

Ograniczenia w korzystaniu z lekkich statków powietrznych ze względu na możliwość wystąpienia oblodzenia



Przyczyny zdarzeń i wypadków lotniczych związanych z oblodzeniem samolotów lekkich:

- a. oblodzenie płatownca w locie (z uwzględnieniem ograniczenia widoczności i niedrożności dajników ciśnienia) ok. 40 %
- b. oblodzenie w zespołach napędowych samolotu (napędy tłokowe w locie i na ziemi) ponad 50 %
- c. oblodzenie dróg kołowania i dróg startowych ok. 10 %

Przy ogólnym udziale 12 % wszystkich wypadków i zdarzeń lotniczych



Oblodzenie na ziemi:

- oblodzenie statku powietrznego:
 - a/ na postoju;
 - b/ w ruchu na ziemi (spadek przyczepności kół podwozia i podnoszenie kryształków lodu z zamrożniętym piaskiem, uszkodzanie struktury płatowca);
- oblodzenie dróg startowych oraz dróg kołowania (hamowanie i sterowanie statkiem powietrznym w ruchu na ziemi).

Oblodzenie płatowca i zespołów napędowych w powietrzu:

- wzrost masy samolotu;
- zdecydowane pogorszenie osiągów oraz stateczności, sterowności (zmiana położenia środka wyporu i środka ciężkości);
- ograniczona widoczność lub brak widoczności do utraty możliwości kontynuacji lotu sterowanego włącznie;
- pogorszenie pracy zespołu napędowego (zatykanie duktów powietrznych, obladzanie łopat śmigieł i pogorszenie sprawności napędów);
- uszkodzenia struktury płatowca i śmigieł przez kawałki lodu (osłony gumowe);
- pojawianie się kryształków lodu z wody zawartej w paliwie (powietrze nad powierzchnią paliwa);

