

ATMOSFERA

Nie ma ścisłej granicy między atmosferą a kosmosem. Ciężar grawitacyjny w przestrzeni kosmicznej, nie jest wystarczająco silny, aby przetrzymać powietrze nad powierzchnią Ziemi.

Na wysokości od 80 do 400 km nad powierzchnią Ziemi występuje warstwa bardzo rozrzedzonego powietrza zwana jonosferą. Składa się z jonów i elektronów, które w sposób ciągły odbijają fale radiowe i dzięki temu umożliwiają nam odbiór dźwięku i obrazu z satelitów.

Stratosfera rozciąga się na wysokość od 50 do 80 km nad powierzchnią Ziemi. Głównym składnikiem powietrza jest tlen i azot, a także śladowe ilości ozonu.

Stratosfera jest warstwą rozciągającą się na wysokość od 11 do 50 km nad powierzchnią Ziemi. W stratosferze panuje spokój. Znaczny wzrost temperatury następuje w następstwie wstąpienia w następstwie wstąpienia w następstwie wstąpienia.

Troposfera, która jest najbliższą powierzchnią Ziemi, rozciąga się na wysokość od 0 do 11 km nad powierzchnią Ziemi. W troposferze panuje spokój i jest to warstwa, w której następuje większość zjawisk atmosferycznych, takich jak chmury, deszcz i wiatr.



ORGANIZM CZŁOWIEKA W LICZBACH

Pojemność płuc: (średnio, kob.)	3,2 dm ³
(średnio, męzc.)	4,0 dm ³
(sportowcy)	7 dm ³
Typowa zdolność do bezdechu	45 s
Rekordowy bezdech	13 min 45 s
Normalny oddech	0,5 dm ³
Bardzo głęboki oddech sportowca	5 dm ³
Nadciśnienie przy wydechu	15000 Pa
Wentylacja płuc (dm ³ /min): typowa	5
maks.(u sportowca)	150
Liczba pęcherzyków płucnych	300 mln
Powierzchnia płuc	70 m ²

GĘSTOŚCI RÓŻNYCH GAZÓW

GAZ	GĘSTOŚĆ (w kg/m ³)
Suche powietrze	
0° C	1,29
10° C	1,25

20° C	1,21
30° C	1,16
Wodór	0,09
Hel	0,178
Azot	1,25
Tlen	1,43

* Wartości te odnoszą się do ciśnienia równego ciśnieniu atmosferycznemu na poziomie morza i do temperatury 0°C (o ile nie zaznaczono inaczej) .

Gęstość powietrza ma istotne znaczenie w komunikacji lotniczej. Jest ona wprost proporcjonalna do jego ciśnienia, a zatem odwrotnie proporcjonalna do jego temperatury. W obszarach o klimacie gorącym oraz na wysoko położonych pasach



startowych notuje się wyraźnie mniejszą gęstość powietrza. Samoloty wymagają wtedy długich pasów startowych lub nie mogą być w pełni załadowane.

Ciśnienie atmosferyczne spowodowane jest ciężarem powietrza. Tak przyzwyczailiśmy się do niewidocznego powietrza, że czasami zapominamy, iż ma ono ciężar. Przyczyną tego braku odczuwania miazdzącego ciężaru powietrza jest to, że panujące w naszych organizmach ciśnienie ma taką samą wartość jak ciśnienie otaczającego nas powietrza. Na poziomie morza metr sześcienny powietrza ma masę około 1,25 kilograma. Na przykład powietrze znajdujące się w pokoju dzieciennym o wymiarach: 3 m x 3 m x 2,5 m waży tyle samo co dziecko w wieku 7-8 lat! (Objętość pokoju równa jest 22,5 m³ . Każdy metr sześcienny ma masę ok. 1,21 kg. Wobec tego masa powietrza wynosi ok. 27 kg).

