

Mimośrodowa pompa łopatkowa do transportowania cieczy spożywczych

Krzysztof Towarnicki

Wstęp

Historia hydrauliki sięga czasów, w których człowiek zagospodarował ruch cieczy na własne potrzeby. W tamtym czasie nie odwoływano się do zdefiniowanych praw, które obecnie stosuje się w technice hydraulicznej. Pierwsze maszyny wykorzystujące energię cieczy zbudowano już w starożytności, a ponad 200 lat przed naszą erą skonstruowano pompę tłokową ssąco-tłoczącą. Później wprowadzano coraz bardziej zaawansowane rozwiązania konstrukcyjne poprawiające sprawność pomp. Najbardziej rozpowszechniona wśród pomp wporowych jest pompa zębata wynaleziona w około 1600 roku przez J. Keplera, ale w tamtym czasie nie znalazła praktycznego zastosowania. Dzisiejszy rozwój techniki hydraulicznej wiąże się ze spopularyzowaniem układów elektroniki i automatyki w budowie maszyn. Wprowadzenie nowoczesnych, wielopoziomowo rozwiniętych układów elektronicznych w układach hydraulicznych przyczyniło się do płynnej regulacji oraz znacznego obniżenia poziomu emitowanego hałasu. Ciągłe trwają prace dotyczące optymalizacji budowy elementów hydraulicznych. Głównie dotyczy to dwóch kierunków: obniżenia hałasu emitowanego podczas ich pracy oraz minimalizacji masy poprzez zmniejszenie ich gabarytów. W ostatnim czasie pojawił się nowy dział ściśle związany z hydrauliką, zwany mikrohydrauliką, szerzej opisany w literaturze [1]. Stosowany jest w przemyśle medycznym i stomatologicznym. Wyroby piekarskie i mączne zajmują 6 miejsce na liście wyrobów przemysłu spożywczego. Na przełomie ostatnich lat nastąpiły znaczne zmiany w technologii wyrobu ciasta, wprowadzono dodatkowe poprawszacze i spulchniacze. Korekty w składzie ciasta zostały spowodowane zmniejszeniem kosztów produkcji, tak aby przy

mniejszej wadze wyrób piekarski posiadał tę samą objętość. Z powodu zmian technologii wytwarzania ciasta nastąpiły zmiany konstrukcyjne maszyn, szczególnie jeśli chodzi o ich napędy oraz system smarowania. Układy mechaniczne zastąpiono układami hydraulicznymi. Wynika to z zalet napędu hydraulicznego: przenoszenie dużych mocy, odporność na pyły i zanieczyszczenia oraz łatwość automatyzacji. Ze względu na prowadzenie produkcji ciągłej należało zastąpić dotychczas stosowane ręczne smarowanie elementów współpracujących. Wprowadzono dodatkowe hydrauliczne systemy smarowania. Przewiduje się dalszy rozwój tych urządzeń ze względu na automatyzację piekarskiego procesu piekarniczego; maszyna zastępuje człowieka podczas produkcji wszelkiego rodzaju wyrobów piekarskich. Poza układami napędowymi i smarowniczymi pompy wykorzystuje się do transportowania wszelkiego rodzaju cieczy. Elementy robocze pomp muszą być odporne na korozję i nie reagować z transportowanymi cieczami. Ponadto muszą być odporne na zużycie, tak aby elementy zużyte nie były tłoczone dalej. Poniższy artykuł przedstawia prace prowadzone nad zmodernizowaniem mimośrodowej pompy łopatkowej, tak aby spełniała powyższe warunki.

Podstawowe wiadomości o pompach wporowych

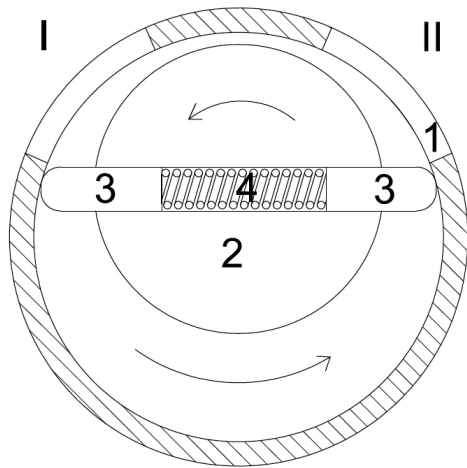
Pompa to główny, elementarny komponent układu hydraulicznego. Jej działanie opiera się na zamianie dostarczanej z zewnątrz energii mechanicznej (np. silnik elektryczny lub spalinowy) na energię hydrauliczną zgromadzoną w ciekłym czynniku roboczym. Jej praca sprowadza się do zasysania cieczy z przestrzeni ssawnej, a następnie wypychanie jej poprzez elementy robocze pompy do

przestrzeni tłocznej. Prawidłowe działanie pompy wiąże się z zagwarantowaniem szczelnego rozdzielania obszaru ssawnego od tłoczego. Nieprzepuszczalne rozdzielanie obu przestrzeni umożliwia podwyższenie ciśnienia transportowanej cieczy. Sprzężenie elementów konstrukcyjnych sprawia, że obrót wirnika powoduje jednocześnie przemieszczenie ciekłej masy. Gdy nastąpi zatrzymanie wirnika, przepływ czynnika roboczego staje się niewykonalny. Celem pompy jest zapewnienie dwóch funkcji: transportowania cieczy z części ssawnej do części tłocznej oraz podniesienia jej ciśnienia. Aby zagwarantować ten warunek, pompa powinna:

- zapewnić stałą wydajność niezależnie od ciśnienia roboczego;
- osiągać wysokie ciśnienia pracy;
- uzyskiwać szczelne rozdzielanie obszaru ssawnego od tłoczego (wysoka sprawność wolumetryczna);
- generować możliwie małe straty związane z tarciem mechanicznym i lepkiem (wysoka sprawność hydrauliczno-mechaniczna);
- mieć zdolność do samozasysania czynnika roboczego.

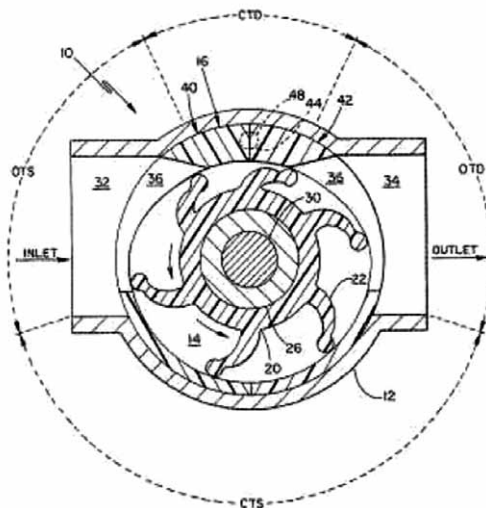
Zasada działania pompy łopatkowej

Istnieje wiele rodzajów układów napędowych maszyn i pojazdów roboczych. Często spotykanym jest układ hydrauliczny. Posiada wiele zalet, między innymi możliwość przenoszenia dużych mocy przy zachowaniu wysokiej sprawności. Napęd hydrauliczny nie istnieje, gdy nie ma pompy, czyli generatora strumienia cieczy. Do nich zalicza się pompa łopatkowa, która stosowana jest w dwóch wariantach: pojedynczego działania i podwójnego działania. Niniejszy artykuł poświęcony będzie pompie łopatkowej pojedynczego działania, z tego



Rys. 1. Zasada działania pompy łopatkowej

(Źródło: opracowanie własne)



Rys. 2. Zasada działania pompy łopatkowej [2]

względu zostanie przedstawione działanie tego typu pompy. Ogólną zasadę działania pompy łopatkowej pojedynczego działania przedstawia rys. 1.

Łopatki (3) umiejscowione są wewnątrz wirnika (2), który umieszczony jest mimośrodowo w korpusie (1). Nacięty wirnik (2) napędzany jest poprzez wał z zewnątrz. W wyniku obrotu wirnika (2) w lewo, łopatka (3) dociskana do ścianki korpusu (1) powoduje zassanie czynnika roboczego z przestrzeni ssawnej I. Kolejno w wyniku obrotu wirnika (2) następuje wysunięcie się łopatki (3) aż do położenia granicznego. Następnie łopatka jest wsuwana do wirnika i wzrasta ciśnienie po stronie

tłocznej pompy. Dla zapewnienia docisku łopatek do bieżni korpusu zastosowano sprężynę (4).

Łopatkowa pompa mimośrodowa z silikonowym wirnikiem

Na rys. 2 zostało przedstawione rozwiązanie mimośrodowej pompy łopatkowej z silikonowym wirnikiem, stosowanej do transportu zakwasu chlebowego. Jej szczegółowa konstrukcja opisana jest w amerykańskim patencie o nr. US5402569 (A), zarejestrowanym czwartego kwietnia 1995 roku.

Tak jak widać na powyższym rysunku, w wyniku obrotu wirnika łopatki szczelnie dociskają do bieżni, oddzielając

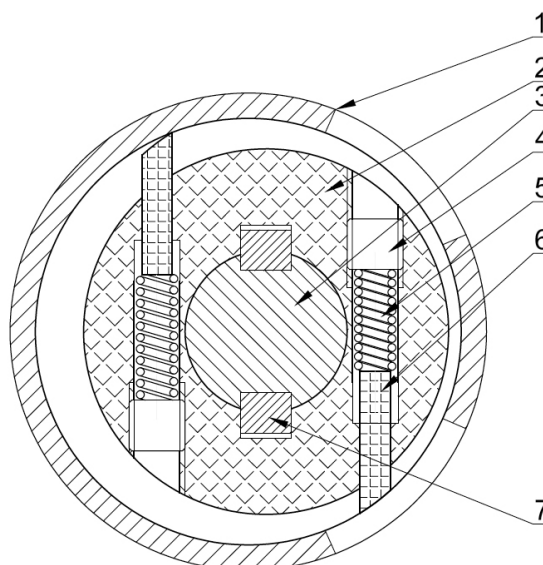


Rys. 3. Widok uszkodzonego silikonowego wirnika (Źródło: opracowanie własne)