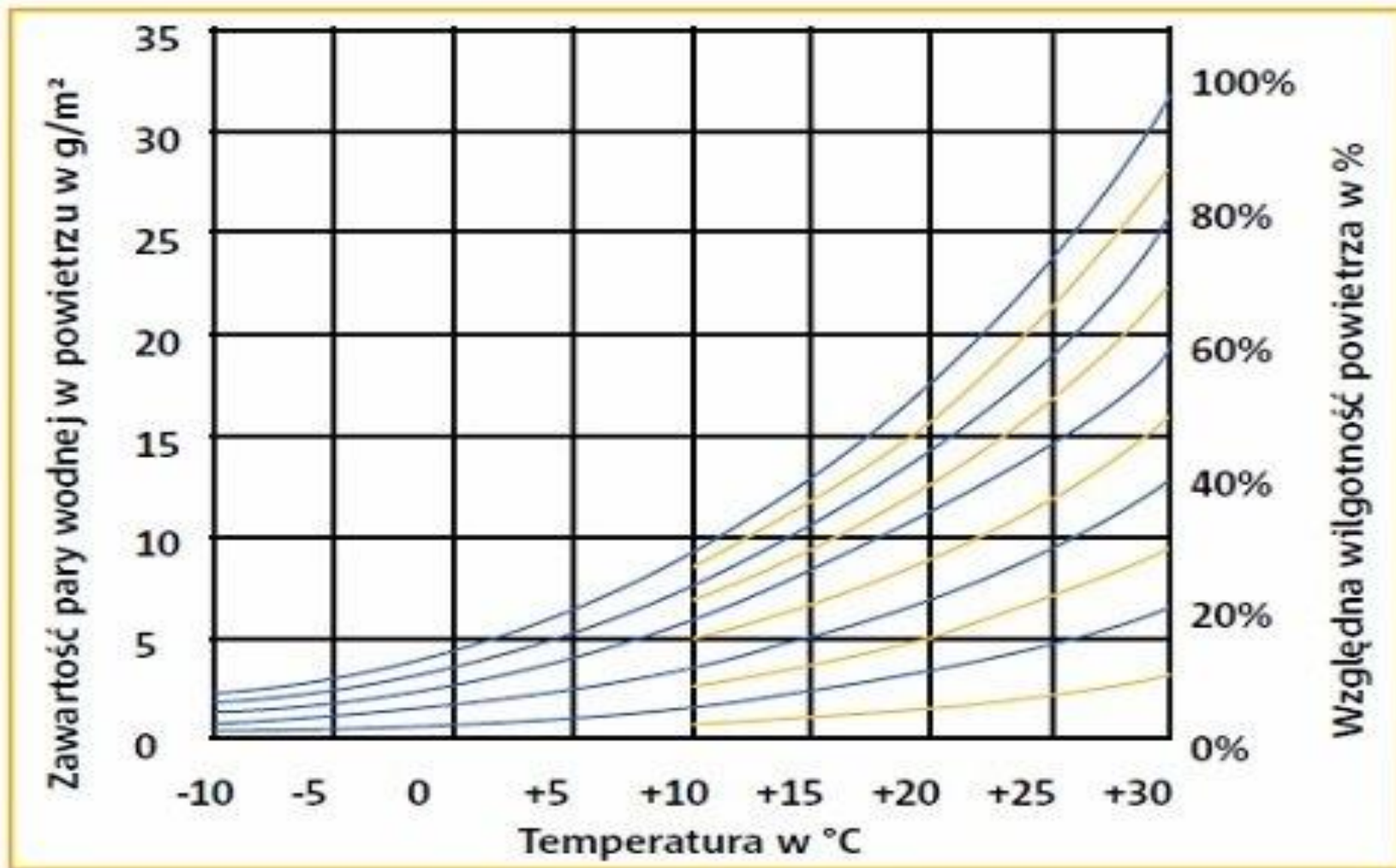


Powstawanie powłoki lodowej na powierzchniach ciał stałych może być wynikiem:

- a. zamarzania kropelek wody zawieszonych w powietrzu;**
- b. osiadania (przymarzania) kryształków lodu lub płatków śniegu bezpośrednio na płatowcu;**
- c. resublimacji pary wodnej znajdującej się w powietrzu, na powierzchni statku powietrznego.**



Warunki wystąpienia oblodzenia - wystąpienie punktu rosy
– 100% wilgotności względnej



Stan dróg operacyjnych z uwagi na rodzaj ich pokrycia (śnieg, lód, woda)

| L.p. | Współczynnik hamowania | Warunki hamowania |
|------|------------------------|-------------------|
| 1. | > 0.4 | dobrze |
| 2. | $0.36 - 0.39$ | średnio dobrze |
| 3. | $0.30 - 0.35$ | średnie |
| 4. | $0.26 - 0.29$ | średnio źle |
| 5. | < 0.25 | źle |



Intensywność oblodzenia

Oblodzenie słabe:

czas narastania warstwy lodowej wynosi do 0,5 mm/min

Oblodzenie umiarkowane:

czas narastania warstwy lodowej wynosi od 0,5 do 1,0 mm/min

Oblodzenie silne :

czas narastania warstwy lodowej od 1,0 do 2,0 mm/min

Bardzo silne oblodzenie:

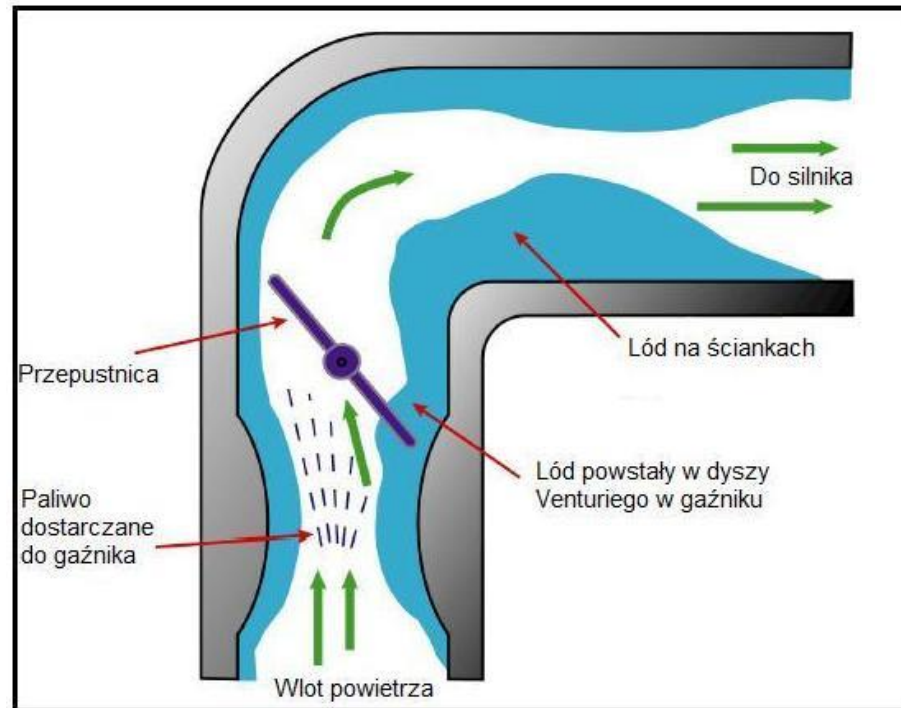
czas narastania warstwy lodowej większy od 2,0 mm/min

