

Jarosław KOZUBA¹
Henryk JAFERNIK²

OBLODZENIE SAMOLOTU Cz. II. SPOSOBY PRZECIWDZIAŁANIA

Zachowanie wysokich standardów bezpieczeństwa w czasie przygotowania i realizacji operacji powietrznych jest gwarantem ich powodzenia. Warunki pogodowe i towarzyszące im zjawiska należą do jednych z najbardziej niebezpiecznych zagrożeń dla wykonywania operacji powietrznych. Liczne analizy jednoznacznie wskazują, że wielu zdarzeń lotniczych spowodowanych oblodzeniem można byłoby uniknąć w przypadku prawidłowo działającego personelu lotniczego. Uwaga ta odnosi się zarówno do służb naziemnych jak również i załóg samolotów. W poniższym materiale odniesiono się do możliwości przeciwdziałania oblodzeniu przy użyciu urządzeń naziemnych, jak również i systemów przeciwooblodzeniowych samolotu. W ostatnim podrozdziale artykułu wskazano na zasady którymi powinien kierować się pilot w przypadku prawdopodobieństwa wystąpienia oblodzenia na ziemi i w powietrzu.

AIRCRAFT ICING – INFLUENCE ON THE CONDUCTING OF AIR OPERATIONS, REASONS, WAYS OF COUNTERACTION

Maintaining high safety standards in the preparation and execution of air operations is a guarantee of their success. Weather conditions and the accompanying phenomena are among the most dangerous threats to air operations. Many studies clearly show that the number of air events caused by icing could be avoided by a proper activity of aviation staff. This remark applies equally to ground services and flight crews. The following material refers to the possibility of using de-icing ground equipment, as well as anti-icing aircraft systems. In the last section of the article referred to the principles which should guide a pilot in the case of the likelihood of icing on the ground and air.

1. ZAPOBIEGANIE ZJAWISKU OBLODZENIA I JEGO SKUTKOM

Problem konieczności odladzania samolotów nie jest nowy, istnieje praktycznie od momentu kiedy ludzie zorientowali się, że zjawisko oblodzenia niesie za sobą negatywne skutki zarówno w odniesieniu do charakterystyka aerodynamicznych samolotu jak również obniżenia parametrów wytrzymałościowych poszczególnych jego elementów. Rozróżniamy dwie kategorie urządzeń do walki z lodem na samolotach. Urządzenia odladzające (ang. de-

¹dr inż. pil. Jarosław KOZUBA, adiunkt WSOSP – Dęblin, e-mail: aabuzok@wp.pl

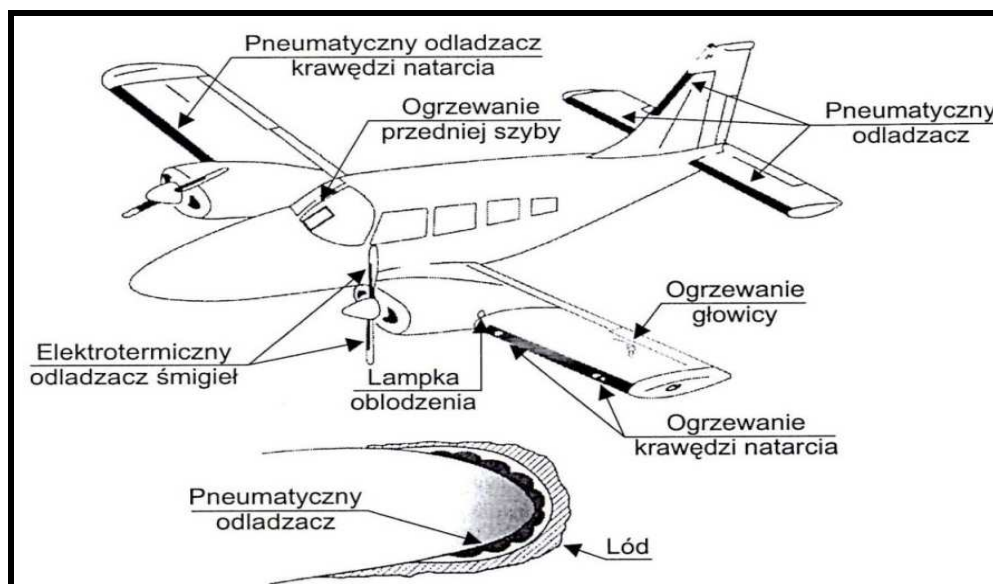
² dr inż. pil. Henryk JAFERNIK, docent Politechnika Śląska, e-mail: henrykj21@interia.pl

