

HIDROSTATIKA

(Izradili: A.Rudež, M.Majstorović, M.Perić, K.Kusić - 3.B)

Hidrostatika – grana hidromehanike (mekanika fluida) koja se bavi pojavama i silama u tekućinama koje miruju.

Tlak – kvocijent sile $F_{\perp}$ i površine A na koju sila okomito djeluje:
$$p = \frac{F_{\perp}}{A}$$

Hidrostatički tlak – tlak koji mirujuća tekućina vrši na dno i stijenke posude zbog svoje težine možemo izračunati na sljedeći način:

$$p = \rho \cdot g \cdot h \quad (\text{tlak ne ovisi o obliku posude s}$$

tekućinom)

ρ – gustoća tekućine (voda, ulje, ...)

g – ubrzanje sile teže, h – visina stupca tekućine iznad točke u kojoj se mjeri tlak

Zanimljivo $\rightarrow$ u vodi se tlak svakih 10 m poveća za 1 bar (100000 Pa).

Ukupni tlak na neku dubinu računamo: $p_{uk} = p_{atm} + \rho \cdot g \cdot h$

Standarni atmosferski tlak (p_{atm}) iznosi 101325 Pa.

Uzgon – sila koja djeluje na tijelo uronjeno u tekućinu i koja ga gura prema gore. Uzgon je rezultat razlike hidrostatičkog tlaka na donjoj i gornjoj strani tijela:

$$F_{uz} = \rho_{tek} \cdot g \cdot V_{udt}$$

ρ_{tek} – gustoća tekućine (fluida)

V_{udt} – dio tijela uronjen u tekućinu (sila uzgona djeluje samo na taj dio tijela)

Arhimedov zakon – tijelo uronjeno u tekućinu istiskuje volumen tekućine koji je jednak volumenu uronjenog dijela tijela i da na tijelo djeluje uzgon koji je jednak težini istisnute tekućine.

Pascalov zakon – temeljni zakon hidrostatičke, koji kaže: u tekućini koja se nalazi u zatvorenoj posudi vanjski tlak širi se jednako na sve strane, tj. čestice tekućine prenose tlak u svim pravcima jednako:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

F_2 i F_1 – sile koje djeluju na površine A_2 i A_1 veću silu F_2)

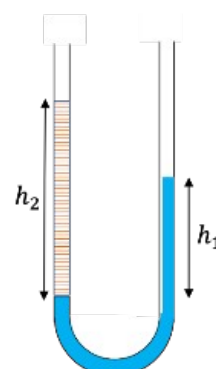
A_2 i A_1 – površine klipova na koje djeluju sile

Primjena Pascalova zakona $\rightarrow$ hidraulička dizalica, kočioni sustavi automobila, ...

Ravnoteža tekućine – stanje u kojem su sile unutar tekućine uravnotežene, tako da nema gibanja tekućine. U ovom stanju, hidrostatski tlak djeluje jednoliko u svim smjerovima.



Primjer hidrauličke dizalice
(Manjom silom F_1 savladavamo



Priključni tlak – dodatni tlak koji se dodaje na tekućinu kako bi se povećao ukupni tlak u zatvorenom sustavu.

Površinska napetost – sila koja djeluje na površini tekućine. Površinska napetost je posljedica molekularnih sila između molekula tekućine.

Ravnoteža crvene i plave tekućine u tzv. U-cijevi
(Hidrostatski tlakovi za stupce h_1 i h_2 su jednaki)

Kapilarni uspon – pojava kada se tekućina penje ili spušta u tankim cijevima zbog kombinacije kohezije (privlačnih sila između molekula) i adhezije (privlačnih sila molekula i stijenke cijevi).

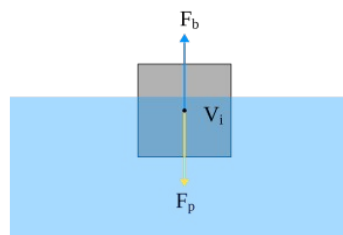
Barometarska formula – atmosferski tlak mijenja se s nadmorskom visinom i pada po tkz. barometarskoj formuli:

$$p = p_0 \cdot e^{\frac{-\rho_0 \cdot g \cdot h}{p_0}}$$

p_0 – tlak zraka na površini Zemlje

ρ_0 – gustoća zraka na površini Zemlje

p – tlak zraka na visini h



Primjer za silu uzgona – brod na vodi:

Brod pluta zbog principa uzgona, koji se temelji na Arhimedovom zakonu, prema kojem tijelo uronjeno u tekućinu doživljava uzgon jednak težini tekućine koju istisne. Oblik i dizajn broda zajedno s raspodjelom težine, omogućuje da brod ostane na površini bez potapanja.

Težina plutajućeg broda F_p i njegov uzgon F_b moraju biti jednake veličine (V_i je uronjeni dio broda)

HIDRODINAMIKA

(Izradili: K.Kilić, A.Zdilar, L.Vujčić, A.Kujundžić - 3.B)

HIDRODINAMIKA – grana hidromehanike koja se bavi zakonima gibanja tekućina i pojavama uzrokovanim uzajamnim djelovanjem struje tekućine i tijela koje graniči s tekućinom gibanja.

JEDNADŽBA KONTINUITETA – izražava zakon o neuništivosti materije: promjena gustoće u nekoj točki uvijek je praćena strujanjem tvari iz te točke ili prema njoj:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

A_1 i A_2 - površine poprečnog presjeka cijevi na početku i kraju promatranog dijela cijevi

v_1 i v_2 - brzine fluida kroz poprečne presjeke

- brzina strujanja tekućine u cijevi različitog presjeka odnose se obrnuto razmjerno (proporcionalno) s pripadnim presjecima
- jednačba kontinuiteta je posljedica zakona očuvanja mase.