Maksymalne zarejestrowane prędkości narastania warstwy lodowej w atmosferze to ok. 5 -7 mm/min, a „rekord” to 25 mm/min



Oblodzenie układów zasilania lotniczych silników tłokowych:

- Chwyty i dukty dolotowe powietrza;
- Gaźniki;
- Kryształki lodu w układach zasilania paliwem;
- Zatykanie odpowietrzników.



Mechanizm powstawania oblodzenia w gaźniku

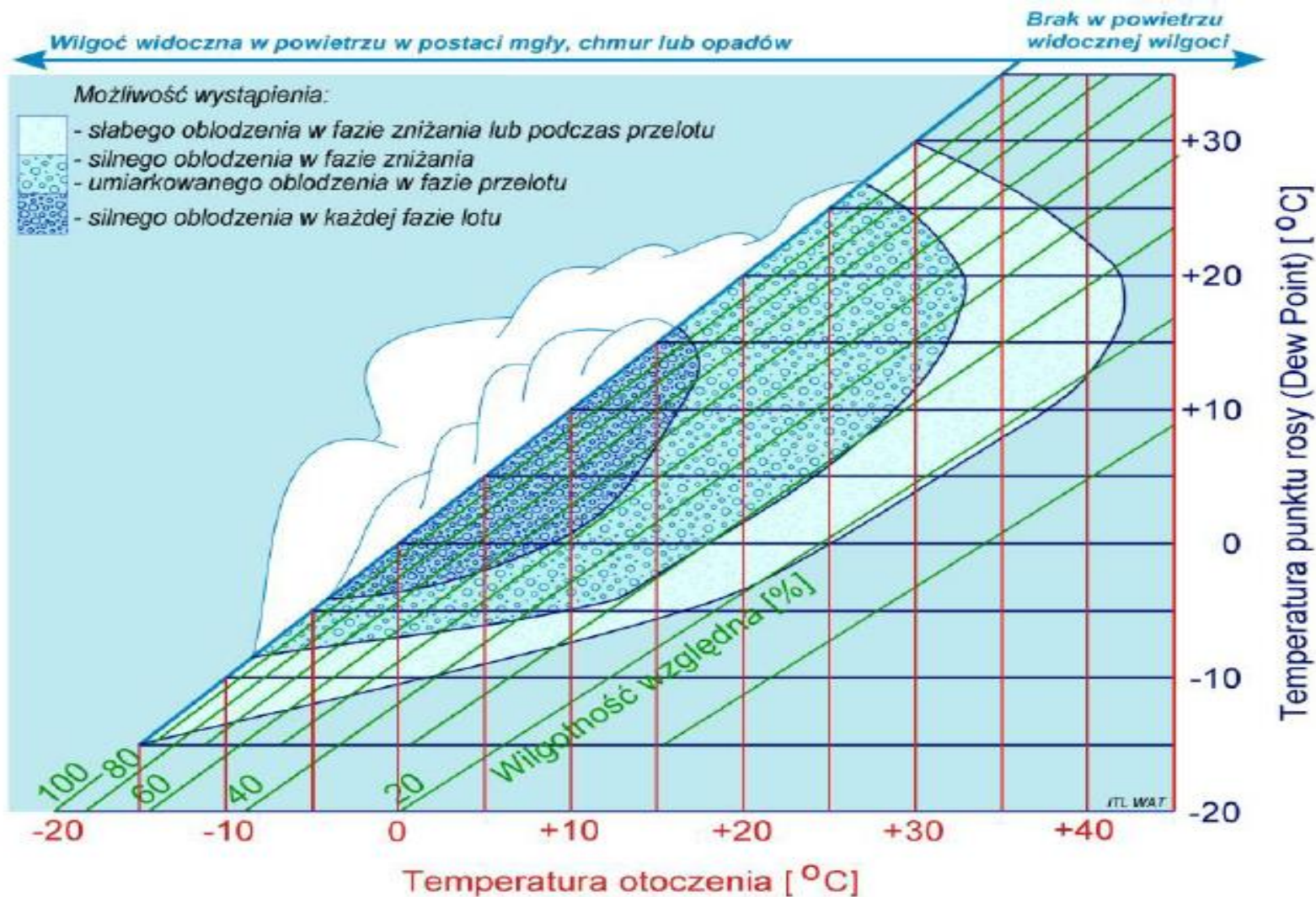
Procesy termodynamiczne w gaźniku;

