

Princípy merania výšky hladiny (3)

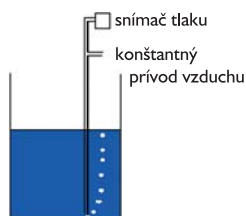


Tento seriál sa venuje prehľadu princípov spojitého merania a detekcie medzných stavov výšky hladiny kvapalín a syplých materiálov. V prvej časti sme rozdelili snímače merania výšky hladiny podľa kategórie, typu, výstupu, princípu a použitia. Témou druhej časti bolo kapacitné meranie výšky hladiny a priame meranie hydrostatického tlaku. V tejto časti sa budeme venovať pneumatickým, plavákovým a vztlakovým hladinomerom.

Spojité meranie výšky hladiny

Meranie výšky hladiny s prebublávaním – pneumatický hladinomer

Často používanou metódou, obzvlášť pri práci s agresívnymi kvapalinami, resp. so silne znečistenými a viskóznymi materiálmi, je pneumatická metóda merania výšky hladiny (prevzdušňovanie, prebublávanie), tzv. pneumatický hladinomer. Princíp je veľmi jednoduchý. Rúrkou privedenou na dno nádrže stále prúdi malé množstvo vzduchu alebo iného neutrálneho plynu. Unikajúci vzduch musí prekonať hydrostatický tlak kvapaliny. Ak je prietok vzduchu minimalizovaný len na prekonanie hydrostatického tlaku, potom pretlak v systéme (meraný vhodným tlakomerom) bude úmerný meranej výške hladiny. V privodnom vzduchovom potrubí je zaradený regulátor udržiavajúci konštantný prietok vzduchu bez ohľadu na veľkosť hydrostatického tlaku. Rovnakým spôsobom sa dá merať aj výška v pretlakových zásobníkoch, ak sa vyhodnotí tlak nad hladinou, teda rozdiel tlakov.



Obr.10 Pneumatický hladinomer – meranie výšky prebublávaním

Výhody

Jednoduchosť mechanického vyhotovenia (neobsahuje pohyblivé časti) a zdanlivo nízka cena zariadenia sú hlavné výhody prevzdušňovacích meracích systémov. Samotný systém pozostáva z potrubia (trubice), zdroja vzduchu, prevodníka tlaku a diferenčného tlakového regulátora. Regulátor zabezpečuje konštantný prietok plynu, nevyhnutný na zamedzenie kalibračných zmien.

Nevýhody

Kalibrácia je priamo závislá od zmien hustoty produktu. Často je nevyhnuté tieto zariadenia periodicky čistiť. Tieto snímače nie sú vhodné

na použitie v nádobách, ktoré nemajú odvzdušňovací otvor. Presnosť merania je závislá od zmeny teploty meraného materiálu a od stabilnej dodávky vzduchu, ktorý môže dosiahnuť až 10 % z celkového meracieho rozsahu. Snímanie nie je možné použiť v takých aplikáciách, kde by privádzaný vzduch alebo iný plyn mohol vytvárať nebezpečné zmesi alebo znečisťovať prostredie. Hlavná oblasť použitia je pri meraní silne znečistených odpadových vôd, agresívnych kvapalín a kvapalín s tvorbou peny. Využíva sa aj na meranie prietoku kvapaliny v otvorených žlaboch (prostredníctvom merania výšky hladiny).

Plavákové hladinoměry

Plavákové a vztlakové snímače (displacers) patria do skupiny snímačov výšky hladiny s mechanickým pôsobením hladiny na snímač. Zvončikom sa často podobajú, líšia sa svojím funkčným princípom. Plavákové zariadenia pracujú na princípe plávania. Vztlakové zariadenia pracujú na Archimedovom princípe. Zistením zdanlivej hmotnosti ponoreného telesa je potom možné určiť výšku hladiny.

