

Danuta Skalska, Józef Szlachta, Adam Luberański
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

ANALIZA WPŁYWU ILOŚCI POWIETRZA DOPROWADZANEGO DO INSTALACJI DOJARKI RUROCIĄGOWEJ I CAŁKOWITEGO WSPÓŁCZYNNIKA OBCIĄŻENIA NA ZMIANY PODCIŚNIENIA I ZDOLNOŚĆ ICH REGULOWANIA W RUROCIĄGU PRÓŻNIOWYM

Streszczenie

Analizowano zmiany średniego podciśnienia oraz jego wahań w rurociągu podciśnienia, w dojarce przewodowej przy pracy sześciu aparatów udojowych, podłączanych do instalacji kolejno, zaczynając od pierwszego kurka stanowiskowego, znajdującego się najbliżej jednostki końcowej dla trzech systemów regulacji podciśnienia systemowego (Vacurex, VRM 900, VV 40). Wykazano istotny wpływ całkowitego zadanego strumienia powietrza doprowadzonego do instalacji dojarki przez kolejno dołączane aparaty udojowe na wartość podciśnienia przy regulatorze (w punkcie wejściowym instalacji podciśnienia dojarki) i jego zdolność regulowania podciśnienia roboczego w instalacji próżniowej. Za stabilizację ciśnienia odpowiada uchyb regulatora dP . Uchyb regulatora (czułość) zmienił się od: 0 – 2,25 kPa dla Vacurex, 0 – 2 kPa dla VV 40 i 0 – 1 kPa dla VRM 900.

Słowa kluczowe: dojarka rurociągową, podciśnienie robocze, stabilizacja podciśnienia

Wstęp

Stabilny poziom podciśnienia jest podstawowym parametrem prawidłowego przebiegu doju oraz zdrowotności krów. Aby uzyskać stabilne podciśnienie na końcu strzyka należy przede wszystkim zadbać o stałą wartość podciśnienia w punkcie wejściowym, czyli w instalacji podciśnienia dojarki. Niepoprawnie dobrana instalacja próżniowa wpływa na występowanie nieregularnych wahań podciśnienia [Le Du 1977; Nordegren 1968; Tan i in. 1992 i 1989; Woolford 1974]. Wielkość wahań nieregularnych uzależniona jest głównie od doboru pompy próżniowej i jej wydajności, czułości i charakterystyki pracy zaworu regulacji podciśnienia, pojemności zbiornika wyrównawczego, średnicy rurociągu podciśnienia i rurociągu mlecznego oraz od oporów przepływu powietrza i mleka w tych rurociągach

[Szlachta 1999]. Według normy ISO 6690 wartość podciśnienia nie powinna zmienić się więcej niż o 2 kPa przy pracujących jednocześnie wszystkich aparatach udojowych. Aby powyższe warunki były spełnione zawór regulacyjny powinien mieć maksymalnie jednoznaczną charakterystykę statyczną [Szlachta, Wiercioch 1988]. W świetle poczynionej analizy, aktualnego stanu wiedzy zauważalny jest brak informacji odnośnie wzajemnego wpływu wielu jednocześnie pracujących aparatów udojowych w dojarce przewodowej na parametry doju.

Celem pracy było przeprowadzenie analizy wpływu ilości powietrza doprowadzonego do instalacji dojarki przewodowej i całkowitego obciążenia dojarki na zmiany podciśnienia w rurociągu próżniowym oraz zdolność jego regulowania przy pracy sześciu kolejno podłączanych aparatów udojowych dla trzech systemów regulacji podciśnienia systemowego.

Materiały i metodyka

Badania przeprowadzono w laboratorium Instytutu Inżynierii Rolniczej AR we Wrocławiu. Stanowisko pomiarowe zbudowano w oparciu o dojarkę rurociągową, która była wyposażona w:

