

ŠC-Celje

Srednja šola za strojništvo in mehatroniko

Predmet: MEHATRONIKA

Seminarska naloga

Hidravlika na traktorju in delovnih strojih

Š.l.:2007/08



MENTOR: prof. MATEJ VEBER



Izdelal: KRIŽAN ROBERT S-2g

HIDRAVLIKA

UVOD V HIDRAVLIKO

Beseda **hidravlika** izhaja iz grške besede hidor (voda) in aulos (cev), kar predstavlja besedo hidraulikus, pomeni pa prenos in pretvorbo energije ter informacij, ki jih dobimo s pomočjo tekočine. Največjo pozornost bomo posvetili industrijski hidravliki, ki jo imenujemo tudi **oljna hidravlika**, ker pri njej uporabljamo najpogostejše mineralno ali sintetično olje.

ZGODOVINSKI RAZVOJ OLJNE HIDRAVLIKE

Osnovne zakonitosti mehanike tekočin so pričeli odkrivati že v antiki, močan razcvet pa se je začel od 17. stoletja dalje. Samo fizikalno znanje seveda še ni zadoščalo. Šele napredek tehnologije je omogočil tehnično izrabo znanih zakonitosti. Potrebno je bilo uporabiti primerne

kovine in gradiva za tesnjenje ter razviti tehnologijo natančne obdelave sestavnih delov.

Napredek uporabne hidravlike je omogočil razvoj stabilnih cementacijskih jekel, kvalitetne sive

litine, umetne gume in razvoj postopkov finega brušenja ter honanja.

Čeprav so se pojavili posamezni uporabni hidravlični stroji že v prejšnjem stoletju, je več kot devetdeset odstotkov danes uporabljenih hidravličnih elementov nastalo šele po drugi svetovni

vojni. Vrhunske elemente so znanstveniki razvili večinoma šele v zadnjih dveh desetletjih, zlasti

z razvojem CNC tehnologije. Upravičeno lahko trdimo, da je industrijska hidravlika mlada tehnična panoga.

PODROČJE UPORABE

Hidravliko uporabljamo v številnih vejah tehnike, ker je povezana s pojmom mehanizacije in avtomatizacije. Velik uporabnik hidravlike je strojogradnja v najširšem pomenu besede.

Stroje, v

katerih je precejšen delež hidravlične opreme, uporabljajo v mnogih panogah, npr. v rudarstvu,

kmetijstvu, gozdarstvu, gradbeništvu, prometu, energetiki itd..

Veliko vlogo ima hidravlika v preblikovalni in odrezovalni tehniki (hidravlične stiskalnice, CNC obdelovalni stroji itd.). Hidravlika se veliko uporablja na področju letalske in vojaške tehnike ter

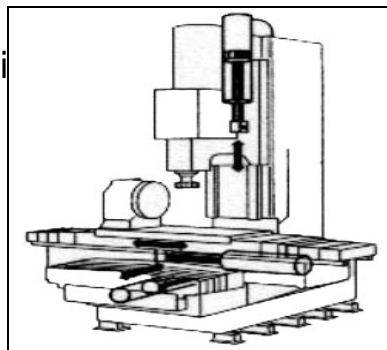
jedrske in procesne tehnologije.

Industrijsko hidravliko delimo na:

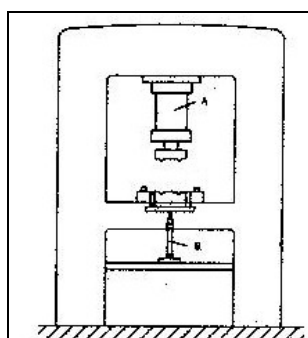
- mobilno hidravliko (za gibljive stroje)
- obdelovalno hidravliko (za odrezovalne obdelovalne stroje) in
- težko hidravliko (za stroje z velikimi silami in močmi)

