

Choć sami siebie będziemy zapewniać, że jesienią i zimą każdy dzień pogodnego wylotu wykorzystamy na latanie, praktyka wykazuje, że nasz samolot... pójdzie na wiele tygodni w odstawkę. Ten okres bezczynności może mu nie wyjść na zdrowie. Znana w motoryzacji dewiza Forda "you may use it or loose it", jeszcze silniej się odnosi do samolotów, gdyż w porównaniu z samochodem, samolot stoi długo i często. O tym, co grozi w tym czasie jego silnikowi mówi ekspert - Błażej Krupa. (kk)



fol. Doehsel GmbH

Artykuł sponsorowany przez 

Korozja silników czyli o podstępny rabusiu (1)

Korozja już od dawna uznawana jest za jednego z największych wrogów właścicieli samolotów. Pochłania ona podstępnie, cząsteczka po cząsteczce części samolotu, prowadząc ostatecznie do poważnego osłabienia i zniszczenia ich struktury. Najgorszy jest fakt, że wszystko to dzieje się poza zasięgiem wzroku pilota i umyka jego uwadze w trakcie przeprowadzanych szybko przeglądów przedlotowych. Wiele już powiedziano i napisano o zjawiskach korozji występujących w samolotach lotnictwa ogólnego, w większości jednak dotyczyło to korozji płatówców. Opracowano wiele procedur i środków, których zadaniem jest przeciwdziałanie temu zagrożeniu. Ponadto, podczas każdego dorocznego przeglądu samolotu do uzyskania klasy, przeprowadzający go mechanicy powinni sprawdzić, czy na kadłubie, skrzydłach, usterzeniu, podwoziu samolotu nie pojawiły się oznaki korozji.

Tak się jednak niestety składa, że znacznie mniej uwagi poświęca się korozji we wnętrzu silników. Dzieje się tak, być może dlatego, że tego typu korozja jest mniej oczywista dla przeciętnego pilota, mechanika i właściciela samolotu. Możemy być zupełnie nieświadomi faktu występowania jakiegokolwiek korozji do chwili, aż silnik zostanie rozłożony na części w celu przeprowadzenia naprawy. Dopiero wtedy może się okazać, że tę czynność należało wykonać setki godzin wcześniej, ze względu na zniszczenia spowodowane korozją.

Celem tego artykułu jest uświadomienie użytkownikom samolotów powagi problemu oraz zebranie i przedstawienie niektórych, dostępnych w chwili obecnej informacji dotyczących zagadnienia korozji. Uwzględnione są tutaj różnorodne opinie wyrażane przez ekspertów ze znanych firm produkujących silniki oraz czołowych światowych producentów olejów lotniczych. Materiał zawarty w tym artykule został oparty w przeważającej mierze na opublikowanych już raportach i zaleceniach producentów dotyczących walki z korozją silników. Mamy nadzieję, że po zapoznaniu się z zamieszczonymi tu informacjami pilotów i właścicieli samolotów zostaną odpowiednio zainspirowani do podjęcia kilku w sumie prostych kro-

ków. Przez te proste działania można nie dopuścić do tego, aby korozja, ten podstępny „rabus” okradł nas z wielu tysięcy złotych, w wyniku skrócenia okresów międzyprawy (TBO- time between overhauls) silników eksploatowanych przez nas samolotów. I żeby dzięki sprawnym silnikom zawsze latało się bezpiecznie.

Czym właściwie jest korozja?

Przeciętny człowiek zna tylko najczęściej występującą formę korozji, noszącą nazwę rdzy. Rdzewienie, zgodnie z definicją, jest wynikiem utleniania się metalu. Jeden z producentów silników określa proces występowania korozji w silnikach samolotowych mianem „korozji galwanicznej”, która jest pewnym rodzajem korozji, powodowanym obecnością i stykaniem się metali o różnych własnościach. Aby proces

ten mógł zaistnieć, niezbędna jest również obecność jakiegoś elektrolitu, na przykład wody. Wtedy prawie wszystkie metale podlegają zjawisku utleniania lub korodowania. Dla przykładu wystarczy pozostawić na krótko jakieś narzędzie na deszczu, aby wkrótce zobaczyć na nim ślady rdzy, chyba, że pokryte jest ochronną powłoką, taką jak olej lub farba. W silniku samolotowym ten proces jest dużo bardziej skomplikowany.