icing) to te usuwające lód z samolotu oraz urządzenia przeciwooblodzeniowe (ang. anti-icing) czyli te zapobiegające powstawaniu oblodzenia na samolocie. [4]

Wraz z ogromnym rozwojem wszystkich dziedzin lotnictwa, ewoluowała również wiedza na temat oblodzenia statków powietrznych, technik przeciwdziałania skutkom oblodzenia samolotów na ziemi i powietrzu, jak również utrzymania lotnisk w zdolności operacyjnej(m.in. poprzez doskonalenia technik walki z oblodzeniem). Pierwsze, prymitywne w porównaniu z dzisiejszymi instalacje przeciwooblodzeniowe statków powietrznych były stosowane na samolotach w latach pierwszej wojny światowej. Ograniczały się one do ogrzewania dajnika ciśnienia statycznego i dynamicznego oraz wzrokowego wskaźnika oblodzenia. Wraz z upływem lat zakres metod stosowanych do wykrywania i walki z oblodzeniem zwiększał się znacząco. Obecnie niemalże wszystkie zewnętrzne części samolotu mogłoby być zaopatrywane w nowy typ instalacji, jednakże względy ekonomiczne powodują, że znajdują one zastosowanie w odniesieniu do tych wybranych, najbardziej wrażliwych na oblodzenie, warunkujących bezpieczną realizację operacji powietrznych.

1.1 Systemy przeciwooblodzeniowe

W odniesieniu do samolotów lotnictwa ogólnego (ang. general aviation), z uwagi na warunku realizowania operacji powietrznych i uwarunkowania ekonomiczne, systemy przeciwooblodzeniowe są stosowane w ograniczonym zakresie, bądź też w ogóle nie są stosowane. Najwięcej urządzeń wchodzących w skład systemu przeciwooblodzeniowego, znajduje zastosowanie w odniesieniu samolotów wykonujących loty w warunkach IFR. Samoloty te są wyposażone w instalacje przeciwooblodzeniowe - elektryczne, pneumatyczne lub spirytusowe, w odniesieniu do takich elementów samolotu jak, krawędź natarcia skrzydeł, rzadziej usterzenia ogonowego, łopat śmigieł, płyty przedniej owiewki, czujnika kątów natarcia samolotu, odbiornika ciśnienia statycznego i dynamicznego, gaźnika silnika (rys. 1).



Rys.1. Elementy instalacji przeciwooblodzeniowej samolotu PZL M-20 Mewa. [7]