PRIMERI UPORABE HIDRAVLIČNIH SISTEMOV

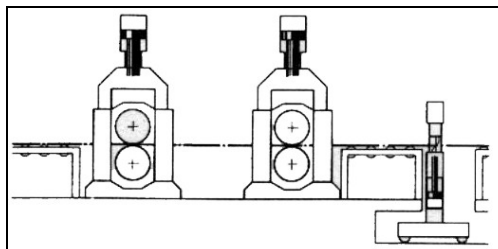
Numerično krmiljeni obdelovalni stroji



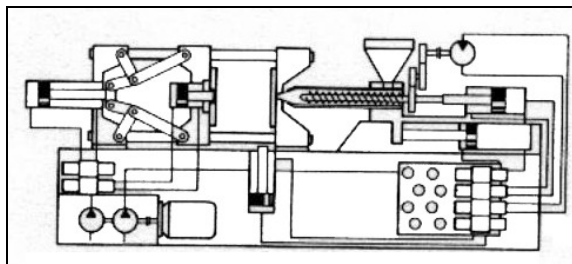
Hidravlične stiskalnice
(preoblikovalna tehnika)



Valjarske proge

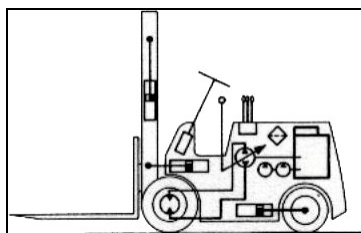


Stiskalnice za brizganje plastike



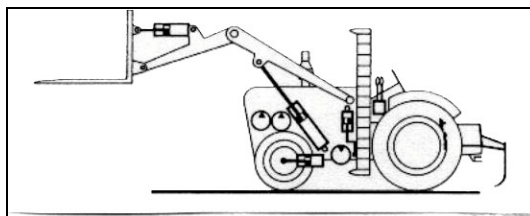
Transport

- viličarji

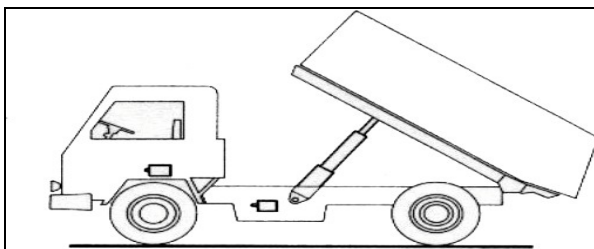


Kmetijska mehanizacija

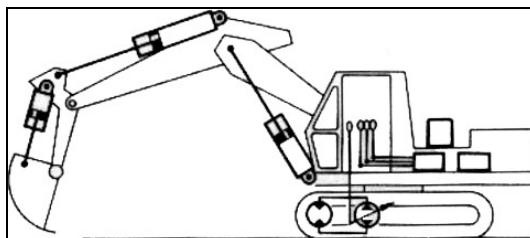
- traktorji



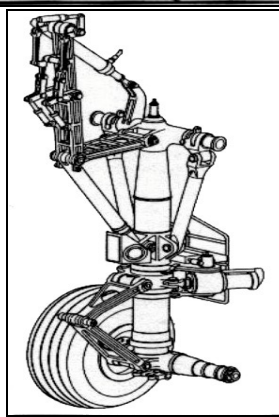
Gospodarska vozila



Gradbena mehanizacija



Letalska industrija



PREDNOSTI IN SLABOSTI OLJNE HIDRAVLIKE - HIDRAVLIČNIH SISTEMOV

Hidravlični sistemi uporabljajo za prenos energije hidravlično tekočino. Za to se največ uporabljajo hidravlična olja, ki imajo neznatno stisljivost, dober odvod toplotne energije, dobro

mažejo gibljive dele, jih ščitijo pred korozijo in čistijo sistem. Hidravlična olja omogočajo elastičen pogon in dovoljujejo visoke tlake.

