

Przykłady uszkodzeń sprężarek chłodniczych

Uszkodzenia, sprężarki chłodnicze.

Streszczenie

Podczas transportu produktów żywnościowych istnieje konieczność zapewnienia ładunkowi odpowiedniej temperatury. Najważniejszym elementem w samochodowych agregatach chłodniczych jest sprężarka. W przypadku pojazdów chłodniczych, zastosowanie znalazły głównie sprężarki objętościowe. Najczęściej spotykane w samochodowych agregatach chłodniczych są sprężarki tłokowe. W pracy zaprezentowano przykłady uszkodzeń sprężarek chłodniczych napotkane w rzeczywistych układach chłodniczych.

EXAMPLES OF FAILURES OF REFRIGERATION COMPRESSORS

Abstract

During the transport food products is necessary to ensure the cargo temperature. The most important element in the car the compressor chillers. In the case of refrigerated vehicles, were mainly applied volumetric compressor. The most common in the automotive chillers are reciprocating compressors. The paper presents examples of failures of refrigeration compressors encountered in real refrigeration systems.

1. WSTĘP

W układach chłodniczych między innymi wykorzystywanymi w transporcie produktów żywnościowych najczęściej stosuje się sprężarki hermetyczne. Czynnik chłodniczy dostaje się do sprężarki przez króciec ssawny umieszczony w dolnej części obudowy. W większości krople oleju zostają oddzielone od zasysanego gazu i spływają do miski olejowej. Natomiast czynnik chłodniczy trafia na mechaniczne elementy powodujące jego sprężenie. Sprężone pary czynnika są wytłaczane przez króciec tłoczny.

Z uwagi, iż w obiegu chłodniczym występuje różne ciśnienie i temperatura, to cyrkulujący czynnik chłodniczy zmienia swój stan skupienia. Czynnik przemieszcza się też z różnymi prędkościami. W rzeczywistych układach chłodniczych olej jest porywany przez czynnik i krąży w obiegu. Dla zapewnienia prawidłowej pracy sprężarki niezbędne jest właściwe smarowanie części węzłów ruchowych.

Z przeglądu literatury wynika, iż elementy ruchowe sprężarek chłodniczych narażone są na różne procesy zużycia [1, 2]. Zużycie powierzchni trących może nastąpić w zależności od stosowanych w sprężarkach olejów i czynników chłodniczych.

Wraz z zaostrzeniem przepisów o ochronie warstwy ozonowej pojawiają się nowe czynniki, które łącznie z olejami mogą tworzyć mieszaniny powodujące zużywanie się elementów sprężarki.

W instalacji chłodniczej układ olej – czynnik chłodniczy cechuje się złożonymi zależnościami. Jeśli nastąpi przekroczenie wzajemnej mieszalności część czynnika może być zaabsorbowana przez olej. W zależności od oleju, czynnika chłodniczego, temperatury i ciśnienia, mieszanina może mieć charakter jednofazowy lub dwufazowy. Może to powodować, że właściwości smarne i przeciwzużyciowe mieszaniny są dużo gorsze niż oleju czystego. Obecnie wprowadza się do olejów dodatki przeciwzużyciowe, przeciwzatarciowe poprawiające właściwości smarne. Natomiast ze względu na możliwość rozcieńczania oleju czynnikiem chłodniczym stosuje się oleje o zwiększonej lepkości.

Olejom stosowanym w sprężarkach chłodniczych oprócz podstawowych wymagań właściwości smarnych, stawia się szereg innych wymagań. W szczególności wymaga się stosowania oleju odpornego na krzepnięcie w niskich temperaturach, które występują w parowniku. Olej powinien się mieszać i być kompatybilny z czynnikami chłodniczymi przy czym nie powinien wchodzić z nimi w reakcję chemiczną [3].

Obecnie nie ma ustalonych uniwersalnych norm dotyczących wymagań dla olejów stosowanych w sprężarkach chłodniczych w zakresie właściwości tribologicznych.

2. PRZYCZYNY USZKODZEŃ SPRĘŻAREK

Sprężarka tłokowa ma kilka węzłów ruchowych, które wykonują ruch posuwisto zwrotny i ruch obrotowy. Powierzchnie ślizgowe to: czopy wału korbowego, pokrywa łożyska korbowodu, powierzchnia tłoka, powierzchnia

¹ Politechnika Poznańska, Instytut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań
przemyslaw.tyczewski@put.poznan.pl

cylindra. Najczęściej ulegającymi zużyciu bądź uszkodzeniu są: zawory, łożyska, powierzchnie wału korbowego, tłoki, powierzchnie cylindrów.

