

Aleksandra LANGNER, Stanisław NOSAL*

*Instytut Maszyn Roboczych
i Pojazdów Samochodowych
Politechnika Poznańska

**STOSOWANE KRYTERIA OCENY STANU GRANICZNEGO
USZCZELNIEŃ CZOŁOWYCH PRACUJĄCYCH
W POMPACH WIROWYCH W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM**

STRESZCZENIE

Uszczelnienia odgrywają znaczną rolę w zachowaniu czystości procesu produkcji środków spożywczych. Dlatego też ich niezawodne działanie oraz trwałość są bardzo istotne. Coraz szersze zastosowanie w maszynach i urządzeniach przemysłu spożywczego znajdują uszczelnienia czołowe, które stosowane są przede wszystkim w pompach wirowych. Uszczelnienie czołowe, oddzielając przestrzenie o różnych ciśnieniach lub różne substancje, powinno zagwarantować higieniczność realizowanego procesu. Niewłaściwie zaprojektowane lub eksploatowane uszczelnienie, przeznaczone do pracy w przemyśle spożywczym, może spowodować zanieczyszczenie produktu przez mikroorganizmy lub resztki surowca, które mogą być toksyczne lub alergiczne. Występujące nieszczelności przyczyniają się do utraty bezpieczeństwa i sprawności urządzenia. Uszkodzone uszczelnienie może zagrażać zdrowiu lub życiu ludzkiemu, powodować zanieczyszczenie środowiska na skutek przekraczanie norm skażenia powietrza, gleby i zasobów wodnych oraz zanieczyszczenie i utratę obrabianego produktu spożywczego. Pompy wirowe, w których występują nieszczelności charakteryzują się mniejszą wydajnością i sprawnością, co z kolei może prowadzić do spadku sprawności całego systemu (np. linii). W innym przypadku może prowadzić do wystąpienia różnych niedogodności eksploatacyjnych, awarii lub niezadziałania urządzenia. Uszczelnienia czołowe są przyczyną wielu problemów pomp wirowych eksploatowanych w przemyśle spożywczym. Stanowią one często najsłabsze ogniwo pompy i tracą zdolność spełniania swojej funkcji znacznie szybciej niż inne elementy, na przykład: wał czy wirnik [1,2]. Możliwość wycofania uszczelnienia z eksploatacji przed wystąpieniem uszkodzenia znacznie obniża koszty związane z zanieczyszczeniem produktu czy wstrzymaniem pracy urządzenia. Jednak określenie chwili, w której uszczelnienie osiąga stan graniczny jest trudne, gdyż wymaga uwzględnienia wielu czynników.

Celem pracy jest analiza, stosowanych w warunkach eksploatacji, sposobów określania stanu granicznego uszczelnień czołowych pomp wirowych pracujących w przemyśle cukrowniczym i piwowarskim.

Uszczelnienie czołowe jest uszkodzone, kiedy nie jest w stanie poprawnie realizować zaplanowanych zadań, czyli nie zabezpiecza uszczelnianego czynnika przed wydostaniem się z danego środowiska. Jedyнным elementem uszczelnienia, który ma prawo ulec naturalnemu zużyciu jest pierścień ślizgowy. Uszczelnienie nie powinno przeciekać aż do momentu zużycia powierzchni pierścienia, jeżeli jednak przecieka z innego powodu traktowane to jest jako przedwczesna utrata zdatności. Jak wynika

z informacji istniejących w literaturze [2] powyżej 85% uszczelnień traci swoją zdolność przedwcześnie. Oznacza to, że po demontażu uszczelnienia z obiektu powierzchnia jego pierścienia ślizgowego jest nienaruszona. Jako powód przedwczesnej utraty zdolności wymienia się otwarcie powierzchni ślizgowych uszczelniających lub uszkodzenie któregoś z elementów uszczelnienia. Dane literaturowe traktujące o problemach związanych z eksploatacją uszczelnień czołowych dotyczą również pomp wirowych pracujących w przemyśle spożywczym, co potwierdzają informacje własne zebrane w cukrowni oraz browarze.

Z zebranych informacji dotyczących eksploatacji uszczelnień czołowych w pompach pracujących w przemyśle spożywczym wynika, że:

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

W wielu przypadkach, zwłaszcza w analizowanej cukrowni, uszczelnienia pracują do momentu uszkodzenia. Tego typu postępowanie związane jest z trudnością oceny stanu uszczelnienia podczas eksploatacji i wskazaniem momentu, w którym istnieje zagrożenie utraty zdolności do realizacji funkcji. Trudność w ocenie stanu uszczelnienia w czasie eksploatacji zwiększa zjawisko chwilowej utraty zdolności, które może wystąpić np. na skutek wniknięcia zanieczyszczeń między pierścienie, a następnie na skutek dotarcia ich powierzchni uszczelnienie ponownie poprawnie realizuje swoje funkcje. Ponadto uszczelnienia te w określonych warunkach mogą ulegać uszkodzeniom natychmiastowym, jeśli nastąpi nagle rozsunięcie lub zniszczenie powierzchni roboczych. Te formy utraty zdolności przyczyniają się do trudności w ocenie stanu granicznego.

Pojęcie stanu granicznego uszczelnienia czołowego można zdefiniować jako stan, który zagraża utratą, chwilowej lub trwałej, funkcji użytkowej uszczelnienia i bezpieczeństwa otoczenia.

Z informacji zebranych w browarze oraz cukrowni wynika, że decyzja o wymianie uszczelnienia czołowego pomp wirowych, która jest jednoznaczna z osiągnięciem stanu granicznego, jest podejmowana na podstawie:

- czasu pracy uszczelnienia,
- wartości granicznych przyjętych wskaźników, które charakteryzują stan uszczelnienia.