Glavne prednosti hidravličnih sistemov so:

- visoka koncentracija energije (v primerjavi z drugimi pogoni so za enako moč veliko manjši, npr.: elektromotorji itd..)
- možnost dosega velikega prestavnega razmerja (hid. dvigalka, pretvornik tlaka itd.)
- zelo dobra krmilnost sistemov (tlak in pretok se lahko nastavljata relativno enostavno)
- odlične dinamične lastnosti (možnost doseganja velikih pospeškov in pojemkov)
- možnost enakomerne spremembe hitrosti vzdolžnega in rotacijskega gibanja
- sorazmerno enostaven odvod toplote
- enostavna zaščita pred preobremenitvijo
- enostavna kontrola sile in momenta ter hitrosti izvršilnih elementov
- možnost avtomatizacije gibanja izvršilnih elementov
- enostavna sprememba smeri gibanja v sistemu
- enostavno mazanje in odvod toplote

Ker ima hidravlika v primerjavi s pnevmatiko, mehaniko in elektriko določene prednosti, nam omogoča zelo uspešno reševati tehnične probleme pri izdelavanju obdelovalnih in preoblikovalnih strojev, transportnih naprav, vozil , plovil, metalurških sistemov, gradbenih, rudarskih in gozdarskih strojev, letal itd..

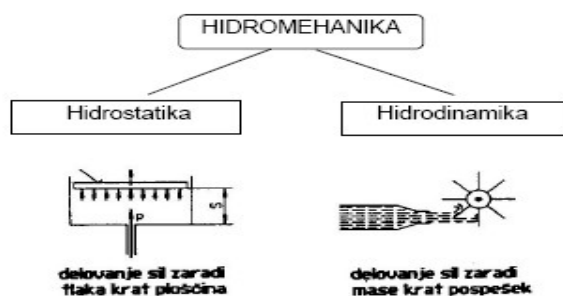
Osnovne pomanjkljivosti hidravličnih sistemov so :

- onesnaževanje okolja
- nevarnost pri porušitvi in netesnosti naprave
- občutljivost za nečistoče in spremembe temperature
- stisljivost olja in s tem nenatančnosti pri pozicioniranju naprave
- nizka stopnja izkoristka vložene energije (izgube kot posledica volumenskih izgub in trenja)
- zelo visoka cena zaradi zahtevnejše izdelave
- zahtevno vzdrževanje

TEORETIČNE OSNOVE HIDROMECHANIKE

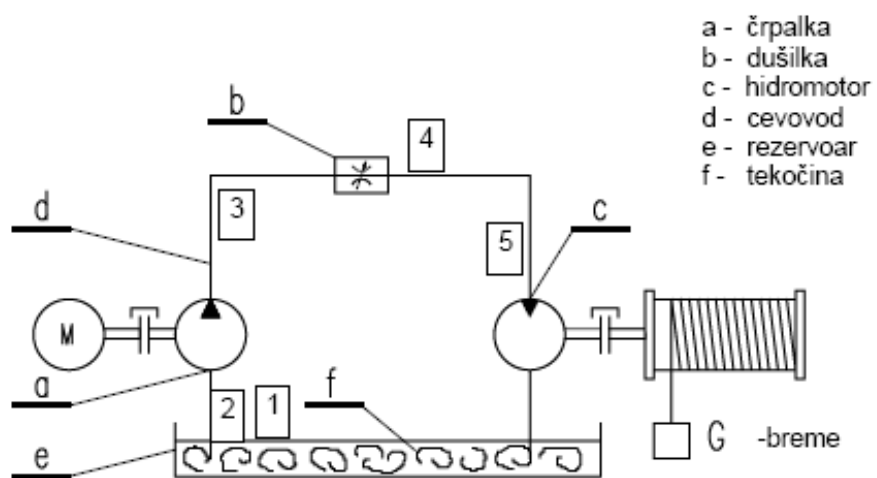
Teoretične osnove hidravlike obravnava **hidromehanika** (mehanika tekočin), ki jo delimo na dve področji :

- **hidrostatiko**, (razmerja pri mirujočih tekočinah) in
- **hidrodinamiko**, (razmerja pri gibajočih se tekočinah)



V hidravlični napravi energija potuje z gibanjem tekočine. Da bi lahko napravo dimenzionirali, moramo poznati osnovne zakonitosti gibanja tekočin (hidrostatiko in hidrodinamiko). Proces pretvorbe energije v hidravličnem sistemu predstavlja spremembo stanja tekočine, kar je prikazano na primeru. Hidravlična naprava je sestavljena iz naslednjih delov :

