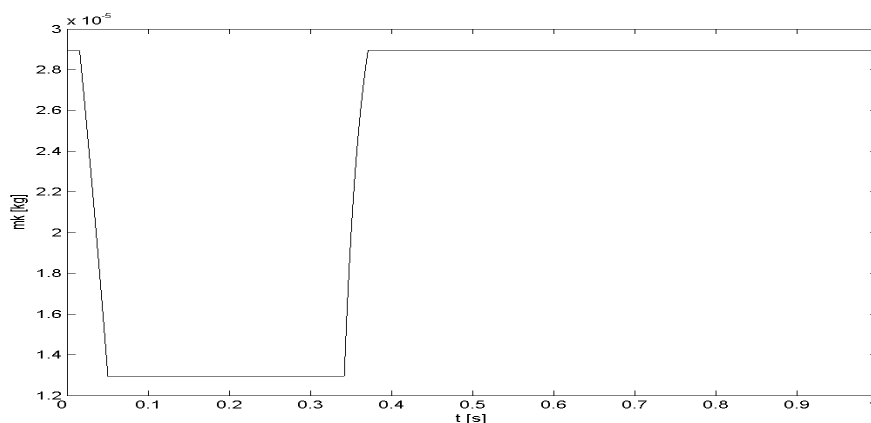
Na zamieszczonym wykresie można zaobserwować, że symulacja rozpoczyna się procesem zmniejszania objętości komory podstrzykowej kubka udojowego z poziomu $2,9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ do wartości oznaczającej takt masażu, równej 0 cm^3 . Po takcie masażu następuje wzrost objętości do $2,9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ – wartość ta oznacza otwartą gumę strzykową (takt ssania). Na tym poziomie objętość komory podstrzykowej utrzymuje się do końca symulacji. Zilustrowana zmiana objętości komory podstrzykowej kubka udojowego przed wprowadzeniem na wejście reprezentowanego przez schemat modułu obliczeniowego została powiększona o stałą objętość krótkiego przewodu mlecznego.



Źródło: Opracowanie własne autorów

Rys. 1. Przebieg zmian objętości komory podstrzykowej
Fig. 1. The progress of changes in the volume of chamber under test

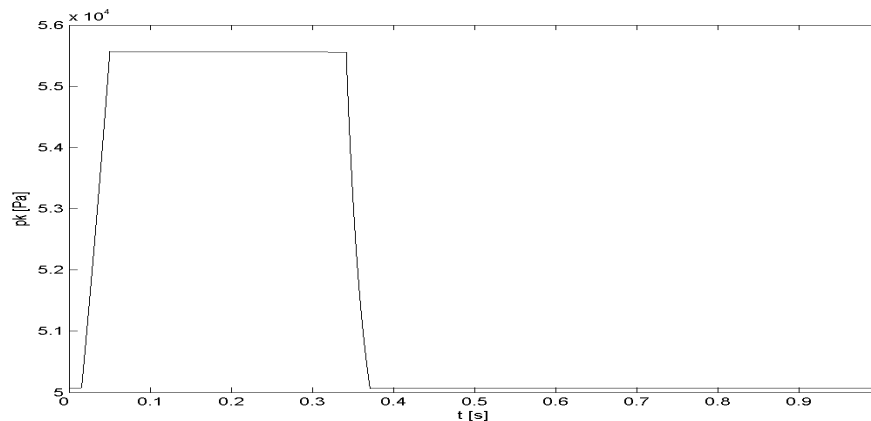
– „WE 2” – masę powietrza w komorze podstrzykowej kubka udojowego (rys. 2).
Zilustrowany przebieg mieści się w przedziale od $1,3 \cdot 10^{-5}$ kg do $2,9 \cdot 10^{-5}$ kg. Wartości na poziomie $1,3 \cdot 10^{-5}$ kg odpowiadają zamkniętej gumie strzykowej. Uwzględniają one również masę powietrza w krótkim przewodzie mlecznym. Wartości równe $2,9 \cdot 10^{-5}$ kg reprezentują masę powietrza w komorze podstrzykowej (w czasie gdy guma strzykowa jest otwarta) i w krótkim przewodzie mlecznym.



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 2. Przebieg zmian masy powietrza w komorze podstrzykowej
Fig. 2. The progress of changes in air mass in chamber under test

Na wyjściu „WY” otrzymano przebieg ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego (rys. 3).



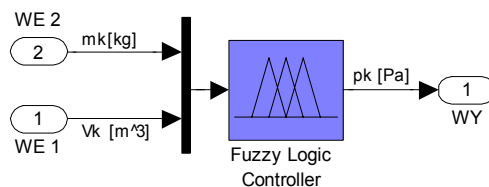
Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 3. Przebieg ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego
Fig. 3. The progress of absolute pressure in chamber under teat in a teat cup

Na przedstawionym wykresie można zaobserwować, że w analizowanym przedziale czasu występuje wzrost wartości ciśnienia bezwzględnego. Wzrost ten następuje kiedy wprowadzona wartość na wejście „WE 1” modułu objętość komory podstrzykowej kubka udojowego zaczyna się zmniejszać (rys. 1). Efektem malejącej objętości jest wzrost ciśnienia. Wpływ na obserwowany przebieg ma również zmieniająca się masa powietrza, które przepływa z kubka udojowego do kolektora (rys. 2). Niski poziom ciśnienia na wykresie pojawia się wraz ze wzrostem objętości komory podstrzykowej.