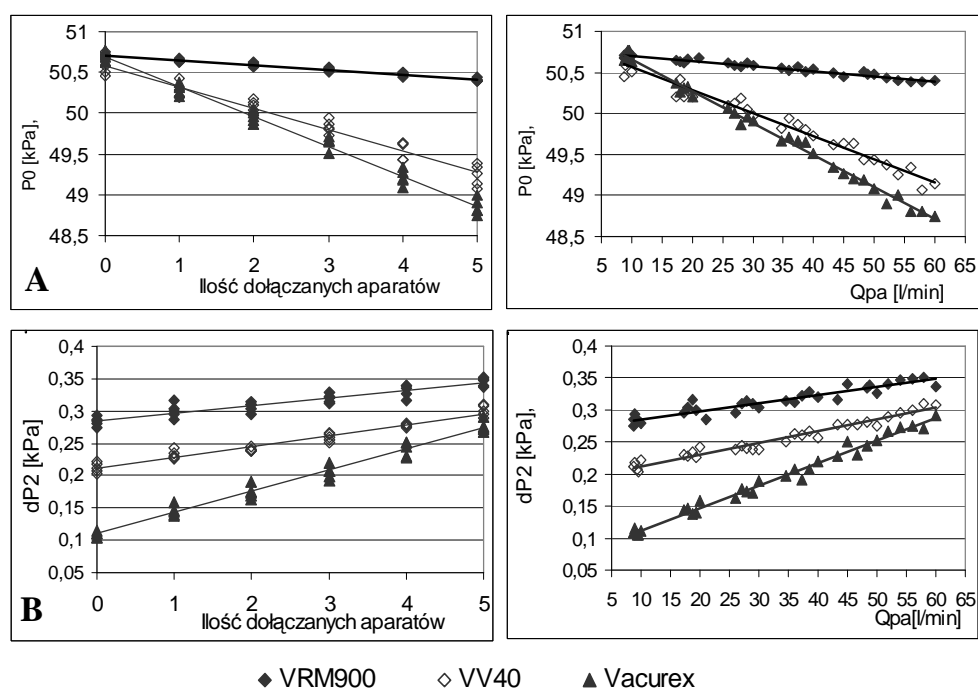
- agregat próżniowy składający się z pompy próżniowej RPA 21 współpracującej z zaworem regulacji podciśnienia Vacurex,
- agregat próżniowy składający się z pompy próżniowej VP - 76 współpracującej z zaworem regulacji podciśnienia VRM 900, (opcjonalnie z dwoma zaworami ciężarkowymi regulacji podciśnienia VV 40).

Ponadto instalację udojową wyposażono w zbiornik wyrównawczy o pojemności 20 l, zbiornik jednostki końcowej o pojemności 25 l oraz kurki stanowiskowe typu Combi DE 52. Do badań wykorzystano aparaty udojowe typu Harmony (pojemność kolektora 450 cm³). Pomiary zmian podciśnienia w rurociągu próżniowym wykonano za pomocą czujników podciśnienia PS – SM –100. Dane opracowano za pomocą specjalistycznego oprogramowania. Parametry dojarki rurociągowej dobrano według zaleceń normy ISO 5707 i 6690. Wszystkie jednocześnie pracujące aparaty miały ten sam zadany strumień wypływu cieczy Q_m , który w poszczególnych wariantach pomiarowych był zmieniany w przedziale od 0 do 8 l/min, co 2 l/min.

Wyniki badań i dyskusja

Utrzymanie stałego podciśnienia w instalacji dojarki jest cechą opisującą zdolność układu do przywracania stanu równowagi w instalacji po ustaniu działania zakłócenia. Za stabilizację ciśnienia w instalacji dojarki odpowiada konstrukcja regula-

tora i jego czułość (uchyb regulatora). Przedstawiony wpływ dołączanych kolejno aparatów udojowych do instalacji przy pracującym aparacie pomiarowym na wartość podciśnienia przy regulatorze (w punkcie $P0$) dla trzech regulatorów wykazuje zależność liniową między ilością dołączanych aparatów a podciśnieniem w punkcie $P0$ (rys. 1 A).

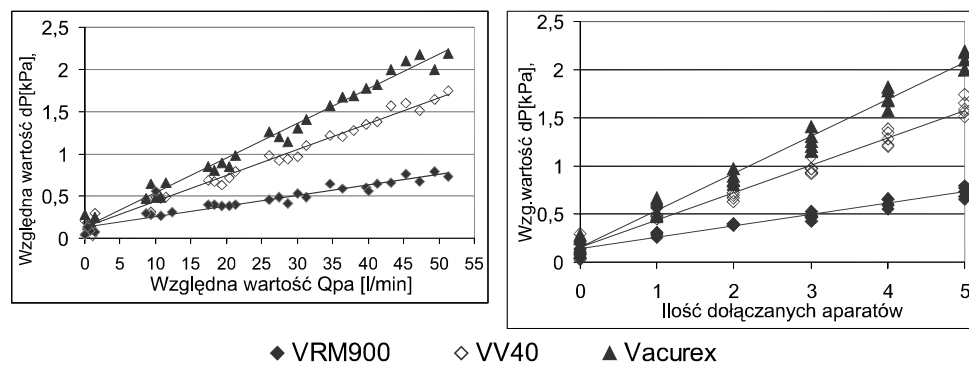


Rys. 1. Wpływ ilości dołączanych aparatów udojowych i całkowitej ilości doprowadzonego powietrza do dojarki Q_{pa} na: A - wartość podciśnienia w punkcie $P0$ (przy regulatorze), B - na spadek podciśnienia na długości rurociągu powietrznego $dP2$ dla trzech regulatorów (Vacurex, VRM 900, VV 40)

