

Rosemount – správná volba pro měření polohy hladiny

Firma Rosemount je částí společnosti Emerson Process Management. Vlastní vývoj a také spojení s firmou Saab Tank Radar a později s firmou Mobrey daly vzniknout širokému sortimentu senzorů a snímačů polohy hladiny, zejména kapalin, zahrnujícímu především snímače tlaku a rozdílu tlaků, vibrační a plovákové senzory a ultrazvukové a radarové snímače.

Poloha hladiny patří spolu s tlakem, teplotou a průtokem látek k nejčastěji měřeným veličinám v průmyslu. Správná volba typu snímače polohy hladiny sice často bývá předmětem mnoha úvah a diskusí, ale možná, vzhledem ke zdánlivé jednoduchosti, bývá mnohdy podceňována. Přitom však schopnost spolehlivě a přesně měřit polohu hladiny rozhoduje o kvalitě, efektivitě a bezpečnosti výroby.

Osvědčený hydrostatický princip

Existuje mnoho principů měření polohy hladiny, z nichž zdaleka nejčastěji se využívá princip *hydrostatický*, kdy se měří snímačem tlaku v nádobách otevřených do atmosféry, popř. snímačem rozdílu tlaků v uzavřených nádobách. Zejména v chemickém průmyslu jsou snímače tlaku od měřeného média často odděleny kapilárami s oddělovacími membránami. Toto řešení má mnoho předností, jako jsou velká přesnost, možnost měřit i při vysokých provozních teplotách a statických tlacích měřeného média a relativně malá závislost na změně provozních podmínek.

Tradičně velký podíl snímačů tlaku při úlohách měření hladiny dále roste také díky novým vlastnostem snímačů, s nimiž firma Rosemount přichází na trh jako první. K novinkám poslední doby patří zejména:

- zcela svařovaná konstrukce, zajišťující absolutní těsnost všech spojů kapilárního přenosu včetně snímače tlaku; absolutní těsnost je důležitá zejména při měření hladiny v podmínkách podtlaku či ve spojení s vysokou teplotou média,
- možnost přesného certifikovaného výpočtu vlastností přenosové soustavy s kapilárou, důležitého proto, že při volbě sestavy s kapilárou se lze setkat s protichůdnými požadavky na rychlost odezvy a malou teplotní závislost celé sestavy; bez přesného výpočtu se snad-

no stane, že celá sestava nevyhoví požadavkům na řídicí systém vycházejícím z vlastností daného technologického zařízení,

- provedení tzv. *Electronic Remote Seal (ERS)*, což je měřicí okruh, jehož základem je snímač tlaku Rosemount 3051S a kapilára s oddělovací membránou je nahrazena druhým senzorem tlaku; rozdíl měřících signálů tlaků obou senzorů tlaku je vyhodnocen v elektronice snímače ERS; celá sestava je připojena a napáje-



Obr. 1. Sestava bezkontaktního radaru Rosemount 5400

na jedním dvou vodičovým okruhem 4 až 20 mA, popř. s použitím sběrnice Foundation Fieldbus,

- bezvodičová technika Smart Wireless, otevírající úplně nové možnosti měření mnoha provozních veličin, včetně polohy hladiny.

Moderní radarová technika

Prvenství v růstu počtu nových instalací určených k měření polohy hladiny v průmyslu v současné době však, přes jejich nesporné přednosti, nepatří snímačům tlaku, ale radarům.

Firma Rosemount využívá při vývoji radarových snímačů polohy hladiny nové možnosti techniky a především dlouholeté zkušenosti. První radary k měření polohy hladiny začala před více než třiceti lety dodávat firma Saab Tank Radar, která je nyní součástí firmy Rosemount.

Radarové metody měření polohy hladiny získávají na oblibě na úkor jiných technik díky mnoha svým přednostem. V jejich prospěch hovoří zejména tyto skutečnosti:

- při měření polohy hladiny radarem se nepoužívají žádné mechanické pohyblivé části, které jsou zdrojem častých poruch mechanických hladinoměrů a následných problémů,
- měření s použitím radaru je typické měřením směrem shora dolů; montáž přístroje je tedy jednodušší a většinou ji lze uskutečnit i při naplněných nádobách,
- radarový hladinoměr využívá při své činnosti elektromagnetické vlny, které se šíří rychlostí světla; vzdálenost od přístroje k hladině radar určuje z fázového posunu odražené vlny (metoda *Frequency Modulated Continuous Wave – FMCW*) nebo z doby, za kterou se vrátí pulz odražený od hladiny (pulzní metoda, *Time Domain Reflectometry – TDR*); radar díky tomu měří velmi přesně, v běžných provozních podmínkách nezávisle na teplotě a tlaku a navíc je dlouhodobě velmi stabilní, takže ho v praxi téměř není třeba kalibrovat,
- výsledky měření nezávisí na hustotě měřeného média a jejích změnách,
- malé celkové náklady na měření s použitím radaru jsou dány především jeho snadnou montáží, uváděním do provozu i provozní obsluhou,
- radarový hladinoměr se často uplatňuje jako náhrada dosavadních vztlakových hladinoměrů; v takovém případě lze k montáži radaru využít původní plovákové komory.

