

Válasz Dr. Füzessy Zoltán bírálói véleményére

Köszönöm Professzor úrnak, hogy annyi időt, munkát fordított dolgozatom elolvasására, elbírálására. Külön köszönöm dicsérő szavait, melyekkel a disszertációt és kutatói munkásságomat illette, köszönöm igen pozitív véleményét, értékelését, a dolgozat hiányosságaira rámutató megjegyzéseit, kérdéseit, javaslatait.

Az alábbiakban ismertetem a Professzor úr kérdéseire adott válaszaimat.

1. A dolgozat szerint „az alkalmazott jelfeldolgozási módszer nem képes a fotoakusztikus jelet megkülönböztetni a háttérzajtól”. Létezik-e támpont annak eldöntésére, hogy a fotoakusztikus jel hány százaléka a mikrofonjelnek? Felhasználható-e a fotoakusztikus jel és a háttérjel eltérő fáziskésése a háttérzaj azonosítására? És végezetül, szokás-e csökkenteni a mikrofon sajátzaját hőmérsékletének csökkentésével a fotoakusztikus mérési eljárásokban?

Válasz: Általában a széles sávú mikrofonjel nagyságrendekkel meghaladja a hasznos fotoakusztikus jelet. A keskenysávú mikrofonzaj jellemzően a 200 nV körül ingadozik lock-in detektálással és 1 másodperces integrálási idővel. Igen, munkánk során rutinszerűen szoktuk alkalmazni a fotoakusztikus jel és a háttérjel eltérő fázisán alapuló ún. fázishelyes kiértékelést az alacsony koncentrációkon történő mérések pontosságának növelésére. Végezetül vizsgáltam a mikrofon jel/zaj viszonyának hőmérsékletfüggését és azt tapasztaltam, hogy jellemzően a 0-40 °C tartományon a jel/zaj viszony nem változott szignifikánsan, e fölött azonban viszonylag jelentős és mikrofonról mikrofonra változó mértékben romlani kezd. Meg kell jegyezni, hogy ez a fajta hőmérsékletfüggés nagy valószínűség szerint az alkalmazott előerősítővel egybeépített elektrét mikrofon sajátossága, más mikrofonok ettől eltérő hőmérsékletfüggést mutathatnak.

2. Miben áll a kísérletező tevékenysége, amikor a fotoakusztikus rendszert „jól beállítja”? (Eltekintve az általános választól, mi szerint a meghatározó mennyiségek értékét a lehető legjobbra állítja be.) Eltér-e az optimalizálási feladatok mibenléte egymástól a különböző kamraszerkezetek és kiértékelési eljárások esetén? Végzett-e ilyen optimalizálási feladatot Jelölt a kifejlesztett kamrák és a hozzájuk tartozó méréstechnikai eljárások mint egységes rendszerek esetében külön-külön rendre az egyes rendszerekre? Melyek voltak az egymástól esetleg eltérő hangsúlyos megoldások?

Válasz: A rendszer beállítása számos lépésből áll.

- a fényutat a fotoakusztikus kamrán keresztül úgy kell beállítani, hogy a háttérjel (azaz a 0 koncentráció esetén fellépő fotoakusztikus jel) minimális legyen,
- a lézer modulációs frekvenciát úgy kell beállítani, hogy az egybeessen a kamra rezonanciafrekvenciájával
- a lézer modulációs paramétereit (a lézer hőmérséklet, az áram modulált és modulálatlan része) általában, de nem mindig (pl., ha a mérés hullámhossztartományán több komponens is elnyel), úgy kell beállítani, hogy a fotoakusztikus jel maximális legyen.

Lényegében ugyanazokat az optimalizálási lépéseket kell minden rendszer esetén elvégezni (természetesen az eredményül kapott paraméterek rendszerfüggők), továbbá az optimalizálást egy komplett rendszeren, nem külön-külön az egyes elemeken célszerű elvégezni, hiszen ezek az elemek egymással kölcsönhatásban vannak (pl. a modulációs frekvencia változtatásával a lézer hullámhossza kismértékben, de változik).

3. Magas hőmérsékletű mérésekre alkalmas fotoakusztikus kamra esetén a mikrofon és a kamra rezonátora között kis átmérőjű és viszonylag hosszú cső volt. Nem volt ez a megoldás kedvezőtlen hatással a fotoakusztikus jelre? Kell-e esetleg optimalizálni a hasonló geometriát a csőhossz és csőátmérő szemszögéből?

Válasz: valóban ez a megoldás kb. a felére csökkentette a mérés jel/zaj viszonyát a szokásosan használt longitudinális differenciális kamrához képest. Különböző csőszakasz hosszak mellett meghatározva a mérés jel/zaj viszonyát, azt találtam, hogy a jel/zaj viszony monoton csökken a csőszakasz hosszával, ezért igyekeztem a lehető legrövidebb csőszakasz-hosszat választani, úgy, hogy a mikrofon hőmérséklete még a kamra folyamatos üzemeltetése (azaz fűtése) esetén se haladja meg a maximálisan megengedett 63 °C-t.

4. Jelölt a saját munkásságát bemutató részben két alkalommal szerepeltet analitikus kifejezést a fotoakusztikus jellel összefüggésben [(3.7) és (4.5)]. A „Bevezetés” c. fejezet 1.1.5. pontja ugyancsak a fotoakusztikus jellel foglalkozik. Van-e kapcsolat e három analitikus kifejezés között?

Válasz: A három kifejezés szorosan összefügg. A 3.7. képlet a legprecízebb, mivel leírást ad arra a jelenségre is, hogy a dióda lézerekre jellemző ún. „residual amplitude modulation” jelenség következtében a hullámhossz-moduláció során egyszerre változik az aktuális fényteljesítmény és az aktuális optikai abszorpciós együttható. Az 1.1.5. fejezetben és a 4.5

képletben ez a jelenség nem szerepel, itt egy átlagos fényteljesítmény és átlagos optikai abszorpciós együttható szerepel, ami korrekt leírás amplitúdó moduláció esetén, illetve jó közelítéssel alkalmazható hullámhossz-moduláció esetén is.

5. Vesse össze a saját célkitűzéseit és eredményeit a tárgyban folyó nemzetközi kutatások célkitűzéseivel és eredményeivel, rámutatva, hogy mely területen és milyen mérés technikai jellemzőkkel haladta meg azokat.

Válasz: Repülőgépre telepíthető fotoakusztikus vízgőzmérőt a legjobb tudomásunk szerint még senki nem fejlesztett ki, erre a célra dióda lézeres optikai abszorpciós rendszereket már alkalmaztak, de ezek mérési tartománya erősen korlátozott, jellemzően csak a földfelszín feletti első 2-3 km-re, azaz pl. az utasszállító repülőgépek utazómagasságán nem alkalmasak megbízható mérésekre. A gázáteresztőképesség-mérésekben fotoakusztikus detektálást a legjobb tudomásunk szerint még senki sem alkalmazott rajtunk kívül. Jellemzően szintén optikai abszorpciós elven működő detektorokat szoktak alkalmazni, melyekkel jóval keskenyebb koncentrációtartományon lehetséges a koncentrációváltozás nyomon követése. A fotoakusztikus aeroszol-mérés tekintetében az általunk kifejlesztett 4 hullámhosszú rendszer világviszonylatban is újdonságnak számít, mert az egyéb kutatócsoportok által működtetett fotoakusztikus rendszerek vagy egyetlen hullámhosszon működnek, vagy pl. a Dr. Arnott (University of Nevada) által kifejlesztett három hullámhosszú rendszer jóval keskenyebb hullámhossztartományon működik, és ezért kevésbé szelektív aeroszol méréseket tesz lehetővé.

Szeged, 2013. február 27.

.....

Dr. Bozóki Zoltán