Fig. 1. Impact of the quantity of the attached milking machines and the total amount of the air supplied to the milker Q_{pa} on: A – negative pressure value in point $P0$ (at the regulator), B – on negative pressure drop in the length of the air pipeline $dP2$ for three regulators (Vacurex, VRM 900, VV 40)

Rozrzuty punktów informują, że tak naprawdę zmiana podciśnienia $P0$ zależy od całkowitej ilości powietrza doprowadzonego do dojarki. Wpływ całkowitej ilości doprowadzonego powietrza do dojarki Q_{pa} [Skalska, Szlachta, Luberański 2003] na

wartość podciśnienia w punkcie $P0$ dla trzech regulatorów wskazuje, że zmiany wartości $P0$ mieszczą się w podanym przez normę zakresie. Poziom i stabilizacja podciśnienia roboczego w rurociągu podciśnieniowym pozostają w ścisłym związku z pracą układu wytwarzania i regulacji podciśnienia zaś spadek podciśnienia $dP2$ w rurociągu powietrznym zależy od ilości pracujących aparatów udojowych dla wszystkich zadanych wielkości strumieni wypływu cieczy Q_m z aparatów udojowych i dla trzech regulatorów (Vacurex, VRM 900, VV 40) (rys. 1 B). Zauważalna jest liniowa zależność między ilością pracujących aparatów a spadkiem podciśnienia $dP2$ w rurociągu powietrznym. Analogicznie jak w przypadku podciśnienia w punkcie $P0$ (przy regulatorze) można przedstawić spadek podciśnienia na długości rurociągu próżniowego $dP2$ (rys. 1B) w zależności od całkowitej ilości powietrza dostarczonego do rurociągu. Widoczne spadki podciśnienia $dP2$ w zakresie od 0,1 do 0,2 kPa na długości rurociągu podciśnienia dla trzech rozpatrywanych systemów regulacji podciśnienia (Vacurex, VRM 900, VV 40) i wszystkich pracujących aparatów udojowych są bardzo niskie dla badanej dojarzki przewodowej. Wskazuje to na dobrą funkcję układu regulowania dla wszystkich trzech analizowanych regulatorów. Dla określenia zdolności regulowania układu przyjęto wielkość zmian podciśnienia od wartości początkowej (bez pracujących aparatów udojowych), czyli względną zmianę podciśnienia. Względna zmiana podciśnienia dP jest uzależniona od względnej całkowitej ilości powietrza doprowadzonego do dojarzki Q_{pa} i od ilości dołączonych aparatów udojowych (rys. 2).



Rys. 2. Wpływ względnej całkowitej ilości powietrza doprowadzonego do dojarzki Q_{pa} i ilości dołączanych aparatów udojowych na uchyb regulatora dP (parametr określający zdolność stabilizacji podciśnienia w dojarce) dla trzech systemów regulacji podciśnienia (Vacurex, VRM 900, VV 40)

Fig. 2. Influence of relative total of quantity supply air to milking machine Q_{pa} and quantity adds of clusters on regulator fault (the parameter characterizing a gift for stabilization of vacuum in milking machines) for three regulators (Vacurex, VRM 900, VV 40)