Należy przy tym podkreślić, że na samolotach z grupy lotnictwa ogólnego stosowane są systemy manualne tj. takie które, muszą zostać włączone przez pilota. Natomiast systemy instalacji przeciwooblodzeniowych samolotów pasażerskich i lotnictwa państwowego na ogół posiadają urządzenia automatycznie, uruchamiające system po wykryciu syndromów świadczących o prawdopodobieństwie wystąpienia oblodzenia (tzw. system sygnalizacji wystąpienia oblodzenia). Poza różnorodnymi typami instalacji przeciwooblodzeniowych stosowanych w samolotach lotnictwa ogólnego, w samolotach transportowych często jest stosowana instalacja na gorące powietrze. Tego typu instalacje stosuje się z reguły do odladzania krawędzi natarcia skrzydła, statecznika poziomego i wlotów silników. Odpowiednia ochrona przed oblodzeniem w tego typu instalacjach jest zapewniona poprzez ogrzewanie elementów samolotu przez silnie nagrzane powietrze. W przypadku instalacji ogrzewania krawędzi natarcia skrzydła i statecznika poziomego, gorące powietrze jest dostarczone specjalnymi kanałami zawierającymi odpowiednio kalibrowane otwory, zwane kanałami Piccolo. Instalacja ta jest z reguły typu otwartego, tzn. posiada specjalne ujścia powietrza na zewnątrz. Instalacja przeciwooblodzeniowa na gorące powietrze wlotów silnika spełnia dwie główne funkcje - chroni przed zmniejszonym i zakłóconym przepływem powietrza do silnika oraz przed możliwością dostania się kawałków lodu do silnika. Stosowany na tego typu samolotach system wykrywania oblodzenia składa się z dajników i wskaźników (kontrolki) sygnalizujących oblodzenie na elementach płatowca i silnika.

Różnorodność i mnogość systemów przeciwooblodzeniowych stosowanych w nowoczesnych samolotach pasażerskich powoduje, że istnieje znikome prawdopodobieństwo zagrożenia dla operacji powietrznych realizowanych przez te samoloty w strefach oblodzenia. Oczywiście nie oznacza to, że piloci samolotów pasażerskich i transportowych powinni być mniej czujni na to zjawisko, czy też nie

stosować się do określonych procedur związanych z przeciwdziałaniem wejściu w strefę oblodzenia.

1.2 Systemy odladzające

Współczesne samoloty pasażerskie są projektowane w ten sposób, aby mogły latać w każdym, nawet najbardziej niekorzystnych warunkach meteorologicznych. Tym nie mniej producenci samolotów zwracają uwagę użytkownikom aby w warunkach występowania oblodzenia skrzydła samolotu oraz inne elementy płatowca w czasie startu musza być wolne od jakichkolwiek osadów w postaci szronu, lodu, rozmokłego śniegu i śniegu. Ten podstawowy wymóg znany jest pod nazwą „The Clean Aircraft Concept”. [5] Oblodzenie jest w lotnictwie powszechnie traktowane jest jako element zanieczyszczający powierzchnie nośne statku powietrznego. Lot ze śniegiem na skrzydłach może skończyć się tragicznie, gdyż samolot nie jest w stanie osiągnąć nakazanych parametrów lotu. Nawet najmniejsze oznaki śniegu lub lodu na powierzchni samolotu powodują, że jest on kierowany przed lotem na odpowiednie stanowisko w porcie lotniczym, w celu usunięcia zanieczyszczenia i zabezpieczenia samolotu przed dalszym oblodzeniem.

Utrzymanie statków powietrznych w sprawności eksploatacyjnej w warunkach zimowych regulują odpowiednie procedury i przepisy międzynarodowe. Definiują one następujące, istotne z punktu widzenia omawianego zagadnienia pojęcia:

- odladzanie samolotu jest to „proces usuwania szronu, lodu, rozmokłego śniegu i śniegu mający na celu zapewnienie czystości całej powierzchni samolotu.” [5]

- zabezpieczanie przed oblodzeniem definiowane jest jako „proces, który uniemożliwia powstawanie i gromadzenie się szronu, lodu, śniegu i rozmokłego śniegu na oczyszczonych powierzchniach samolotu.” [5] Skutki tych działań są efektywne jedynie przez ściśle określony czas, nazywany czasem ochrony.

- czas ochrony (ang. holdover time - HOT) „oznacza orientacyjny czas, w którym płyn zabezpieczający zapobiega formowaniu się i zaleganiu szronu, śniegu i lodu na powierzchni płatowca.” [1]

- procedura jednostopniowego odladzania/zabezpieczania (ang. one step de-icing/anti-icing procedure) definiuje się jako „proces odlodzenia i zabezpieczenia przed oblodzeniem w czasie jednej operacji.” [2] Stosuje się ją, kiedy zanieczyszczenia powierzchni samolotu są stosunkowo niewielkie.