Základnou súčasťou plavákového hladinomeru je plavák, obvykle v podobe ľahkého dutého telesa alebo telesa vyrobeného z materiálu s veľmi malou mernou hmotnosťou. Plavák je ponorený do kvapaliny len veľmi málo (pomer ponorenej časti plaváka k jeho celkovej výške sa rovná pomeru merných hmotností plaváka a kvapaliny). Najčastejšie sa používajú plaváky v tvare gule (hladiny do 1 m), alebo valcové plaváky s plochým alebo pologulovitým dnom na vodiacej tyči (hladiny až do 40 m). Plaváky a časti snímača, ktoré prichádzajú do styku s meranou kvapalinou, sú vyrobené z nehrdzavejúcej ocele, alebo majú ochrannú plastovú vrstvu. Niekedy môžu byť celé z plastu či polystyrénu.



Obr.11 Plavákový hladinomer s prevodníkom

Poloha plaváka sa určuje buď priamo odčítaním polohy protizávažia na podloženej stupnici



ci, alebo sa mení na elektrický signál prostredníctvom prevodníka. Vhodným prevodníkom býva odporový vysielač, mechanicky spojený napr. s kladkou plavákového snímača. Odporový vysielač je špeciálne usporiadaný merací potenciometer, pri ktorom sa mení poloha kontaktu po odporovej dráhe v závislosti od zmeny hladiny. Snímače tohto typu sú jednoduché a spoľahlivé.



Obr.12 Plavákový snímač s magnetostriekčnými senzormi

Na zistenie polohy plaváka sa využívajú aj magnetostriekčné senzory. Na presné určenie polohy plaváka sa vodič umiestnený v osi vodiacej rúrky napája krátkymi prúdovými impulzmi. Tieto impulzy vytvárajú magnetické pole okolo senzora. S plavákom je spojený prstencový magnet navlečený na vodiacu rúrku. Axiálne pole prstenca a kruhové magnetické pole vodiča sa prekrížia na senzore a hlava senzora vyhodnotí pootočenie (vytvárajú sa impulzy krútiaceho momentu). Zo známej rýchlosti a z nameraného času medzi vyslaním impulzu a detekciou zodpovedajúcou pootočeniu sa dá presne určiť poloha plaváka. Snímače tejto konštrukcie sa vyrábajú s rozsahom až do 6 m a s prúdovým výstupom 4 – 20 mA HART.

Inou skupinou sú snímače využívajúce pôsobenie permanentného magnetu v plaváku na magnetické indikačné terčíky. Základom takéhoto snímača je kovová rúrka, v ktorej sa pohybuje plavák s permanentným prstencovým magnetom. Magnet sa pohybuje okolo dvojfarebných indikačných terčikov a spôsobí ich pretočenie o 180°, čím ich otáča k pozorovateľovi červenou alebo bielou farbou a tak znázorňuje výšku hladiny. Ide o stupňovité meranie hladiny. Magnet môže tiež spínať jazýčkové kontakty potenciometrického vysielača s kvázikontinuálnym výstupným signálom (analogový prúdový výstup). Uvedený spôsob merania sa používa pri korozívnych, zápalných, výbušných a toxických kvapalinách v extrémnom rozsahu teplôt (až do 470 °C) a tlakov (do 420 bar).

V prípade vyhodnocovania medzných úrovní kvapaliny sa využíva upevnenie plaváka na váhadlo, ktoré ovláda ihlu riadiaceho ventilu, a tak ovláda plnenie alebo vyprázdňovanie zásobníka. Poloha plaváka môže byť snímaná napr. aj jedným alebo niekoľkými magnetickými snímačmi.

Presnosť plavákových hladinomerov závisí predovšetkým od tvaru a prierezu plaváka, pasívnych odporov v prevodovom mechanizme a zmien hustoty meranej kvapaliny. Konštrukcia plaváka by nemala mať plochy, na ktorých sa môže udržiavať meraná kvapalina, prípadne nečistoty, aby sa nezmenilo ponorenie plaváka. Plaváky v tlakových aplikáciách sú niekedy naplnené inertným plynom s rovnakým tlakom, ako je maximálny prevádzkový tlak v zásobníku.



