

Nadzor ločitve toka nad lopatico vetrne turbine s pomočjo generatorja plazme

Erik Potočar¹ – Branko Širok² – Marko Hočevar² – Matjaž Eberlinc^{2,*}

¹Ministrstvo za gospodarstvo, Direktorat za energijo, Slovenija

²Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Vetrne turbine se konstruirajo z namenom čim večjega izkoristka proizvedene kilovatne ure električne energije glede na celotni strošek investicije in njenega delovanja. Eden od možnih načinov za izboljšanje zmogljivosti in življenjske dobe vetrnih turbin je tudi s pomočjo nadzora toka fluida z aktivnimi kontrolnimi sistemi na lopaticah vetrnih turbin. Pristop k nadzoru toka fluida v mejni plasti in pri odcepljanju je usmerjen na možnost aktivnega nadzora toka fluida na profilu vetrne turbine z uporabo generatorjev plazme. Ti zmanjšajo odcepljanje toka v mejni plasti ob steni na profilu lopatice, povratni tok in recirkulacijske vrtince.

V članku je analiziran vpliv plazme na lopatico vetrne turbine pri Re 7600 in Re 10500. Analiza je narejena na izbranem profilu NACA 4421 z znano aerodinamsko karakteristiko in koordinatami profila. Na zgornji strani profila so nameščeni štirje generatorji plazme. Meritve so bile izvedene v zračnem kanalu. Tokovne strukture ob profilu lopatice so bile posnete z računalniško podprto vizualizacijo. Narejeni so bili časovno zaporedni digitalni posnetki zračnega toka ob profilu z in brez uporabe plazme. Meritve tokovnih struktur z računalniško podprto vizualizacijo so bile narejene s hitro kamero za zajemanje digitalnih posnetkov.

Pri vzbujanju s plazmo so bile izvedene meritve v različnih delovnih točkah z uporabo različnih vrednosti napetosti na generatorju plazme in napetosti na ojačevalcu. Meritve so bile izvedene na integralnem in lokalnem nivoju tako, da si sledijo neposredno ena za drugo. Dovod dimnega polutanta pri posameznih meritvah je bil izveden vedno na enak način. Za analizo so bila uporabljena tista zaporedja digitalnih posnetkov, kjer je bila enakomernost izhajanja polutanta in odstopanja zaradi časovne spremembe koncentracije dimnega polutanta manjša od 2%.

Z rezultati meritev na profilu smo predstavili spremembe toka fluida in samo generiranje vrtničnih struktur ob in za profilom v homogenem tokovnem polju zaradi uporabe generatorjev plazme.

Z več primeri smo demonstrirali in ovrednotili rezultate z dokazi, da lahko aktiven nadzor toka fluida z generatorji plazme vpliva na dogajanje v mejni plasti, ter dobili potrditev, da je vredno nadaljevati raziskave na vetrnih turbinah v tej smeri.

Iz rezultatov je razvidno, da lahko z generatorji plazme dobimo nadzor nad odcepljanjem toka fluida v mejni plasti. Seveda je velikost nadzora odvisna od več dejavnikov in konstrukcijskih rešitev, ki vključujejo mesto namestitve generatorjev, število generatorjev plazme, orientacijo elektrod ter tok in napetost generatorja plazme.

Razlaga predstavljenih rezultatov potrjuje smiselnost nadaljnjih raziskav na področju vplivanja na tok fluida s plazmo. Nadaljnje raziskave bodo usmerjene v preučevanje porazdelitve hitrosti toka z in brez plazme pri delovanju vetrne turbine. Predvidevamo, da lahko s plazmo vplivamo na tokovni profil za delujočo vetrno turbino v okviru določenih režimov obratovanja. Tako seveda lahko povečamo izkoristek proizvedene kilovatne ure električne energije glede na celotni strošek investicije in delovanja vetrne turbine.

Z računalniško podprto vizualizacijo smo izvedli analizo tokovnih struktur in dokumentirali profil hitrosti toka pri izbranem profilu lopatice z in brez plazme ter preučili vplive ločitve mejne plasti, ponovnega prilepljanja na profil itd. Ugotovitve so namenjene vsem, ki bi želeli uporabljati tehnologijo plazme za nadziranje toka fluida.

©2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

Keywords: lopatica, vetrna turbina, generator plazme, aktivni nadzor toka fluida, elektro- hidrodinamični generator, vizualizacija toka