Snímače hladiny – snímače pro nespojité a spojité snímání, hydrostatický snímač, ultrazvukový snímač

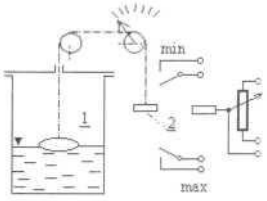
Snímače hladiny

Úvod

Měření hladiny kapalin a sypkých látek se principiálně realizuje dvojím způsobem. Jedním je stanovení poloh), prvku (plovákového tělesa) spojeného s úrovní hladiny, takže se odporovými, kapacitními nebo indukčnostními snímači vyhodnocuje jeho posunutí, případně převedené na úhel otočení. Druhou možností je měření fyzikálních účinků daného média odpovídající úrovni jeho hladiny prostřednictvím snímačů mechanických (hmota, tlak, vztlaková síla, vibrace), elektrických (vodivost, kapacita, indukčnost -vířivé proudy, magnetická reluktance), optických (optická vlákna - obr 3.62), s aplikací ionizujícího záření (absorbce) nebo aplikací vlnění, tj. měřením časového, resp. frekvenčního intervalu mezi vysláním a příjmem ultrazvukového či radarového (bezdotykového nebo dotykového) impulzu. Z uživatelského hlediska lze snímače hladiny standardně dělit do dvou skupin snímače pro nespojitá měření a snímače pro spojitá měření.

Snímáče pro nespojité měření hladiny

Plovákově hladinoměry převádějí pohyb plováku na dvouhodnotový snímač polohy (spínač, jazýčkové relé). Pro měření menšího rozmezí změn hladiny je plovák zavěšen na kyvném rameni, pro velké změny výšky hladiny bývá jeho pohyb konstrukčně realizován dvojím způsobem zavěšením a vedením po trubce.

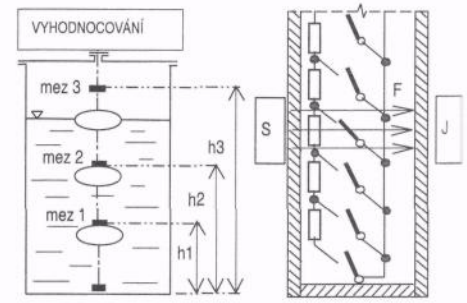


Obr. 3.135
Plovákový elektrický hladinoměr

V prvním případě (obr.3.135) se plovák (l) zavěšený na laně vyvažuje protizávažím (2), jehož pohyb lze využít ke spínání kontaktů nastavených např. na minimum a maximum úrovně hladiny a tím k řízení plněni nádoby. Polohu plováku lze indikovat přímo nebo pres mechanicky převod způsobem znázorněným na obr. 3.135. Vpravo je znázorněn princip převodu na spojit! elektricky signál (odporový vysílač polohy).

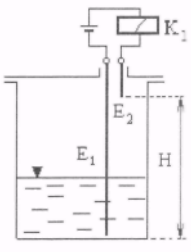
V druhém případě je plovák vedeny uzavřenou trubkou z diamagnetického materiálu a unáší vnitřní magnet spínající jazýčkové relé umístěné uvnitř trubky. Při indikaci více úrovní může byt plováků na trubce pro snadné vyhodnocení hladiny i více (jejich pohyb pak musí být omezen mechanicky obr 3.136), nebo se signály relé postupně spínaných jedním plovákem vyhodnocují sekvenčním elektronickým obvodem.

Přechodem mezi spojitým a nespojitým snímáním hladiny je provedení se sadou miniaturních jazýčkových relé (obr. 3.22) na desce plošného spoje s postupně spínanými sériově řazenými odpory dle obr 3.136 vpravo. Celkový odpor připojené části odporové sítě je dán polohou plováku s magnetem, přesnost měření je v mezích ±5 mm. Vibrační hladinoměry (obr. 3.137) indikují dosažení požadované hladiny vysazením kmitů elektromechanického oscilátoru s vidlicovým tvarem rezonátoru.



