

Snímače hladiny

Učební text VOŠ a SPŠ Kutná Hora

Základní pojmy

- I Použití snímačů hladiny (stavoznaků)
 - I měření výšky hladiny kapalných látek a sypkých hmot
- I O výběru vhodného snímače rozhoduje
 - I požadovaný rozsah měření
 - I požadovaná přesnost
 - I vlastnosti měřené látky
 - I hustota
 - I teplota
 - I tlak
 - I viskozita
 - I vodivost
 - I vliv okolí (například výbušné prostředí)

Rozdělení stavoznaků

- I podle měřicí metody
 - I přímé
 - I nepřímé
- I podle způsobu měření
 - I kontinuální (spojité)
 - I diskrétní (limitní)
- I podle umístění snímače
 - I dotykové
 - I bezdotykové
- I podle funkčního principu
 - I elektrické
 - I mechanické
 - I fyzikální
- I podle dispozice měření
 - I v otevřených nádobách
 - I v uzavřených nádobách

Mechanické stavoznaky

- I průhledové
- I plovákové
- I se vztlakovými tělesy
- I hydrostatické
- I pneumatické
- I vibrační

Průhledové stavoznaky

- I výška hladiny se sleduje vizuálně ve skleněném průhledovém okénku na boku nádoby
- I pro zviditelnění hladiny je sklo z vnitřní strany rýhováno – kapalina se jeví jako černá
- I připojení skleněné trubice se stupnicí
- I použití
 - I otevřené i uzavřené nádoby
 - I s přetlakem i bez přetlaku
 - I kotelní stavoznaky pro malé a střední kotle

Plovákové stavoznaky

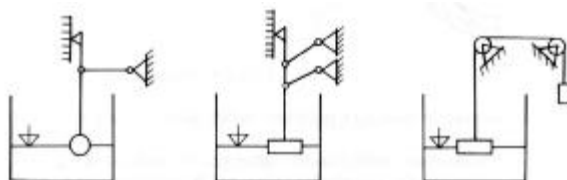
- I Princip
 - I poloha plováku je přenášena na vyhodnocovací zařízení
 - I mechanicky
 - I magneticky
 - I elektricky
- I Přesnost měření je ovlivněna:
 - I tvarem a průřezem S plováku
 - I pasivními odpory mechanického převodu
 - I hustotou kapaliny ρ

necitlivost plováku Δh lze vyjádřit vztahem
$$\Delta h = \frac{F}{\rho \cdot g \cdot S}$$

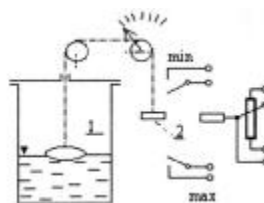
kde: F je vztlačová síla nutná k překonání pasivních odporů
 S je plocha plováku

Plovákové stavoznaky - provedení

- I mechanický převod polohy plováku
 - I zavěšení na tyčích, lanech, řetězech nebo planžetách

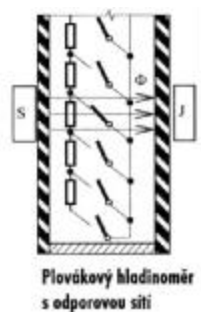


- I vyhodnocení polohy plováku
 - I diskrétní (kontakty)
 - I spojité (odporový nebo indukční snímač polohy)



Plovákové stavoznaky - provedení

- I umístění plováků do trubíc
 - I zvlněná hladina
- I navlečení plováku na vodící trubici
 - I převod polohy na elektrickou veličinu magnetickými snímači

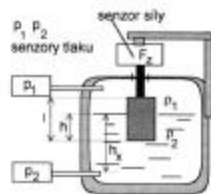


Stavoznaky se vztlakovými tělesy

- I snímačem je vztlakové těleso částečně ponořené v kapalině
- I na těleso působí vztlaková síla:

$$F = \rho \cdot g \cdot S \cdot h = k \cdot h$$

- ρ měrná hmotnost
- g gravitační zrychlení
- S průřez tělesa
- h ponor tělesa

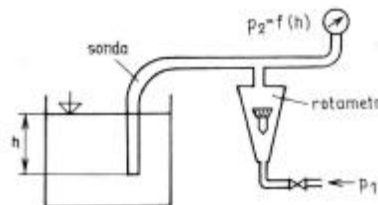


zdvih vztlakového tělesa musí být co nejmenší
vztlaková síla se měří:

- snímači síly
- snímači kroutícího momentu

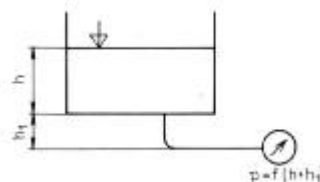
Pneumatické stavoznaky

- I princip
 - I závislost hydrostatického tlaku v kapalině na výšce hladiny
 $p_h = rgh$
- I měření hydrostatického tlaku
 - I nepřímá metoda
 - I ponořenou sondou protéká vzduch, který probublává do kapaliny
 - I tlakoměr udává hydrostatický tlak a tlakovou ztrátu vyvolanou prouděním vzduchu
 $p = p_h + p_z = rgh + p_z$
 - I p_z musí být konstantní – regulátor průtoku
- I použití
 - I prostředí s nebezpečím výbuchu
 - I agresivní a viskózní kapaliny



Hydrostatické stavoznaky

- I princip
 - I závislost hydrostatického tlaku v kapalině na výšce hladiny
 - $p_h = \rho g (h + h_1)$
 - $h = 1/\rho g \cdot p_h - h_1$
- I otevřené nádrže
 - I měření jednoduchými snímači tlaku
- I tlakové nádrže (kotle)
 - I snímá se hydrostatický tlak na dno nádoby
 - I snímá se tlak působící na kapalinu
 - I vyhodnocuje se tlakový rozdíl



Elektrické stavoznaky

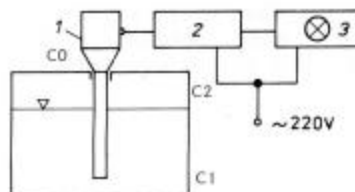
- I používané principy
 - I převod výšky hladiny na vhodnou elektrickou veličinu
 - I **odporové stavoznaky** – změna elektrického odporu působením měřené kapaliny na snímací elektrody
 - I **kapacitní stavoznaky** – změnou prostředí mezi měřicími elektrodami se mění kapacita snímací sondy

Odporové stavoznaky

- I princip
 - I změna odporu snímače jeho ponořením do měřené kapaliny
- I vyhřívané snímače
 - I měřicí sonda je vyhřívána konstantním proudem
 - I ponořením se ochlazuje, odpor sondy klesá
- I nevyhřívané snímače
 - I vodivé kapaliny
 - I mění se odpor mezi sondou a stěnou nádoby
 - I obdoba potenciometru
- I elektrodový stavoznak
 - I nespojitě snímání hladiny
 - I vodivé kapaliny

Kapacitní stavoznaky

- I princip
 - I změna kapacity mezi sondou a stěnou nádoby vlivem změny permitivity
 - I při měření vodivých látek
 - I izolované elektrody
 - I při měření nevodivých látek
 - I holé elektrody
- I celková kapacita
 - I je dána součtem
 - I C_0 stálá kapacita v místě upevnění sondy
 - I C_1 kapacita ponořené části sondy
 - I C_2 kapacita vynořené části sondy



Vyhodnocení kapacity

I kapacitu měřicí sondy vyjádříme vztahem:

$$C = C_0 + C_1 + C_2 = C_0 + \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_1}{\ln\frac{D}{d}}h + \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_2}{\ln\frac{D}{d}}(H-h) = k_1 + k_2h$$

- I ε_0 permitivita vakua
- I ε_1 permitivita měřené kapaliny
- I ε_2 permitivita prostředí nad kapalinou
- I D průměr nádoby
- I d průměr elektrody
- I H výška nádoby
- I h výška kapaliny

I použití

- I měření hladiny kapalin i sypkých látek
- I spojitě i limitní snímání

Fyzikální stavoznaky

I základní principy

- I ultrazvukové snímače
 - I útlum ultrazvukové vlny v kapalině
 - I vyhodnocení odrazu od ultrazvukové vlny od hladiny
- I radarové snímače
 - I odraz mikrovlnného záření od hladiny (obdobu ultrazvukových)
- I radioizotopové snímače
 - I závislost útlumu intenzity radioaktivního záření na tloušťce materiálu

Ultrazvukové stavoznaky

Principy

I využití útlumu vysílaných ultrazvukových vln

I útlum je úměrný

I výšce hladiny, kterou ultrazvuk prochází

I kvadrátu frekvence ultrazvuku

I použití: limitní měření hladiny

I využití odrazu ultrazvukových vln od hladiny

I měří se doba návratu odražené vlny

platí:
$$L = \frac{c\tau}{2}$$

L vzdálenost sondy od hladiny

τ doba návratu ultrazvukové vlny

c rychlost šíření ultrazvuku