

Rafał Kordus, Marian Wiercioch
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

STABILNOŚĆ PODCIŚNIENIA ROBOCZEGO PRZY ZMIENNYM OBCIĄŻENIU UKŁADU PRÓŻNIOWEGO DOJARKI MECHANICZNEJ

Streszczenie

Analizowano stabilność podciśnienia roboczego D_{sp} (iloczyn maksymalnej amplitudy spadku podciśnienia a i czasu stabilizacji podciśnienia t_{sp}) w krótkim przewodzie mlecznym podczas podłączania kolejnych aparatów udojowych przy zmiennym natężeniu cieczy. Stwierdzono istotne różnice pomiędzy wynikami uzyskanymi podczas pomiarów przy braku przepływu cieczy ($Q_m = 0$ kg/min), oraz w obecności zmiennego natężenia przepływu w zakresie od 2 do 8 kg/min. Wraz ze wzrostem liczby podłączonych aparatów udojowych wzrastała wartość D_{sp} . Znalezione równanie empiryczne opisujące parametr D_{sp} .

Słowa kluczowe: dój mechaniczny, aparaty udojowe, stabilność układu podciśnienia

Wstęp i cel pracy

Dużym zagrożeniem dla stanu zdrowotnego wymion krów są regularne i nieregularne wahania podciśnienia spowodowane gwałtownymi zmianami natężenia przepływu powietrza w instalacji dojarki. Ich wartość związana jest z wielkością strumienia objętości powietrza wprowadzonego do dojarki w trakcie zakładania i zdejmowania kubków udojowych lub podczas zrzucenia aparatu przez krowę. Liczne badania wykazały, że o wiele większy wpływ na zdrowotność wymion mają spadki i wahania podciśnienia niż jego poziom [Szlachta i Wiercioch 1988]. Destabilizacja podciśnienia, zwana również stabilnością układu podciśnienia D_{sp} definiowana jest jako iloczyn spadku podciśnienia a (kPa) i czasu trwania tej zmiany t_{sp} (s), mierzony w krótkim przewodzie mlecznym podczas doju na sucho. Dla dojarek mechanicznych bańkowych wartość ta nie powinna przekraczać 40 kPa·s [PN-92/R-36603].

Dowodzono, że pojemność układu próżniowego oraz zawory regulacji podciśnienia wpływają na Dsp [Wiercioch 1992]. Badania przeprowadzane przez Le Du [1977] podczas doju na sucho przy użyciu jednego aparatu udojowego wykazały, że zwiększenie pojemności przechwytywacza (zbiornika wyrównawczego) wpływa wprost proporcjonalnie na czasu trwania zakłócenia i odwrotnie proporcjonalnie na amplitudę spadku podciśnienia.

Celem pracy była analiza wpływu natężenia strumienia cieczy mlekozastępczej (Q_m), zmiennej liczby podłączanych aparatów udojowych (L_a) i objętości zbiornika wyrównawczego (V_z) na stabilność podciśnienia mierzonego w krótkim przewodzie mlecznym (Dsp).