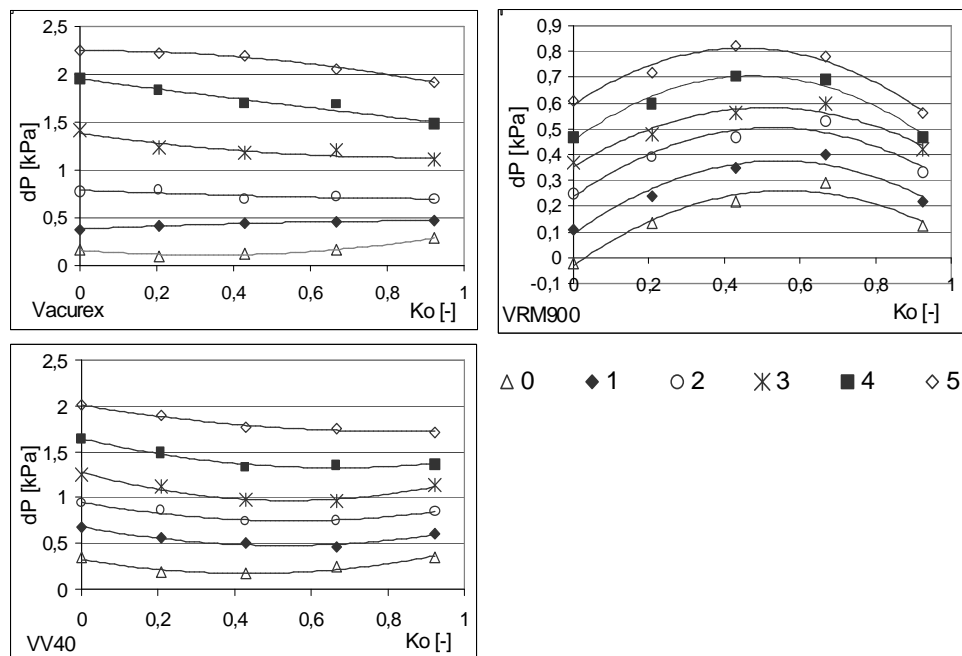
Tabela 1. Współczynniki kierunkowe linii trendów opisujące kształtowanie się wielkości uchybu regulatorów dP w funkcji względnej całkowitej ilości doprowadzonego powietrza Q_{pa} do rurociągu

Table 1. The direction coefficients of line of trends the describer sizes of deviation of regulators dP in function of total quantity of brought air Q_{pa} to milk pipeline

| Regulator | Równanie | R^2 |
|----------------|-------------------------------------|--------|
| Vacurex | $dP = 0,0409 \cdot Q_{pa} + 0,1338$ | 0,9863 |
| VRM 900 | $dP = 0,0125 \cdot Q_{pa} + 0,1367$ | 0,8844 |
| VV 40 (2 szt.) | $dP = 0,0307 \cdot Q_{pa} + 0,1301$ | 0,9847 |

Względną, całkowitą ilość powietrza doprowadzoną do dojarki obliczono odejmując od wartości Q_{pa} najmniejszą możliwą wartość powietrza Q_{pa1} , jaka jest doprowadzana do dojarki przy jednym pracującym aparacie udojowym. Przyjmując względną zmianę podciśnienia, jako parametr określający zdolność do stabilizacji podciśnienia (tzw. uchyb regulatora dP) w dojarce, uzyskano łatwą interpretację zmian podciśnienia. Najmniejsze, zarejestrowane zmiany dP wystąpiły dla regulatora VRM 900 i nie przekraczały 1 kPa, natomiast dla pozostałych regulatorów były nieznacznie wyższe i np. dla regulatora Vacurex przy $Q_{pa} = 50$ l/min zmiany dP wynosiły około 2,2 kPa. Proste (rys. 2) opisują uchyb regulatora dP w zależności od przyrostu całkowitej ilości powietrza doprowadzonego do dojarki.

Natomiast wpływ całkowitego współczynnika obciążenia dojarki K_o [Skalska, Szlachta i Luberański 2003] na parametr określający zdolność stabilizacji podciśnienia w dojarce dP (tzw. uchyb regulatora) przedstawiono na rys. 3 dla trzech systemów regulacji podciśnienia (Vacurex, VRM 900, VV 40) i dla określonej ilości podłączanych aparatów udojowych do dojarki (od 1 do 6). Maksymalny uchyb dP dwóch regulatorów Vacurex oraz VV 40 dla sześciu podłączonych aparatów udojowych do instalacji dojarki przy zerowym współczynniku obciążenia dojarki K_o (to znaczy, że strumień wypływu cieczy z aparatów udojowych $Q_m = 0$ l/min) wynosił kolejno 2,25 kPa dla Vacurex i 2 kPa dla VV 40. Regulator VRM 900 zachowuje się nieco inaczej, bowiem maksymalny uchyb dP wynosił 0,8 kPa przy $K_o = 0,428$ (zadany strumień wypływu cieczy z aparatów $Q_m = 4$ l/min) dla sześciu podłączonych aparatów udojowych.



