

Henryk Juszka, Tomasz Kapłon, Stanisław Lis
Katedra Energetyki Rolniczej
Akademia Rolnicza w Krakowie

AUTOMATYCZNIE STEROWANA DYNAMIKA W APARACIE UDOJOWYM DLA KRÓW

Streszczenie

Modelowano ciśnienie bezwzględne w komorze podstrzykowej kubka udojowego i komorze mlecznej kolektora w aparacie udojowym ze sterowaną dynamiką, zależną od natężenia mleka wypływającego ze strzyka. Do symulacji komputerowej wykorzystano program Matlab® - Simulink. Wyniki symulacji przedstawiono na wykresach z których wynika, że częstotliwość pulsacji 1,5 Hz oraz 2 Hz, nie ma wpływu na wartość wzrostu ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego oraz komorze mlecznej kolektora.

Słowa kluczowe: dój maszynowy krów, aparat udojowy, modelowanie

Wstęp

Proces doju maszynowego z powodu jego wpływu na zdrowotność krów oraz jakość mleka stanowi cel badań wielu autorów krajowych i zagranicznych. Na podstawie dostępnej literatury specjalistycznej można zauważyć duży postęp w konstrukcji urządzeń do doju maszynowego krów. Przez automatyzację a następnie robotyzację zmierza się w kierunku przystosowania parametrów tego procesu do cech osobniczych krów w zakresie oddawania mleka. Pomimo ciągłego postępu w budowie tego typu urządzeń pozostał jednak problem automatycznego sterowania aparatem udojowym, bezpośrednio oddziałującym na wymię krowy. Do rozwiązania tego problemu konieczne jest opracowanie odpowiedniego opisu obiektu w postaci modelu matematycznego, będącego układem zależności zachodzących w aparacie udojowym. Stąd przy użyciu programu Matlab® – Simulink opracowano model aparatu udojowego ze sterowaną dynamiką doju w zależności od natężenia mleka wypływającego ze strzyka. Pozwala on badać przebiegi zmian parametrów pracy tego urządzenia.

Celem pracy jest przedstawienie wyników badań modelowych aparatu udojowego z automatycznie sterowaną dynamiką doju w zależności od natężenia wypływającego mleka ze strzyka oraz wyników symulacji komputerowej w postaci wykresów.

Metodyka badań

Klasyfikacyjny aparat udojowy w którym mleko odprowadzane jest do jednej komory mlecznej, nie pozwala na indywidualne traktowanie każdego gruczołu mlekowego. Stąd w pracy przeprowadzono symulację oddzielnej komory mlecznej dla każdego ze strzyków. Kierunek ten zmierza do dostosowania parametrów pracy aparatu udojowego do każdej ćwiartki wymienia krowy. W efekcie pozwoli to zabezpieczyć strzyk przed kontaktem z mlekiem pochodzącym z pozostałych ćwiartek w czasie przepływów powrotnych.

Badania symulacyjne obejmujące problematykę zmian ciśnienia bezwzględ- nego w komorze podstrzykowej kubka udojowego oraz komorze mlecznej kolektora analizowanego aparatu udojowego przeprowadzono w programie MATLAB Simulink®

Model aparatu udojowego ze sterowaną dynamiką doju

Specjaliści od doju maszynowego uważają, że dój ćwiartkowy przy wykorzystaniu automatycznego sterowania, pozwoli na zbliżenie jego parametrów do cech osobniczych krów w zakresie oddawania mleka. Stąd w pracy wykorzystano model aparatu udojowego umożliwiającego realizację doju ćwiartkowego z automatycznie sterowaną dynamiką w zależności od natężenia mleka wpływającego ze strzyka. Model składa się z dwóch podstawowych modułów obliczających zmiany parametrów pracy w kubku udojowym i kolektorze. Ze względu na ograniczoną objętość niniejszego opracowania nie zamieszczono szczegółowych informacji na temat tegoż modelu. Całkowity jego opis autorzy przedstawili w pracy Juszki i in. [2005 a, b].