- procedura dwustopniowego odladzania/zabezpieczania (ang. two step de-icing/anti-icing procedure) określana jest jako „proces odladzania i zabezpieczenia przed oblodzeniem w dwóch odrębnych operacjach, z możliwością użycia różnych typów płynów albo mieszanin płynów.” [2] Polega ona na całkowitym usunięciu zanieczyszczenia (odlodzenie) w pierwszym etapie, oraz na zabezpieczaniu przed oblodzeniem w drugim. Procedurę dwustopniową stosuje się również w sytuacjach znacznego zanieczyszczenia powierzchni samolotu przy uwzględnieniu zjawiska przechłodzonej powierzchni skrzydła.

Decyzję o odladzaniu podejmuje dowódca statku powietrznego w uzgodnieniu z agentem handlingowym lub innym wykonawcą odladzania. Decyzja ta zawsze jest oparta na wyniku kontroli zanieczyszczeń, przeprowadzonej podczas przedlotowej kontroli statku powietrznego. Dowódca statku powietrznego nie ma wpływu na wybór metody odladzania, podejmowana jest ona przez wykonawcę. Dobór rodzaju i stężenia płynów odladzających - zabezpieczających zależą od temperatury powietrza oraz intensywności panujących i prognozowanych zjawisk atmosferycznych. Czas ochrony, musi uwzględniać również

okres niezbędny do kołowania samolotu na start. Operacja odladzania/zabezpieczania może być przeprowadzona zarówno na stanowisku postojowym, jak i na specjalnie wydzielonych do tego płytach, znajdujących się poza terminalem lotniska. Dyslokacja tych płyt uzależniona jest od warunków technicznych danego portu lotniczego.

Pierwszym etapem w procesie odladzania jest usunięcie z powierzchni skrzydeł i kadłuba niepożądanego śniegu i lodu. Czynność ta jest stosowana w przypadku samolotów które nie mogą być odladane za pomocą płynów lub jako czynność przygotowująca samolot do dalszego odladzania za pomocą płynów. Mechaniczne usuwanie nadmiaru śniegu wykonuje się tylko wtedy, gdy na powierzchni samolotu zalegają warstwy śniegu, roztopionego śniegu lub kawałki lodu luźno związane z powierzchnią samolotu. Mechaniczne odśnieżanie jest ekonomiczne i ekologiczne. Usuwanie śniegu i lodu odbywa się za pomocą długich i grubych lin bawełnianych, szczotek ręcznych, lekkich zgarniarek o gumowych krawędziach lub dmuchawy ciepłego powietrza o dużej wydajności.

Inaczej jest w przypadku zastosowania techniki odladzania i zabezpieczania przed oblodzeniem przy użyciu płynów odladzająco - zabezpieczających (rys. 2). W tej metodzie stosowane są mieszaniny gorącej wody i płynu na bazie glikolu. Samolot nie może być dopuszczony do startu, jeśli są na nim zanieczyszczenia lub nie została dokonana kontrola po odlodzeniu/zabezpieczeniu.



Rys. 2. Boeing 737 linii lotniczych SAS podczas odladzania i zabezpieczenia na przeznaczony do tego płycie w porcie lotniczym w Trelleborgu w Szwecji. [9]

Obecnie testowany jest sposób odladzania za pomocą promienników podczerwonych. Metoda ta jest testowana w Norwegii od 2007 roku. Nie wydaje się jednak, aby dokonał się w tej dziedzinie znaczący postęp, ponieważ jest ona kosztowna oraz nie zabezpiecza powierzchni samolotu przed oblodzeniem. Sposób na połączenie tych dwóch funkcji może przyspieszyć powszechne wdrożenie tej metody