Rys. 3. Wpływ całkowitego współczynnika obciążenia K_o na parametr określający zdolność stabilizacji podciśnienia w dojarce (uchyb regulatora) dP dla trzech systemów regulacji podciśnienia i dla określonej ilości dołączanych aparatów udojowych do dojarki: 0 – pracuje tylko aparat pomiarowy, 1, 2, 3, 4, 5, - kolejne dołączane aparaty udojowe

Fig. 3. Influence of load total coefficient milking machine K_o on the parameter characterizing a gift for stabilization of vacuum in milking machines (deviation of regulator) dP for three regulator and for definite quantity adds of clusters to milking machine: 0 - works only measuring cluster, 1, 2, 3, 4, 5, - next adds clusters

W tabelach 1 i 2 przedstawiono współczynniki kierunkowe linii trendów opisujące kształtowanie się uchybu regulatorów dP w zależności od ilości doprowadzonego do rurociągu powietrza Q_{pa} oraz od całkowitego współczynnika obciążenia dojarki K_o dla dołączanych aparatów udojowych do aparatu pomiarowego i dla trzech systemów regulacji podciśnienia.

Tabela 2. Współczynniki kierunkowe linii trendów opisujące kształtowanie się wielkości uchybu regulatorów dP w funkcji współczynnika całkowitego obciążenia instalacji dojarki K_o dla trzech systemów regulacji podciśnienia

Table 2. The direction coefficients of line of trends describing sizes of deviation of regulators dP in function of coefficient of total load milking machine installation K_o for three regulators

VACUREX

| Ilość aparatów dołączonych | Równanie | R^2 |
|----------------------------|---|--------|
| 0 | $dP = 0,4959 \cdot K_o^2 - 0,3251 \cdot K_o + 0,163$ | 0,9712 |
| 1 | $dP = -0,098 \cdot K_o^2 + 0,1841 \cdot K_o + 0,381$ | 0,9942 |
| 2 | $dP = 0,0748 \cdot K_o^2 - 0,1672 \cdot K_o + 0,790$ | 0,7049 |
| 3 | $dP = 0,3213 \cdot K_o^2 - 0,5714 \cdot K_o + 1,384$ | 0,8459 |
| 4 | $dP = 0,0361 \cdot K_o^2 - 0,5186 \cdot K_o + 1,9511$ | 0,9576 |
| 5 | $dP = -0,407 \cdot K_o^2 + 0,0168 \cdot K_o + 2,247$ | 0,9890 |

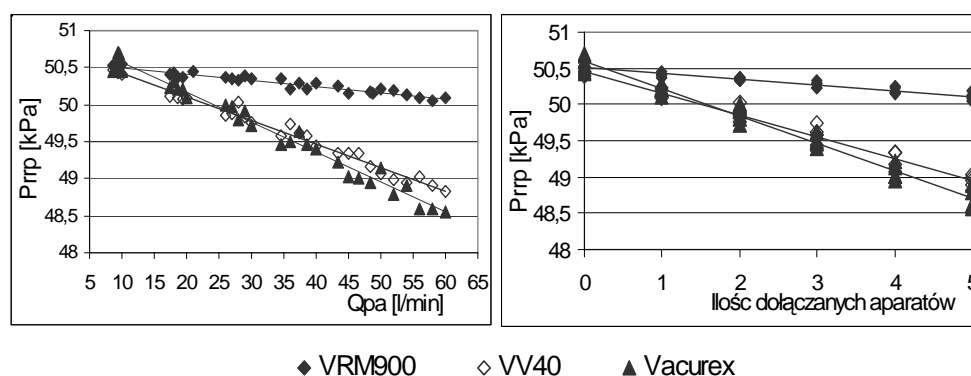
VRM 900

| Ilość aparatów dołączonych | Równanie | R^2 |
|----------------------------|--|--------|
| 0 | $dP = -0,9226 \cdot K_o^2 + 1,0365 \cdot K_o - 0,0306$ | 0,9518 |
| 1 | $dP = -0,9575 \cdot K_o^2 + 1,0398 \cdot K_o + 0,0930$ | 0,9422 |
| 2 | $dP = -0,9651 \cdot K_o^2 + 1,0162 \cdot K_o + 0,2368$ | 0,9311 |
| 3 | $dP = -0,9651 \cdot K_o^2 + 1,0162 \cdot K_o + 0,2368$ | 0,9311 |
| 4 | $dP = -1,1077 \cdot K_o^2 + 1,0513 \cdot K_o + 0,4557$ | 0,9670 |
| 5 | $dP = -1,0867 \cdot K_o^2 + 0,9779 \cdot K_o + 0,5932$ | 0,9665 |

