

Eksperimentalna analiza vpliva delcev na kavitacijski tok

Boštjan Gregorc^{1,*} – Andrej Predin² – Drago Fabijan³ – Roman Klasinc⁴

¹ Dravske elektrarne Maribor, Slovenija

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko, Slovenija

³ Litostroj Power d.o.o., Slovenija

⁴ Tehnična univerza v Gradcu, Avstrija

Obratovanje hidravličnih črpalk in turbin z rečno vodo pogosto spremljajo spremembe kakovosti tekočine. Pri uporabi naravnih vodotokov se spreminja masni delež disperznih trnih delcev, kar ima lahko za posledico razvito abrazijo in kavitacijsko erozijo.

Analize vpliva delcev na razvoj kavitacijske erozije in njene posledice so eksperimentalno težje izvedljive, saj so metode zaznavanja nastanka kavitacije v osnovi razvite za tekočine brez delcev. Namen prispevka je analizirati in prikazati vpliv delcev na začetno kavitacijo in na spremembe hidravličnih sil kot posledico kavitacijskega toka.

Meritve smo izvajali na manjšem kavitacijskem tunelu, kjer smo nastanek kavitacije spremljali na osamljenem hidravličnem krilu. Uporabili smo tri različne masne deleže delcev podobnih lastnosti (premer, gostota, masni delež), kot jih najdemo v rečnih vodah. S spremembo tlaka na vstopu smo spreminjali kavitacijsko število. Uporabljene so bile različne vtočne hitrosti suspenzije ter dva nastavna kota hidravličnega krila.

Vse eksperimentalne meritve so bile izvedene pri temperaturi suspenzije 20 °C. Spremembe vzgonske in uporovne sile na vrtljivo vpetem hidravličnem krilu smo spremljali z merjenjem torzijskega momenta. Nastanek parne faze na iniciatorju kavitacije smo spremljali z meritvijo hrupa, saj so bile ostale metode za ta namen neuporabne (npr. vizualizacija). Vse rezultate meritev smo primerjali z rezultati vode brez delcev.

Iz analize izvedenih meritev je razvidno, da se s povečevanjem masnega deleža delcev povečuje tudi parna faza na sesalni strani krila.

Meritve potrjujejo povečanje torzijskega momenta v vseh primerih uporabljenih vstopnih hitrosti. Analiza vpliva delcev na nastanek kavitacije je pokazala, da se parna faza na krilu oblikuje pri razmeroma enakih vrednostih kavitacijskega števila, pri čimer pa je razvita parna faza v primeru prisotnosti disperznih delcev intenzivnejša.

Ocenjujemo, da je sprememba začetnega kavitacijskega števila pri največjem uporabljenem masnem deležu delcev 3,6%. Prav tako se zaradi delcev poveča standardni odklon v fazi nastanka parne faze, kar potrjuje večjo intenzivnost razvoja parne faze v primeru dodanih delcev. Frekvenčna analiza hrupa je pokazala, da se z dodajanjem delcev poveča amplituda hrupa v območju frekvence 315 Hz.

Eksperimentalna analiza je bila opravljena le z enim premerom delcev, prav tako pa je bila omejitev tudi v uporabljenem največjem masnem deležu delcev. Glede na rezultate bi bilo smiselno razširiti eksperimentalne raziskave na področje različnih premerov delcev in povečanih masnih deležev delcev.

Za potrebe teoretičnega zapisa nastanka parne faze bi bilo smiselno tudi eksperimentalno izmeriti razliko hitrosti med suspenzijo z delci in vodo brez delcev v coni nastanka kavitacije.

Na podlagi predstavljenih raziskav je pri določitvi neto pozitivne sesalne višine za črpalke in kavitacijskega števila za turbine smiselno upoštevati povečanje intenzivnosti razvoja parne faze v primeru večjega masnega deleža trdnih delcev v suspenziji.

Ključne besede: delci, kavitacija, hrup, meritve