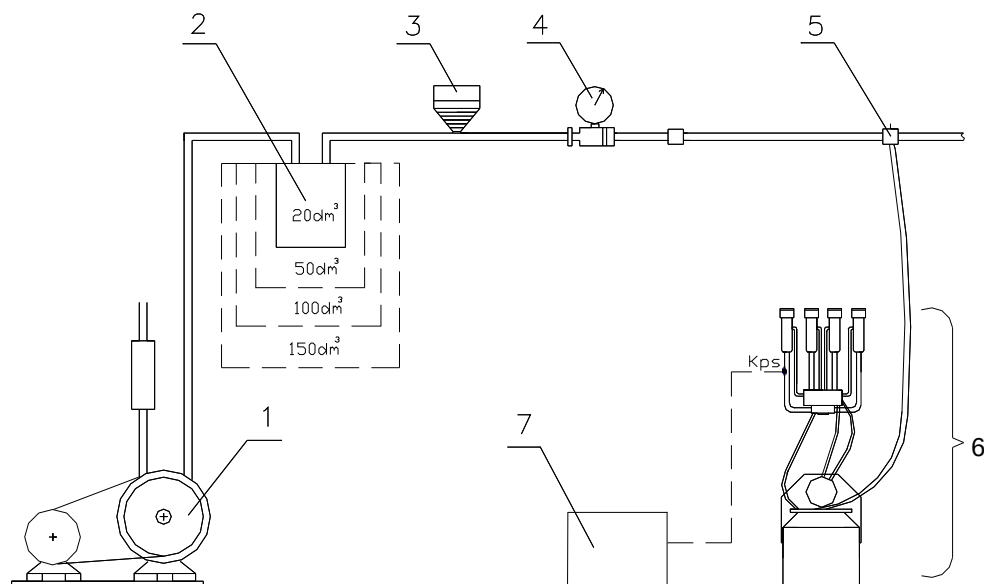
Przedmiot i metodyka badań

Przedmiotem badań był bańkowy aparat udojowy typu Hormony podłączony do układu podciśnieniowego, współpracującego z pompą o wydajności ok. 800 l/min oraz z dwuczęściowym zaworem membranowym składającym się z regulatora VRM 900 i czujnika podciśnienia VRS 900 (rys. 1). Podciśnienie robocze wynosiło 50,7 kPa. W zależności od wariantu badawczego do układu próżniowego instalowano przechwytywacz o objętości 20, 50, 100, 150 dm³. Natężenie cieczy mlekozastępczej Q_m przepływającej przez aparat udojowy zmieniano za pomocą rotametu w zakresie od 0 do 8 kg/min, co 2 kg/min. Do układu badawczego z aparatem pomiarowym podłączano w równych odstępach czasu kolejne cztery aparaty udojowe. Liczbę podłączonych do instalacji aparatów udojowych przyjęto uwzględniając stosowne wymagania [PN-92/R-36603]. W ten sposób każdy następny aparat udojowy podłączony po aparacie pomiarowym powodował destabilizację układu próżniowego oraz podciśnienia roboczego badanych aparatów. Uzyskane wielkości poddano obróbce przy pomocy specjalistycznego oprogramowania, dzięki któremu wyznaczono wartość amplitudy spadku podciśnienia oraz czasu trwania destabilizacji podciśnienia w króćcu gumy strzykowej aparatu pomiarowego.

W celu uzyskania opisu ilościowego wpływu czynników związanych z obciążeniem układu próżniowego (Q_m , L_a) oraz konstrukcją układu próżniowego (V_z) na stabilizację podciśnienia (Dsp) zastosowano metodę regresji wielorakiej z krokową eliminacją zmiennych niezależnych z modelu.

Przyjęto ogólną postać funkcji:

$$Dsp = f(Q_m, L_a, V_z) \quad (1)$$



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego – fragment instalacji podciśnieniowej z pomiarowym aparatem bańkowym: 1 – pompa próżniowa, 2 – przechwytywacz (zbiornik wyrównawczy), 3 – regulator podciśnienia, 4 – wakuometr, 5 – kurek stanowiskowy, 6 – aparat udojowy bańkowy, 7 – rejestrator AKW – 15, Kps - czujnik podciśnienia.

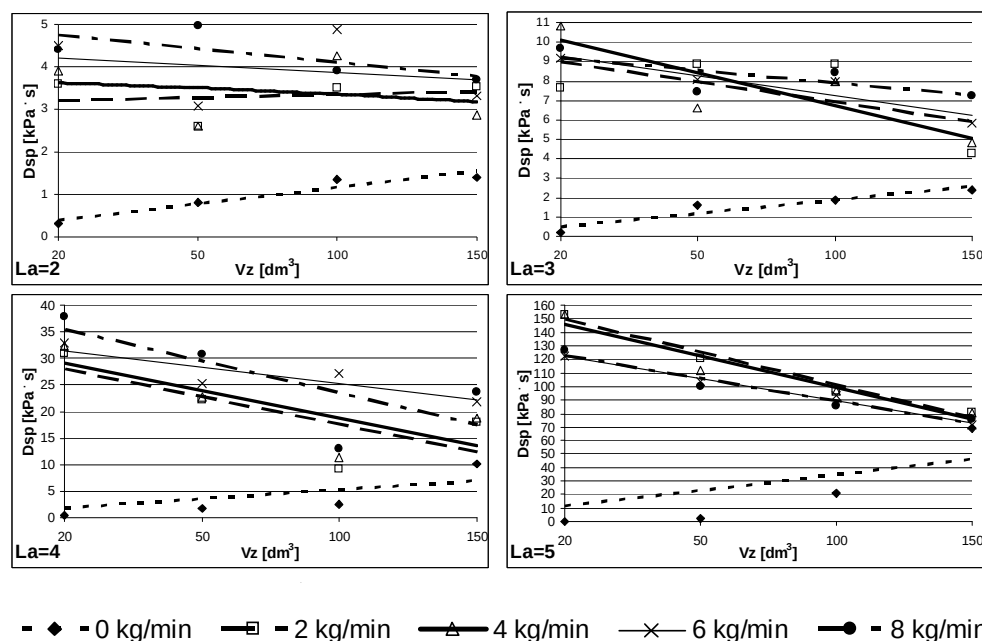
Fig. 1. Test stand scheme – fragment of vacuum installation with a measuring milking machine: 1 – vacuum pump, 2 – equalizing tank, 3 – vacuum pressure regulator, 4 – vacuum gauge, 5 – stand cock, 6 – direct-to-can milking machine, 7 – AKW recorder – 15, Kps – vacuum sensor