VV 40

| Ilość aparatów dołączonych | Równanie | R^2 |
|----------------------------|---|--------|
| 0 | $dP = 0,8088 \cdot K_o^2 - 0,7045 \cdot K_o + 0,3232$ | 0,9258 |
| 1 | $dP = 0,7209 \cdot K_o^2 - 0,7616 \cdot K_o + 0,6779$ | 0,9520 |
| 2 | $dP = 0,6732 \cdot K_o^2 - 0,7376 \cdot K_o + 0,9478$ | 0,8988 |
| 3 | $dP = 1,0397 \cdot K_o^2 - 1,1279 \cdot K_o + 1,2727$ | 0,9609 |
| 4 | $dP = 0,7197 \cdot K_o^2 - 0,9564 \cdot K_o + 1,6405$ | 0,9490 |
| 5 | $dP = 0,4010 \cdot K_o^2 - 0,6812 \cdot K_o + 2,0076$ | 0,9877 |

Analiza wariancji wieloczynnikowej wykazała istotność wpływu trzech analizowanych źródeł zmienności (regulatora, współczynnika obciążenia dojarki K_o i ilości pracujących aparatów udojowych) na kształtowanie się parametru dP na poziomie $p = 0,01$. Zdolność stabilizacji podciśnienia w dojarce dP (tzw. uchyb regulatora) istotnie zależy od konstrukcji samego regulatora oraz od ilości i sposobu doprowadzonego powietrza do dojarki. Równania opisujące charakterystyki poszczególnych regulatorów wskazują na ich zdolność regulowania przy zmieniających się obciążeniach instalacji udojowej liczbą pracujących aparatów udojowych, co jest ważne przy doju krów o dużej wydajności mlecznej. Podciśnienie robocze w rurociągu powietrznym P_{rrp} zasila pulsatory i jest odpowiedzialne za ich prawidłową pracę. Analiza wariancji wieloczynnikowej wykazała istotny wpływ trzech analizowanych źródeł zmienności (regulatora, ilości pracujących aparatów udojowych i współczynnika obciążenia dojarki K_o) na kształtowanie się podciśnienia roboczego w rurociągu powietrznym P_{rrp} . Podciśnienie P_{rrp} jest to różnica podciśnienia pomiędzy punktem P_0 (przy regulatorze) a poszczególnymi punktami pomiarowymi przy kurkach stanowiskowych w rurociągu powietrznym (rys. 4).



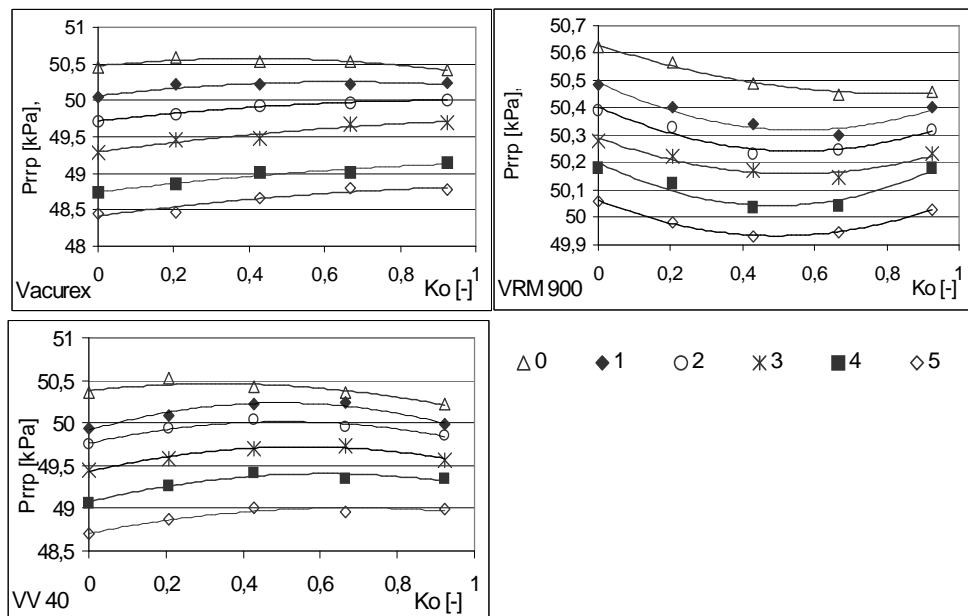
Rys. 4. Wpływ całkowitej ilości powietrza doprowadzonego do dojarki Q_{pa} i ilości dołączanych aparatów udojowych na podciśnienie robocze w rurociągu powietrznym P_{rrp} dla trzech systemów regulacji podciśnienia i ilości dołączonych aparatów udojowych, 0 – pracuje tylko aparat pomiarowy, 1, 2, 3, 4, 5, - kolejne dołączane aparaty udojowe

Fig. 4. Influence of total quantity supply air to milking machine Q_{pa} and quantity adds of clusters to milking machine on milking vacuum in air pipeline P_{rrp} for third regulators and for definite quantity adds of clusters to milking machine: 0 - works only measuring cluster, 1, 2, 3, 4, 5, - next adds clusters