Dla modelu przyjęto następujące założenia [Kupczyk 1999]: powietrze jest gazem doskonałym, oddziaływanie otoczenia nie zmienia się (stała temperatura i ciśnienie atmosferyczne), objętości komory podstrzykowej i krótkiego przewodu mlecznego w obliczeniach zsumowano do obliczenia strumienia masowego powietrza, krótki przewód mleczny zastąpiono otworami o dyszach zbieżnych. Nie uwzględniono przepływów korkowych. Założono brak wahań ciśnienia bezwzględ- nego generowanego przez pompę próżniową.

Sterowanie dynamiką doju

Do sterowania dynamiką doju w zależności od natężenia mleka wpływającego ze strzyka wykorzystano instrukcję warunkową „if”. Częstotliwość pulsacji aproksymowanego pulsatora wynosiły 1,5 Hz i 2 Hz. Jej wartość zmieniała się w zależności od wypływu mleka q_m ze strzyka. Przy natężeniu wypływu mleka $q_m \leq 0,2$ (dla jednego strzyka 0,05) kg/min wynosiła 2 Hz, a powyżej 0,2 (dla jednego strzyka 0,05) kg/min była równa 1,5 Hz [Juszka 1998].

Wyniki symulacji

Symulację przeprowadzono według schematu przedstawionego w pracy Juszy i in. [2005 a,b] dla aparatu udojowego umożliwiającego realizację doju dla jednej ćwiartki, czyli składającego się z kubka udojowego i kolektora. Parametry były następujące: pojemność komory podstrzykowej $V_k = 29 \text{ cm}^3$, stała pojemność krótkiego przewodu mlecznego wynosiła 20 cm^3 , średnica wewnętrzna krótkiego przewodu mlecznego $d = 12,5 \text{ mm}$, pojemność komory mlecznej kolektora $V_{kol} = 150 \text{ cm}^3$. Obliczone przez model wartości odnosiły się do ciśnienia bezwzględnego.

Kubek udojowy

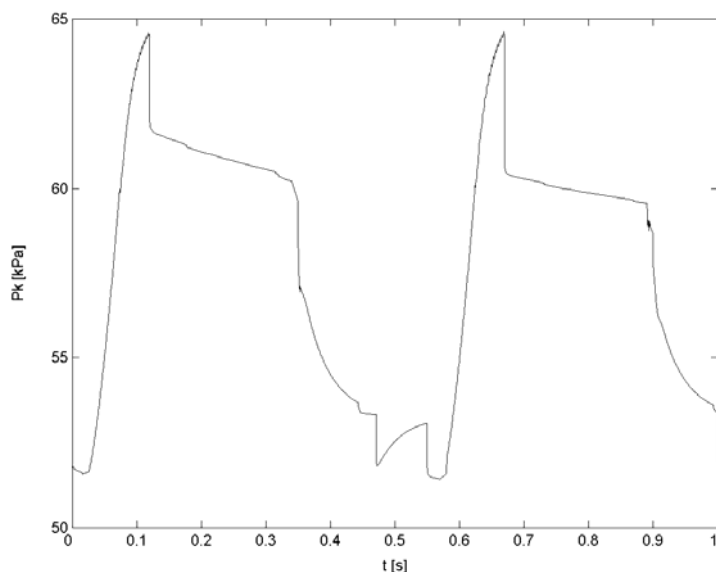
Otrzymane z badań symulacyjnych modelu aparatu udojowego przebiegi chwilowego ciśnienia bezwzględnego w czasie jednej sekundy w komorze podstrzykowej kubka udojowego dla pulsacji równej 1,5 Hz i 2 Hz przedstawiono na rysunkach 1 i 2. Omawiane przebiegi mieszczą się w przedziale 50-65 kPa. Na wykresach można zaobserwować, że w analizowanym przedziale czasu dwa razy występuje wzrost wartości ciśnienia bezwzględnego. Wzrost ciśnienia pojawia się w chwili, kiedy obliczona przez model objętość komory podstrzykowej kubka zaczyna się zmniejszać. Zatem jest on efektem malejącej objętości komory podstrzykowej.