- rozprężenie mieszanki paliwowo-powietrznej w dyfuzorze i ochłodzenie na skutek spadku ciśnienia;
- odparowywanie paliwa (spadek prędkości odparowania paliwa) – dodatkowy spadek temperatury.



Oblodzenie samolotu

Józef
Brzęczek



Oblodzenie układów zasilania silnika tłokowego

na podstawie monografii R. Chachurskiego



Sygnalizacja oblodzenia:

Termiczne systemy odlodzeniowe wymagają dużej energii (powierzchnie odladzane utrzymane w temp ok. 56 °C).

Czujniki oblodzenia:

- wizualne (zawsze) – np. kołpaki śmigieł, wystające elementy (anten),
ale udokumentowana możliwość kontroli wystąpienia oblodzenia (również w nocy);
- pozostałe zależnie od wyposażenia samolotu:
 - mechaniczne (obrotowe);
 - pneumatyczne (przepływ w duktach);
 - fotoelektryczne.



Metody ograniczania oblodzenia statku powietrznego:

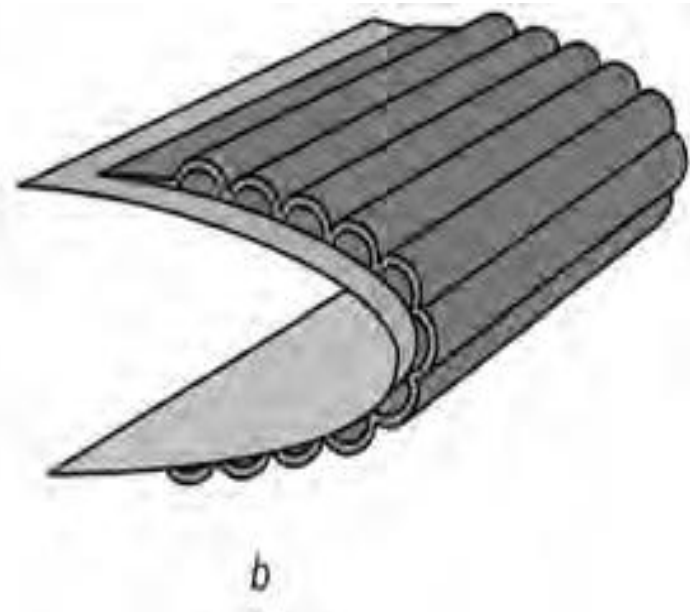
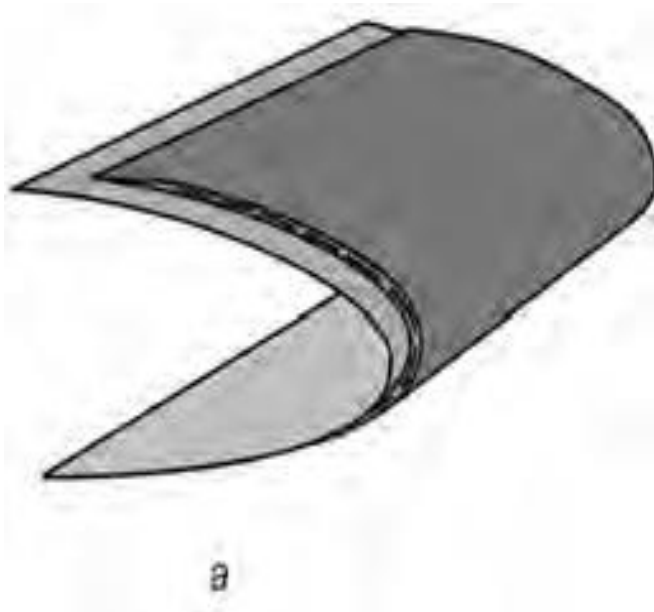
De icing (usuwanie oblodzenia):

