

Turbulens folyadéktüzelés akusztikai módusainak statisztikai értékelése Wavelet- és Fourier-transzformáció segítségével

Novotni Gergely István, Józsa Viktor

BME, Gépészmérnöki Kar, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

A bemutatott kutatásban egy perdítőelemes, előkeveréses, előpárologtató rendszerű égőben tüzeltünk levegő segédközeggel porlasztott szabványos dízelolajat, állandó 15 kW tüzelési teljesítménnyel. A porlasztónyomás és az égőszájra helyezett lángstabilizáló elemek (így a geometria) változtatása mellett különböző égéslevegő térfogatáramú mérési pontokat vizsgálunk, melyeknek egy I. pontossági osztályú kondenzátormikrofon segítségével rögzítettük a zaját.

Az égéslevegő térfogatáramának növelésével, mivel rögzített 45° -os belépőszöggel érkezik a perdületes levegő tömegáram, arányosan nő a perdületszám is. Ennek hatására három tartomány különíthető el: egyenes és V lángalak, illetve a kettő közti átmeneti szakasz. A spektrum vizsgálata során a szélessávú, turbulens égési zajt jellemző frekvenciaértékeket vizsgáltuk valószínűség-sűrűségfüggvényekkel. Számos megvizsgált függvényből a Weibull-eloszlás sűrűségfüggvénye közelítette legjobban a kapott eloszlást minden esetben, mely egy kétparaméteres valószínűségi sűrűség-függvény. A skálaparaméter a középértékre utal, míg az alakparaméter az eloszlás lapultságát jellemzi. Ezen paramétereket vizsgáltuk különböző üzemállapotok esetén.

A skála és az alakparaméter különböző porlasztónyomások és jellemző frekvenciák esetén közel együtt változnak a perdületszámmal. A Fourier- és Wavelet-transzformációból nyert együtthatók skála- és alakparaméterei hasonló karakterisztikát mutatnak a perdületszám függvényében. A skálaparamétereket tekintve 220 Hz-nél azt tapasztaltuk, hogy az egyenes és V-alakú lángokhoz tartozó értékek jól elkülönülő csoportot alkotnak, továbbá különböző porlasztónyomások esetén hasonló értéket vesznek fel. 480 Hz esetén az értékek az átmeneti láng környezetében nagyobbak, 3400 Hz esetén pedig az egyenes és V-alakú lángoknál tér el jelentősen a skálaparaméter. További vizsgálatokra okot adó megfigyelés, hogy az alakparamétereknél is hasonló viselkedést tapasztaltunk.

Fourier transzformáció esetén az 1024 adatpont széles ablakmérettel, 75%-os átfedést alkalmazva is csak néhány adatot kapunk vissza másodpercenként, míg a Wavelet transzformáció matematikájából következően viszont – ugyan változó felbontás mellett –, de jóval gazdagabb adathalmazt kapunk eredményül. Természetesen változó ablakméret mellett a Fourier-transzformáció is képes hasonló jellegű adatot szolgáltatni, azonban ez a probléma még további vizsgálatokat igényel, hogy az eltérő bázisfüggvényekre vonatkozóan tehesünk megállapításokat. A bemutatott vizsgálatok alapján a Wavelet-transzformáció önmagában már kiválóan alkalmazható statisztikai elemzésre, mely rövid bemeneti jelhossz mellett is kiváló képet mutat a tüzelés folyamatáról. Azonban fontos megjegyezni, hogy az itt alkalmazott folytonos Wavelet-transzformáció számítási igénye a vizsgált jel hosszától függően 1-2 nagyságrenddel meghaladhatja a Fourier-transzformáció számítási igényét.