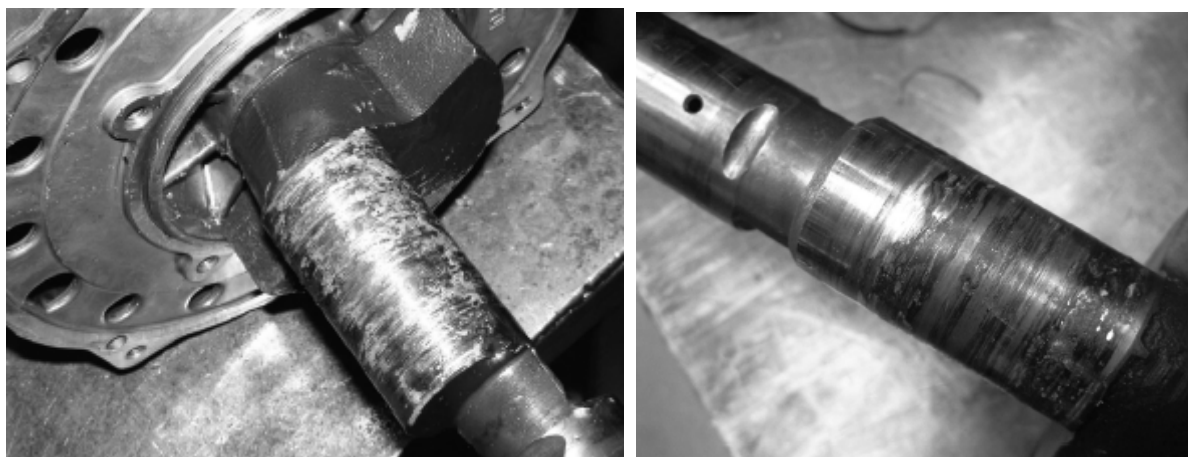
Przyczynami mechanicznymi uszkodzeń sprężarek mogą być brak oleju, niewłaściwe smarowanie (nieodpowiedni olej, tworzenie się mieszaniny ciekłego czynnika z olejem, nieodpowiednie właściwości oleju) oraz uderzenia cieczowe.

Brak oleju może charakteryzować się dużym hałasem oraz wibracjami. Brak oleju powoduje, iż sprężarka narażona jest na zatarcie. Nieszczelność układu może być spowodowany ubytek oleju. Na rysunku 1 przedstawiono zdjęcie pękniętego wziernika sprężarki. Przez uszkodzenie we wzierniku nastąpił wyciek oleju.



Rys. 1. Pęknięty wziernik sprężarki chłodniczej [4]

Brak oleju w sprężarce może być spowodowany też brakiem powrotu oleju z instalacji lub powrotem oleju w niewystarczającej ilości. Na rysunku 2 przedstawiono uszkodzone wały sprężarek.



Rys. 2. Uszkodzone wały sprężarek chłodniczych na braku smarowania [5]

Uszkodzenia sprężarki w wyniku utraty oleju mogą być spowodowane nieodpowiednim odszranianiem, za małą ilością czynnika lub częstymi uruchomieniami. Czynnik chłodniczy jest nośnikiem oleju w instalacji, zatem jego brak powoduje, że olej nie może powrócić do sprężarki. Na rysunku 3 przedstawiono nieszczelności, którymi nastąpił wyciek czynnika chłodniczego z instalacji chłodniczej.



Rys. 3. Nieszczelność instalacji: a) na skutek pękniętej nakrętki, b) nieszczelność na rurce [4]

Jedną z przyczyn uszkodzenia sprężarki jest zalewanie ciekłym czynnikiem, które może nastąpić w wyniku: małego obciążenia cieplnego (zaszroniony parownik), nieprawidłowej ilości czynnika chłodniczego, nieprawidłowego działania zaworu rozprężnego, nagłej zmiany obciążenia [6]. Zalewanie czynnikiem chłodniczym może nastąpić podczas zasysania cieczy do sprężarki w trakcie pracy. Zasysana para czynnika chłodniczego dostaje się przez kanał ssawny. Ciekły czynnik

rozcieńcza olej w karterze pogarszając jego własności smarne. Część mokrych par może dostać się do cylindra powodując zmywanie oleju z powierzchni ruchowych sprężarki.