Hladinoměr pro zkvapalněné plyny až do kryogenních teplot



Kontaktní radarový hladinoměr Rosemount 5300 v sestavě se speciální anténou, zkonstruovanou pro použití v kryogenní oblasti, umožňuje přesně a spolehlivě měřit polohu hladiny zkvapalněných plynů při teplotě až $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Konstrukce antény a zejména jejího těsnění je výsledkem spolupráce se zákazníky z chemického průmyslu a z oboru těžby a zpracování ropy a zemního plynu. Přístroj se s výhodou uplatní i ve všech ostatních odvětvích průmyslu, kde se pracuje se zkvapalněnými plyny. Jde zejména o zemní plyn, ethan, propan butan, LPG, ethylen, dusík, inertní plyny (např. argon, neon a xenon) a oxid uhličitý. Díky své hermeticky těsné a robustní konstrukci přístroj umožňuje bezpečně a spolehlivě měřit také polohu hladiny zkvapalněného bezvodého čpavku.

V průmyslových podmínkách se osvědčují jak radary bezkontaktní, tak především radary kontaktní, tzv. s vedenou vlnou.

Bezkontaktní radary se v současné době uplatňují především tam, kde nelze použít kontaktní anténu – např. v nádobách s míchadly. Oproti tomu kontaktní radary (s vedenou vlnou; *Guided Wave Radar – GWR*) zvládají mnohem složitější provozní podmínky, a jsou proto v současnosti instalovány výrazně častěji než radary bezkontaktní.

U kontaktního radaru se vlna šíří po povrchu kovové antény. Na rozhraní látek s rozdílnou dielektrickou konstantou se část energie odráží a vrací jako signál odražený od hladiny. Čím větší je dielektrická konstanta, tím větší část energie se odráží, a tím i silnější signál vznikne. Zbylá energie pokračuje dál po povrchu antény, dokud není pohlcena, nebo se odráží od další vrstvy. Díky tomu lze kontaktní radar s výhodou využít i pro měření mezilehlé hladiny např. ropných produktů a vody.

K nastavování radarových hladinoměrů Rosemount je určen konfigurační software RRM Rosemount Radar Master, umožňující přístroj nastavit snadno a poměrně rychle. Tento program také pomůže při diagnostikování a odstraňování případných problémů při provozu radaru.

K nejvýkonnějším radarovým hladinoměrům v nabídce společnosti Emerson patří v současné době přístroje Rosemount 5400 a Rosemount 5300, v dalším textu stručně popsáné.

Bezkontaktní radar Rosemount 5400

Model Rosemount 5400 je moderní radar s dvouodičovým připojením pro bezkon-



Obr. 2. Sestava radaru s vedenou vlnou Rosemount 5300

taktní měření polohy hladiny kapalin využívající k měření pulzy elektromagnetického vlnění o frekvenci 6, popř. 26 GHz (obr. 1). Díky pokročilé inteligentní elektronice je

schopen spolehlivě sledovat hladinu i v nádržích se složitým vnitřním uspořádáním, např. s míchadly. Dobře se vyrovná také s různými překážkami uvnitř nádrže, jako jsou např. vzpěry nebo různé topné prvky. Díky jedinečné kruhové polarizaci vyzařované vlny se dokáže vyrovnat s případnými falešnými odrazy a může být umístěn i přímo u stěny nádrže. Podle druhu úlohy lze volit z mnoha typů antén zhotovených z různých materiálů.

Radar s vedenou vlnou Rosemount 5300

Model Rosemount 5300 je špičkový dvouodičový radar s vedenou vlnou (obr. 2), určený k měření polohy hladiny a rozhraní v kapalinách, kašovitých a sypkých hmotách i ve velmi složitých provozních podmínkách. Díky patentovanému přepínači vysokofrekvenčního signálu a optoelektronickému galvanickému oddělení dosahuje až pětinašobně většího odstupe signálu od šumu než jiné přístroje tohoto druhu. Může přímo měřit média s dielektrickou konstantou o velikosti 1,2 a větší. K dosažení větší spolehlivosti zejména při měření sypkých látek využívá projekci konce antény (*Probe End Projection – PEP*) při ztrátě signálu. K jeho širokému uplatnění přispívá také jeho vynikající přesnost, potvrzená schválením typu TCM 141/09-4651 (referenční přesnost měření $\pm 3\text{ mm}$ nebo $0,03\%$ z měřené hodnoty, což je větší; opakovatelnost měření $\pm 1\text{ mm}$). V přístrojových okruzích spjatých s funkcí bezpečnosti (*Safety Instrumented System – SIS*) ho lze s výhodou využít pro úroveň SIL 2 při hodnotě SFF = 91,35 % (*Safety Failure Fraction*). Měřicí sondy určené pro velké tlaky a teploty snesou až 34,5 MPa, popř. 400 $^{\circ}\text{C}$. Pro měření polohy rozhraní vody a páry je připravena kompenzace dielektrické konstanty. Přístroj s příslušně provedenou anténou je vhodný také k měření kapalných plynů při velmi nízkých teplotách až do $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ (viz vložený text).

Milan Goldmann,
Emerson Process Management, s. r. o.