



Politechnika Wrocławska

Wydział Mechaniczno-Energetyczny

Ćwiczenie 10

BADANIE SYGNALIZATORA PRĘDKOŚCI PRZYRZĄDOWEJ

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z budową i zasadą pracy barometrycznego sygnalizatora prędkości przyrządowej oraz sprawdzenie poprawności wskazań sygnalizatora w trakcie realizacji ćwiczenia.

2. Wstęp teoretyczny

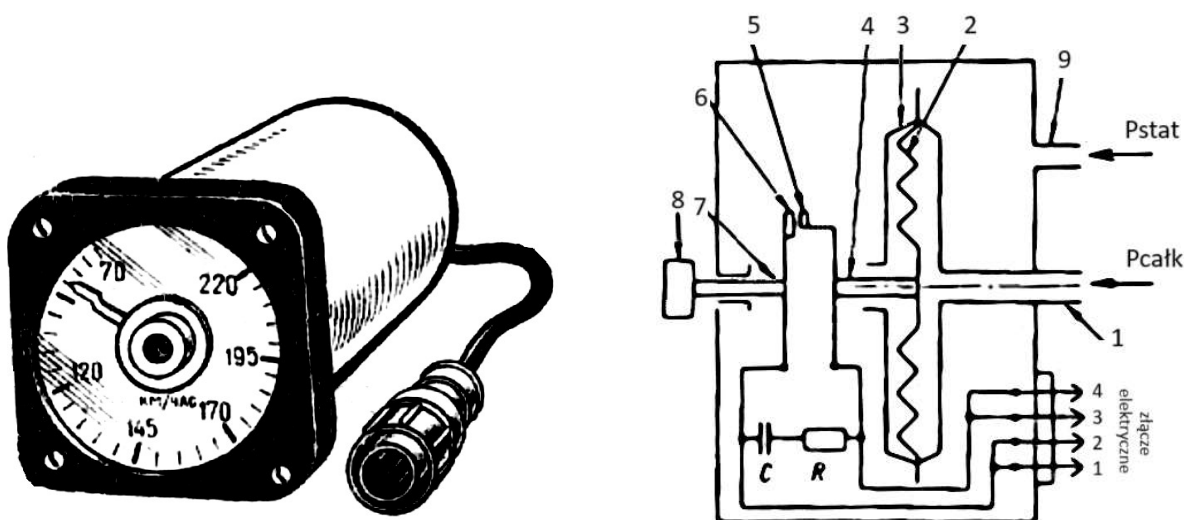
Idea aerodynamicznej metody pomiaru wysokościowo-prędkościowych parametrów lotu statku powietrznego polega na wyznaczaniu wartości tych parametrów w sposób pośredni, ze zmierzonych wartości wielkości charakteryzujących słup powietrza otaczającego statek powietrzny (ciśnienia statycznego, ciśnienia całkowitego, temperatury zahamowanych strug powietrza) z wykorzystaniem związków ustalonych w Międzynarodowej Atmosferze Wzorcowej oraz równaniu *Bernoulliego*.

Dla celów nawigacji lotniczej najoptymalniej jest dokonywać pomiaru prędkości lotu statku powietrznego względem powierzchni Ziemi, ponieważ masy powietrza otaczające Ziemię podlegają nieustannej cyrkulacji. Pomiary te dokonywane są współcześnie z wykorzystaniem naziemnych i satelitarnych systemów radionawigacyjnych oraz autonomicznych systemów bezwładnościowych. Pomimo tego pomiary prędkości lotu względem otaczających warstw powietrza nie tracą na znaczeniu, ponieważ od tych prędkości zależy sterowność i stateczność statku powietrznego.