Czas pracy jest kryterium stanu granicznego uszczelnienia przede wszystkim w miejscach gdzie możliwość utraty funkcji przez uszczelnienie jest niedopuszczalna. Utrata funkcji związana może być z dużymi kosztami lub niedogodnościami np. zatrzymaniem linii rozlewniczej na czas usunięcia awarii. Mogą to być również miejsca, w których wystąpienie nieszczelności może znacznie obniżyć końcową jakość piwa, np. niedopuszczalne jest, aby podczas filtrowania piwa miał miejsce jego kontakt z powietrzem. W tych newralgicznych punktach uszczelnienia są wymieniane na nowe po wyznaczonym okresie eksploatacji, bez względu na ich stan.

Drugi ze wspomnianych sposobów określania stanu granicznego uszczelnienia dotyczy wyznaczania wskaźników, które informują o zmianie stanu uszczelnienia w czasie eksploatacji. W praktyce oznacza to ocenę wybranego wskaźnika w toku eksploatacji i eliminowanie uszczelnienia w przypadku stwierdzenia, że wskaźnik osiągnął wartość graniczną. Do najczęściej wykorzystywanych wskaźników oceny stanu uszczelnienia w browarze należą wielkość przecieku oraz wielkość zużycia pierścienia ślizgowego. W przypadku przecieków wartości te mogą być różne i są zależne od miejsca pracy uszczelnienia. W niektórych pompach nieszczelności

powodują jedynie powiększenie zużycia uszczelnianego czynnika. Natomiast taka sama nieszczelność w odniesieniu do czynnika bardziej cennego może być niedopuszczalna. Wielkość przecieku jest również wskaźnikiem stosowanym do oceny stanu uszczelnienia w cukrowni. Stan uszczelnień, których niezawodność jest bardzo istotna jest sprawdzany każdego dnia podczas trwania kampanii, np. uszczelnienia pompy transportującej sok gęsty. Przeglądu dokonują pracownicy cukrowni i w przypadku dostrzeżenia przecieku informują głównego mechanika, który podejmuje decyzję o dalszej eksploatacji uszczelnienia lub jej zaprzestaniu. Uszczelnienia pracujące w miejscach gdzie warunek szczelności nie jest tak istotny są sprawdzane raz w tygodniu, np. uszczelnienie w pompie wody splawiakowej.

Z powyższej analizy wynika, że utrata funkcji uszczelnień czołowych przyczynia się do problemów eksploatacyjnych pomp wirowych. Stosuje się różne metody aby zapobiec niepożądanemu zdarzeniu utraty funkcji uszczelnienia i wycofać je z eksploatacji w odpowiednim momencie. Jednak określenie chwili, w której uszczelnienie osiąga stan graniczny na podstawie czasu lub wybranego wskaźnika nie zawsze jest skuteczne. Rozważając czas pracy uszczelnienia, jako kryterium osiągnięcia stanu granicznego, nie zostaje uwzględnione wiele czynników mających wpływ na jego pracę np. warunków eksploatacji czy charakteru pracy. W efekcie może to prowadzić do zbyt wczesnej lub zbyt późnej wymiany uszczelnienia. Zastosowane uszczelnienie często mogłoby pracować znacznie dłużej jednak pojawia się tu czynnik ryzyka, na który nie zawsze można sobie pozwolić. Z kolei wybór wartości granicznej wskaźnika charakteryzującego stan uszczelnienia może oznaczać konieczność demontażu urządzenia w którym pracuje uszczelnienie i jego kontrolę, np. wielkość zużycia pierścieni uszczelnienia. Może to być ocena porównawcza, w której bazą wyjściową jest stan nowego uszczelnienia. Jednak przy tego typu postępowaniu liczba przeprowadzanych kontroli rośnie wraz z czasem użytkowania uszczelnienia.

Jeżeli natomiast przyjmiemy, że uszczelnienie osiąga stan graniczny gdy nie spełnia swoich funkcji i to przyczynia się do utraty funkcji obiektu w którym pracuje, wówczas problemem jest znalezienie tych elementów systemu, których zmiany są przyczyną niemożności spełniania zadań funkcjonalnych i przypisanie im kryteriów. Tego typu podejście wymaga zbudowania struktury hierarchii zadań funkcjonalnych systemu oraz znalezienia powiązań poszczególnych elementów systemu co nie jest zadaniem łatwym.

Stosowane sposoby oceny stanu granicznego uszczelnienia nie zawsze uwzględniają specyfikę pracy uszczelnienia, która polega na zapewnieniu jednocześnie szczelności i trwałości. Ponadto rozważenia wymagają zjawiska trwałej, przejściowej lub nagłej utraty zdadności uszczelnienia.

Stwierdzony istotny brak koncepcji oceny stanu granicznego uszczelnienia czołowego, która umożliwiłaby podjęcie decyzji o dalszych losach uszczelnienia, dał podstawę do nakreślenia obszaru koniecznych badań oraz analiz w tym zakresie.

LITERATURA

- [1] Gosztowtt L., Karaszkiwicz A.; Normalizacja uszczelnień i materiałów uszczelniających, Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa 1971
- [2] Sealing Technology – BAT guidance notes. ESA publication No. 014/04

REPLACEMENT CRITERIA AND THE LIMIT STATE OF MECHANICAL SEALS WORKING IN CENTRIFUGAL PUMPS IN FOOD INDUSTRY

Summary: The article presents the seals' operation problems, especially mechanical seals used in machines and devices of food industry. The survey indicates that the seals are a weak chain of pumps. The authors present the replacement criteria of mechanical seals used in practice. The criteria are considered in the limit state aspect.