

Henryk Komsta, Krzysztof Olszewski
Katedra Inżynierii Procesowej, Spożywczej i Ekotechniki
Politechnika Lubelska

MODERNIZACJA UKŁADU REGULACJI CIŚNIENIA HOMOGENIZACJI

Streszczenie

W pracy przedstawiono propozycję modernizacji standardowego układu regulacji ciśnienia homogenizacji oraz jej wpływ na stopień homogenizacji mleka.

Słowa kluczowe: homogenizacja, homogenizator ciśnieniowy, układ regulacji ciśnienia

Wprowadzenie

W przemyśle bardzo często spotykamy się z niejednorodnymi ciekłymi układami wielofazowymi (CUN) [Komsta 2000; Popko H. Popko R. 1987; Ziajko 1997]. Ze względu na różne właściwości fizykochemiczne faz oraz oddziaływań pomiędzy tymi fazami, w większości tych układów obserwuje się nieustannie przebiegający proces samorzutnego rozdzielania się tworzących je faz [Friberg, Larsson (ed.), 1997]. Jednym ze sposobów ograniczenia tego zjawiska jest poddanie CUN zabiegowi homogenizacji ciśnieniowej. Homogenizacja ciśnieniowa jest to proces jednoczesnego rozdrobnienia i ujednorodnienia cząstek fazy rozproszonej w fazie ciągłej [Friberg, Larsson (ed.), 1997; Komsta 2000]. Polega ona na przetłaczaniu pod wysokim ciśnieniem rzędu 15-25 MPa obrabianego ciekłego medium przez wąską szczelinę homogenizującą utworzoną pomiędzy grzybkim a gniazdem zaworu homogenizującego [Komsta 2000; Mohr 1987; Popko H., Popko R. 1987].

Wartość ciśnienia homogenizacji jest funkcją wysokości szczeliny homogenizującej. Proces homogenizacji może być prowadzony jako proces jednostopniowy, lub wielostopniowy (najczęściej dwustopniowy). Homogenizacja jednostopniowa prowadzona jest w głowicy wyposażonej w jeden zawór homogenizujący (gniazdo zaworu + grzybek zaworu) oraz jeden układ regulacji (nastawu) wysokości szczeliny

homogenizującej. Homogenizacja wielostopniowa może być prowadzona przy użyciu zaworu wielostopniowego, w takim przypadku stosowany jest nadal jeden zawór homogenizujący o specjalnej konstrukcji i jeden układ regulacji ciśnienia [Popko H., Popko R. 1987]. Homogenizacja wielostopniowa może być także prowadzona przy użyciu kilku umieszczonych szeregowo zaworów homogenizujących posiadających indywidualne układy regulacji ciśnienia. [Abhijit, Date, Patravale, 2004; GEA 2005; Hys, Popko H. 2000; Popko H., Popko R. 1987].

Regulacja ciśnienia homogenizacji może odbywać się w sposób mechaniczny lub hydrauliczny. W obu przypadkach, w celu uzyskania wymaganej wartości ciśnienia homogenizacji należy ustalić odpowiednią wartość wysokości szczeliny homogenizującej. W produkowanych obecnie homogenizatorach ciśnieniowych wyposażonych w mechaniczne układy regulacji ciśnienia, zmianę wysokości szczeliny homogenizującej uzyskuje się wywierając poprzez obrót pokrętła regulacyjnego, przekazywany za pośrednictwem sprężyny (elementu podatnego), nacisk na grzybek zaworu homogenizującego. [DTR 1996; Łukasik 1999]

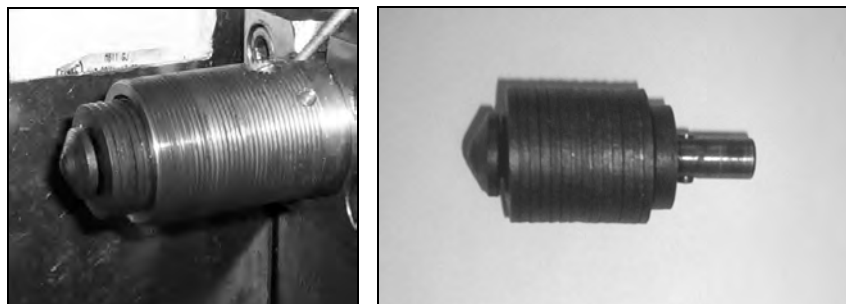
W Katedrze Inżynierii Procesowej, Spożywczej i Ekotechniki Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej poddano modernizacji standardowy mechaniczny układ regulacji ciśnienia homogenizacji, zastępując element podatny elementem sztywnym. Dzięki zastosowaniu elementu sztywnego ogranicza się możliwości zmian wysokości szczeliny homogenizacji wynikające z nakładania się drgań elementu sprężystego i chwilowych wahań ciśnienia CUN w kolektorze głównym bloku nurnikowego wynikających z charakterystyki dynamiczno-kinematycznej pracy pompy nurnikowej homogenizatora ciśnieniowego.