Obr. 3.136 Plovákový hladinoměr s jazýčkovými relé

Vodivostní hladinoměry indikují dosažené úrovně hladiny H průchodem proudu mezi dvěma elektrodami E_1, E_2, galvanicky spojenými stoupnutím hladiny vodivé kapaliny (Obr. 3.138). Jednou elektrodou může byt i vodivá



Obr. 3.138
Vodivostní hladinoměr

stěna nádoby. Z bezpečnostních důvodů je napájení elektrod provedeno malým napětím, průchodem proudu lze sepnout relé K_1, nebo lze použít klopné obvody s hysterezí shodné s obvody užívanými u kontaktních snímačů tlaku, teploty a dalších veličin (obr 3.103b).

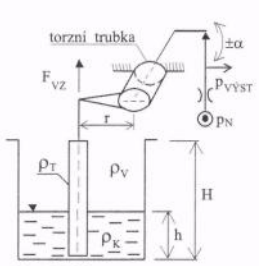
Snímače pro spojité měření hladiny

Plovákový snímač hladiny

Spojité snímání hladiny plovákem můžeme podle výstupního signálu rozdělit do dvou skupin:

a) měření polohy (plováky),
b) měření vztlakové síly (vztlaková tělesa).

Plováky sledují úroveň hladiny, mechanickými převody nebo magnetickým spojením s posuvným vozíkem uvnitř nemagnetické trubky je tento pohyb transformován na změnu polohy jezdce odporového vysílače nebo pneumatického snímače klapka-tryska. Přesnost měření je dána především volbou tvaru a průřezu plováku S (kulový, eliptický), pasivními odpory v převodovém mechanismu a změnou hustoty kapaliny ρ_k. Pasivní odpory překonává plovák silou vzniklou změnou jeho zanoření Δh_z, která je chybou měření.



Obr. 3.139
Plovákový hladinoměr se vztlakovým tělesem

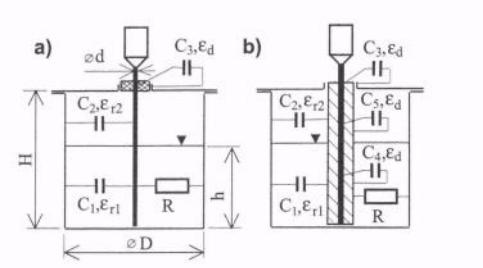
Vztlaková tělesa, pro jejichž hustotu ρr, vzhledem k hustotě kapaliny platí $\rho_r > \rho_k$ jsou částečně ponořena do měřené kapaliny (obr 3.139). Jejich silové působení na závěs vztlakovou silou F_{vz} lze vyjádřit při uvážení vztlaku vzduchu hustot ρ_v vynořené části tělesa délky H-h a průřezu s rovnicí:

$$F_{VZ} = \{S \cdot H \cdot \rho_T - S \cdot h \cdot \rho_K - S \cdot (H - h) \cdot \rho_V\}\, g$$

po úpravě:

$$F_{VZ} = S\, H\, g\, (\rho_T - \rho_V) - S\, h\, g\, (\rho_K - \rho_V) = k_1 - k_2 \cdot h$$

Vztlaková síla je lineární funkcí výšky hladiny. Rozsah měření je omezen délkou vztlakového tělesa, jehož zdvih potřebný pro vybuzení snímače síly je zanedbatelný vzhledem k rozsahu měření. Výstupní signál tohoto snímače hladiny odpovídá zvolenému principu měření síly. Při užití v uzavřených tlakových nádobách se k vyvedení signálu z tlakového prostou používá torzní trubka, která zároveň transformuje vztlakovou sílu plováku na výchylku. Tu je možno zpracovat pneumatickým převodníkem klapka_tryska. Při úplném ponoření plováku je vztlaková síla úměrná hustotě kapaliny (F_{vz} = S . H . p* . g) tj. systém lze užít k měření hustoty kapaliny.



Obr. 3.140
Princip kapacitního hladinoměru – látka nevodivá (a), resp. vodivá (b)