komorę ssącą od komory tłocznej. Dzięki wykonaniu łopatki z elastycznego materiału, dogina się ona do wirnika przy przejściu od komory tłocznej do komory ssącej, zmniejszając objętość przestrzeni międzyłopatkowej, a następnie łopatka odgina się od wirnika przy przejściu od komory ssącej do komory tłocznej, zwiększając objętość przestrzeni międzyłopatkowej i powodując zasysanie cieczy, a w wyniku dalszego obrotu tłoczenie do przestrzeni tłocznej. Ze względu na ciecz, jaką jest kwas chlebowy, silikonowe łopatki pompy ulegały zniszczeniu. Drobne fragmenty odpadały od wirnika i były dalej transportowane wraz z kwasem chlebowym. Główną przyczyną tego zjawiska jest fakt, że w kwasie chlebowym są drobne fragmenty zbrylonej mąki. Delikatne silikonowe łopatki nie są odporne na te zanieczyszczenia. Na rys. 3 przedstawiono uszkodzony silikonowy wirnik.

Pompa po modyfikacji wirnika

Ze względu na zniszczenia powstałe w silikonowym wirniku zastąpiono silikonowy wirnik z łopatkami wirnikiem z przesuwными łopatkami wykonanymi z tworzywa sztucznego. Docisk krawędzi łopatki do bieżni korpusu pompy zapewniają dwie sprężyny. Siła docisku sprężyny regulowana jest za pomocą śruby dociskowej. Do wirnika z tworzywa wstawiono wał wyciągnięty z wirnika silikonowego. Dzięki temu można wykonać dotychczas stosowane połączenie z napędem pompy. Pompa napędzana jest za pomocą silnika trójfazowego



Rys. 4. Schemat pompy łopatkowej: 1 - korpus; 2 - wirnik; 3 - wał wirnika; 4 - śruba dociskowa; 5 - sprężyna ściskana; 6 - łopatka; 7 - wpust (Źródło: opracowanie własne)

asynchronicznego klatkowego o mocy 0,75 kW (1400 obr./min) poprzez przekładnię zębatą o przełożeniu 17,5. Zatem pompa pracuje z prędkością 80 obr./min z momentem obrotowym na wale o wartości 25 Nm. Na rys. 4 przedstawiono schemat pompy po modernizacji.

Do złożenia zmodernizowanej pompy użyto następujących elementów: przetoczony wał z silikonowego wirnika, wirnik z tworzywa sztucznego (POM), dwa wpusty, dwie łopatki (PTFE), cztery

sprężyny i śruby dociskowe. Na rys. 5 przedstawiono wspomniane elementy.

Rysunki 6 i 7 przedstawiają zmodernizowaną mimośrodową pompę łopatkową po złożeniu.

Podsumowanie

W powyższym artykule przedstawiono projekt modernizacji mimośrodowej pompy łopatkowej. Wprowadzona modyfikacja powinna zapobiec niedopuszczalnej sytuacji, w której fragmenty łopatek pompy dostawały się do transportowanej cieczy. W poprzednim



Rys. 5. Widok elementów użytych do złożenia pompy (Źródło: opracowanie własne)



Rys. 6. Widok złożonej pompy z boku (Źródło: opracowanie własne)



Rys. 7. Widok złożonej pompy od dołu

(Źródło: opracowanie własne)

silikonowym wirniku pompy zastosowano 5 łopatek. W nowym rozwiązaniu umieszczono ich zaledwie dwie. Nie powinno to wpłynąć znacząco na zmniejszenie wydajności, zapewne zwiększy się pulsacja wydajności. Akurat w tym urządzeniu obie wspomniane wartości nie są szczególnie istotne. Najważniejsza jest odporność na wtrącenia, które powodowały zniszczenia silikonowo-

wych łopatek. Zastosowane w obecnym rozwiązaniu sprężyny pozwolą łopatkę schować się, gdy pojawi się wtrącenie zbrylonej mąki. W najbliższym czasie pompa zostanie zamontowana, przetestowana w warunkach pracy oraz rozebrana po określonym czasie, a jej elementy zostaną poddane weryfikacji.

Literatura

- [1] KOLLEK W., OSIŃSKI P., STOSIAK M., WILCZYŃSKI A., CICHON P.: *Problems relating to highpressure gear micro-pumps*. „Archives of civil and Mechanical Engineering” 14/2014.
- [2] MAKI BRUCE A., THOMSON DAVID L., patent amerykański, US 5402569, kwiecień 4, 1995 [F01C21/10].



Krzysztof Towarnicki

Katedra Eksploatacji Systemów
Logistycznych, Systemów Transportowych
i Układów Hydraulicznych,
Wydział Mechaniczny,
Politechnika Wroclawska
e-mail: krzysztof.towarnicki@pwr.edu.pl

reklama

reklama

WYDARZENIA

