

ALEKSANDRA REWOLIŃSKA

Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Politechnika Poznańska, Poznań

Analiza kryteriów decydujących o wymianie uszczelnień stosowanych w maszynach i urządzeniach przemysłu spożywczego

Wprowadzenie

Produkty żywnościowe, wytwarzane i przetwarzane w procesach technologicznych powinny w okresie swej przydatności do spożycia zachowywać świeżość i cechować się wysoką wartością odżywczą. Pozytywny wynik procesu przetwórczego to składowa wielu czynników; jakości przerabianych surowców, zastosowania właściwej technologii, właściwych środków produkcji oraz i higieny całego procesu. Ważną rolę w zachowaniu czystości procesu produkcji środków spożywczych odgrywają uszczelnienia a ich niezawodne działanie oraz trwałość są bardzo istotne z punktu widzenia wymogów sanitarnych. Uszczelnienia stosowane w przemyśle spożywczym muszą spełniać szereg wymagań dotyczących nie tylko rozwiązań konstrukcyjnych ale i materiałowych – często stosowane indywidualnych rozwiązań. Powszechnie w przemyśle spożywczym stosowane są uszczelnienia czołowe, znajdując zastosowanie niemal w każdej grupie maszyn wirowych, uszczelnianiu przepustów wałów obrotowych. Szacuje się, że 70–90% uszczelnień pomp dla surowców spożywczych i chemicznych stanowią uszczelnienia czołowe. Ich zalety (głównie ekonomiczne i bezpieczeństwa) zadecydowały o tym, że np. we współczesnym przemyśle petrochemicznym stosuje się wyłącznie uszczelnienia czołowe. Wadami, jak wynika z danych literaturowych oraz praktyki warsztatowej, jest ich wysoka zawodność wśród elementów maszyn. Kryteria, które decydują o ich wymianie są zróżnicowane.

Celem pracy jest identyfikacja stosowanych w praktyce przemysłowej kryteriów wymiany uszczelnień czołowych pomp wirowych oraz analiza tych kryteriów.

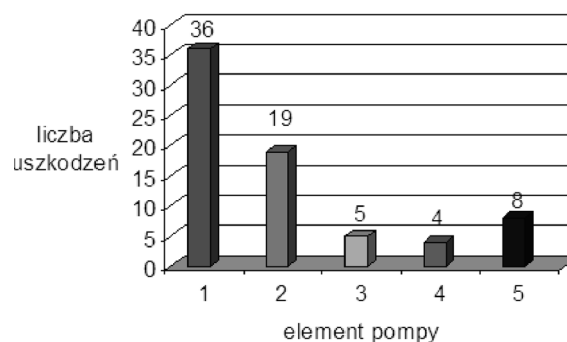
Problemy eksploatacyjne uszczelnień czołowych w przemyśle spożywczym

Uszczelnienie czołowe uznaje się za uszkodzone, kiedy nie jest w stanie poprawnie realizować swego zadania – nie zabezpiecza uszczelnianego czynnika przed wydostawaniem się z danego środowiska-przestrzeni. Z analizy literatury przedmiotu, np. [1] wynika, że powyżej 85% uszczelnień traci swoją zdolność przedwcześnie. Jako powód przedczesnej utraty zdolności wymienia się rozsunięcie powierzchni ślizgowych uszczelniających lub uszkodzenie któregoś z elementów uszczelnienia. Badania własne przeprowadzone w cukrowni i browarze potwierdzają, że uszczelnienia czołowe pomp wirowych tam stosowanych mogą być powodem istotnych zakłóceń procesów technologicznych.