Wyniki

Analizując stabilizację podciśnienia roboczego D_{sp} przy zadanych natężeniach wypływu cieczy (Q_m od 2 do 8 kg/min) w funkcji objętości zbiornika wyrównawczego (rys. 2) stwierdzono, że jej zwiększenie przyczynia się do zmniejszenia wartości rozpatrywanego parametru. Odmiennie reaguje układ przy natężeniu $Q_m=0$ kg/min, przy którym większej objętości zbiornika wyrównawczego towarzyszy wzrost D_{sp} .

Dopuszczalna przez normę dla aparatów bańkowych wartość D_{sp} 40 kPa·s przy doju na sucho, została nieznacznie przekroczona jedynie przy zastosowaniu przechwytywacza o objętości 150 dm³ i to podczas podłączania piątego aparatu udojo-

wego. Jednocześnie można zauważyć, że w pozostałych przypadkach najkorzystniejsze wartości Dsp dla Q_m zmienianego od 2 do 8 kg/min uzyskano przy największej objętości przechwytywacza.

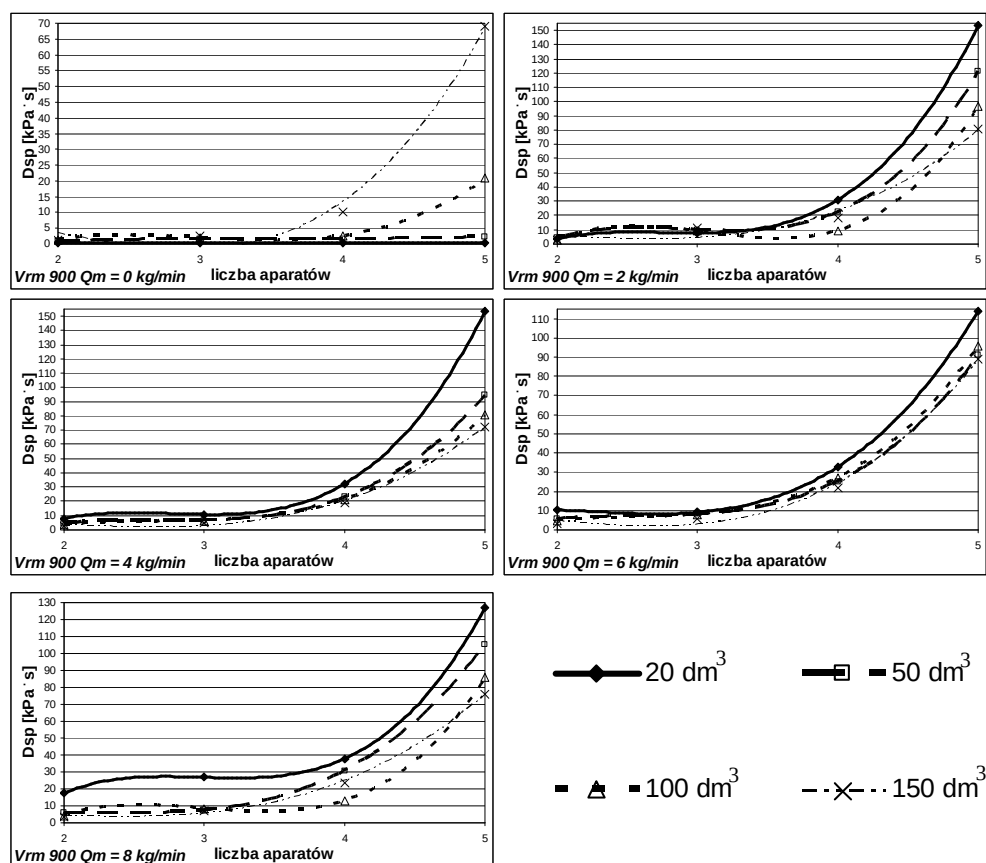


Rys. 2. Wpływ pojemności przechwytywacza V_z na stabilność podciśnienia Dsp w aparacie pomiarowym przy podłączaniu kolejnych aparatów $La=2,3,4,5$

Fig. 2. Impact of the equalizing tank capacity V_z on vacuum stability Dsp in the measuring milking machine while connecting successive units $La=2,3,4,5$

Przy podłączaniu piątego aparatu udojowego ($La=5$) zaobserwowano spadek wartości Dsp przy natężeniu strumienia cieczy mlekozastępczej 6 i 8 kg/min. Przyczyną takiego zachowania jest krótki czas stabilizacji, spowodowany ustaleniem niższego poziomu stabilnego podciśnienia roboczego. Zwiększając natężenie przepływu cieczy spada ciśnienie robocze a tym samym skraca się czas stabilizacji podciśnienia. Należy zaznaczyć, że poziom podciśnienia po stabilizacji przy $La=5$ nie spadł poniżej 2 kPa od zadanego podciśnienia roboczego, spełniając w ten sposób PN-92/R-36603.