Gęstość powietrza maleje z wysokością. Na przykład na wysokości 10 kilometrów metr sześcienny powietrza ma masę 0,4 kilograma. Aby wyrównać tę różnicę w samolotach sztucznie uzupełnia się powietrze.

W odrzutowcu Jumbo Jet 747 ta dodatkowa ilość powietrza wynosi prawie 1000 kilogramów.

Kadłub pierwszego na świecie samolotu ponaddźwiękowego " CONCORDE " w czasie lotu, na skutek tarcia ota-czającego go powietrza ogrzewa się do temperatury około 1000° C, przez co jest on prawie 0,5 m dłuższy niż na ziemi.



Marzenia o lataniu są niemal tak stare jak historia ludzkości. Możliwość ich spełnienia stała się realna w chwili wynalezienia balonu. Pionierami w tej dziedzinie byli bracia Joseph i Jacques Montgolfier - papiernicy z małej miejscowości w pobliżu Lyonu we Francji. Od 1782 roku eksperymentowali z



coraz większymi papierowymi torebkami, które napełniane gorącym powietrzem unosiły się do sufitu. W 1783 roku wykonali z płótna i papieru wielki balon o średnicy ponad 10 m, który nazwali " Ad Astra"(co oznacza: "Do gwiazd "). Do połączenia płótna z papierem użyli aż 1800 guzików. 5 czerwca 1783 roku bracia Montgolfier na rynku swojego miasta rozpalili wielkie ognisko i napełnili rozgrzanym powietrzem balon, który wzniósł się w powietrze. Dzień ten przyjęto uważać za moment narodzin lotnictwa . Balon uniesie się do góry, jeśli jego całkowity ciężar (wliczając w to zawarte w nim powietrze) będzie mniejszy niż ciężar wypartego powietrza. Przed startem balonu zawarte w nim powietrze jest ogrzewane za pomocą palników gazowych do temperatury ponad 100°C. Gorące powietrze wewnątrz balonu ulega rozrzedzeniu, a spora jego część zostaje wypchnięta na zewnątrz. Zmniejszenie ilości powietrza zawartego w balonie powoduje, że jest on lżejszy, a więc siła wyporu ma wystarczająco dużą wartość, by balon zaczął się wznosić.



Nagrzana słońcem Ziemia bywa cieplejsza niż powietrze nad nią. Powietrze ogrzane przez Ziemię unosi się w górę tworząc **konwekcyjny prąd termiczny**. Ptaki krążąc w konwekcyjnym prądzie powietrza, mogą się wznosić wyżej bez machania skrzydłami. W taki sam sposób korzystają z prądów termicznych piloci szybowców i lotni, aby zwiększyć wysokość lotu.

Prądy konwekcyjne ponad powierzchnią Ziemi mogą być przyczyną powstawania wiatrów. W ciepły słoneczny dzień ląd ogrzewa się szybciej niż morze. Ciepłe powietrze znad lądu unosi się, a na jego miejsce napływa chłodne powietrze znad morza. Wieje wówczas wiatr od morza. Ląd ogrzewa się szybciej, ale też ochładza się szybciej niż morze. Nocą morze jest cieplejsze niż ląd. Ciepłe powietrze znad morza unosi się, a na jego miejsce napływa znad lądu powietrze chłodniejsze. Wieje wówczas wiatr od lądu.

W meteorologii miejsca, w których występuje największe ciśnienie atmosferyczne nazywa się punktami **wyżu**, a miejsca o najniższym ciśnieniu - punktami **niżu barometrycznego**. W obszarach niżu występuje ruch powietrza od dołu do góry, a na jego miejsce napływają masy powietrza z obszarów wyżowych. Wiąże się to ściśle ze

zjawiskiem powstawania chmur i opadów atmosferycznych w obszarach objętych niżem barometrycznym. Francuski fizyk, Jean de Borda (czyt.: Żą de Borda) wykazał, że prędkość wiatru jest ściśle związana z różnicą ciśnień powietrza.

W pobliżu Ziemi wzniesieniu o 1 m odpowiada spadek ciśnienia o 0,13 hPa (czyli o 0,1 mm Hg).