Poważne zainteresowanie tematem wewnętrznego korozji silników przez firmy olejowe i producentów silników lotniczych jest zjawiskiem stosunkowo nowym. Do niedawna zakładano, że skoro wewnętrzne części silnika pokryte są olejem, korozja nie może na nich występować. Sądzono, że jeśli w ogóle mogły występować jakieś zagrożenia, to dotyczyły one wyłącznie sytuacji, gdy silnik

nie był użytkowany przez dłuższe okresy, podczas których olej ściekał do miski olejowej i odśladiał powierzchnie metalowe. Dzisiaj wiemy już, że korozja może pojawić się w ciągu zaledwie kilku dni przestoju silnika i to nawet wówczas, gdy olej pokrywa jego metalowe części!

Które silniki narażone są na działanie korozji?

Zasadniczo na niebezpieczeństwo korozji narażony jest każdy silnik samolotowy. Niektóre jednak są narażone w większym, inne - w mniejszym stopniu. Cztery czynniki, jakie

należy brać pod uwagę podczas określania silników najbardziej narażonych na korozję, to:

- wiek silnika,
- geograficzne położenie miejsca jego użytkowania,
- sposób eksploatacji silnika,
- oraz, co najważniejsze, częstotliwość jego użytkowania.

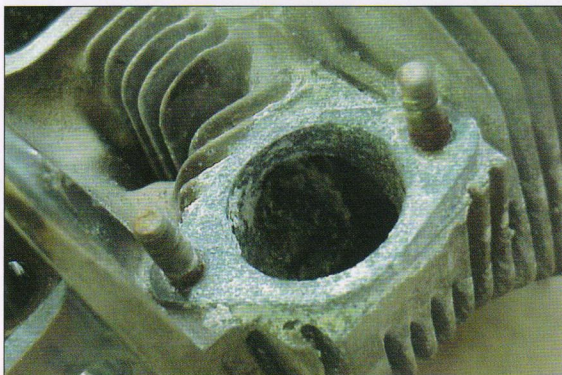
Te cztery czynniki można odnieść zarówno do grupy silników „aktywnych” jak i silników „nieaktywnych”. Należy tutaj zauważyć, że firma TCM Continental wprowadza dalsze rozróżnienie silników należących do grupy „nieaktywnych”, jako silniki „tymczasowo magazynowane” oraz silniki „magazynowane przez czas nieokreślony”. Mianem silników „tymczasowo magazynowanych” określa się silniki wyłączone z eksploatacji na okres od 30 do 90 dni. Tak mogliśmy nazwać prawie wszystkie silniki w samolotach eksploatowanych w Polsce, stojące na ziemi przez parę miesięcy zimowych. Natomiast za „magazynowane przez czas nieokreślony” uznaje się silniki wyłączone z eksploatacji przez 90 i więcej dni.

Zastanówmy się przez chwilę nad tym, jaki silnik uważany jest za „aktywny” lub „eksploatowany regularnie”. Bardzo szybko dojdziemy do wniosku, że właściwie nie ma tu żadnej wyraźnej sformułowanej definicji. Gdy porównamy różne instrukcje obsługi, listy serwisowe lub biuletyny serwisowe odnoszące się do częstotliwości eksploataowania silnika albo do czasu upływającego pomiędzy jego kolejnymi uruchomieniami, często nawet w obrębie tego samego dokumentu, spotykamy się z różnymi okresami. Mamy więc okresy: co dwa dni, jedna godzina na tydzień, 100 godzin na rok, co 30 dni, co 90 dni lub raz na dwa tygodnie. Wydaje się jednak, że gdyby eksperci mieli przyjąć jakąś jedną konkretną liczbę, to powinni uznać za „aktywny” silnik używany co najmniej co 30 dni. **cdn.**