Sprememba stanja tekočine v hidravlični napravi



V tabeli so prikazane spremembe stanja tekočine
VELIČINE TLAK PRETOK GOSTOTA TEMPERATURA

VELIČINE	TLAK	PRETOK	GOSTOTA	TEMPERATURA
1 tekočina v rezervoarju	$P_1 = P_0$	-	$\rho_1 = \text{konst}$	$T_1 \downarrow$
2 sesanje tekočine	$P_2 < P_0$	pospešen pretok	$\rho_2 \searrow$	-breme t
3 pretvorba v tlačno energijo - črpalka	$P_3 >> P_0$	$Q_3 \cong Q_2$	$\rho_3 \nearrow$	$T_3 \uparrow$
4 zmanjševanje tlaka - dušilka	$P_4 < P_3$	pretok	$\rho_4 \searrow$	$T_4 \uparrow$
5 pretvorba tlačne energije v hidro-motorju	$P_5 << P_4$	$Q_5 \cong Q_4$	$\rho_5 = \text{konst}$	$T_5 = \text{konst.}$

p_0 = tlak okolice $\downarrow \uparrow$ velika sprememba

$p > p_0$ (tlak je večji od p_0) majhna sprememba

$p \gg p_0$ (tlak je veliko večji od p_0) konst. brez sprememb

$p <$ (tlak je manjši od danega tlaka)

$p \ll$ (tlak je veliko manjši od danega)

$p > p_0$ (tlak je večji od p_0) majhna sprememba

$p \gg p_0$ (tlak je veliko večji od p_0) konst. brez sprememb

$p <$ (tlak je manjši od danega tlaka)

$p \ll$ (tlak je veliko manjši od danega)

Tabela kaže, da spremembo stanja tekočine lahko prikažemo s tlakom (p) in pretokom (Q).
Vpliv spremembe temperature (T) in gostote (ρ) pa prikažemo s pomočjo empiričnih enačb, v nekaterih primerih pa ju lahko tudi zanemarimo.

FIZIKALNE LASTNOSTI TEKOČIN

GOSTOTA

Gostota (ρ) je masa prostorninske enote tekočine, ki je izražena z enačbo :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

V (kg/m^3) m = masa tekočine v (kg)

V = prostornina tekočine v (m^3)

Gostota je odvisna od temperature. Pri višjih temperaturah imajo tekočine manjšo gostoto, pri nižjih pa večjo. Pri vodi je izjema, saj ima ta največjo gostoto pri $+4^\circ\text{C}$. Gostote tekočin pri temperaturi 15°C kaže tabela 1.

TEKOČINA	GOSTOTA (kg/m^3) pri 15°C
mineralno olje	(900 - 960)
plinsko olje	(850 - 890)
alkohol	(790)
bencin	(700 - 720)
morska voda	(1020 - 1030)
voda	(999,1)

STISLJIVOST

Stisljivost tekočine je zelo majhna in se pri enakomernem gibanju zanemari, pri velikih tlakih in pri neenakomernih gibanjih pa stisljivosti ne moremo zanemariti.

Modul stisljivosti (E_0) je recipročna vrednost koeficienta stisljivosti (s). Modul stisljivosti je izražen s tistim tlakom na tekočino, pri katerem se prvotna prostornina zmanjša za polovico. Vrednosti modula stisljivosti so dobljene eksperimentalno in so za določene tekočine prikazane v tabeli 2.

ŠC CELJE, SREDNJA ŠOLA ZA STROJNIŠTVO IN MEHATRONIKO STRAN : 7

TEKOČINA	MODUL STISLJIVOSTI ($\times 10^9 \cdot \text{Pa}$)
voda	2.041
bencin	1.087
alkohol	1.282
nafta	1.282
hidravlično olje	1.389

NOTRANJE TRENJE IN VISKOZNOST

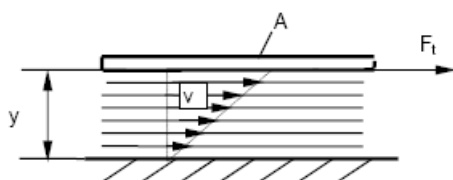
Medsebojno trenje slojev tekočine imenujemo notranje trenje.