- wdmuchiwanie sprężonego powietrza do gumowych nakładek instalowanych na krawędziach natarcia, które po napełnieniu powietrzem kruszą warstwę lodu;
- wprowadzanie drgań w struktury odladzane (wykorzystanie indukcji elektromagnetycznej - pobudzony układ powoduje wibracje elektromagnetyczne usuwając warstwę lodu.

Anty icing (przeciwdziałanie oblodzeniu):

- podgrzewanie krawędzi natarcia gorącym powietrzem z zespołów napędowych;
- podgrzewanie elektryczne (kołpaki śmigieł, krawędzie łopat śmigieł, dajniki ciśnienia, gaźniki i doloty powietrza silników tłokowych;
- podgrzewanie szyb;
- wychwytywacze lodu w silnikach turbinowych;
- wyciskanie cieczy hydrofobowych (płyny odladzające);
- wytwarzanie powierzchni hydrofobowych (polewanie powierzchni samolotu podgrzewanym wodnym roztworem glikolu.

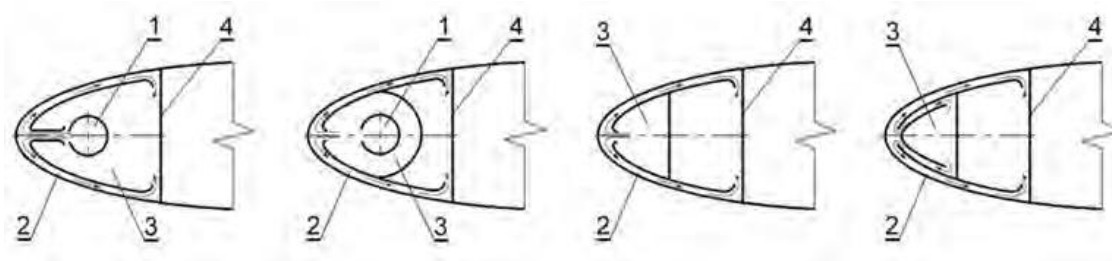




1. Mechaniczne usuwanie narostów lodowych:

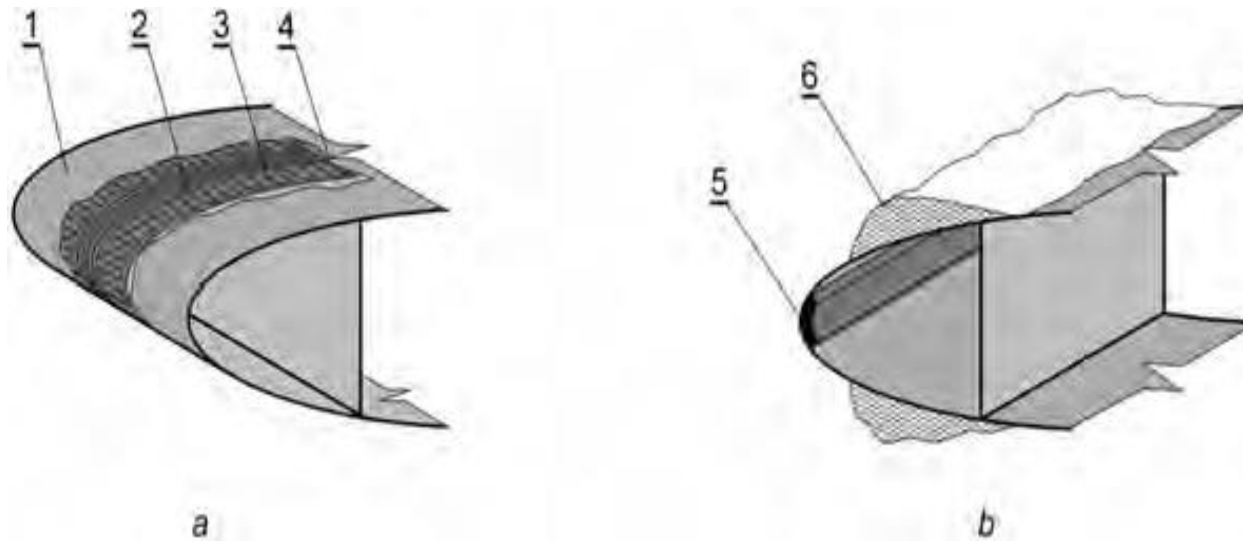
a/ stan bez napełnienia;