Błażej Krupa



fol. Doehsel GmbH



fol. Doehsel GmbH

Długie czasy postojów samolotu w hangarze nie wychodzą mu na dobre, w jego silniku rozwija się w tym czasie korozja. O skali problemu i jego zapobieganiu pisze ekspert Błażej Krupa

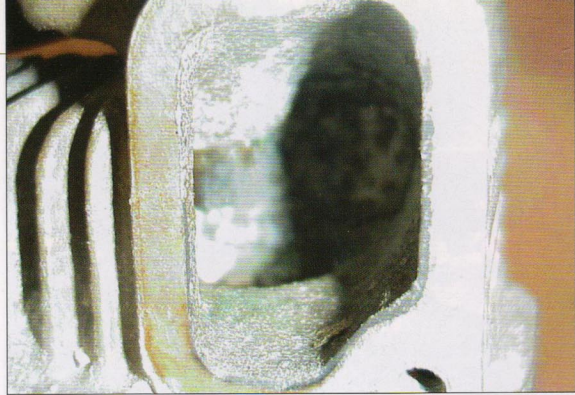
Już w chwili, gdy fabrycznie nowy silnik opuszcza bramy wytwórni, korozja zaczyna go zżerać, zaś wytwórcy silników zwracają przysłym użytkownikom uwagę na podatność silników na tego typu uszkodzenia. Firma TCM Continental na swojej stronie internetowej informuje: "Po przeprowadzeniu testów odbiorczych, wszystkie silniki są przed wysyłką z wytwórni zabezpieczane antykorozyjnie przez TCM. Dopuszczalny okres magazynowania tak zabezpieczonego silnika wynosi sześć miesięcy. Po upływie tego okresu silnik należy ponownie poddać zabiegowi ochrony antykorozyjnej i powtarzać to, aż do chwili przekazania silnika do eksploatacji."

Wszyscy producenci zalecają, aby docieranie nowego silnika przeprowadzane było prawie zawsze (wyjątkiem są silniki z turbodładowaniem) przy użyciu oleju minalnego bez dodatków, a nie przy użyciu bezpopiołowego oleju dyspergującego (porównajmy instrukcje: Textron Lycoming - Instrukcja Serwisowa Nr 1014 M, TCM Continental - Dokument X-30010, PZL Kalisz).

Wtedy podczas procesu docierania silnika na metalowych elementach silnika tworzy się podobna do lakieru powłoka, chroniąca je przed rdzewieniem. Uważa się, że okres docierania powinien w normalnych warunkach trwać około 50 godzin. Znakiem, że silnik jest dotarty jest ustabilizowanie się zużycia oleju na poziomie zgodnym z instrukcją użytkownika.

Producenci silników samolotowych poświęcają również wiele uwagi zagadnieniu geograficznego położenia miejsca użytkowania silnika. Samoloty eksploatowane w regionach charakteryzujących się dużą wilgotnością lub w regionach nadmorskich uznawane są za bardziej podatne na korozję, niż samoloty eksploatowane w innych regionach.

Silniki, które są eksploatowane sporadycznie, są bardziej podatne na korozję. Jednak silnikiem najbardziej narażonym na zjawisko korozji jest silnik nie eksploatowany przez dłuższy okres. Od dawna już wiadomo, że silnik, który jest wyłączony z eksploatacji na kilka



fol. Doehsel GmbH

krrotnie dłuższy okres ochrony! Tytuł do badań olejów świeżych, które jeszcze nie pracowały w silniku. Problem pojawia się gdy bierzemy pod uwagę oleje już po przebiegu kilku, kilkunastu, czy kilkudziesięciu godzin.

Jakie są przyczyny występowania korozji?