Sygnalizator prędkości przyrządowej SSA 0.7-2,2 to dodatkowy przyrząd pilotażowy wymagany do prawidłowego prowadzenia lotu, sygnalizujący załodze zbliżanie się do niebezpieczeństwa dla realizacji bezpiecznego lotu prędkości przeciągnięcia. Wiele samolotów ma zabudowane systemy ostrzegania o zbliżającym się trybie przeciągnięcia – na przykład poprzez wymuszenie drgań dźwigni sterujących (wolantu – np. Embraer 145, 175), itp. Na statkach powietrznych, które nie posiadają takiego systemu ostrzegania, często stosuje się różnego rodzaju manometryczne czujniki przeciągnięcia, z reguły zasada ich działania opiera się na przemieszczeniu punktu rozdziału strugi (punkt, w którym pojedynczy strumień powietrza dzieli się na części, z których jedna opływa skrzydło od góry, a druga od dołu), zerowy kąt natarcia w pobliżu płaszczyzny cięciwy skrzydła przesuwają się w dół i do tyłu wzdłuż dolnego łuku profilu. Czujnik jest zainstalowany na skrzydle w taki sposób, że przy kącie natarcia, blisko przeciągnięcia, punkt rozdziału strugi przemieszcza się przed czujnikiem, przy mniejszych kątach natarcia struga powietrza przemieszczała się w kierunku krawędzi spływu – od przodu do tyłu, a pod większymi kątami natarcia w kierunku przeciwnym – w kierunku krawędzi natarcia.

Zasada działania manometrycznego sygnalizatora prędkości oparta jest na pomiarze ciśnienia dynamicznego p_d napływających strug powietrza, które równe jest różnicy ciśnienia całkowitego p_c i ciśnienia statycznego p_s i można je wyznaczyć wykorzystując dowolny różnicowy czujnik ciśnienia. Wartość sygnalizowanej prędkości jest ustawiana ręcznie przez pilota w zależności od konfiguracji samolotu do lotu.

Czułym elementem sygnalizatora jest elastyczna membrana falista 2 przyspawana do podstawy 3. Membrana i podstawa tworzą puszkę pomiarową, do wnętrza której doprowadzane jest ciśnienie całkowite 1 z instalacji odbiorników ciśnień powietrza. Do wnętrza obudowy sygnalizatora doprowadzane jest ciśnienie statyczne 9, elastyczna membrana falista 2 z podstawą 3 tworzą puszkę pomiarową manometru różnicowego (prędkościomierz prędkości przyrządowej). Zmiana wymiarów geometrycznych membrany wywołana wzrostem wartości ciśnienia dynamicznego (prędkości lotu) jest przekazywana przez popychacz 4 powodując przemieszczenie „pierwszego” ruchomego styku elektrycznego (styk elektryczny i sprężyna płaska) 5.



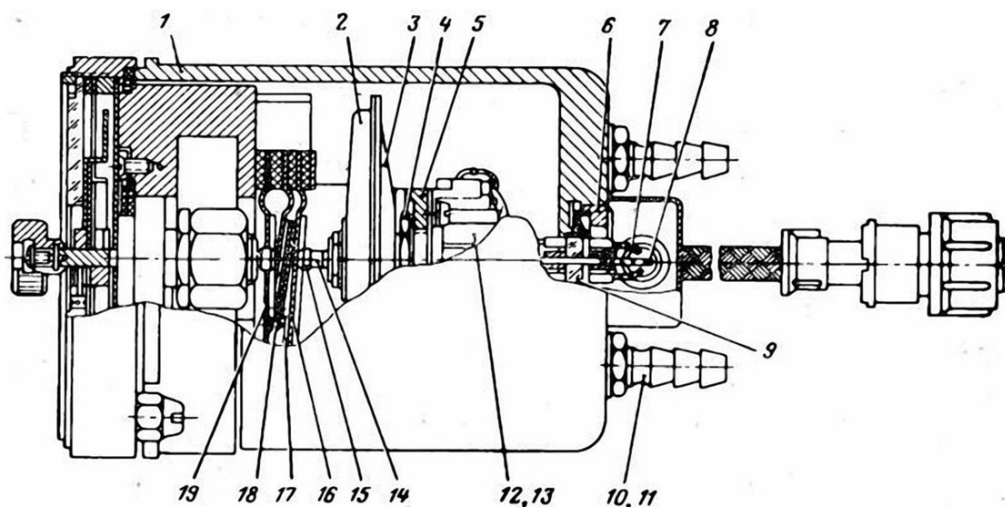
Rys. 1 Wygląd zewnętrzny sygnalizatora prędkości przyrządowej SSA 0.7-2.2 (na tarczy sygnalizatora widoczne ruchome pokrętko 8 sprzężone ze wskazówką prędkości przyrządowej) (z lewej), schemat elektryczny sygnalizatora (opis w tekście) (z prawej).