Wzrost wartości ciśnienia w czasie zmian objętości komory podstrzykowej występujących podczas zamykania i otwierania gumy strzykowej przy pulsacji 1,5 Hz i 2 Hz nie przekracza 15 kPa. Można zatem stwierdzić, iż wartości omawianych częstotliwości pulsacji w tym przypadku nie mają wpływu na wielkość wzrostu ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego. Na wielkość wzrostu ciśnienia ma również wpływ obliczona przez model masa powietrza przetłaczanego z kubka do kolektora. Wartość ciśnienia bezwzględnego w przyjętym do analizy przedziale czasu zaczyna maleć wraz ze wzrostem obliczonej przez model objętości komory podstrzykowej.

Kolektor

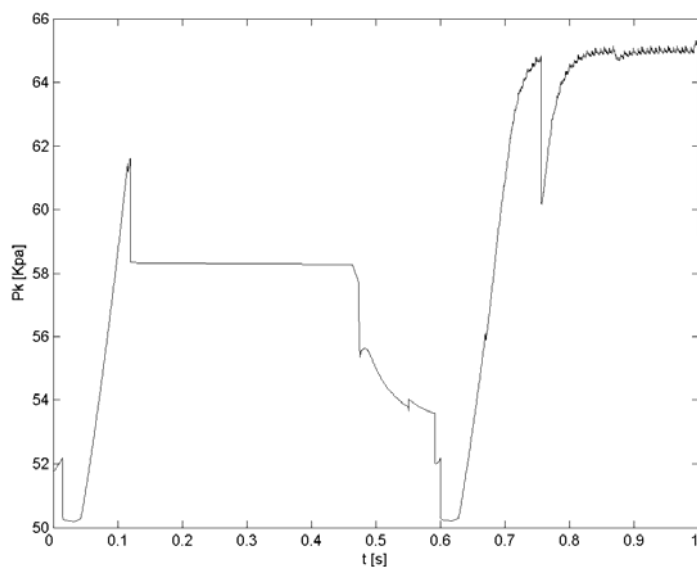
Obliczone przy wykorzystaniu modelu aparatu udojowego przebiegi zmian ciśnienia bezwzględnego w komorze mlecznej kolektora przedstawiono na rysunkach 3 i 4. Obserwowane wzrosty wartości ciśnienia bezwzględnego powietrza w komorze mlecznej kolektora są efektem zamykania się gumy strzykowej w kubku udojowym. Obliczona objętość komory pod strzykiem podczas zamykania się gumy maleje, powodując przetłaczanie przez krótki przewód mleczny znajdującego się w niej powietrza do komory mlecznej kolektora. Wtłoczenie powietrza z komory podstrzykowej do kolektora powoduje wzrost wartości ciśnienia bezwzględnego powietrza w komorze mlecznej. Wzrost wartości chwilowego ciśnienia bezwzględnego podczas zamykania i otwierania się gumy strzykowej dla pulsacji 1,5 Hz i 2 Hz nie przekracza 9 kPa. Mieści się w przedziale 49-58 kPa. Uzasadnione jest więc stwier-

dzenie, że analizowane wartości częstotliwości pulsacji nie wpływają na wielkość wzrostu ciśnienia bezwzględnego w komorze mlecznej kolektora podczas zamykania i otwierania gumy strzykowej.



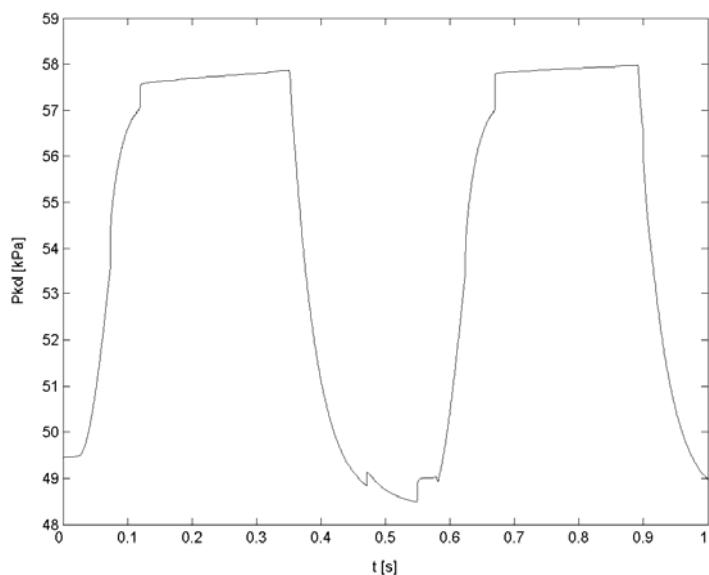
Rys. 1. Przebieg ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego przy pulsacji równej 2 Hz