Naukowcy wiedzą już od dawna, jak pojawia się proces rdzewienia lub korodowania. Z wyjątkiem kilku metali szlachetnych, takich jak złoto, platyna istnieje bardzo mało naprawdę trwałych metali.

Artykuł sponsorowany przez  TOTAL

Korozja silników czyli o podstępny rabusiu (2)

miesiący powinien zostać zalany olejem lub poddany innemu procesowi, który powstrzyma proces jego korozji.

Jakie są skutki występowania korozji?

Firma Continental stwierdza po prostu: "Atak czynników korozyjnych może doprowadzić do skrócenia okresu użytkowania silnika". O ile? Tego nie wie nikt. Jest rzeczą oczywistą, że każdy rodzaj korozji jest szkodliwy. Widzimy często rdzę i korozję metali na ich zewnętrznych powierzchniach i przywodzi nam to na myśl próchnicę zębów. W przypadku wyrobów stalowych korozja przejawia się najczęściej w postaci wżerów. Gładka kiedyś powierzchnia traci swą gładkość. Skorodowany metal zamienia się w tlenek, który będąc substancją stałą zachowuje taki sam ogólny kształt, ale jego struktura jest porowata i sępczniała, a w związku z tym słaba i krucha. Problem związany z określeniem rozmiaru szkód poczynionych przez korozję polega na tym, że proces ten nie przebiega z jakąś stałą lub dającą się zmierzyć szybkością. Może rozpocząć się, ulec zahamowaniu i ponownie rozpocząć. Rozmiar szkód zależy również od rodzaju zaatakowanej przez korozję powierzchni oraz części, której to dotyczy. Szczególnie niebezpieczna jest korozja występująca na takich elementach jak: cylindry, tłoki, pierścienie tłokowe, zawory, pro-

wadnice zaworów, walek rozrządu i popychacze zaworów.

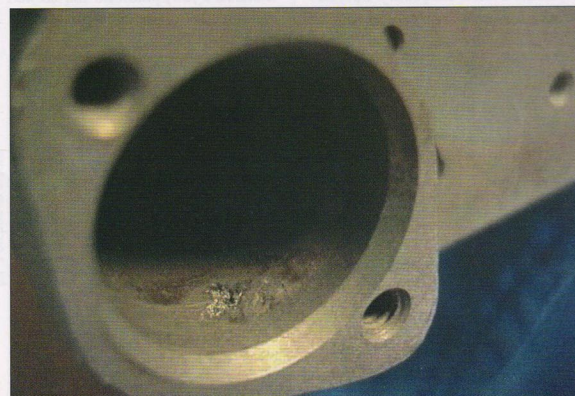
Główne firmy przemysłu naftowego produkujące oleje lotnicze uważają problem korozji za ważne zagadnienie. Przeznaczają znaczną część swoich budżetów kierowanych na cele reklamowe promując własności antykorozyjne swoich olejów. Natomiast główni producenci silników wydają co raz to nowe biuletyny serwisowe poświęcone temu zagadnieniu. Jak więc widać, wszyscy jednogłośnie przyznają, że korozja we wnętrzu silnika występuje bardzo powszechnie i powoduje znaczne szkody. Aby temu częściowo zapobiec producenci olejów dodają coraz lepsze dodatki hamujące korozję. Jak są one skuteczne mówi test ASTM 1748, który polega na badaniu różnych olejów w komorze wilgotnościowej. Do komory, w której panuje 100% wilgotność i temperatura prawie 50°C (120F) wstawia się stalowe płyty zamoczone uprzednio w różnych olejach. Następnie mierzy się wpływ czasu do pierwszego pojawienia się rdzy. Robione przez różnych producentów olejów próby w komorach wilgotnościowych potwierdzają pewną regułę. Płyty zamoczone w olejach jedno- i dwusobonowych, zarówno o lepkości 80, 100, czy 120 dość szybko pokrywają się nalotem rdzy. Oleje wielosobonowe o lepkości 15W-50, 20W-50 i 20W-60 zachowują się znacznie lepiej i dają prawie 5-