Na przedniej tarczy sygnalizatora umieszczone jest ruchome pokrętko 8 sprzężone ze wskazówką i przez śrubowy popychacz 7 przemieszczające ruchomy „drugi” sprężysty styk elektryczny 6.

Obracając ruchome pokrętko w „stronę” większych prędkości lotu przez mechanizm śrubowy (zmniejsza swoją długość) następuje przemieszczenie „drugiego” sprężystego ruchomego styku elektrycznego (styk elektryczny i sprężyna płaska) – wzrost szerokości szczeliny powietrznej pomiędzy stykami elektrycznymi. Wzrost prędkości lotu powoduje wzrost odkształcenia elastycznej membrany falistej, przez popychacz 4 „pierwszy” styk elektryczny przemieszcza się, zmniejszając szerokość szczeliny. Przy prędkości lotu równej wartości prędkości ustawionej ruchomym pokrętkiem na tarczy wskaźnika, następuje zwarcie styków elektrycznych – sygnalizacja prędkości przyrządowej.

Obracając ruchome pokrętko w „stronę” mniejszych prędkości lotu przez mechanizm śrubowy (zwiększa swoją długość) następuje przemieszczenie „drugiego” ruchomego styku elektrycznego – zmniejszenie szerokości szczeliny powietrznej pomiędzy stykami elektrycznymi. Zwarcie styków elektrycznych występuje przy mniejszej prędkości, równej ustawionej pokrętkiem na tarczy sygnalizatora.

Równolegle ze stykami elektrycznymi zamontowany jest kondensator C i rezystor R , tworzące obwód przeciwdziałający iskrzeniu układu styków elektrycznych.



Rys. 2 Budowa wewnętrzna sygnalizatora prędkości przyrządowej SSA 0.7-2.2: 1 – obudowa; 2 – ruchoma elastyczna membrana falista; 3 – podstawa; 4, 6 – nakrętka; 5 – wspornik; 7, 8 – przewody elektryczne; 9 – złącze wtykowe hermetyczne; 10, 11 – przyłącze ciśnieniowe; 12 – kondensator; 13 – rezystor; 14 – popychacz; 15 – podkładka izolująca; 16, 19 – sprężyna płaska; 17 „pierwszy” styk elektryczny; 18 – „drugi” styk elektryczny.

3. Zakres ćwiczenia

W czasie ćwiczenia studenci powinni dokonać pomiarów wybranych parametrów sygnalizatora prędkości przyrządowej SSA:

1. Sprawdzanie wyglądu zewnętrznego sygnalizatora prędkości przyrządowej SSA;
2. Sprawdzenie dokładności „wskazań” sygnalizatora prędkości przyrządowej IAS dla wysokości $H = 0$ m i prędkości lotu: 70, 95, 120, 145, 170, 195 i 220 km/h.

3.1 Zasady sprawdzania lotniczych przyrządów barometrycznych

Do eksploatacji na statku powietrznym mogą być dopuszczone przyrządy, które przeszły z wynikiem pozytywnym sprawdzenia przewidziane warunkami technicznymi.

Ogólne warunki sprawdzania przyrządów pokładowych są następujące:

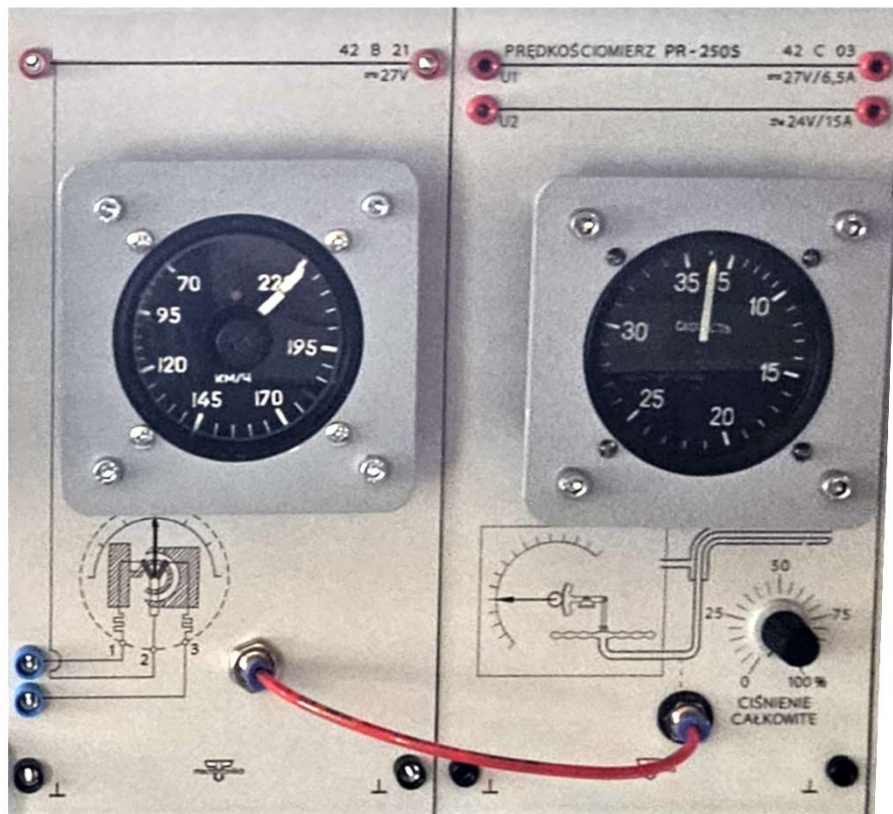
- temperatura otoczenia równa: $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- ciśnieniu otoczenia równym $1013,25 \text{ hPa} \pm 40 \text{ hPa}$ ($760 \text{ mmHg} \pm 30 \text{ mmHg}$);
- przyrząd powinien znajdować się w położeniu, które odpowiada jego normalnemu położeniu w czasie eksploatacji;
- wskazówki przyrządów powinny być ustawione na podziałce zerowej;
- wartość parametru wywołującego zmianę wskazań należy zmieniać płynnie w taki sposób, aby prędkości zmian tego parametru nie przekraczały maksymalnej prędkości jego zmiany w normalnych warunkach eksploatacyjnych;
- w czasie sprawdzania należy obserwować płynność ruchu wskazówek sprawdzanych przyrządów;

- podczas oględzin przyrządu należy sprawdzać działanie pokręteł, stan części montażowych, znakowanie, kompletność i stan plomb, występowanie uszkodzeń mechanicznych, śladów korozji i uszkodzeń pokryć ochronnych;
- podczas sprawdzania szczelności należy zwrócić uwagę na fakt, że na wskazania mają wpływ dodatkowe elementy pneumatyczne (np. przewody ciśnieniowe) oraz nie należy trzymać w rękach sprawdzanego przyrządu (wpływ temperatury).

3.2 Opis stanowiska laboratoryjnego

Do badania barometrycznego sygnalizatora prędkości przyrządowej podczas ćwiczenia laboratoryjnego wykorzystana zostanie:

- Pompa nadciśnieniowa CIŚNIENIE CAŁKOWITE;
- Prędkościomierz barometryczny prędkości przyrządowej PR 350;
- Badany barometryczny sygnalizator prędkości przyrządowej SSA;
- Przewody połączeniowe ciśnieniowe.



Rys. 3 Stanowisko pomiarowe sygnalizatora prędkości przyrządowej SSA 0.7-2.2.

Przed rozpoczęciem sprawdzenia dokładności wskazań sygnalizatora prędkości przyrządowej SSA 0.7-2.2 należy sprawdzić stan techniczny (wygląd zewnętrzny) badanego sygnalizatora SSA i prędkościomierza prędkości przyrządowej PS 350). Należy dokonać sprawdzenia stanu technicznego obudowy, osłony szklanej tarczy przyrządów, stanu technicznego tarczy i położenia wskazówek.