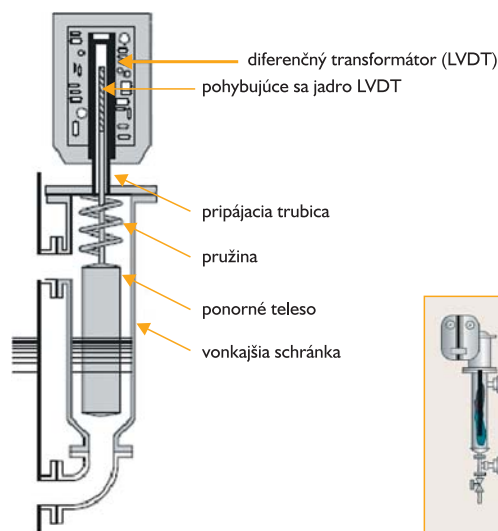
Obr.14 Plaváky na detekciu medzných úrovní

Plavákové hladinomery sú vhodné najmä pre čisté a nelepivé kvapaliny. Ich prednosťou je jednoduchosť a spoľahlivosť. Sú prispôsobiteľné pre rôzne druhy merných hmotností meraných kvapalín. V prípade zmeny mernej hmotnosti meranej kvapaliny môže nastať kalibračný posun. Iným obmedzením môže byť zasekávanie plaváka z dôvodu zanášania vodiacej tyče sedimentom.

Nevýhodou je aj potreba premeny pohybu plaváka na elektrický signál, čo je v prípade vysokých zásobníkov cenovo veľmi náročné. Iným obmedzením je riziko kmitania plaváka pri vlniacej sa a prúdiacej hladine.

Vztlakové hladinomery

Hladinomery so vztlakovým (ponorným) telesom využívajú Archimedov zákon a pracujú na princípe vyrovnávania síl. Ponorné teleso valcového tvaru je zavesené na pružine. Sila pôsobiaca na pružinu je daná vlastnou tiažou telesa zmenšenou o vztlakovú silu. Zmenou polohy hladiny sa zmení vztlaková sila a nastaví sa nová rovnováha síl v inej polohe telesa. Pri meraní hladiny vztlakovým princípom musí byť merná hmotnosť meranej kvapaliny konštantná. Hmotnosť telesa musí byť väčšia ako vztlak pri plnom ponorení. Veľkosť vztlakovej sily (a nie dĺžka dráhy pohybu plaváka) je základom pre výstupný signál. Merací prvok je vlastne snímač sily (silomer) alebo snímač polohy. Najčastejšie sa používa pružinový silomer ako súčasť pružného závesu ponorného telesa.



Obr.15 Princíp vztlakového snímača a jeho pripojenie na zásobník

Jedným zo spôsobov prevodu polohy na elektrický signál je využitie diferenčného transformátora, t. j. druhu indukčného snímača. Zmenou polohy plaváka sa mení aj poloha jadra transformátora a tým aj pomer vzájomnej indukčnosti medzi primárnym a sekundárnym vinutím, ktorý vyhodnocujú obvody a menia na elektrický výstupný signál 4 – 20 mA alebo na pneumatický výstup.

Presnosť meracích členov je asi 1,5 % meracieho rozsahu a nevýhodou je, že ponorné teleso sa musí vyberať podľa meracieho rozsahu a typu kvapaliny.

Všetky snímače výšky hladiny so vztlakovými telesami sú vo svojej podstate zariadenia na snímanie rozhrania dvoch médií. To znamená, že merajú hladinu medzi dvoma médiami, ktoré majú rôzne merné hmotnosti: medzi kvapalinou a plynom alebo medzi dvoma kvapalinami. Vztlakové teleso musí byť neustále úplne ponorené a stredná časť telesa naznačuje polohu, kde sa nachádza rozhranie.

Využívajú sa tak v otvorených, ako aj tlakových uzatvorených nádržach.

Hladinomery so vztlakovým telesom sa využívajú v priemysle aj na meranie hustoty látky, v ktorej sú ponorené. Je dôležité, aby ponorné teleso bolo neustále ponorené. Zmenu vztlakovej sily spôsobuje len zmena hustoty.

Pokračovanie v budúcom čísle.

Ing. Dušan Kiseľ, CSc.

e-mail: ktest@kbc.sk

12