Do rozpoczęcia procesu korodowania niezbędna jest z równoczesną obecność kilku elementów. Należą do nich kwasy, takie jak siarkowy lub solny oraz wilgoć, która pełni rolę elektrolitu i może przenosić tlen potrzebny do utleniania, ewentualnie jeszcze inne związki chemiczne. Niektórzy twierdzą, że niezbędna jest także obecność powietrza - powietrze jest często nośnikiem kwasów i wilgoci. Aby proces korodowania mógł się rozpocząć, potrzebny jest jeszcze jeden podstawowy element, będący centralnym punktem całego zagadnienia, czyli tlen.

Dyskusje na ten temat koncentrują się wokół zagadnienia źródeł pochodzenia czynników rozpoczynających korozję, jak również wokół zagadnień związanych z określeniem, kiedy i dlaczego dany metal jest podatny na działanie tych czynników.

Przeanalizujemy skąd mogą pochodzić składniki zapoczątkowujące korozję. Czynnikiem numer jeden to wilgoć. Podczas spalania 1 l paliwa otrzymujemy około 0,5 l wilgoci! Większość tej wilgoci jest wydalana przez układ wydechowy, ale pewna jej część przedostaje się do skrzyni korbowej w wyniku tzw. przedmuchu gazów spalinowych. Pewna część wilgoci pochodzi także z powietrza pobieranego przez silnik przez układ dolotowy i miesza się z wilgocią powstającą w wyniku spalania paliwa. Jeszcze jednym, chociaż stosunkowo nieznacznym źródłem, jest wilgoć zawarta w powietrzu, wciągana przez rurę odpowietrznika, gdy silnik stygnie po zatrzymaniu. To ostatnie źródło dodaje wilgoci codziennie, kiedy samolot stoi na lotnisku, lub w hangarze, z reguły nie ogrzewanym, ponieważ istnieje różnica temperatury między dniem, kiedy silnik się nieznacznie ogrzewa i nocą, gdy się ochładza. Podczas ochładzania para wodna skrapla się w silniku, i drobiny wody spływają do oleju. **cdn.**

Błażej Krupa



fol. Doehsel GmbH



for. Doehnel GmbH

Artykuł sponsorowany przez



Korozja silników czyli o podstępny rabusiu (3)

oleju już od dawna znają ten problem, ale dopiero od niedawna zaczęły wprowadzać w swoich wyrobach odpowiednie modyfikacje, mające na celu uporanie się z tym zagadnieniem. W chwili obecnej niektóre z tych firm przedstawiają w swoich kampaniach reklamowych polepszone właściwości ochronne produkowanych przez siebie olejów, chroniące przed rozwojem korozji.

Inne niewiadome

Gdybyśmy chcieli wziąć pod uwagę każdy aspekt związany z występowaniem korozji we wszystkich silnikach, to należałoby uwzględnić nawet rodzaj stali użytej do produkcji części silnika. Firmy zajmujące się remontami i modernizacją silników, miały do czynienia w przeszłości z bardzo dużą liczbą przypadków, w których popychały zaworów produkowane przez jednego z czołowych producentów wykazywały obawy znacznej korozji już po kilkuset godzinach pracy silnika. Ekspert doszedł do wniosku, że przyczyną takiego stanu rzeczy mógł być rodzaj stali użytej do produkcji tych popychaczy. Zmieniono skład stali i problem ustąpił.

Z kolei inni eksperci za taki stan rzeczy winią paliwo lotnicze, oznaczone symbolem 100LL, powszechnie używane w lotnictwie ogólnym na całym świecie. A dokładnie mówiąc znajdującą się w paliwie siarkę. Stąd ostatnia światowa tendencja do zmniejszenia zawartości siarki w produkowanych paliwach lotniczych. Tendencja do znacznego zmniejszenia zawartości siarki dotyczy z resztą również paliw samochodowych.