Na rysunku 4 przedstawiono uszkodzone elementy sprężarek najprawdopodobniej na skutek zalewania sprężarki ciekłym czynnikiem.



Rys. 4. Uszkodzone elementy sprężarki najprawdopodobniej na skutek zalewania sprężarki ciekłym czynnikiem [7]

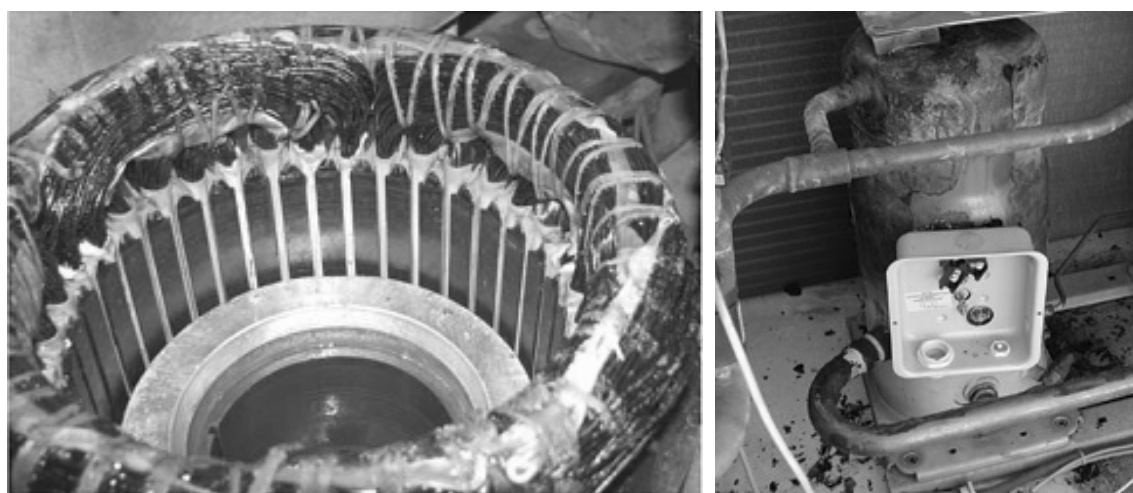
W czasie postoju na skutek różnicy ciśnień pary oleju i czynnika migruje do oleju. Olej w karterze jest rozcieńczony ciekłym czynnikiem chłodniczym. Olej wraz z czynnikiem jest cięższy i znajduje się na dole karteru. Do czystego oleju znajdującego się u góry karteru migruje czynnikiem chłodniczy. Start zalanej sprężarki można zauważyć za pomocą piany we wzorniku. W momencie włączenia sprężarki następuje nagły spadek ciśnienia powodujący gwałtowne parowanie czynnika, który wydzielając się z oleju utworzy mieszaninę w formie piany. W przypadku przedostania się piany na elementy ruchowe następuje zmywanie oleju.

Na rysunku 5 przedstawiono elementy sprężarki, które uległy uszkodzeniu na skutek rozruchu zalanej sprężarki.



Rys. 5. Uszkodzone elementy sprężarki na skutek rozruchu zalanej sprężarki [8]

Uszkodzenie sprężarki może też być wywołane jej przegrzaniem. Na rysunku 6 przedstawiono uszkodzoną sprężarkę na skutek przegrzania.



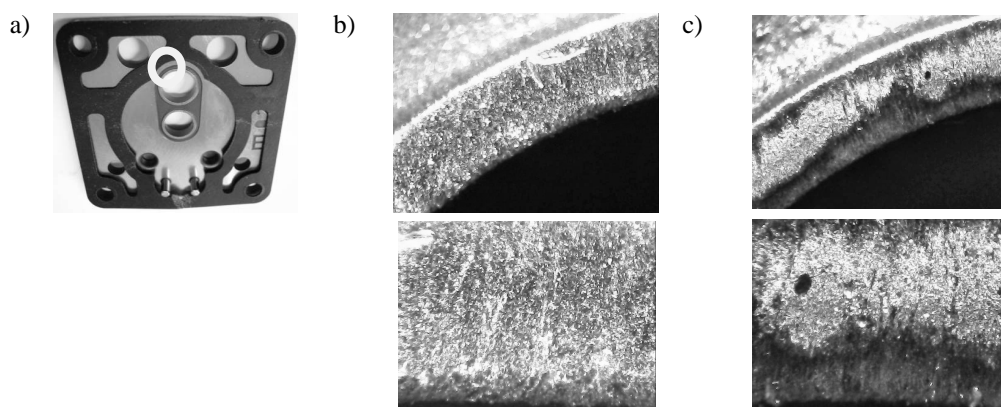
Rys. 6. Uszkodzone elementy sprężarki na skutek przegrzania [4]