Cel pracy

Celem pracy było określenie wpływu przeprowadzonej modernizacji mechanicznego układu regulacji ciśnienia homogenizacji homogenizatora ciśnieniowego na uzyskiwany efekt homogenizacji mleka.

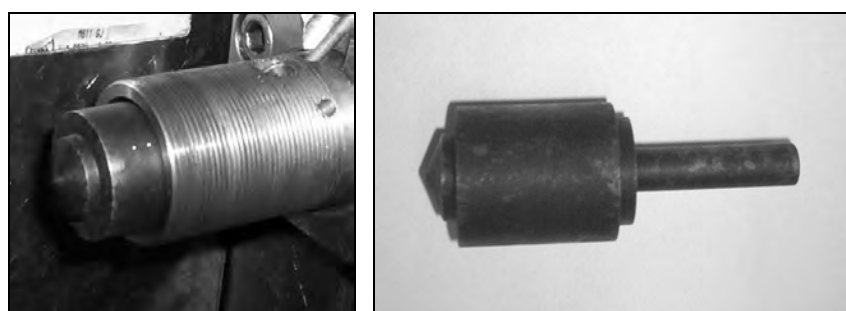
Metodyka

W celu określenia wpływu zastąpienia sprężyny elementem sztywnym na efekt homogenizacji, przeprowadzono badania porównawcze stosując standardowy oraz zmodernizowany układ regulacji ciśnienia homogenizacji. Obiektem badań był układ regulacji ciśnienia homogenizatora ciśnieniowego typ CHO03 produkcji FMiUPS „Spomasz” Bełżyce. Na rysunku 1 przedstawiono widok elementu sprężystego – sprężyny talerzowej, zaś na rys. 2 widok elementu sztywnego zastosowanego w zmodernizowanym układzie regulacji ciśnienia homogenizacji.



Rys. 1. Element sprężysty, stosowany w układzie regulacji ciśnieniem homogenizacji

Fig. 1. A disk spring used in the pressure regulating device



Rys. 2. Element sztywny, zastosowany w układzie regulacji ciśnieniem homogenizacji

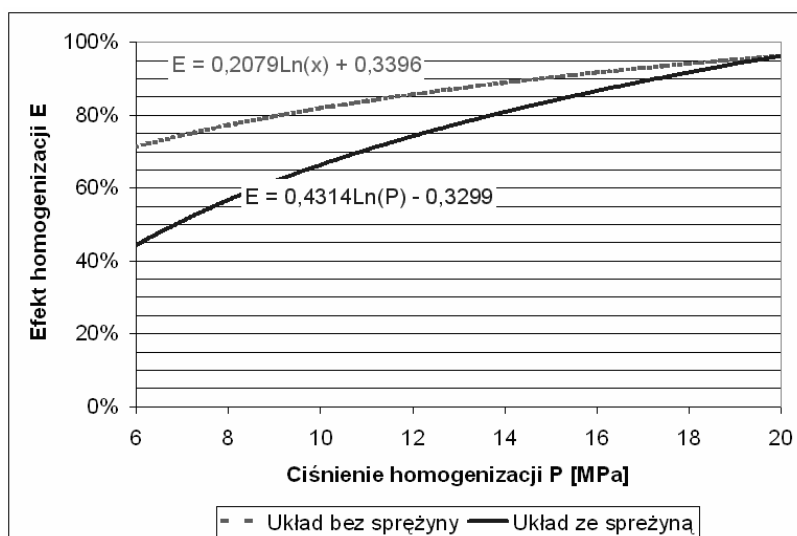
Fig. 2. A hard element used in the pressure regulating device

Ciekłym układem niejednorodnym poddanym homogenizacji ciśnieniowej było mleko surowe o zawartości fazy tłuszczowej wynoszącej 3,2%, podgrzane przy pomocy wymiennika rurowego do temperatury 333K. Do badań użyto płaskie zawory homogenizujące, różniące się długością szczeliny homogenizującej L zawierającej się w przedziale $\langle 2,5 \mu\text{m} ; 9,5\mu\text{m} \rangle$

Podczas badań wartość ciśnienia homogenizacji zmieniała się w zakresie od 8MPa do 20MPa. Efekt homogenizacji określano zgodnie z Polską Normą [PN/75-A-86056, 1975] metodą mikroskopową, przy wykorzystaniu mikroskopu optycznego sprzężonego z kamerą CM40P, podłączoną do komputera PC oraz programu do analizy obrazu MultiScan.