Rozwiązanie problemu

Jakie więc może być rozwiązanie nasświetlonego tu problemu korozji silników lotniczych? Niestety nie można udzielić na to pytanie prostej, zwężonej i wyczerpującej odpowiedzi.

Wszyscy możemy się zgodzić, że regularne odbywanie lotów samolotem jest jednym z sposobów zapo-

biegania zagrożeniom związanym z występowaniem korozji.

Firma Continental stwierdza: „Najlepszym sposobem zmniejszenia prawdopodobieństwa ataku korozji jest latanie samolotem przynajmniej raz w tygodniu przez minimum jedną godzinę.” Problem polega na tym, że bardzo niewielu właścicieli samolotów lata swoimi maszynami regularnie raz w tygodniu.

Następne zalecenie dotyczy tego, aby eksploatować olej w silniku w temperaturze minimum 80 °C (180 F) przez ponad 30 minut. Zalecenia różnych producentów silników dotyczące temperatury oleju wahają się w granicach od 75 do 95 °C (165-200 F), a czas w granicach od 30 do 60 minut. Wydaje się jednak, że wszyscy gotowi są przyjąć za właściwą temperaturę 80 °C. Praca silnika w takiej temperaturze umożliwi usunięcie wilgoci z oleju przez odpowietrznik skrzyni korbowej. Praca silnika przez okres krótszy od 30 minut może, zgodnie z opinią firmy Continental, prowadzić do powstania jeszcze większych problemów wynikających ze zwiększenia zawartości oparów i kwasów w oleju!

Jest rzeczą jasną, że aby możliwe było stosowanie się do powyższych zaleceń niezbędna jest znajomość temperatury oleju podczas pracy silnika. Z tego względu zaleca się przeprowadzenie dokładnej kalibracji wskaźnika temperatury oleju znajdującego się w użytkowanym samolocie. Jeśli na tarczy posiadanego wskaźnika temperatury oleju jest tylko zielone pole, należy samo-

Często wymiana oleju to jedyny sposób na zmniejszenie w nim zawartości osadów ołowionych i kwasów



for. Total

dzielnie zrobić znak w punkcie wskazującym, że olej osiągnął temperaturę 80 °C.

Niezbędne jest podjęcie jeszcze innych, odpowiednich kroków.

Firmy produkujące oleje silnikowe podają również cały szereg zaleceń dotyczących spraw związanych z korozją silników, w tym przede wszystkim zalecenie częstego przeprowadzania wymiany oleju - nawet co 25 godzin pracy silnika lub co 6 miesięcy. Wymiana oleju to jeszcze jeden sposób na wyeliminowanie wilgoci mogącej znajdować się w ole-

ju i nie tylko wilgoci. Częste wymiany oleju prowadzą do zmniejszenia zawartości w nim kwasów wywołujących korozję oraz osadów ołowionych, które stopniowo gromadzą się w oleju, a których zawartości nie można wyeliminować lub zmniejszyć przez eksploatację silnika w wyższych temperaturach. Przypomnijmy, że w Avgasie 100 LL jest trzy i pół raza więcej ołowiu niż było go w samochodowej etylinie. Dodatkki dyspergujące w oleju pozwalają pozostawić zanieczyszczenia ołowione w formie zawiesiny, ale tylko przez pewien, niezbyt długi okres. Jeśli długo nie używamy silnika, zanieczyszczenia opadają na dół i odkładają się w postaci nagaru na niektórych elementach silnika. A to jest zjawisko, które staje się przyczyną wielu problemów w eksploatacji silników lotniczych. Dlatego przed każdym dłuższym okresem przerwy w lataniu, a zawsze jesienią, należy wymienić olej w silniku lotniczym, i pozostawić w skrzyni korbowej świeży produkt. Po wymianie oleju należy uruchomić na parę minut silnik, by wypłukać jego wszystkie zakamarki. Dobrze rozprowadzony świeży olej rzeczywiście będzie chronił silnik przez następny miesiąc. Dla przykładu firma Continental sugeruje przeprowadzanie wymiany oleju co 25 godzin pracy silnika, jeśli użytkownik nie wylatuje w ciągu miesiąca co najmniej 20 godzin.

