Hydrostatyka

Ciśnienie

ciśnienie $$p = \frac{F}{S}$$

F jest siłą parcia prostopadłą do powierzchni o polu S > 0. Dla siły ukośnej użyj jej składowej prostopadłej; F/S określa średnie ciśnienie na tej powierzchni.

ciśnienie hydrostatyczne ★ $$p = \rho g h$$

p = ρgh to ciśnienie samej cieczy (hydrostatyczne). Na głębokości h w otwartym zbiorniku działa jeszcze ciśnienie atmosferyczne, ok. 1013 hPa = 101 300 Pa, więc ciśnienie całkowite jest od niego większe. Ciecz w spoczynku o stałej gęstości; h to pionowa głębokość pod powierzchnią cieczy. Wzór daje ciśnienie samej cieczy (hydrostatyczne), bez ciśnienia atmosferycznego ponad ciekłą powierzchnią.

ciśnienie całkowite w cieczy $$p_c = p_{\text{atm}} + \rho g h$$

Ciecz w spoczynku, otwarty zbiornik; h to pionowa głębokość pod swobodną powierzchnią cieczy. Ciśnienie atmosferyczne na poziomie morza wynosi ok. 101 300 Pa (1013 hPa). Każde 10 m słupa wody to ok. jedna atmosfera więcej.

prasa hydrauliczna $$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

Przyrost ciśnienia zewnętrznego wywarty na zamknięty płyn w równowadze przenosi się jednakowo na wszystkie jego punkty. Ciśnienie całkowite może nadal zależeć od wysokości w płynie. Idealna prasa: pomijamy tarcie i ciężar tłoków oraz różnicę ciśnień hydrostatycznych między nimi. Po zewnętrznej stronie obu tłoków działa jednakowe ciśnienie. F_1 i F_2 to wartości dodatkowych sił prostopadłych do tłoków, a $F_1/S_1 = F_2/S_2$ jest wspólnym przyrostem ciśnienia.

naczynia połączone $$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

Dwie niemieszające się ciecze o stałych gęstościach pozostają w spoczynku w otwartych naczyniach połączonych (nad obiema powierzchniami swobodnymi panuje to samo ciśnienie zewnętrzne). Wysokości h_1 i h_2 mierzymy pionowo od wspólnego poziomu granicy rozdziału cieczy do swobodnej powierzchni każdej z nich.

Wypór i pływanie

W tej sekcji: Na ciało zanurzone w płynie działa siła wyporu skierowana pionowo w górę, równa ciężarowi wypartego płynu.

siła wyporu (prawo Archimedesa) ★ $$F_{\text{wyp}} = \rho_c V_{\text{zan}} g$$

warunek pływania $$\rho_c V_{\text{zan}} = \rho_{\text{ciała}} V_{\text{ciała}}$$

O tym, czy ciało pływa, zawisa czy tonie w jednorodnym płynie, decyduje porównanie średniej gęstości ciała $\rho_{\text{ciała}}$ z gęstością cieczy (płynu) ρ_c: gdy $\rho_{\text{ciała}} < \rho_c$, ciało pływa częściowo zanurzone na powierzchni; gdy $\rho_{\text{ciała}} = \rho_c$, ciało zawisa wewnątrz cieczy na dowolnej głębokości ($V_{\text{zan}} = V_{\text{ciała}}$); gdy $\rho_{\text{ciała}} > \rho_c$, siła ciężkości przewyższa maksymalną siłę wyporu i ciało tonie. Ciało swobodnie pływa lub zawisa w równowadze w jednorodnym płynie ($\rho_{\text{ciała}} \le \rho_c$); siłę ciężkości równoważy siła wyporu, pomijamy inne siły pionowe. Gdy $\rho_{\text{ciała}} < \rho_c$, ciało pływa częściowo zanurzone ($V_{\text{zan}} < V_{\text{ciała}}$); gdy $\rho_{\text{ciała}} = \rho_c$, zawisa całkowicie zanurzone ($V_{\text{zan}} = V_{\text{ciała}}$); gdy $\rho_{\text{ciała}} > \rho_c$, ciało tonie i równanie równowagi pływania nie jest spełnione.

Gęstość

gęstość $$\rho = \frac{m}{V}$$

Symbole i jednostki

symbol	znaczenie	jednostka
F	siła	N
F_1	siła działająca na tłok 1	N
F_2	siła działająca na tłok 2	N
F_{wyp}	siła wyporu	N
g	przyspieszenie ziemskie ≈ 9,81	$\mathrm{m/s^2}$
h	głębokość	m
h_1	wysokość słupa cieczy 1 od poziomu granicy cieczy	m
h_2	wysokość słupa cieczy 2 od poziomu granicy cieczy	m
m	masa	kg
p	ciśnienie	Pa
p_{atm}	ciśnienie atmosferyczne, dla normalne = 101 325	Pa
p_c	ciśnienie całkowite na głębokości h	Pa

symbol	znaczenie	jednostka
S	powierzchnia	$\mathrm{m^2}$
S_1	pole powierzchni tłoka 1	$\mathrm{m^2}$
S_2	pole powierzchni tłoka 2	$\mathrm{m^2}$
V	objętość	$\mathrm{m^3}$
$V_{\text{ciała}}$	objętość całego ciała	$\mathrm{m^3}$
V_{zan}	objętość zanurzonej części ciała	$\mathrm{m^3}$
ρ	gęstość	$\mathrm{kg/m^3}$
ρ_1	gęstość cieczy 1	$\mathrm{kg/m^3}$
ρ_2	gęstość cieczy 2	$\mathrm{kg/m^3}$
ρ_c	gęstość cieczy	$\mathrm{kg/m^3}$
$\rho_{\text{ciała}}$	średnia gęstość ciała (dla statku: masa całego statku podzielona przez jego całkowitą objętość)	$\mathrm{kg/m^3}$