

SOUČASNÝ TREND VÝVOJE SNÍMAČU MECHANICKÝCH VELIČIN

1. Úvod

V současné době existuje celá řada tvrzení, vypovídajících o tom, že v následujících letech vzroste poptávka po snímačích všech typů o 10 až 15%, největší vzrůst poptávky je očekáván u snímačů tlaku. Všechny tyto studie zdůrazňují následující požadavky - nízká cena, odolnost vůči vnějším vlivům, spolehlivost a slučitelnost s kontrolními systémy. Civilní sektor klade důraz na nízkou cenu a spolehlivost, vojenský sektor především na vysoký technický výkon. Předmětem intenzivního výzkumu a vývoje jsou tedy především takové systémy, které by co nejlépe uvedené požadavky splňovaly. Dají se vytipovat 4 technologie, kterým světové firmy věnují značnou pozornost a od kterých se očekává velký přínos. Tyto jsou v referátu uvedeny spolu s hlavními směry vývoje aplikací tenzometrů ve snímačích.

2. Rezonátorové snímače

Principem rezonátorových snímačů je přímá transformace měřené veličiny na změnu frekvence nebo frekvenčního spektra, produkovaného v určitém mechanickém systému. Tato přímá transformace je také jejich největší výhodou, akcelerující jejich další vývoj. Přetože od r.1960 byla vytvořena celá řada snímačů, využívajících tento princip, přibližně od r.1982 jsou vytvářeny snímače s výrazně elegantnější a jednodušší konstrukcí. Jedná se o snímače pro měření průtoku, viskozity, tlaku, síly a zrychlení. U mnoha uživatelů je měření tlaku na prvním místě. Proto i v této oblasti nachází rezonátorové snímače své uplatnění. Jejich principem je drát, napnutý mezi dvěma membránami nebo mezi pevnou oporou a membránou, jehož vibrace jsou buzeny příčným magnetickým polem. Měřená vlastní frekvence je závislá na napnutí drátu, a tím na měřeném tlaku. Základním problémem je zde materiál použitého drátu, který musí především vykazovat minimální creep, rozměrovou stabilitu a minimální hysterezi. Tento systém je např. využíván firmou Marcovi Command and Control Systems i pro stavbu dvoufunkčního snímače - měří měrnou hmotnost a výšku hladiny kapalin, dopravovaných mobilními cisternami. Celý systém je tvořen 5 + 6 snímači, jejichž údaje jsou zpracovávány počítačem.

Pro další rozvoj rezonátorových snímačů jsou důležité čtyři aspekty -

- aplikace matematického modelování pro dokonalé poznání vibračních procesů
- zavedení progresivních technik zpracování signálů v reálném čase pro amplitudovou analýzu
- zdokonalení metod teplotní kompenzace
- dostupnost nových materiálů se stabilními a reprodukovatelnými vlastnostmi.

3. Mikroelektronické snímače

"Mikroelektronická" revoluce zasáhla snad všechny oblasti života a byla iniciátorem zrodu rozsáhlých výzkumných programů v oblasti přenosu informací, pružných výrobních systémů, roboti-

ky ale také v oblasti měření nejrozličnějších fyzikálních veličin. V mnohém se tyto programy překrývají a doplňují. Těžko můžeme např. realizovat pružný výrobní systém bez měření mnoha parametrů, důležitých pro vlastní technologický proces. A takových příkladů bychom našli mnoho.

Dnes můžeme pozorovat dva základní trendy vývoje snímačů mechanických veličin, využívajících nových technologií mikroelektroniky. Jednak jsou to snímače, v nichž je mechanická veličina transformována na nějakou veličinu elektrickou v analogové formě, např. na změnu ohmického odporu, kapacitu, jednak jsou to snímače, jejichž výstupem je frekvenčně modulovaný signál. U obou typů snímačů jako základní materiál transformačních členů převládá křemík, jehož využívání se v blízké budoucnosti bude velmi pravděpodobně rozšiřovat.

Do první skupiny snímačů patří např. velmi rozšířené křemíkové membrány nebo nosníky, na jejichž povrchu jsou difuzí v tuhém stavu vytvořeny vrstvy s opačným typem vodivosti, než má základní materiál. Dále je to celá řada snímačů, u nichž jsou měřicí odporové vrstvy vytvořeny na izolující podložce ve formě tenkých nebo silných vrstev. Patří sem i snímače, využívající změny vlastností p-n přechodů v propustném i závěrném směru, způsobených mechanickou deformací. Ta způsobuje změny krystalografické mřížky a struktury energetických zón polovodiče. Je pravda, že tento efekt je dnes zatím využíván především na akademické půdě. Průmyslově byl využit např. kapacitní snímač, jehož systém je tvořen leptanou křemíkovou membránou a pokoveným sklem.

Do druhé skupiny patří např. snímače, využívající závislosti frekvence a rychlosti šíření povrchových akustických vln na deformaci pružného členu. Před několika málo lety to byla atraktivní literární novinka, dnes už jsou takové snímače na trhu. Dále jsou to různé rezonátory, jejichž měřicí člen je vytvořen z křemíku technologickými postupy, používanými v oblasti mikroelektroniky. Výroba rezonátorů, leptaných z křemíku je předmětem intenzivního výzkumu.

- Další rozvoj těchto snímačů je především podmíněn -
- rozvojem technologie /leptání kryst. materiálů, laserové a plazmové řezání/
 - rozvojem metod vzájemného propojení s elektrickými a optickými systémy
 - vylepšením zapouzdření vlastního měřicího systému.