3.4 Sprawdzenie dokładności wskazań sygnalizatora prędkości przyrządowej SSA 0.7-2.2

- Zmontować stanowisko laboratoryjne,
- Sprawdzić położenie wskazówek prędkościomierza prędkości przyrządowej PS 350 (wskazówki muszą pokrywać się z cyfrą 0), sygnalizatora prędkości przyrządowej SSA 0.7-2.2 (wskazówka ustawiona na cyfrze 7 (70 km/h),
- Ze złącza ciśnienia całkowitego CIŚNIENIE CAŁKOWITE (Prędkościomierz prędkości przyrządowej PS 350) podłączyć przewód ciśnieniowy do złącza ciśnieniowego sygnalizatora prędkości przyrządowej SSA 0.7-2.2,
- Do zacisków elektrycznych sygnalizatora prędkości przyrządowej SSA 0.7-2.2 podłączyć multimetr uniwersalny i ustawić go na zakresie sprawdzania ciągłości obwodów elektrycznych (sygnał dźwiękowy),
- Obracając ruchome pokrętko na tarczy sygnalizatora prędkości przyrządowej SSA ustawić wartość prędkości przyrządowej na poziomie 70 km/h (7),
- Załączyć pompę nadciśnieniową CIŚNIENIE CAŁKOWITE i płynnie zwiększać wartość ciśnienia, obserwując jednocześnie wskazania prędkości przyrządowej na tarczy prędkościomierza PR 350,
- Po zwarcu styków elektrycznych sygnalizatora prędkości (pojawienie się sygnału dźwiękowego – multimetr uniwersalny) zanotować w Tabeli 1 wartość prędkości przyrządowej wskazywanej na tarczy prędkościomierza PR 350 – wzrost prędkości,
- Zwiększyć wartość ciśnienia całkowitego (odczyt prędkości przyrządowej na tarczy prędkościomierza PS 350) do wartości 90 km/h (prędkość ustawiona na sygnalizatorze prędkości zwiększona o 20 km/h),
- Zmniejszając wartość ciśnienia dynamicznego do momentu rozwarcia styków elektrycznych sygnalizatora prędkości przyrządowej SSA (zanik sygnału dźwiękowego – multimetr uniwersalny), zanotować w Tabeli 1 wartość prędkości przyrządowej wskazywanej na tarczy prędkościomierza PR 350 – spadek prędkości,
- Powyższy pomiar zwarcia/rozwarcia styków sygnalizatora ciśnienia (prędkość sygnalizowana przez SSA przy wzroście i spadku prędkości przyrządowej) przeprowadzić dla pozostałych wartości prędkości przyrządowej: 95, 120, 145, 170, 195 i 220 km/h, uwzględniając maksymalną wartość prędkości przyrządowej wyższą o 20 km/h dla danej ustawianej wartości prędkości przyrządowej – dla przykładu 95 km/h – maksymalna wartość prędkości podczas pomiaru 115 km/h (95 km/h + 20 km/h),
- Maksymalna wartość prędkości przyrządowej ustawiona i odczytana na prędkościomierzu PS 350 podczas sprawdzania sygnalizatora prędkości przyrządowej nie powinna przekraczać wartości 240 km/h (zakres 220 km/h + 20 km/h),
- W oparciu o otrzymane wyniki pomiarów, opracować wykres błędu pomiarowego (różnica prędkości wskazywanej przez prędkościomierz PS 350 dla ustalonych wartości prędkości na tarczy sygnalizatora prędkości SSA w funkcji prędkości przyrządowej (w zakresie 50 – 250 km/h) przy wzroście i spadku prędkości przyrządowej,
- Uzasadnić otrzymane wyniki pomiarów i wykresy.

3.5 Opracowanie wyników pomiarów

W sprawozdaniu z ćwiczenia laboratoryjnego należy zamieścić:

- Protokół z ćwiczenia laboratoryjnego,
- Tabele pomiarowe wraz z dokonanymi obliczeniami,
- Wykreślone charakterystyki statyczne badanych przyrządów,
- Wnioski dotyczące otrzymanych wyników.

Tabela 1 Tabela wyników pomiarów sygnalizatora prędkości przyrządowej SSA.

ustawiona na SSA [km/h]	Prędkość przyrządowa		Błąd sygnalizacji prędkości przyrządowej SSA [km/h]	
	odczytana na PS 350 [km/h]		przy wzroście prędkości	przy spadku prędkości
	przy wzroście prędkości	przy spadku prędkości		
70				
95				
120				
145				
170				
195				
220				

Grupa nr			
Lp	Nazwisko	Imię	Nr albumu
1			
2			
3			
4			
5			
6			
		Data i podpis prowadzącego	