1.3. Utrzymanie lotniska

Poważnym zagrożeniem dla utrzymania nakazanego poziomu gotowości operacyjnej każdego lotniska jest wystąpienie warunków pogodowych skutkujących oblodzeniem. Nawet zwykły opad deszczu lub śniegu w połączeniu z ujemną temperaturą powietrza może być niebezpieczny dla utrzymania nakazanego poziomu przepływu statków powietrznych, a usuwanie skutków oblodzenia infrastruktury lotniska i samolotów na nim przebywających może być problematyczne, a w skrajnych wypadkach nawet niemożliwe. Utrzymanie w odpowiednim stanie dróg startowych, kołowania i płyt postojowych lotniska ma ogromne znaczenie dla bezpieczeństwa wykonywanych na nim operacji lotniczych.

Utrzymaniem lotniska w nakazanej gotowości operacyjnej zajmują się specjalnie szkolone, dysponujące specjalistycznym sprzętem (rys. 3), służby utrzymania lotniska.



Rys. 3.. Odśnieżarki Jet Broom na lotnisku w Denver. [11]

Do określenia gotowości operacyjnej drogi startowej służy tzw. współczynnik hamowania. Współczynnik hamowania podawany jest w depeszy SNOWTAM. Depesza ta zawiera dane o procentowym pokryciu pasa, rodzaju i grubości pokrycia oraz współczynnika hamowania lub skuteczności hamowania. SNOWTAM może stanowić fragment NOTAM lub zostać opublikowany w skróconej formie w informacji o stanie pogody na lotnisku METAR. Depesze SNOWTAM wydawane są tylko wtedy, gdy pole manewrowe lub drogi startowe i kołowania pokryte są śniegiem, wodą, lub lodem. Współczynnik hamowania i warunki hamowania mogą być zawarte w depeszy SNOWTAM zamiennie (tabela nr 2).

Tabela 1. Współczynnik hamowania, a warunki hamowania. [6]

Współczynnik hamowania ϕ	Warunki hamowania
>0,4	dobrze
0,36 – 0,39	średnio dobrze
0,30 – 0,35	średnie
0,26 – 0,29	średnio źle
<0,25	źle

Współczesne lotniska kontrolowane dysponują systemami ostrzegawczymi, sygnalizującymi wysokie prawdopodobieństwo wystąpienia opadów i zalodzenia powierzchni lotniska. Systemy tego typu składają się z grupy czujników, przekazujących dane meteorologiczne oraz urządzenia przetwarzającego otrzymane dane i wypracowującego sygnał o zagrożeniu.

Wszystko to powoduje, że warunki zimowe - opady, mroźna aura i oblodzenie, mają stosunkowo niewielki wpływ na pogorszenie warunków bezpieczeństwa, płynności i intensywności ruchu w dobrze przygotowanych do przeciwdziałania niepożądanym skutkom warunków pogodowych, w tym oblodzenia lotniskach. Przykładowo, lotnisko im. F. Chopina w Warszawie podczas sezonu zimowego 2009 - 2010, było zamknięte tylko dwa razy (łącznie na 2 godziny) z powodu złego stanu powierzchni lotniskowych.¹⁰

2. PILOT, A ZJAWISKO OBLODZENIA

Dotychczasowe doświadczenia związane z oblodzeniem samolotu wskazują, że najważniejszym elementem składowym w systemie zapobiegania i walki ze skutkami oblodzenia jest człowiek. Dlatego też, każdy pilot i pracownik portu lotniczego w zakresie którego wchodzi przedsięwzięcia związane z odladaniem, niezależnie od wieku i doświadczenie powinien z dużą rezerwą i pokora podchodzić do przedsięwzięć związanych z przygotowaniem do lotu zagrożonego możliwością wystąpienia tego typu zjawisk w czasie realizacji operacji powietrznych. W przypadku stwierdzenia syndromów wskazujących na wystąpienie oblodzenia, bądź też wystąpienia już samego oblodzenia powinno się niezwłocznie podjąć działania zmierzające do maksymalnego ograniczenia jego oddziaływania negatywnych skutków. Aby działania te mogły przynieść zamierzony skutek muszą być realizowane na wszystkich etapach operacji powietrznej jak również w trakcie jej przygotowania. Zakres merytoryczny tych działań przedstawia ten rozdział.