Viskoznost je lastnost tekočine, da se upira drsenju tekočinskih slojev med seboj, to je odpor tekočine proti tangencialnim silam, ki povzročajo medsebojno premikanje njenih delcev.

Poskusi

med ploščo in dnom posode, v kateri je tekočina, so pokazali, da tekočinski delci nimajo enake

hitrosti. Hitrost tekočinskih delcev se z globino do dna posode linearno zmanjšuje. Tekočinski delci se medsebojno premaknitvi upirajo s tangencialno silo. Upiranje premaknitvi tekočinskih delcev lahko izrazimo s silo (F_t). Sila (F_t) je po Newtonovem zakonu odvisna od površine (A) plošče, od spremembe hitrosti ($\Delta v / \Delta y$) in od vrste tekočine.



Pri tem je η **dinamična viskoznost**, ki pomeni silo v N na površini 1 m^2 med dvema vzporednima slojema v tekočini in na razdalji 1 m pri razliki hitrosti 1 m/s .

Newton je izvedel eksperimente s pomikanjem bata v valju, napolnjenem s tekočino.

Sila (F_t) je proporcionalna s površinama dveh slojev in spremembo hitrosti pravokotno na smer gibanja.

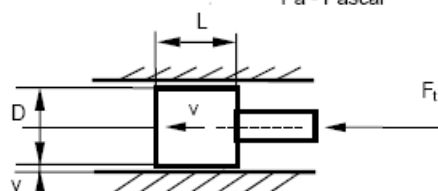
$$\nu = \eta / \rho$$

Enota za ν : (m^2 / s , pri 0°C velja $1 \text{ cSt} = 1 \text{ mm}^2 / \text{s}$)

η : ($\text{Pa} \cdot \text{s} = \text{N} \cdot \text{s} / \text{m}^2$)

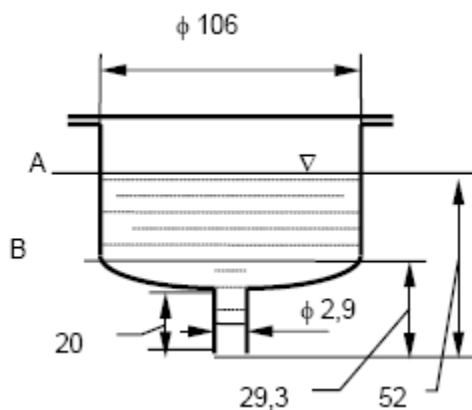
ρ : (kg / m^3)

Pa - Pascal



Faktor proporcionalnosti je koeficient dinamične viskoznosti (η).

Namesto dinamične viskoznosti (η) uporabljamo **kinematično viskoznost** (ν). To je razmerje dinamične viskoznosti tekočine in njene gostote.



Viskoznost tekočine se v praksi določa z eksperimentalnim merjenjem. Pri oljih merimo viskoznost z Englerjevim viskozimetrom. V tem primeru je enota za kinematično viskoznost stopinja po Englerju ($^{\circ}\text{E}$).

Englerjev viskozimeter je kovinska posoda s prostornino 200 cm³. Način merjenja viskoznosti je naslednji :

a) Najprej izmerimo čas (t_1) iztekanja A ▽ tekočine (olja neznane viskoznosti) iz posode in nato še čas (t_0) iztekanja vode .

b) Viskoznost je razmerje obeh časov, t_1 in t_0 . ϕ 2,9

$^{\circ}\text{E} = t_1 / t_0$ Slika 1.4

Viskoznost merimo pri temperaturi 20 °C, 50 °C in 100 °C, kar je odvisno od viskoznosti olj. Povezava med kinematično viskoznostjo in viskoznostjo, izraženo v Englerjevih stopinjah.