Poziom istotności (p) wynosił dla każdego źródła zmienności 0,01. Ilość aparatów udojowych a właściwie całkowita ilość powietrza Q_{pa} dostarczana do dojarki przez aparaty udojowe wpływa na kształtowanie tego parametru. Zmiany spadków podciśnienia w rurociągu powietrznym $dP2$ (rys. 1 B) są bardzo małe rzędu 0,2 kPa dla wszystkich pracujących aparatów udojowych dla regulatora Vacurex natomiast około 0,1 kPa dla VV 40 oraz VRM 900 i nie mają istotnego wpływu na pracę pulsatorów.

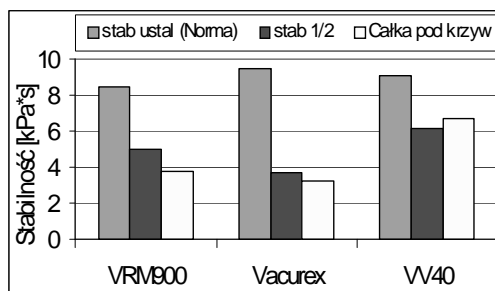
Kształtowanie się podciśnienia roboczego w rurociągu powietrznym P_{rrp} jest uzależnione od współczynnika obciążenia dojarki K_o , co przedstawiono na rys. 5 (dla trzech regulatorów: Vacurex, VRM 900, VV 40 i ilości dołączanych aparatów udojowych do aparatu pomiarowego). Najniższa zmierzona wartość P_{rrp} wynosiła 48,5 kPa dla regulatora Vacurex i sześciu aparatów udojowych przy współczynniku obciążenia dojarki $K_o = 0$ tzn. przy zerowym zadanym strumieniu wypływu cieczy z aparatów udojowych. Najwięcej powietrza było wprowadzane do dojarki przez pracujące pulsatory i kolektory aparatów udojowych, kiedy występował największy uchyb regulatora dP około 2,25 kPa, co zostało przedstawione na rysunku 3. Podobnie jest dla regulatora VV 40, gdzie najniższe zmierzone podciśnienie robocze P_{rrp} w rurociągu powietrznym wynosi 48,75 kPa (rys. 5) natomiast największy uchyb tego regulatora dP wynosił 2 kPa (rys. 3). Dla regulatora VRM 900 zmiany P_{rrp} były najmniejsze i najniższe zmierzone podciśnienie robocze w rurociągu powietrznym P_{rrp} wynosiło około 49,95 kPa dla współczynnika obciążenia dojarki $K_o = 0,428$. Nie stwierdzono wyraźnych różnic między współczynnikami kierunkowymi linii trendów opisujących kształtowania się podciśnienia roboczego w rurociągu powietrznym przy stosowanych współczynnikach obciążenia dojarki i różnej ilości aparatów udojowych dla regulatorów Vacurex i VV 40. Jedynie można zauważyć różnice w wartościach współczynników regresji – mniejsze są dla regulatora Vacurex (niezależnie od współczynnika obciążenia dojarki), największe są dla regulatora VV 40. Natomiast regulator VRM 900 różni się wyraźnie od pozostałych. Współczynniki kierunkowe linii trendów opisujących kształtowanie się P_{rrp} mają tendencję wprost przeciwną.

Zmierzono i przeanalizowano stabilność podciśnienia w dojarce rurociąkowej wg normy PN – 92/R – 36603 ze zbiornikiem pomiarowym w warunkach pomiaru opisanego w ISO 6690, następnie według metody polegającej na przyjęciu czasu stabilizacji równego połówkowej szerokości amplitudy zmian podciśnienia (szerokość piku w 1/2 jego wysokości) oraz licząc całkę pod krzywą, opisującą odpowiedź układu badanego (zmian podciśnienia) na zakłócenie (rys. 6).