2.1. Przygotowanie do lotu

Na podstawie analizy prognozy i stanu obecnego pogody powinien odpowiedzieć na następujące pytania:

1. Czy na trasie lotu są / będą w przewidywanym czasie przelotu fronty atmosferyczne? Zwykle z frontami atmosferycznymi i centrami niskiego ciśnienia związane są strefy oblodzenia.
2. Jaki jest kierunek napływu mas powietrza? Należy wziąć pod uwagę, że prognoza nie gwarantuje określonej w niej kierunku napływu mas powietrza. Dlatego też pilot przygotowujący się do dłuższego przelotu powinien wziąć pod uwagę możliwość pojawienia się strefy oblodzenia wskutek zmiany kierunku napływu.
3. Jak jest maksymalna wysokość chmur w rejonie lotu? Pozwoli mu to na określenie czy będzie możliwość uniknięcia przelotu nad chmurami, przy uwzględnieniu ograniczeń eksploatacyjnych i osiągow samolotu będącego w jego dyspozycji.
4. Jaka jest najniższa podstawa chmur w rejonie przelotu i jakie zjawiska pod nią występują? Jeżeli nie występuje marzący opad lub mżawka istnieje duże prawdopodobieństwo, że przelot pod nimi w przypadku prawdopodobieństwa wystąpienia oblodzenia powyżej będzie możliwy.

¹⁰ Źródło: Dział Utrzymania PPPL na Lotnisku Chopina w Warszawie

5. Na jakiej wysokości powyżej poziomu zamrażania występują cieplejsze masy powietrza? Jeżeli poziom lotu i wysokość występowania mas ciepłego powietrza nie różnią się zbyt od siebie, a natężenie ruchu lotniczego pozwoli na zmianę (zwiększenie) poziomu lotu, może to być jedna z możliwości obejścia strefy oblodzenia.
6. Czy istnieje możliwość zaplanowania alternatywnych tras przelotu w przypadku zaistnienia oblodzenia? W przypadku braku innej alternatywy pilot powinien być gotowy do powrotu na lotnisko startu, lądowania na innym lotnisku, nierzadko z dala od planowanej trasy lotu lub też ominięcie strefy oblodzenia poprzez wybór nowej trasy dolotu do lotniska docelowego. Wskazaniem jest, żeby do tego typu wyborów być gotowym przed lotem.
7. Czy PIREPS¹¹ są dostępne? Pilot powinien się upewnić czy dostępne są raporty pilotów wykonujących lot w rejonie planowanej trasy odnośnie niebezpiecznych zjawisk pogody, w tym oblodzenia i w razie dostępności z nich skorzystać. Zgodnie z AIM¹² oblodzenie napotkane w czasie lotu powinno być raportowane według poniższej skali:
 - Trace – Lód dostrzegalny, poziom narastania lodu śladowy.
 - Light - Gromadzenie się lodu na powierzchni samolotu może stać się kłopotliwe w przypadku lotu w podobnych warunkach powyżej jednej godziny. Zaleca się okresowe włączanie instalacji przeciwooblodzeniowej samolotu.
 - Moderate – Poziom narastania oblodzenia jest tak duży, że nawet krótki lot w tej strefie jest niebezpieczny. Użycie instalacji przeciwooblodzeniowej jest konieczne.
 - Severe – Poziom narastania oblodzenia jest tak duży, że użycie instalacji przeciwooblodzeniowej może być niewystarczające. Istnieje konieczność natychmiastowej zmiany kierunku lotu w celu wyjścia ze strefy oblodzenia.