Na rysunku 3 przedstawiono wpływ liczby podłączonych aparatów udojowych oraz pojemności przechwytywacza na stabilność podciśnienia D_{sp} przy zmiennym natężeniu cieczy w zakresie od 0 do 8 kg/min.



Rys. 3. Wpływ kolejno podłączonych aparatów udojowych oraz pojemności przechwytywacza V_z na stabilność podciśnienia D_{sp} w aparacie pomiarowym przy zmiennym natężeniu cieczy

Fig. 3. Impact of the successively connected milking machines and the equalizing tank capacity V_z on vacuum stability D_{sp} in the measuring milking machine at variable flow intensity of the liquid

Podczas doju na sucho ($Q_m = 0$ kg/min) najmniejsze wartości D_{sp} stwierdzono przy zastosowaniu przechwytywacza o pojemności 20 dm^3 . Jednak już przy występowaniu przepływu cieczy mlekozastępczej, niezależnie od jej natężenia, zbiornik

ten generuje większe wartości Dsp w całym zakresie zmiennej liczby podłączanych aparatów udojowych. Najkorzystniej pod tym względem prezentuje się zbiornik o dużej pojemności tj. 100 i 150 dm³. Wydaje się zatem uzasadnione stosowanie przechwytywaczy o większej objętości.

W oparciu o uzyskane wyniki badań dokonano opisu matematycznego rozpatrywanego parametru Dsp uwzględniając zmienne czynniki doświadczenia. Ostatecznie model matematyczny opisujący dynamikę stabilizacji podciśnienia Dsp przyjmuje postać równania empirycznego:

$$Dsp = 33,4993 - 1,0811 \cdot Qm^2 + 16,1345 \cdot La^2 - 55,7211 \cdot La + 2,0806 \cdot Qm \cdot La - 0,0799 \cdot Vz \cdot La + 8,0933 \cdot Qm \quad (2)$$

przy współczynniku determinacji $R^2 = 0,81$.

Wnioski

1. Obciążanie układu próżniowego, powstałe na skutek zwiększania strumienia masy cieczy mlekozastępczej oraz podłączenia kolejnych aparatów udojowych, powoduje wzrost destabilizacji podciśnienia roboczego Dsp .
2. Najkorzystniejsze wartości analizowanego parametru Dsp dla Qm w zakresie od 2 do 8 kg/min podczas podłączania kolejnych aparatów udojowych, uzyskano przy pojemnościach przechwytywacza 100 i 150 dm³.
3. Stworzone na podstawie wyników badań laboratoryjnych równanie empiryczne opisujące destabilizację podciśnienia Dps , pozwala na wyznaczenie tego parametru przy zadowalającym współczynniku determinacji $R^2=0,81$.

Bibliografia

Le Du J. 1977. Variation de la stabilite du viole avec la capacite de la pompe et le volume intervieur dune instalation de trait mecanique. Ann. Zootech. 26/2, s. 139-148.

Norma PN-92/R36603. 1983. Instalacje dojarek mechanicznych – wymagania konstrukcyjne i charakterystyki techniczne.

Szlachta J., Wiercioch M. 1988. Wpływ dojarek na jakość doju. IBMER Warszawa.

Wiercioch M. 1992. Wpływ wydatku pompy próżniowej oraz objętości zbiornika wyrównawczego na stabilność podciśnienia w układzie próżniowym dojarki bańkowej. Zesz. Nauk. AR Wroc., Mech. Rol. II.219, s. 99-106.

**THE EFFECT OF THE VACUUM SYSTEM STRESS
ON STABILIZATION OF THE WORKING VACUUM
MILKING MACHINE**

Summary

The pressure parameters of vacuum systems were described (the amplitude of drop of vacuum a , the time of stabilization of vacuum the t_{sp} , $D_{sp}=a \cdot t_{sp}$). Essential differences between theoretical research $Q_m=0$ kg/min and results of studies $Q_m=2 - 8$ kg/min were noted. D_{sp} value increased with increase of the connected milking unit.

Key words: machine milking, milking units, stabilization system vacuum