VOLUMNI PROTOK – količina fluida koja prođe kroz određeni presjek cijevi u jedinici vremena:

$$q = A \cdot v$$

q – volumni protok → mjerna jedinica ... [m^3/s]

A – površina poprečnog presjeka kroz koji fluid teče

v – brzina fluida kroz taj poprečni presjek

- brzina tekućine u cijevi mijenja se s položajem i vremenom. Bitno se razlikuje laminalno od turbulentnog protjecanja
- laminalno ili stacionarno strujanje → mirno, jednolično strujanje fluida u paralelnim slojevima s malim miješanjem među njima, bez turbulencija
- turbulencija → nepravilno, vrtložno gibanje

BERNOULLIJEVA JEDNADŽBA ZA KOSU CIJEV – osnovni zakon kojim opisujemo gibanje fluida kroz cijev pri čemu izjednačavamo tlakove u pojedinom dijelu cijevi.

$$p_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

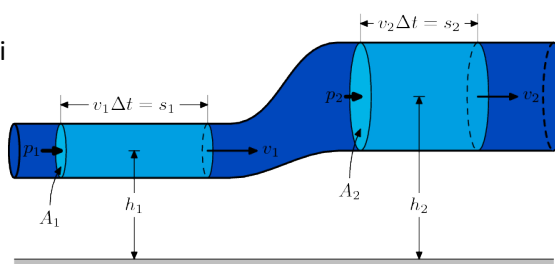
p_1 i p_2 – tlak fluida na početku i na kraju cijevi

v_1 i v_2 – brzina tekućine na početku i na kraju cijevi

h – visina tekućine iznad referentne točke

g – ubrzanje sile teže (9.81 m/s^2)

ρ – gustoća fluida



Prikaz cijevi s veličinama kojima definiramo Bernoullijevu jednadžbu (tlak, visina pojedine strane cijevi i brzina protjecanja fluida)

BERNOULLIJEVA JEDNADŽBA ZA

HORIZONTALNU CIJEV – opisuje zakon očuvanja energije za tekućinu koja teče kroz cijev bez visinskih razlika.

p_1 i p_2 – tlak fluida na početku i na kraju cijevi

ρ – gustoća fluida

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

v_1 i v_2 – brzina tekućine na početku i na kraju cijevi

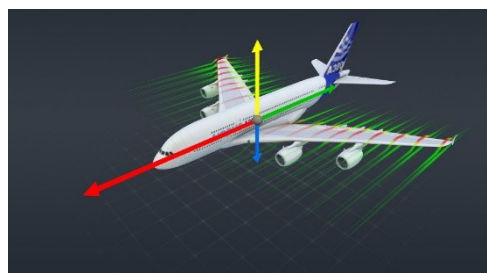
- horizontalna cijev znači da nema visinske razlike između točaka, pa se potencijalna energija zanemaruje (uzimamo da je $h_1 = h_2 = 0$).

- Bernoullijeva jednadžba je posljedica zakona očuvanja energije.

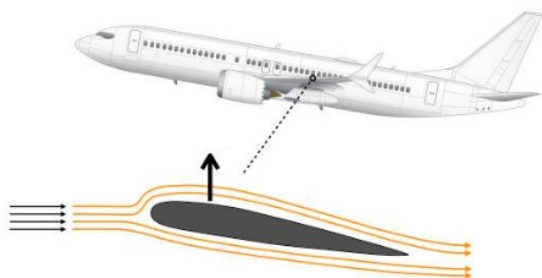
DINAMIČKI UZGON:

1. Dinamički uzgon u hidrodinamici odnosi se na uzgon koji se javlja kada se tijelo kreće kroz tekućinu, poput vode, a uzrokovan je razlikama u brzini i tlaku oko tijela. To je ključan princip koji omogućava kretanje brodova, podmornica, a također se primjenjuje u sportovima na vodi i dizajnu brodskog trupa. Načelo dinamičkog uzgona u hidrodinamici temelji se na Bernoullijevu principu i zakonu kontinuiteta.

2. Postavi li se ploča pod kutom manjim od 90° prema smjeru strujanja tada zbog nesimetrije sila koje djeluju s obe strane ploče, na ploču djeluje sila kojoj se hvatište ne nalazi u geometrijskom središtu ploče. Giba li se ploča horizontalno, dinamički uzgon tjera ju u visinu. Dinamički uzgon omogućava let zrakoplova, odnosno općenito let tijela gusćih od zraka.



Crvena strelica – potisna sila, zelena strelica – sila otpora, plava strelica – težina zrakoplova, žuta strelica – dinamički uzgon



Poprečni presjek zrakoplovnog krila (lijeva slika - tamno siva boja) čiji je let orijentiran na lijevu stranu.

Strujanje zraka je usmjereno na desno - zračne strujnice (žuta boja) - strujnice idu iznad i ispod krila zrakoplova.

Iznad krila zrakoplova vladaju uvjeti s bržim strujanjem zraka i manjim tlakom.

Ispod krila zrakoplova vladaju uvjeti sa sporijim strujanjem zraka i većim tlakom.

Rezultat razlike tlaka zraka iznad i ispod krila omogućuje uzdizanje zrakoplova (debela crna strelica).