Kiedy się leci samolotem, zjawisko zmiany ciśnienia atmosferycznego wraz ze wzrostem wysokości może być przyczyną wrażenia, że zatykają się uszy. Podobne zjawisko można zaobserwować podczas jazdy szybkojeżdżącą windą. Ziewając lub przełykając ślinę, można wyrównać ciśnienie wewnątrz uszu do poziomu ciśnienia na zewnątrz i nieprzyjemne uczucie znika. Wielkość ciśnienia atmosferycznego ma wpływ na temperaturę wrzenia wody. Im wyżej - np. w Alpach, Himalajach - tym temperatura wrzenia wody jest niższa. Trudno jest, więc tam ugotować do miękkości mięso lub fasolę. Zależność temperatury wrzenia wody od ciśnienia panującego nad powierzchnią wody jest wykorzystana w szybkowarach, czyli szczelnie zamkniętych garnkach. Panuje w nich w trakcie gotowania wysokie łączne ciśnienie powietrza i pary wodnej. Pod zwiększonym w ten sposób ciśnieniem woda wrze w wyższej niż 100 °C temperaturze i potrawy gotują się szybciej.

Wpływ podwyższonego ciśnienia na człowieka:

1. Działanie biochemiczne

Oddychanie gazem pod zwiększonym ciśnieniem może powodować w organizmie zmiany toksyczne związane z chemicznymi właściwościami tych gazów. Zatrucie tlenem - toksyczny wpływ tlenu ujawnia się na głębokości większej niż 10 m. Prężność tego gazu jest w tych warunkach blisko 10 razy większa niż w normalnych warunkach oddechowych, a już dwukrotny jego wzrost przy długotrwałym podawaniu jest szkodliwy. Objawami zatrucia tlenem jest porażenie dróg oddechowych i tkanki płucnej, szum w uszach i drżenie mięśni, objawy dychawicy, ślinotok i drgawki, pogorszenie ostrości widzenia oraz upośledzenie zdolności do rozróżniania barw.

Zatrucie azotem - azot stanowi 79% składu powietrza i wywiera ciśnienie równe 0,8 ciśnienia atmosferycznego. Zwiększające się ciśnienie powoduje wnikanie azotu do krwi, przy czym wysycenie następuje szybko, natomiast najwolniej nasycą się tkanka tłuszczowa, słabo ukrwiona, a zatrzymująca 5-krotnie więcej azotu niż woda. Wzrastające ciśnienie azotu nasycającego tkankę nerwową pod coraz większym ciśnieniem cząstkowym powoduje powstawanie halucynacji wzrokowych i słuchowych, euforię przy jednoczesnym obniżeniu zdolności umysłowych i fizycznych.

Zatrucie CO₂ - wzrost cząstkowego ciśnienia CO₂ oraz upośledzony jego transport przez krew wskutek jej utlenowania powoduje wzrost stężenia CO₂ w tkankach. Zawartość CO₂ w czystym powietrzu wynosi 0,03-0,04%. Przekroczenie w powietrzu zawartości 2% CO₂ wywołuje pojawienie się bólu głowy, objawów ogólnego zmęczenia, trudności oddechowych, zawrotów, nudności, zaburzeń psychicznych.

Dekompresja (choroba kesonowa) przyczyną choroby dekompresyjnej jest uwalnianie gazu w postaci pęcherzyków w następstwie dość szybkiego obniżania ciśnienia (od wartości podwyższonej do ciśnienia atmosferycznego - np. przy gwałtownym wynurzeniu się nurka). Może to być przyczyną martwicy kości (spowodowana za-blokowaniem podczas dekompresji odżywczych naczyń krwionośnych), zaburzenia czucia, porażenia aż do utraty przytomności włącznie.