Do uszczelniania wałów pomp wirowych (pracujących w cukrowni) przy przepompowywaniu surowego soku z dyfuzorów do zbiornika, stosowane są właśnie uszczelnienia czołowe. Uszczelnienia te pracują poprawnie przez dwie kampanie, przy czym czas trwania kampanii wynosi od 45 do 70 dni. Przyczyny tak krótkiego okresu eksploatacji nie są rozpoznawalne. Trudnym warunkom pracy poddane są również uszczelnienia pracujące w pompach transportujących sok gęsty z wyparki do zbiornika, a następnie do warnika. Uszczelnienia te pracują wraz z układem płuczącym, a mimo to wymiany wymagają po jednej kampanii. Przyczyną wymiany uszczelnień są nieszczelności powstałe na skutek zarysowania powierzchni ślizgowych pierścieni przez kryształy cukru, wnikaące w przestrzeń współpracujących pierścieni. Uszczelnienia z układem płuczącym zastąpiły uszczelnienia, które nie posiadały takiego układu i były wymieniane co trzy tygodnie. Próbowano również uszczelnić wał pompy soku gęstego uszczelnieniem sznurowym, jednak czas jego pracy nie przekraczał ośmiu dni.

Przedstawione zagadnienia dotyczą pojedynczych przypadków związanych z problemami eksploatacyjnymi uszczelnień pracujących w cukrowni. W celu dokładniejszego rozpoznania problemu przeprowadzono analizę uszkodzeń uszczelnień czołowych pracujących w pompach wirowych w liniach rozlewniczych piwa w latach 2002–2006 (Rys. 1).

Na podstawie danych przedstawionych na rys. 1 można stwierdzić, że uszczelnienia czołowe stanowią najłabsze ogniwo pomp wirowych. Liczba uszkodzeń uszczelnień na przestrzeni czterech lat eksploatacji wzrastała co należy tłumaczyć między innymi większym wykorzystaniem możliwości produkcyjnych linii. Postacie i przyczyny uszkodzeń uszczelnień są różnorodne. Wynika to z warunków eksploata-



Rys. 1. Elementy pomp wirowych odpowiedzialne za ich niesprawności w latach 2002–2006 w liniach rozlewniczych piwa: 1 – uszczelnienie czołowe, 2 – łożysko, 3 – wirnik, 4 – kadłub, 5 – inne

cji oraz zróżnicowania przetłaczanych mediów. Uszczelnienia te w określonych warunkach mogą ulegać natychmiastowym uszkodzeniom. Formy przedwczesnej utraty zdatności stanowią w badanym zakładzie około 60% awarii uszczelnień czołowych. Utrata funkcji uszczelnienia może nastąpić na skutek błędu popełnionego w czasie montażu lub zmiany stanu w czasie eksploatacji. Szczegółową analizę postaci i przyczyn uszkodzeń uszczelnień przedstawiono w pracy [2].

Z przeprowadzonej analizy dotyczącej eksploatacji uszczelnień czołowych w pompach pracujących w przemyśle spożywczym wynika, że:

- często stanowią najsłabsze ich ogniwa,
- przyczyny oraz rodzaje ich uszkodzeń najczęściej nie podlegają analizie; użytkownicy urządzeń preferują wymianę uszczelnienia na nowe bez analizy przyczyn uszkodzeń i możliwości zastosowania innego rozwiązania.

Kryteria wymiany uszczelnień czołowych w przemyśle spożywczym

Z informacji zebranych w browarze oraz cukrowni wynika, że decyzja o wymianie uszczelnienia czołowego pomp wirowych jest podejmowana na podstawie:

- stwierdzonego uszkodzenia,
- osiągnięcia arbitralnie ustalonego czasu pracy,
- osiągnięcia wartości granicznych przyjętych wskaźników, które charakteryzują stan uszczelnienia.

W wielu przypadkach, uszczelnienia stosowane w pompach wirowych w cukrowni czy w browarze, pracują do momentu uszkodzenia. Z informacji przedstawionych na rys. 1, wynika że znaczna liczba uszczelnień ulega uszkodzeniu. Dzieje się tak, gdy nie można kontrolować stanu uszczelnienia podczas eksploatacji lub gdy uszkodzenie ma charakter awaryjny np. wskutek nagłego rozsunięcia lub zniszczenia powierzchni roboczej.

Arbitralnie ustalony czas pracy jako kryterium wymiany uszczelnienia jest stosowany wówczas, gdy utrata przez nie zdatności do spełniania funkcji jest niedopuszczalna. Może się to bowiem wiązać ze znacznymi kosztami i utrudnieniami związanymi np. z koniecznością zatrzymania całej linii rozlewniczej piwa. Kryterium to stosowane jest także do uszczelnień zainstalowanych w neuralgicznych miejscach np. podczas filtrowania piwo nie może mieć kontaktu z powietrzem – i uszczelnienia muszą ten wymóg zapewnić.