Wyniki badań

Na rysunku 3 przedstawiono wyniki badań wpływu konstrukcji układu regulacji ciśnienia homogenizacji na uzyskany efekt homogenizacji (E) przy użyciu zaworu homogenizującego o długości szczeliny homogenizującej L wynoszącej 6mm.

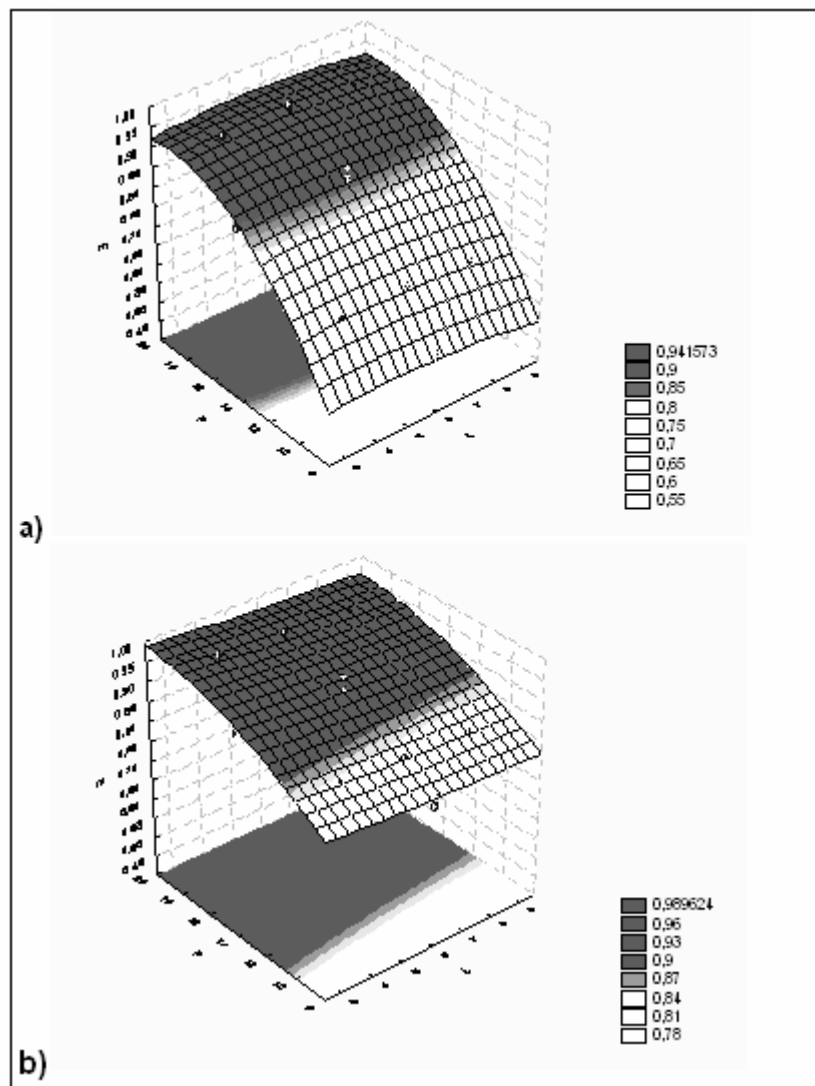


Rys. 3. Wpływ konstrukcji układu regulacji ciśnienia homogenizacji na efekt homogenizacji (E) przy różnym ciśnieniu homogenizacji (P) oraz długości szczeliny homogenizującej $L=6\mu\text{m}$

Fig. 3. The influence of the pressure regulating device construction on the effect of homogenization (E) at the different of homogenizing pressure (P) and length of homogenizing gap $L=6\mu\text{m}$

Na rysunku 4 przedstawiono wyniki badań wpływu na uzyskany efekt homogenizacji (E) ciśnienia homogenizacji (P) i długości szczeliny homogenizującej (L) oraz konstrukcji układu regulacji ciśnienia homogenizacji badanego homogenizatora ciśnieniowego.