Ponadto w przypadku przewidywanego lotu w strefie oblodzenia pilot powinien zadbać o to, żeby zbiorniki samolotu były pełne z uwagi na wzrost oporu aerodynamicznego w czasie przelotu przez strefę oblodzenia oraz konieczności używania podgrzewów gaźnika. Należy ograniczyć całkowitą masę samolotu poprzez zabranie na pokład rzeczy niezbędnych. W przypadku oblodzenia samolotu na płaszczyźnie postojowej koniecznym jest jego odlodzenie (oczyszczenie z lodu, szronu itp.) ze szczególnym zwróceniem uwagi na skrzydła płaszczyzny sterowe, śmigła, podwozie w tym koła. Koniecznym jest także sprawdzenie przed startem prawidłowości pracy systemów przeciwooblodzeniowych samolotu. [10]

2.2. Kołowanie

Należy ograniczyć prędkość na oblodzonych drogach kołowania, szczególnie w przypadku oddziaływania silnego wiatru należy unikać ostrego hamowania i wybierać w miarę możliwości suche fragmenty drogi kołowania. Zalecane jest okresowo upewniać się, że na krawędziach skrzydeł i stateczników pionowego i poziomego nie zbiera się lód. W przypadku przekołowania przez mokry śnieg należy ponownie oczyścić opony przed wkołowaniem na pas.

¹¹ PIREP - raport o zjawiskach meteorologicznych napotkanych przez pilota w czasie lotu. [12]

¹² Zgodnie AIP (Aeronautical Information Publication) – wydawanego z udziałem administracji państwowej zbiór informacji lotniczych, zawierających dane o lotniskach, drogach lotniczych i obowiązujących procedurach.

2.3. Start

W przypadku napotkania strefy oblodzenia w czasie wznoszenia należy podjąć decyzje co do dalszego kontynuowania lotu poza strefę oblodzenia lub też powrotu na lotnisko startu. W przypadku podjęcia decyzji powrotu na lotnisko staraj się to uczynić w uzgodnieniu ze służbami kontroli lotu ATC (Air Traffic Control). Lot wznoszący w przypadku oblodzenia należy wykonywać na łagodnych kątach natarcia z uwagi na tendencje do gromadzenia się lodu pod skrzydłami, jak również wzrost oporu aerodynamicznego. Dodatkowo należy szczególną uwagę zwrócić na zapas prędkości wznoszenia i wskazania wskaźnika kątów natarcia samolotu.

2.4. Lot po trasie

W czasie lotu po trasie pilot powinien zwrócić szczególną uwagę na zjawiska pogodowe i starać się w miarę możliwości uzyskać informacje na temat zmian pogodowych w oparciu o korespondencję ze służbami ATC. Kontrolować wystąpienie syndromów związanych z wejściem w strefę oblodzenia (spadek prędkości, pojawienie się lodu na krawędziach skrzydeł, owiewce itp., zakłócenia w pracy silnika, wzrost temperatury silnika itp.), w przypadkach koniecznych starać się wyjść poza strefę lub przerwać zadanie i lądować na najbliższym lotnisku. Starać się nie używać autopilota w strefie oblodzenia, gdyż może to znacznie opóźnić wykrycie pierwszych syndromów oblodzenia. Pamiętać należy, że w skrajnych przypadkach może dojść do automatycznego odłączenia autopilota, co może być dużym zaskoczeniem dla pilota i jego reakcja na przejęcie kontroli nad samolotem może być opóźniona.

2.5. Podejście do lądowania i lądowanie

Podejście do lądowania i lądowanie jest jednym z najbardziej trudnych faz lotu, szczególnie w warunkach dużego prawdopodobieństwa wystąpienia oblodzenia. W tej fazie lotu pilot powinien unikać zniżania w chmurach o dużym prawdopodobieństwie wystąpienia oblodzenia i wypuszczania klap w przypadku widocznego ich oblodzenia, podchodzić do lądowania na zwiększonej prędkości, unikać przelotu, wykorzystać możliwość hamowania aerodynamicznego, w miarę możliwości delikatnie posługiwać się hamulcami i nie wykonywać gwałtownych skrętów. W przypadku wystąpienia oblodzenia w chmurach klapy schować po sprawdzeniu i ewentualnym oczyszczeniu z lodu na płaszczyźnie postoju.