b/ stan po napełnieniu powietrzem.



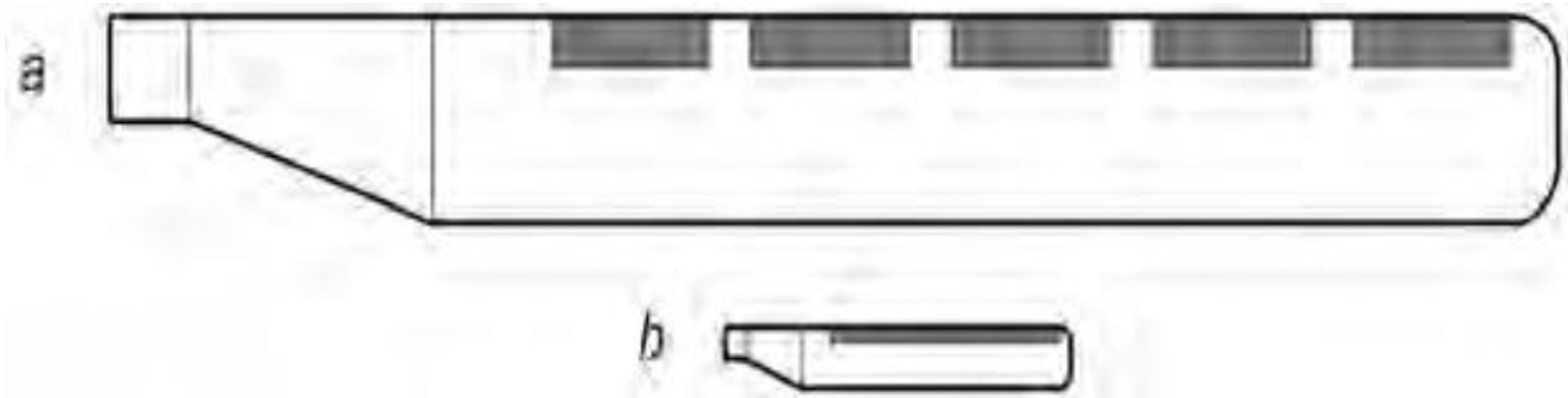
Rozwiązania konstrukcyjne dystrybucji gorącego powietrza w krawędziach natarcia. Układ w rzeczywistości jest bardziej skomplikowany z uwagi na spadek temperatury w funkcji odległości od upustu z silnika turbinowego

1. Duktury prowadzące gorące powietrze.
2. Kanały rozprowadzające.
3. Przestrzeń odprowadzająca (wewnętrzne elementy struktury nie wymagają ogrzewania).
4. Ścianka dźwigara.



1. Struktura zewnętrzna płata.
2. Izolacja.
3. Oporowe układy grzejne.
4. Struktura nośna.
5. Element grzejny.
6. Wtórne warstwy narostów lodowych (run back).





- a - ogrzewanie łopaty wirnika nośnego;
- b - ogrzewanie łopaty śmigła;

Ogrzewanie prowadzone zwykle jako cykliczne

Dziękuję za uwagę