Jak wynika z wykresów przedstawionych na rysunkach 3 i 4 eliminacja sprężyny z układu regulacji ciśnienia homogenizacji i zastąpienie jej elementem sztywnym umożliwia stosowanie niższych ciśnień homogenizacji w celu uzyskania efektu homogenizacji ($E \geq 85\%$) wymaganego przez Polską Normę PN-75A/86059



Rys. 4. Wpływ konstrukcji układu regulacji ciśnienia, długości szczeliny homogenizującej (L) oraz ciśnienia homogenizacji (P), na efekt homogenizacji mleka (E): a) układ kontroli ciśnienia z elementem sprężystym; b) układ kontroli ciśnienia z elementem sztywnym

Fig. 4. The influence of the pressure regulating device construction, the length of homogenizing gap (L) and homogenizing pressure (P) on the effect of milk homogenization (E): a) the pressure regulating device with the disk spring; b) the pressure regulating device with hard element

Wnioski

1. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono istnienie wpływu konstrukcji układu regulacji ciśnienia homogenizacji na efekt homogenizacji badanego mleka.
2. W przypadku homogenizacji mleka o zawartości fazy tłuszczowej 3,2% przy temperaturze 333K z użyciem zaworu płaskiego o długości szczeliny 6mm wymagany efekt homogenizacji wynoszący minimum 85% osiągnięto w przypadku standardowego układu regulacji ze sprężyną talerzową przy ciśnieniu większym niż 15MPa, natomiast w przypadku zastąpienia sprężyny elementem sztywnym wymagany efekt homogenizacji osiągnięto już przy ciśnieniu przekraczającym 12MPa.
3. Modernizacja standardowego układu regulacji ciśnienia homogenizacji homogenizatora ciśnieniowego CHO03 polegająca na zastąpieniu elementu sprężystego elementem sztywnym, w przypadku homogenizacji mleka pozwala obniżyć ciśnienie homogenizacji nawet około 20% a tym samym na zmniejszenie ilości pobieranej przez homogenizator energii oraz na mniejsze obciążenie węzłów kinematycznych homogenizatora ciśnieniowego co powinno skutkować zwiększeniem ich trwałości i niezawodności.

Bibliografia

Abhijit A. Date, V.B. Patravale. 2004. Current strategies for engineering drug nanoparticles, *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 9 (2004) 222-235.

Chiang M.-H., Huang C.-C. 2004. Experimental implementation of complex path tracking control for large robotic hydraulic excavators, *Int J Adv Manuf Technol* (2004) 23: 126-132 DOI 10.1007/s00170-003-1636-8.

DTR. 1996. Dokumentacja techniczno-ruchowa homogenizatora CH003, Fabryka Maszyn i Urządzeń Przemysłu Spożywczego „SPOMASZ” Bełżyce.

Friberg S. E., Larsson K. (ed.). 1997. *Food Emulsions*. Marcel Dekker, Inc., New York.

Fukushima Shoji, Kishimoto Shuichi, Takeuchi Yoshikazu, Fukushima Masanori, 2000. Preparation and evaluation of o/w type emulsions containing antitumor prostaglandin, *Advanced Drug Delivery Reviews* 45 (2000) 65-75.

GEA. 2005-07-21 <http://www.niroinc.com/html/soavi/stechnolgy.html>

Hys, L. Popko, H. 2000. Badania nad podwyższeniem trwałości użytkowej elementów roboczych homogenizatorów, *Zeszyty Naukowe Mechanika*, zeszyt nr 60, Politechnika Opolska.

Komsta H. 2000. Analiza procesów homogenizacji ciśnieniowej emulsji i zawiesin w przemyśle spożywczym – rozprawa habilitacyjna, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie, Lublin.

Łukasik K. 1999. 02 17, Zgłoszenie patentowe nr 331549, F16K 1/00, Politechnika Lubelska, Lublin.

Mohr K.H. 1987. High pressure homogenization. II. The influence of cavitation on liquid-liquid dispersion in turbulence fields of high energy density. J. Food Eng. 6 (4).

PN/75-A-86056. 1975. Mleko, śmietana i śmietanka. Oznaczenie skuteczności homogenizacji.

Popko H. Popko R. 1987. Maszyny przemysłu spożywczego. Przemysł mleczarski. Wyd.2 Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej, Lublin.

Szydelski Z. 1995. Podstawy napędów hydraulicznych, Oficyna Wydaw. Polit. Warszaw. Warszawa.

Zhang Qin, Meinhold Dave R., Krone John J. 1998. Valve Transform Fuzzy Tuning Algorithm for Open-centre Electro-hydraulic Systems - J. Agric. Engng Res. (1999) 73, 331-339 Article No. jaer.1998.O413, available on line at <http://www.idealibrary.com> on IDE KI

Ziajko S. 1997. Mleczarstwo – zagadnienia wybrane. Tom 1, Wyd. ART, Olsztyn.

MODERNIZATION OF THE HOMOGENIZING PRESSURE REGULATING DEVICE

Summary:

The article presents a proposition of modernization of the standard homogenizing pressure regulating device and its influence on the effect of milk homogenizing.

Key words : homogenization, pressure homogenizer, pressure regulating device