Modelownie przy wykorzystaniu logiki rozmytej

Jako alternatywę dla klasycznej metody modelowania, odwzorowującej przebieg zmian ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego, zastosowano zaliczany do metod sztucznej inteligencji model Takagi-Sugeno [Juszka i in. 2007, Mroczek 2006]. Jest on obok modelu Mamdaniego najczęściej używanym narzędziem tego rodzaju. Jego działanie jest oparte na wnioskowaniu rozmytym. Do sformułowania modelu Takagi-Sugeno z parametrami dobieranymi przy wykorzystaniu sztucznej sieci neuronowej wykorzystano jedną z funkcji oferowanych przez bibliotekę *Fuzzy Logic Toolbox*, wchodzącą w skład środowiska MATLAB. Funkcję tę reprezentuje system ANFIS (*Adaptive Network based Fuzzy Inference System*) pozwalający na automatyczne pozyskiwanie wiedzy przez komputer. Opracowany model rozmyty podczas symulacji zmian ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego jest reprezentowany przez blok Simulinka o nazwie „Fuzzy Logic Controller” (rys. 4).



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 4. Schemat blokowy do obliczenia zmian ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej z wykorzystaniem modelu rozmytego

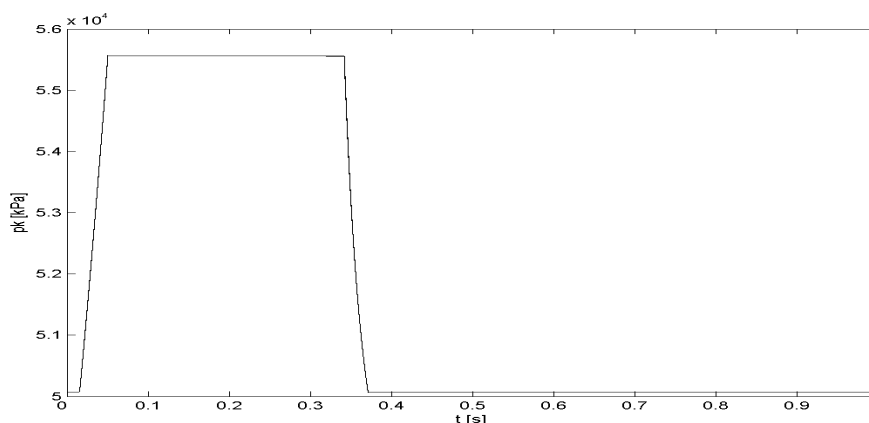
Fig. 4. Block diagram allowing to compute changes in absolute pressure in chamber under teat using fuzzy model

Na wejścia modelu wprowadzono:

- WE 1 zmianę objętości komory podstrzykowej kubka udojowego (rys. 1),
- WE 2 – masę powietrza w komorze podstrzykowej kubka udojowego (rys. 2).

Na wyjściu „WY”, otrzymano – przebieg ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego.

Przebiegi otrzymane dzięki metodom modelowania, klasycznej i wykorzystującej logikę zborów rozmytych, przedstawiono na rys. 5.



Źródło: Opracowanie własne autorów

Rys. 5. Przebiegi zmian ciśnienia powietrza w komorze podstrzykowej dla modelu klasycznego i rozmytego

Fig. 5. Trajectories of changes in air pressure inside the chamber under teat for conventional and fuzzy model

Na wykresie można zaobserwować, iż przedstawione przebiegi pokrywają się. Średni błąd modelowania wynosi ok. 5%. Uzasadnione jest zatem stwierdzenie, iż odwzorowanie zmian ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego metodami klasyczną i przy wykorzystaniu modelu rozmytym typu Sugeno dało zbliżony rezultat.

Wnioski

1. Przedstawione metody modelowania pozwalają obliczyć zmiany ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego.
2. Zastosowanie systemu ANFIS umożliwia dobór parametrów modelu rozmytego typu Sugeno, zapewniającego generowanie zmian ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego.
3. Opracowanie modeli umożliwiających analizę problemu na styku strzyk – kubek udojowy, pozwoli na etapie prac projektowych doskonalić parametry doju krów.

Bibliografia

- Juszka H., Lis S., Tomasiak M.** 2008. Odzworowanie przebiegu pulsacji metodami sztucznej inteligencji. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 9(107). Kraków. s. 131-137.
- Mroczek B.** 2006. Projektowanie regulatorów rozmytych w środowisku MATLAB-Simulink. *Pomiary, Automatyka, Robotyka*. Nr 11. Warszawa. s. 5-13.
- Solov'ev S.A., Asmakin E.M., Asmakin A.M., Sachov V.A.** 1998. Modelirovanie processa otdaci moloka zivotnym. *Tech.Sel'.Choz.* Nr 5. s. 9-11.
- Szlachta J., Wiercioch M.** 1996. Przepływ powrotny w zmodyfikowanych aparatach udojowych przy nieregularnych wahaniami podciśnienia. *Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Mechanizacja Rolnictwa*. Nr 302. Wrocław. s. 23-30.
- www.mathworks.com/access/helpdesk/help/pdf_doc/fuzzy/fuzzy.pdf. *Fuzzy Logic Toolbox User's Guide*, The MathWorks, Inc. 1995–2007.

USING THE MATLAB® APPLICATION TO MODEL NEGATIVE PRESSURE IN MILKING MACHINE

Abstract. The work presents methodology used to represent pressure trajectory in chamber under teat in a teat cup. The simulation has been carried out using the MATLAB-Simulink application, and its results are shown in diagrams. Simulation results indicate possibility to use fuzzy logic to represent pressure trajectory in chamber under teat in a teat cup.

Key words: mechanical milking of cows, negative pressure, modelling, fuzzy logic

Adres do korespondencji:

Henryk Juszka; e-mail: hjuszka@ar.krakow.pl
Katedra Energetyki Rolniczej
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków