

USING OF WIREBONDING IN THE HOT-WIRE ANEMOMETRY

Martin Búran

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xburan02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Michal Řezníček

E-mail: reznicek@feec.vutbr.cz

Abstract: The project deals with the effect of the airflow and temperature on the gold wirebond due to the possible application in hot-wire anemometry. A part of the text deals with the design of the experimental sensor for hot-wire anemometry with use of the 17,5 μm gold wirebond. The research also includes the verification of the sensor's properties.

Keywords: gold, wirebond, zero loop wedge bonding, hot-wire anemometry

1 ÚVOD

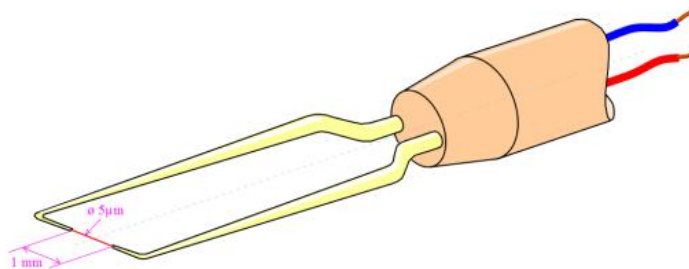
Anemometrie se zabývá zkoumáním rychlosti proudění resp. rychlostí a směrem proudění tekutin. Pro účely těchto měření se používají různé senzory a specializovaná zařízení na bázi mechanické, aerodynamické nebo akustické.

U žárové (termické) anemometrie je využíván drátek žhavený na vysokou teplotu. Obtékající médium jej svým prouděním ochlazuje, čímž přímo dochází ke změně elektrických vlastností drátku. Tato změna je zaznamenávána a vyhodnocována jako rychlost proudění. [2] [3]

Cílem uvedené práce je návrh alternativních výrobních postupů jako např. technologie kontaktování, která se používá pro výrobu elektronických součástek. Uvažované postupy počítají s využitím dostupných a stabilních materiálů, které by umožňovaly použití senzoru až do teploty 300 °C, zjednodušily by výrobu, nebo ji zlevnily.

2 NAVRŽENÁ KONSTRUKCE

Uvažovaná konstrukce má za úkol nejenom fixovat nakontaktovaný drátek, ale také k němu vést elektrický proud. Při návrhu konstrukce byla brána do úvahy už existující a používaná řešení (viz. Obr. 1). V běžně používaném provedení je drátek o průměru přibližně 5 μm fixován mezi dvěma jehlami. Navržené řešení používá místo jehel běžně dostupné precizní piny, mezi kterými je nakontaktovaný drátek o délce 2,54 mm.



Obr. 1 Typická konstrukce senzoru [3]

2.1 MATERIÁL A PRŮMĚR DRÁTKU

Z materiálového hlediska přichází do úvahy 3 základní materiály pro kontaktování. Konkrétně se jedná o měď, hliník a zlato. Nejvhodnějším vzhledem ke své kontaktovatelnosti a odolnosti vůči korozi je zlato. Z hlediska elektrické vodivosti by byl vhodnější materiál s nižší vodivostí, avšak i kontaktovací drátky mají dostatečný odpor pro následné měření.

Z hlediska průměru drátku je možno použít 17,5 μm nebo 25,4 μm drátek. Nejvhodnější možností je použití nejmenšího existujícího průměru z důvodu tepelné setrvačnosti. Menší průměr drátku s sebou také přináší větší elektrický odpor, což je rovněž důležitá vlastnost. Při vyšším odporu drátka stačí na jeho rozžhavení nižší protékající elektrický proud. Drátek průměru 17,5 μm má proti průměru 25,4 μm přibližně dvojnásobně velký odpor.

2.2 KONTAKTOVACÍ PARAMETRY

Pro samotné kontaktování byl zvolen ultrazvukový proces využívající nástroj ve tvaru klínu. Teoreticky je možné použít i termokompresní nebo termosonický proces, nejsou však vhodné z důvodu tvaru nakontaktovaného propojení a dále nadbytečného odvodu tepla z kuličkového spoje.

Aby bylo dosaženo toho, že nakontaktovaný drátek bude mezi piny v jedné rovině, bylo kontaktování provedeno na nízkou smyčku (tzv. „low loop“ nebo „zero loop“). [1]

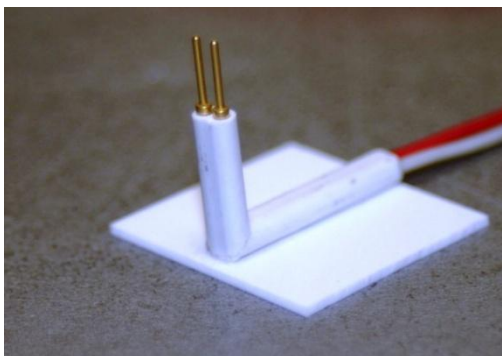
Uvedený postup byl pro potřeby tohoto senzoru modifikován tak, aby nedocházelo při tažení drátku k jeho prohnutí pod úroveň krajních pinů. Tohoto bylo dosaženo napnutím drátu nástrojem před úplným nakontaktováním. Výsledek tohoto postupu je znázorněn na Obr. 2.