Tu pojawia się znany z motoryzacji problem przesadnych oszczędności, oszczędności za wszelką cenę na oleju, przy akceptacji dużo wyższych rachunków na paliwo lub naprawy silnika. Zobaczymy jaki jest prawdziwy koszt wcześniejszej wymiany oleju, lub wymiany przed okresem zimowym, kiedy silnik najbardziej narażony jest na korozję.

Wymiana 4 litrów oleju (minimalny dozwolony poziom oleju w misce to przeciętnie tylko 2 l) kosztuje z VAT-em ok. 80 zł. Przeliczając to na paliwo to odpowiednik 13 l benzyny

lotniczej. Czyli paliwo, które zużywamy podczas około 20 minut lotu! A najmniejsza rozbiórka i weryfikacja stanu silnika wewnątrz to wydatek rzędu wielu tysięcy złotych. O koscie przedwczesnej naprawy głównej silnika już nie wspominamy. Kto tego doświadczył, ten wie dokładnie jakie sumy wchodzi w grę. O najważniejszym w tym wszystkim aspekcie bezpieczeństwa latania już nie wspominamy.

Firmy olejowe zalecają również przeprowadzanie badań oleju co 60 dni. Takie badania można już przeprowadzić również w Polsce. Badania te mogą wykazać, czy w oleju obecna jest woda oraz cząstki różnych metali, co pozwala określić stopień zużycia każdego silnika.

Następne zalecenie, mające związek z ograniczeniem korozji, dotyczy sposobu eksploatacji silnika. Zaleca się zasilanie pracującego silnika możliwie ubogą mieszanką, a przynajmniej unikanie, ilekroć jest to możliwe, podawania do silnika bardzo bogatej mieszanki. Bogata mieszanka paliwowa jest przyczyną pozostawania w cylindrze resztek nie spalonego paliwa. To nie spalone paliwo, wraz z zawartymi w nim czynnikami korozyjnymi, przedostaje się przez nieszczelności pomiędzy pierścieniami uszczelniającymi i głazką cylindra wprost do miski olejowej i rozrzedza olej. Silnik eksploatowany przez zastosowanie właściwie zubożonej mieszanki pracuje w wyższej temperaturze. Wyższa jest również temperatura oleju, a to powoduje szybsze odparowanie z niego i paliwa i wilgoci.

Kilka firm produkujących oleje oferuje tzw. „olej na okres małej aktywności, zapobiegający korozji”, ostrzegając jednocześnie, że nie powinien być on użytkowany dłużej niż 25 godzin. Jednakże stosowanie tego oleju zmniejsza, ale nie zapobiega całkowicie działaniu wszystkich czynników korozyjnych. Należałoby przynajmniej dodać jeszcze specjalne korki i pakiety osuszające oraz uszczelnic silnik przed dostępem wilgoci z zewnątrz.

Podsumowanie

W niniejszym artykule przyjrzyliśmy się problemowi korozji silników z różnych punktów widzenia i możemy wyciągnąć następujące wnioski:

Uszkodzenia powodowane przez korozję stanowią poważne zagrożenie bezpieczeństwa latania, powodują olbrzymie koszty, w związku z czym wszyscy właściciele małych samolotów muszą brać je pod uwagę. Co więcej, możemy i powinniśmy przedsięwziąć stosowne kroki w celu zminimalizowania jej skutków, latając we właściwy sposób i odpowiednio często posiadanym samolotem. Jeśli natomiast nie odbywamy zbyt częstych lotów, to powinniśmy zadbać o zapewnienie naszemu drogiemu silnikowi odpowiedniej ochrony antykorozyjnej. □

Błażej Krupa