Niewłaściwa praca instalacji chłodniczej może powodować, iż sprężarka zasysa ciekły czynnikiem. Może tak się zdarzyć, jeśli jest zbyt małe przegrzanie par czynnika w parowniku. Mała ilość ciekłego czynnika na skutek zmniejszenia prędkości przepływu, może zostać w kanale ssącym odseparowana i spłynąć na dno sprężarki powodując rozcieńczenie oleju. Pompa

olejowa pompuje olej wraz z czynnikiem do łożysk, gdzie wzrasta temperatura na skutek tarcia. Następnie czynnik odparowuje i pozostawia niewystarczającą ilość oleju. Duża ilość czynnika może powodować uderzenie cieczowe na elementy sprężarki. Skutkiem tego uderzenia jest głośna praca sprężarki. Może nastąpić wygięcie korbowodu, jak również zmiany kształtu lub pęknięcie płytki zaworowej [6] (rys. 7, 8).



Rys. 7. Pęknięta płytka zaworowa [4]



Rys. 7. Porównanie powierzchni płytki zaworowej: a) miejsca porównania, b) powiększenie x160 i x320 płytki nowej, c) powiększenie x160 i x320 płytki używanej

3. PODSUMOWANIE

Dla prawidłowej pracy sprężarki wymagane jest, aby była w niej wystarczająca ilość oleju, który powinien smarować wszystkie powierzchnie ruchome sprężarki. Olej nie może być zbyt rozcieńczony czynnikiem oraz nie może być zniszczony przez przegrzanie sprężarki.

Zmiany przepisów prawnych dotyczących ochrony warstwy ozonowej powodują pojawianie się nowych czynników, które wraz z olejami tworzą nowe mieszaniny. W celu zbadania wpływu niekorzystnych warunków pracy, które mogą oddziaływać na zużycie tribologiczne elementów trących sprężarki wykonano stanowisko badawcze składające się z rzeczywistych elementów układu chłodniczego [9]. Trwają również prace nad stanowiskiem do badań modelowych procesów zużyciowych występujących w sprężarkach chłodniczych. Stanowisko ma służyć do badań tribologicznych w atmosferze czynników chłodniczych w warunkach obciążeń normalnych. W końcowym etapie zamierza się weryfikację badań na próbkach materiałowych przez porównanie zużycia z rzeczywistymi sprężarkami.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Górny K., Tyczewski P., Zwierzycki W., *Characteristics of stands for wear tests of materials for refrigeration compressors elements*, Tribologia, 3/2010, s. 75-84
- [2] Górny K., Tyczewski P., Zwierzycki W., *Ocena wpływu mieszanin olejów sprężarkowych i czynników chłodniczych na trwałość węzłów tarcia w sprężarkach chłodniczych*, Tribologia, 4/2010, s. 117-128
- [3] Bonca, Butrymowicz D., Targański W., Flajduk T., *Poradnik – Nowe czynniki chłodnicze i nośniki ciepła. Własności cieplne, chemiczne i użytkowe*. IPPU MASTA, Gdańsk 2004
- [4] Gierak Ł., 2011, *Przyczyny uszkodzeń sprężarek chłodniczych*, Praca inżynierska Politechnika Poznańska, MRiT, Poznań (promotor Tyczewski P.)
- [5] Materiały Danfoss, *Part 5 Lack of Lubrication*, 2008
- [6] *Technika Chłodnicza Dla Praktyków. Urządzenia chłodnicze i przepisy prawne*, pod red. Bolesława Gazińskiego, SYSTHERM Poznań 2010.
- [7] Materiały Danfoss, *Part 1 Refrigerant flood back*, 2008
- [8] Materiały Danfoss, *Part 2 Flooded Starts*, 2008
- [9] Tyczewski P.: *Stanowisko do badania uszkodzeń sprężarek chłodniczych*, Problemy Eksploatacji 4/2011, s. 175-183