Za konkretno olje moramo viskoznost v $\text{mPa}\cdot\text{s}$ navajati za določeno temperaturo in pri višjih tlakih tudi za določen tlak. Odvisnost viskoznosti od temperature in tlaka.

ŠC CELJE, SREDNJA ŠOLA ZA STROJNIŠTVO IN MEHATRONIKO STRAN : 9

Odvisnost viskoznosti olja od temperature in tlaka

V diagramu je viskoznost na ordinati nanešena v logaritemski skali, zato je odvisnost viskoznosti in tlaka nelinearna kljub ravnim premicam pri danih temperaturah. Iz diagrama je razvidno, da **viskoznost s temperaturo zelo hitro pada**.

Za določanje kinematične viskoznosti se lahko uporablja tudi **kroglični viskozimeter**, s katerim je mogoče ugotavljati natančne vrednosti v širšem območju. Meri se hitrost potapljanja merilnega telesa v tekočini zaradi lastne teže. Da dobimo kinematično viskoznost,

moramo vrednost, izmerjeno s krogličnim viskozimetrom, deliti z gostoto tekočine.

Z zmanjšanjem viskoznosti se močno spremenijo vrednosti volumenskih izkoristkov črpalk in hidromotorjev, poveča se lekaža itd.. Spremembo viskoznosti s temperaturo kaže takoimenovani *indeks viskoznosti*, ki je definiran kot relativna sprememba viskoznosti pri spremembi temperature za $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Z dodatki ali aditivi se olju lahko spreminja indeks viskoznosti.

V tabeli 3 so podatki za kinematično viskoznost nekaterih tekočin .

TEKOČINA KINEMATIČNA VISKOZNOST ν (mm^2/s)

pri $20\text{ }^{\circ}\text{C}$

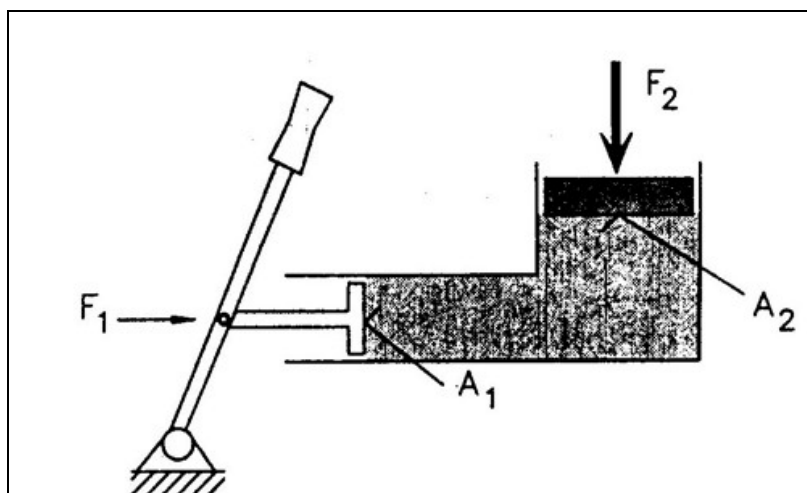
voda 1.01

alkohol 1.52

nafta- lahka 25

nafta- težka 140

hidravlično olje 20 - 100



HIDROSTATIKA

HIDROSTATIČNI TLAK

Hidrostaticni tlak je tlak tekočine, ki ga povzroča teža tekočinske mase. Odvisen je le od višine,

gostote tekočinskega stebra in zemeljskega pospeška *Hidrostaticen tlak je neodvisen od oblike posode.*

Čeprav sta obliki posode in ploščini dna različni, je pri isti višini povsod hidrostaticni tlak na dnu enak.

$$p = \frac{F}{A}$$

kjer je: $P [Pa]$ - tlak ,

$F [N]$ - sila ,

$A [m^2]$ - ploščina .

Enote : $1 \text{ bar} = 10^5 \cdot \text{Pa} = 100\,000 \cdot \frac{N}{m^2}$

$1 \text{ N} = \frac{1 \text{ kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$