4. Optické snímače

Velký zájem vzrůstá o optoelektronické snímače, zvláště o ty, které využívají optická vlákna. Jsou předmětem diskuzí mnoha setkání odborníků, možná i proto, že větší komerční využití předpokládá ještě vyřešení technických i investičních problémů. Ale především japonský trh dokazuje, že tento systém je životaschopný a je třeba s ním počítat. Předmětem výzkumu jsou snímače transmisní, využívající modulace světla a změny jeho intenzity se změnou měřené veličiny, reflexní, využívající změny reflektivity odrazné plochy a změny intenzity světla i snímače interferenční, u nichž měřená veličina ovlivňuje světelný signál a vyhodnocuje se interference tohoto signálu. Fakt, že můžeme modulovat intenzitu, fázi, polarizaci, vlnovou délku světelného paprsku, resp. spektrální rozložení svazku paprsků, je hlavním důvodem mnohotvárnosti tohoto typu snímačů. Většina z nich se potýká s problé-

mem kompenzace rušivých vlivů, jako je teplota, rušivá vibrace ap. Zajímavou se jeví např. kompenzační metoda, která používá 2 vláken, jednoho jako referenční dráhu, druhého pro přenos informace a pro měření resp. použití dvou drah v jednom vlákně. Tento druhý případ zahrnuje dvě oddělené vlnové délky a vyžaduje, aby "přeslechy" mezi dvěma kanály byly minimální.

Nejdůležitější aspekty dalšího vývoje optických snímačů jsou -

- vylepšení samotného vlákna a jeho obalu
- technika kompenzace a autokontroly vlastností optického prvku
- metody adresování vláknových systémů.

5. Inteligentní snímače

Prakticky každý snímač má problémy s nelinearitou, s vlivem teploty, s dlouhodobou stabilitou apod. a následně máme někdy problémy s úpravou výstupního signálu. Ideální by bylo, kdyby snímač byl natolik "inteligentní", aby nám těmito problémy neztrpčoval život. Je to ideální představa, k jejíž realizaci mu samozřejmě musíme pomoci. Velkým pomocníkem je nám dnes mikroelektronika.

Takový typický "inteligentní" snímač může přijímat vnější signál ve formě fyzikální veličiny a jeho elektrický signál přechází do zesilovače s řízenou kompenzací. Následovat může analogový procesor nebo filtr, A/D převodník a digitální procesor, který by řídil subsystém snímače a zabezpečil by korekci takových faktorů, jako je nelinearita, nestabilita ap. Toto schema není jedinou možností, jak inteligentní snímač vytvořit.

Evidentně je podporován názor, že integrace obvodů pro úpravu a zpracování signálu s vlastním měřicím systémem je progresivním krokem na cestě k získání moderních, velmi produktivních snímačů. Nejdále jsou v tomto směru japonské a americké firmy, jejichž laboratoře již opustily první výrobky.

6. Tenzometrické snímače

Jaké je současné postavení foliových tenzometrů ve světě snímačů?

V oblasti snímačů tlaku se už jasně prosadila převaha mikroelektronických snímačů /difundované, tenké a silné vrstvy/, a to i mezi snímači velmi přesnými. Firma HBM dnes nabízí snímače tlaku s určitou inteligencí /vestavěné zpracování signálu/ i snímače s úředním ověřením - to jsou novinky. Sortiment mikroelektronických snímačů na světovém trhu je velmi obsáhlý, s foliovými tenzometry se setkáme velmi zřídka a je jasné, že v této oblasti dominantní postavení už nezískají.

U snímačů sil, aplikovaných ve zkušebnictví, technologických procesech a elektro-mechanickém vážení se situace v posledních letech stabilizovala. Zvláště v oblasti vážení si foliové tenzometry upevnily své postavení díky zvýšení přesnosti a spolehlivosti snímačů. Poslední oblastí, kam tento způsob vážení vehementně proniká, je maloobchod. Sekundárním jevem tohoto procesu je široký sortiment malých měrných členů pro malá zatížení, nabízený řadou firem, které tím chtějí usnadnit uživatelům stavbu vlastního zařízení. Pro obchodní úspěch v tomto případě je rozhodující cena. Proto vidíme na členech integrované tenzometrické systémy i jednoúčelové systémy propojovací.

Samozřejmým se stal návrh konstrukce částí snímače pomocí moderních výpočetních metod a věnování velké pozornosti vzájemnému působení vlastností materiálu měrných členů a vlastních tenzometrů.

7. Závěr

V budoucnosti budou o přízeň snímače soupeřit různé technologie. Vzhledem k rychlosti technického pokroku není vždy snadné předvídat jejich úspěšnost, taková předpověď může velmi rychle zestárnout. Přesto věřím, že se prosadí především snímače rezonátorové a mikroelektronické, vytvořené leptáním křemíku, a že foliové tenzometry si přinejmenším své postavení zachovají.

- Seznam literatury: /1/ MACDONALD: Sensors and their Applications, 1st conf., UMIST, 1982
/2/ JORDAN G.R.: Sensor technologies of the future, GEC Review 1/3, 1987
/3/ Firemní literatura vystavovatelů při XI. sv. kongresu IMEKO, Houston 1988
/4/ Lukas J.: Nové prvky tenzometrické techniky, 21.konf.EAN 1983.