W ostatnim przypadku decyzja o wymianie podejmowana jest gdy wskaźnik, charakteryzujący stan uszczelnienia osiąga wartość graniczną. Do najczęściej wykorzystywanych wskaźników oceny stanu uszczelnienia należą: wartość przecieku oraz wartość zużycia pierścienia ślizgowego. Nie bez znaczenia są również wielkość i miejsce wystąpienia nieszczelności. W niektórych pompach (pracujących w browarze) nieznaczne nieszczelności powodują jedynie powiększenie ubytku czynnika. Taka sama nieszczelność w odniesieniu do czynnika bardziej cennego może być niedopuszczalna. Wartość przecieku jest wskaźnikiem stosowanym również do oceny stanu uszczelnień w cukrowniach. Stan uszczelnień, któ-

rych niezawodność jest bardzo istotna dla procesu produkcyjnego jest sprawdzany każdego dnia trwania kampanii cukrowniczej, np. uszczelnienia pompy transportującej sok gęsty. Przeglądu dokonują pracownicy cukrowni, w przypadku dostrzeżenia przecieku informują głównego mechanika, który podejmuje decyzję co do dalszej eksploatacji uszczelnienia. Uszczelnienia pracujące w miejscach gdzie warunek szczelności nie jest tak istotny są sprawdzane raz w tygodniu, np. uszczelnienie w pompie wody spławiakowej. W przypadku wyboru kryterium wartości zużycia pierścienia uszczelnienia jako wskaźnika oceny jego stanu zdatności oznacza że dla jego weryfikacji konieczny jest demontaż urządzenia, w którym pracuje uszczelnienie. Decyzję podejmuje się po ocenie porównawczej, w której bazą wyjściową jest stan nowego uszczelnienia. Niektórzy producenci uszczelnień zaznaczają na obudowie uszczelnienia wizualny wskaźnik zużycia pierścienia obrotowego. Przykładowo „zieloną linią” oznaczone jest początkowe ustawienie robocze uszczelnienia. Osiągnięcie „linii czerwonej” oznacza konieczność przeprowadzenia kontroli stanu uszczelnienia i ewentualną jego wymianę. Przy tego typu postępowaniu liczba przeprowadzanych kontroli rośnie wraz z czasem użytkowania uszczelnienia.

Podsumowanie

Rozpatrując stosowane w praktyce przemysłowej kryteria wymiany uszczelnień czołowych pomp wirowych można zauważyć, że:

1. Uszkodzenie jako kryterium wymiany oznacza, że uszczelnienie w pełni utraciło zdolność do spełniania swojej funkcji i konieczna jest jego wymiana. Z praktyki warsztatowej wynika, że to kryterium stosowane jest najczęściej.
2. Arbitralnie ustalony czas pracy jako kryterium wymiany uszczelnienia najczęściej oznacza, że dalsze jego eksploatawanie narażone jest na duże prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia. Czas ten jest zatem ustalony z dużą rezerwą.
3. Wskaźniki charakteryzujące stan uszczelnienia stosowane jako kryteria wymiany znajdują zastosowanie w różnych miejscach pracy. Na ich podstawie decyzję o dalszym użytkowaniu lub wymianie uszczelnienia podejmuje użytkownik. Należy jednak ograniczać sytuacje, w których dla weryfikacji demontaż i ponowny montaż uszczelnienia, zmieniają warunki jego pracy.

Wybór kryterium decydującego o wymianie uszczelnienia powinien być poprzedzony analizą uwzględniającą między innymi miejsce pracy uszczelnienia, jego przeznaczenie, możliwości technologiczne zastosowania danego rozwiązania czy możliwości ekonomiczne zakładu. Jednak sam wybór kryterium nie stanowi rozwiązania problemów eksploatacyjnych uszczelnień.

LITERATURA

1. Sealing Technology – BAT guidance notes. ESA publication No. 014/04
2. A. Rewolińska: *Tribologia*, nr 3, 155, (2007).