Kapacitní snímač hladiny

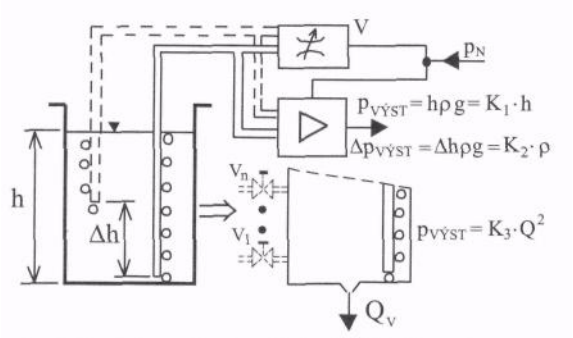
Kapacitní snímač hladiny pracuje na principu měření kapacity kondenzatoru, jehož elektrody, jsou částečně ponořeny do měřené látky, kterou může byt nejen kapalina, ale i sypký nebo kusový materiál obilí, uhlí), a tvoří tak dielektrikum. Vnitřní elektrodou je kovová tyč, která je při měření vodivého prostředí zastávajícího funkci druhé elektrody kondenzátoru od něj izolována nevodivým povlakem obr. 3.140b. Jestliže je měřená látka nevodivá, je **vnější** elektrodou vodivá válcová plocha nebo vodivý plášť samotné nádoby, jak je nakresleno na obr. 3.140a' Pro volbu typu elektrody (izolovaná nebo neizolovaná) platí, že pro látky s

měrným elektrickým odporem ρ větším než 1 . 10^7 Ωcm lze použít neizolovanou elektrodu. Náhradní elektrické schéma tohoto typu snímače na obr 3.I40 je proto tvořeno paralelně zapojenou dvojicí kondenzátorů s kapacitami C_1 C_2 odpovídajícími obnažené a zanořené části sondy a odporem R prostředí mezi elektrodami. Celková kapacita C' je dána součtem obou dílčích kapacit, pro které v případě válcové nádoby S průměrem D, tyčové sondy S průměrem *d* a relativních permitivitách obou.

Hydrostaticky snímač hladiny

Hydrostaticky snímač hladiny určuje nepřímo hladinu kapaliny měřením hydrostatického tlaku u dna nádoby. Pro hydrostaticky tlak sloupce kapaliny výšky h hustoty ρ platí:

$$p = h \cdot \rho \cdot g \ \text{(Pa)}$$



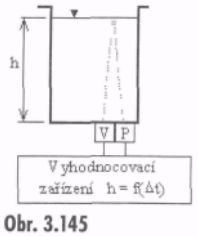
Obr. 3.143 Hydrostatický snímač hladiny (průtoku, hustoty)

Vyhodnocovacími přístroji proto jsou snímače tlaku připojené ke dnu nádrže. V případě vysoké teploty, agresivity měřené látky nebo usazenin V přívodu ke snímači tlaku lze použít ke snímání hydrostatického tlaku kapaliny systém s provzdušňovací sondou, znázorněný na obr. 3.143. Napájení sondy je provedeno přes škrtící ventil V jehož odpor s odporem reprezentovanýrn hydrostatickym tlakem sloupce kapaliny výšky h představují pro napájecí vzduch s tlakem PN odporový dělič S proměnným poměrem závislým na úrovni hladiny. Jeho střed je vyveden jako řídicí signál na vstup pneumatického zesilovače. Výstupní signál zesilovače je proto úměrný výšce hladiny v nádobě. Tento systém nelze použít v tlakové nádobě. V t1akových nádobách je obvyklé měřit výšku hladiny snímáním tlaku nad hladinou a u jejího dna' Diferencí těchto tlaků je kompenzován vliv statického tlaku ρs. v nádobě (obr. 3.l44).

Pokud se systém provzdušňování zdvojí tak, že jedna z trubic bude výrazně kratší (na obr. 3.l43 čárkovaně), bude rozdíl tlaků v obou odděleně napájených trubicích nezávislý na výšce hladiny, ale bude úměrný hustotě kapaliny.

Ultrazvukový snímač hladiny

Ultrazvukový snímač vyhodnocuje úroveň hladiny (i sypkých látek) na základě časového intervalu Δt mezi vysláním a přijetím ultrazvukového signálu po průchodu měřenou látkou. Princip je znázorněn na obr. 3.145. Frekvencím signálu nad 20KHz odpovídají vlnové délky kratší než 1,6 . 10^{-2} nm. což spolu Se směrovou vyzařovací charakteristikou zdroje minimalizuje příjem rušivých signálů. Základní předností snímače je bezkontaktní měření v rozsazích až desítky metrů, výměna snímače je možná za provozu zařízení. Číslicové zpracování signálů umožňuje filtraci dat (např. turbulencí hladiny, rušivými odkazy) a korekci průběhem odezvy při prázdné nádrži.



Obr. 3.145 Ultrazvukový snímač hladiny