Obr. 2 Nakontaktovaný drátek

2.3 PROVEDENÍ SENZORU

Pro použití senzoru za teplot 300 °C je nutné těmto podmínkám přizpůsobit konstrukci celého senzoru. U uvedeného řešení byl použit materiál na bázi keramiky označovaný jako korund (viz. Obr. 3). Jednotlivé keramické části je potřeba navzájem fixovat. Fixování bylo ověřeno pomocí tepelně vodivého lepidla Polytec TC430. Dále je možné teoreticky použít i tekuté sklo nebo tekutou keramiku s následným výpalem. Uvedené materiály jsou odolné nejen z hlediska tepelného namáhání, ale jsou odolné také vůči korozi.

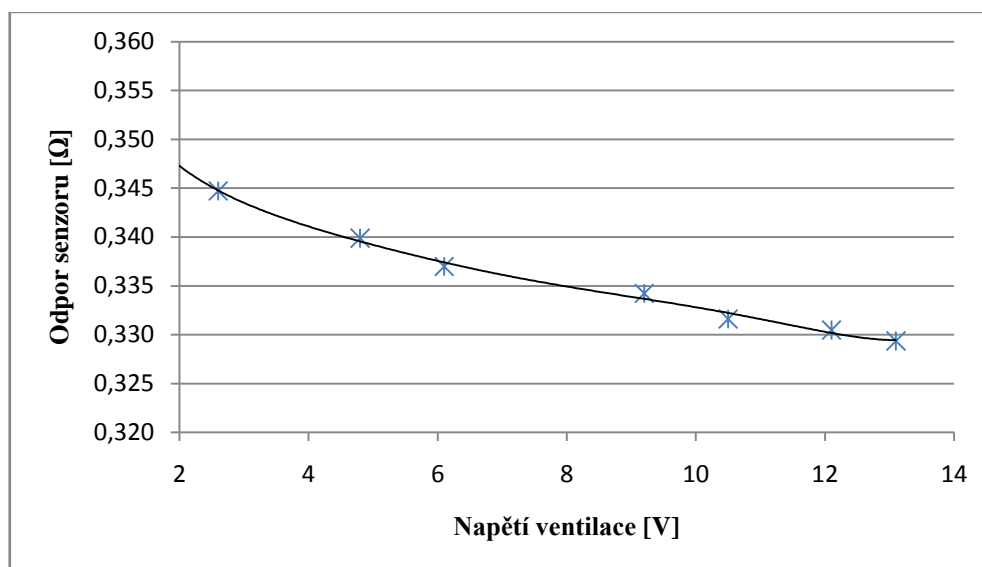


Obr. 3 Možné provedení pro teploty do 300 °C

3 MEZNÍ PARAMETRY

Pro senzor této konstrukce je možno definovat několik limitních parametrů. Měřením bylo ověřeno, že drátek (17,5 μm) je schopen odolat vertikální síle přibližně 20 mN. Tato hodnota je průměrnou ze vzorku 5 spojů. Při větší hodnotě dojde k protržení na jednom z konců drátku.

Jak bylo uvedeno na začátku, pro zahřátí se využívá protékající elektrický proud. Limitní hodnota v tomto případě je zhruba 0,45 A. U vyššího proudu dojde k roztavení středu propoje a dojde k jeho úplnému přerušení. Dá se předpokládat, že při vyšší teplotě okolního prostředí bude limitní hodnota el. proudu nižší. V Grafu 1 je zobrazena změřená změna odporu drátku, při zvyšování průtoku vzduchu, pomocí ventilace. Teplota okolního vzduchu byla 24 °C při relativní vlhkosti 45%.



Graf 1 Změna odporu drátku při proudění okolním vzduchem

4 ZÁVĚR

Na základě experimentů provedených na navrženém senzoru anemometru byly potvrzeny teoretické předpoklady pro chování zlatého kontaktovacího drátku. Díky odolným materiálům v konstrukci senzoru je teoreticky možné jej použít až do teploty žhaveného elementu. Jeho odezva na proudící vzduch však bude vždy nejvýraznější v situaci, kdy bude největší rozdíl mezi teplotou senzoru a teplotou okolního prostředí. Využití v budoucnosti je tedy možné napříč širokým spektrem průmyslových aplikací od nízkých teplot až po teploty několik set stupňů.

PODĚKOVÁNÍ

Publikace byla podpořena díky projektu FEKT-S-17-3934, Využití nových poznatků z mikro- a nanotechnologií pro komplexní elektronické obvody a sensoriku.

REFERENCE

- [1] PRASAD, Shankara K. *Advanced wirebond interconnection technology*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004. ISBN 1-4020-7762-9.
- [2] *How to measure turbulence with hot-wire anemometers* [on-line], 2018, december. Dostupné z: <http://web.iitd.ac.in/~pmvs/courses/me1705/hotwire2.pdf>
- [3] *Schematic of a hot-wire anemometer* [on-line], 2019, březen. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:An%C3%A9mom%C3%A8tre_%C3%A0_fil_chaud,_hot-wire_anemometer.png