2. Działanie mechaniczne podwyższonego ciśnienia

Raptowny wzrost ciśnienia jest odpowiedzialny za uraz uszu i zatok przynosowych. Uraz ciśnieniowy powstaje w wyniku upośledzenia drożności połączeń przestrzeni gazowych (trąbka Eustachiusza, tchawica) z otoczeniem.

Terapia hiperbaryczna - podstawy terapii hiperbarycznej opierały się na założeniu zmniejszenia się pęcherzyków lub zatorów powietrznych pod wpływem zwiększonego ciśnienia i powrotu krążenia w niedokrwionych tkankach. Zastosowano tę terapię w leczeniu zatorów powstałych podczas terapii operacyjnej w krążeniu pozaustrojowym, hemodializy, operacji neurochirurgicznych itp. Terapia ta stosowana jest w takich przypadkach jak choroba dekompresyjna, zgorzel gazowa, uszkodzenie tkanek przez radioterapię, zator gazowy i przywracanie krążenia, zatrucie CO₂ oraz przewlekłe zapalenia kości.

Wpływ obniżonego ciśnienia na człowieka:

Wraz ze wzrostem wysokości zwiększa się procentowy udział pary wodnej w porównaniu z innymi składnikami powietrza.

1. Działanie biochemiczne (niedotlenienie)

Termin "niedotlenienie" - hipoksja jest używany w znaczeniu niedotlenienia wysokościowego, występującego wówczas, gdy w miarę osiągnięcia wysokości ciśnienie atmosferyczne obniża się, a mimo stałej zawartości tlenu w powietrzu odpowiednio obniża się jego ciśnienie cząstkowe. Zmniejsza się wówczas ilość tlenu związanego z hemoglobina i dostarczanego z krwią tkankom.. Hipoksja wywołuje wiele zmian w organizmie, głównie o charakterze adaptacyjnym, przez różne reakcje nerwowe. W zależności od szybkości przemieszczania się człowieka na znaczną wysokość mogą rozwijać się różne stany chorobowe.

Rodzaj i rozległość objawów towarzyszących narażeniu na niedotlenienie wysokościowe zależy między innymi od takich czynników, jak wysokość, szybkość osiągnięcia wysokości, czas pobytu na wysokości, temperatura otoczenia, aktywność fizyczna, własności osobnicze, wydolność fizyczna, czy wreszcie przebyta uprzednio aklimatyzacja.

Klasyfikacja chorób wywołanych ekspozycją na niedotlenienie wysokościowe.

Rodzaj choroby	Objawy, okoliczności wystąpienia
Ostra hipoksja	Ograniczenie sprawności umysłowej, zapaść krążenia- po nagłym wzniesieniu na wysokość ponad 5500m;w lotnictwie w sytuacjach awaryjnych i w sporcie lotniczym
Ostra choroba wysokogórska	Bóle głowy, nudności, wymioty, zaburzenia snu, duszności; powyżej 2500m
Ostry wysokościowy obrzęk płuc	Duszności, kaszel, osłabienie, bóle głowy, osłupienie, rzadko śmierć; ponad 3000m; konieczne szybkie zejście w dół i leczenie
Ostry wysokościowy obrzęk mózgu	Silne bóle głowy, halucynacje, osłabienie, zaburzenia kojarzenia, osłupienie, śmierć; ponad 3000-3600m; występuje rzadko; konieczna szybka ewakuacja w dół i leczenie
Podostra i przewlekła choroba górska	Przedłużająca się ostra choroba górska; duszność, zmęczenie, krwawe wybroczyny; występuje rzadko
Inne choroby związane z wysokością	Wylewy krwawe do siatkówki, obrzęki, zakrzepowe zapalenia naczyń krwionośnych, zatory, uszkodzenia termiczne (odmrożenia)
Przewlekłe schorzenia pogarszające tolerancję wysokości	Niedokrwistość sierpowata, przewlekłe schorzenia serca i układu oddechowego
Nietolerowanie wysokości	Bezsensowność, zmęczenie utrata masy ciała - po długim okresie spędzonym na wysokości 5500m