Rys. 5. Wpływ całkowitego obciążenia K_o na podciśnienie robocze w rurociągu powietrznym P_{rrp} dla trzech systemów regulacji podciśnienia i ilości dołączonych aparatów udojowych, 0 – pracuje tylko aparat pomiarowy, 1, 2, 3, 4, 5, - kolejne dołączane aparaty udojowe

Fig. 5. The influence of load total coefficient milking machine K_o , on system vacuum in air pipeline P_{rrp} for three regulators and added clusters, 0 – works only measuring cluster, 1, 2, 3, 4, 5, - added clusters



Rys. 6. Stabilność dojarki przewodowej wyznaczona ww. metodami dla trzech systemów regulacji podciśnienia (Vacurex, VRM 900, VV 40)

Fig. 6. The stability of vacuum in milking machine for three regulators (Vacurex, VRM 900, VV 40)

Stabilność podciśnienia całego układu dojarki rurociąkowej liczona według normy ISO 6690 (dla trzech regulatorów) nie nadaje się do klasyfikacji jakości regulacji, ponieważ metoda ta nie różnicuje między sobą przyjętych rozwiązań poszczególnych regulatorów. Pokazuje jedynie dopuszczalność zastosowanych układów regulacji oraz informuje nas tylko o tym, że dojarka została poprawnie zmontowana. Natomiast dwie pozostałe metody wyraźnie pokazują, który układ regulacji charakteryzuje się lepszą stabilnością. Najlepszą stabilność zapewnia układ podciśnienia z regulatorem Vacurex (~3 kPa·s), następnie z regulatorem VRM 900 (~3,75 kPa·s) i ostatni układ z regulatorem VV 40 (~6,25 kPa·s). Stabilność układu zapewniona przez regulator Vacurex i VRM 900 jest prawie identyczna, dlatego też przypisując każdemu regulatorowi jego uchyb można precyzyjnie porównać wpływ regulatora i innych elementów instalacji udojowej na warunki doju dojarki rurociąkowej.

Wnioski

1. Opisanie względnej wartości uchybu dP w funkcji względnej wartości ilości powietrza Q_{pa} umożliwia przedstawienie zdolności regulacji podciśnienia za pomocą współczynnika kierunkowego prostej.
2. Przypisanie każdemu regulatorowi jego uchybu dP (współczynnika kierunkowego) daje możliwość przedstawienia parametrów doju w zależności od uchybu, który jednoznacznie określa regulator i jest wartością liczbową. Uchyb regulatorów dP zmieniał się od 0 - 2,25 kPa dla VACUREX, 0 - 2 kPa dla VV 40 i 0 - 1 kPa dla VRM 900.
3. Podciśnienie robocze rurociągu powietrznego P_{rrp} przy kurku stanowiskowym w rurociągu powietrznym zależy głównie od uchybu regulatora, natomiast w znacznie mniejszym stopniu od spadków podciśnienia wzdłuż rurociągu powietrznego, które zmieniały się od 0,1 do 0,35 kPa.

Bibliografia

ISO 5707. 1996. Instalacje dojarek mechanicznych. Konstrukcje parametry eksploatacyjne.

ISO 6690. 1996. Instalacje dojarek mechanicznych. Badania mechaniczne.

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

Nordegren S.A. 1968. Theoretical calculation of regular vacuum fluctuations. Symp. on Machine Milking. Shinfield.

Skalska D., Szlachta J., Luberański A. 2003. Analiza wpływu strumienia masy cieczy oraz obciążenia rurociągu mlecznego na wartość średniego podciśnienia ssania w kubku udojowym dojarki przewodowej. *Technica Agraria* 2(1), s. 75-87.

Szlachta J. 1999. Normy międzynarodowe ISO a sprzęt udojowy. *Poradnik Hodowcy* 5, 1.

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

Tan J., Janni K.A., Appleman R.D. 1989. Dynamic variations in vacuum milking systems. ASAE Paper No. 89-6065. St. Joseph, MI: ASAE.

Tan J., Janni K.A., Stelson K.A. 1992. Mathematical modelling of milking machine vacuum systems. *Transactions of the ASAE* 35(1), s. 327-332.

PN-92/R-36603. 1992. Wymagania konstrukcyjne i charakterystyki techniczne.

Woolford M.W. 1974. Milking machine design: Factors effecting vacuum stability (In abstract). *Agricultural Research In New Zealand* 79, s. 1972-1973.

THE ANALYSIS OF TOTAL LOAD INFLUENCE OF MILKING PIPELINE OF MILKING MACHINE ON CHANGES OF VACUUM IN AIR PIPELINE AND ABILITY OF ITS CONTROL

Summary

Changes of the system vacuum were analyzed and its fluctuations into air pipeline in milking machine during works six clusters, which it were added to milking machine. Clusters were added from the beginning first milk post tap, which it was located, the most recorder jar for three regulators (Vacurex, VRM 900, VV 40). It significant influence was proved of total quantity supply air to milking machine by in turn added clusters on value of vacuum by regulator. The deviations of regulators changed from: 0 to 2,25 kPa for Vacurex, 0 to 2 kPa for VV 40 and 0 to 1 kPa for VRM 900.

Key words: milking pipelines machine, working vacuum system, stabilization of vacuum