Fig. 1. The course of absolute pressure in teat cup chamber at pulsation frequency 2 Hz



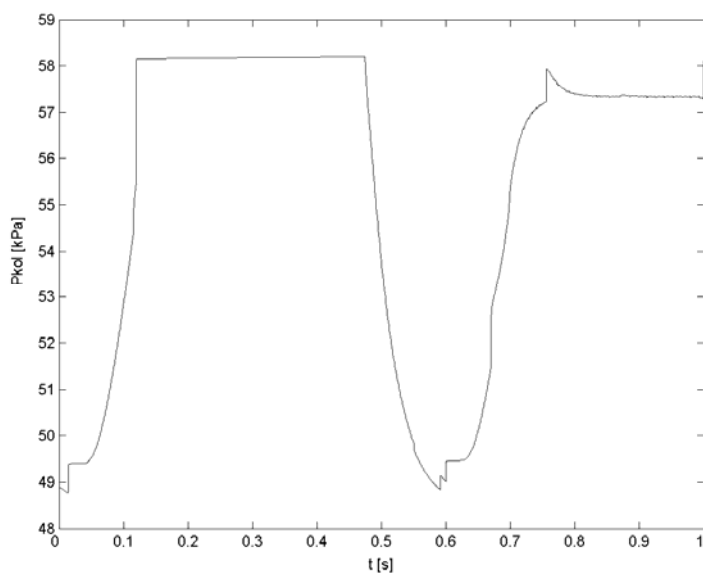
Rys. 2. Przebieg ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego przy pulsacji równej 1,5 Hz

Fig. 2. The course of absolute pressure in teat cup chamber at pulsation frequency 1.5 Hz



Rys. 3. Przebieg zmian ciśnienia bezwzględnego w komorze mlecznej kolektora przy pulsacji równej 2 Hz

Fig. 3. The course of absolute pressure changes in the cluster milk chamber at pulsation frequency 2 Hz



Rys. 4. Przebieg zmian ciśnienia bezwzględnego w komorze mlecznej kolektora przy pulsacji równej 1,5 Hz

Fig. 4. The course of absolute pressure changes in the cluster milk chamber at pulsation frequency 1.5 Hz

Wnioski

1. Częstotliwości pulsacji 1,5 Hz oraz 2 Hz nie mają wpływu na wartość wzrostu ciśnienia bezwzględnego w komorze podstrzykowej kubka udojowego.
2. Częstotliwości pulsacji 1,5 Hz oraz 2 Hz nie mają wpływu na wartość wzrostu ciśnienia bezwzględnego w komorze mlecznej kolektora podczas zamykania i otwierania gumy strzykowej kubka udojowego.
3. Stosowany model poprawnie opisuje analizowane procesy w kubku udojowym i kolektorze i będzie dalej wykorzystany w doskonaleniu doju maszynowego krów w aspekcie dopasowania parametrów do ich cech osobniczych w zakresie oddawania mleka.

Bibliografia

- Juszka H. 1998. Studia nad parametrami procesu ssania u cieląt w aspekcie nowych technik doju krów. Inżynieria Rolnicza – Rozprawy habilitacyjne 3(4)
- Juszka H., Lis S., Tomasik M. 2005 a. Modelowanie i sterowanie rozmyte aparatem udojowym. Problemy Inżynierii Rolniczej, 4(50): 57-64
- Juszka H., Lis S., Tomasik M. 2005 b. Modelowanie matematyczne systemu sterowania aparatem udojowym. Złożone do druku w Inżynierii Rolniczej
- Kupczyk A. 1999. Doskonalenie warunków doju mechanicznego ze szczególnym uwzględnieniem podciśnienia w aparacie udojowym. Inżynieria Rolnicza - Rozprawy habilitacyjne, 3(9)