Podsumowanie.

Oblodzenie samolotu jest jednym z najniebezpieczniejszych dla wykonywania operacji powietrznych i niejednokrotnie trudnym do przewidzenia zjawiskiem pogodowym, szczególnie dla samolotów lotnictwa ogólnego. Nowoczesne samoloty transportowe i pasażerskie dzięki wyposażeniu w nowoczesne, automatyczne instalacje przeciwooblodzeniowe w znacznie mniejszym stopniu są narażone na negatywne skutki związane z lotem w strefie oblodzenia. Jednakże, w niektórych fazach lotu, szczególnie w czasie realizacji procedur startu i lądowania zjawisko to może być także dla tego typu statków powietrznych zagrożeniem. Dlatego też piloci niezależnie od tego na jakim typie statku powietrznego będą wykonywali operacje powietrzne powinni przestrzegać zasad mających na celu eliminację lub minimalizację skutków wystąpienia oblodzenia na

samolocie. Niewykonanie czynności z wiązanych z odlodzeniem samolotu na płaszczyźnie postojowej może skutkować wypadnięciem z pasa lub przeciągnięciem po starcie wskutek wzrostu oporu aerodynamicznego i zbyt małej siły nośnej. Na etapie przygotowania do lotu ocenę warunków lotu pilot powinien ocenić poprzez analizy komunikatów meteorologicznych mapy synoptycznych, a następnie dokonać prawidłowej oceny ryzyka związanego m.in. z lotem w strefie oblodzenia. W przypadku wątpliwości powinien podjąć decyzje o przełożeniu startu lub odłożeniu lotu na innymi termin w bardziej sprzyjających warunkach pogodowych. W przypadku podjęcia decyzji o realizacji operacji powietrznej pilot powinien opracować i przećwiczyć różne warianty czynności z wiązanych z lotem w strefie oblodzenia oraz alternatywnych rozwiązań w przypadku gdyby warunki atmosferyczne uniemożliwiały kontynuowanie lotu zgodnie z wcześniej zaplanowanymi reżimami. Zrozumienie i konsekwentna realizacja tych przedsięwzięć powinna pozwolić na bezpieczne wykonanie zaplanowanego lotu.

BIBLIOGRAFIA

1. Jafern H., Wilczek Z., Ziarko J.: *Meteorologiczna osłona działań lotnictwa*, Bellona, Warszawa 2000
2. Praca zbiorowa: *Aircraft Icing Handbook*, Civil Aviation Authority, Lower Hutt 2000
3. Praca zbiorowa: *Encyklopedia popularna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1992
4. Praca zbiorowa: *A Pilot's Guide to In-Flight Icing*, NASA
5. Praca zbiorowa: *Podręcznik Procedur Operatora - Procedura odladzania i zabezpieczania przed oblodzeniem samolotów*, PLL LOT S.A., PLL LOT, 2009
6. Rajchel J., Zabłocki E.: *Port lotniczy*, WSOSP, Dęblin 2009
7. Szewczak P.: *Meteorologia dla pilota samolotowego*, Avia - test, Poznań 2007
8. Weiner J., Bonca Z.: *Zjawisko oblodzenia w układzie zasilania silnika lotniczego lekkiego samolotu*, *Technika chłodnicza i klimatyzacyjna*, 08/2007
9. <http://www.airport-int.com/>
10. <http://www.aopa.org/asf/publications/sa11.pdf>
11. <http://www.boschung.com/>
12. <http://aviationglossary.com/aviation-terms/pilot-report-pirep/>