

REZUMAT

Teza de abilitare prezintă o sinteză a realizărilor științifice și tehnice ale autoarei după obținerea titlului de doctor. Intregul material prezentat în această lucrare, prezintă activitatea autoarei, realizată în cadrul activității de CDI, ce a debutat în Universitatea Politehnica din București și a continuat în Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Inginerie Electrică ICPE-CA, unde îmi desfășor activitatea până în prezent. Lucrarea începe cu prezentarea principalelor activități de cercetare inițiate și desfășurate în calitate de cercetător principal în cadrul unor proiecte de cercetare fundamentală, cercetare aplicativă / dezvoltare tehnologică și servicii, coordonate de autoare. Este evidențiată colaborarea cu mediul universitar și economic, cât și rezultatele semnificative (modele/prototipuri, brevete) ce au stat la baza lucrărilor științifice publicate.

Lucrarea este structurată în șase capitole realizate cronologic, cu direcțiile științifice abordate. În ultimul capitol sunt prezentate perspectivele de dezvoltare profesională post abilitare.

Primul capitol se referă la cercetările preliminare dedicate activității experimentale pentru înțelegerea / aprofundarea fenomenului de transfer de oxigen din aer în apă dar și a dimensionării aeratoarelor cu scopul de a obține cea mai bună eficiență de aerare. Studiul arată importanța optimizării aeratorului în termeni de material, geometrie, condițiile specifice fiecărei aplicații (debitul de aer, gradientul de presiune, poziționarea aeratorului). Pe baza acestor rezultate cât și a celor privind pierderile de presiune pe aeratoare, a fost calculată eficiența standard de aerare (SAE) pentru toate plăcile analizate și au fost trasate curbele de eficiență globale.

Întrucât variațiile în randament pentru transferul de oxigen dizolvat la diferite aeratoare sunt mari, de până la 10 ori, rezultatele acestui studiu sunt semnificative pentru proiectarea sistemelor de aerare, în funcție de necesitățile specifice și capacitatea fiecărei aplicații. O bază de date a fost creată cu performanța energetică și de aerare a diferitelor dispozitive de aerare, testate pe un stand dedicat (Brevet RO 125997 B1, 28.02.2012), publicată în Bunea F, Ciocan GD, Ch 17: *Experimental study of standard aeration efficiency in a bubble column*, Desalination and water treatment, InTechOpen Book Chapter, edited by: Dr. Murat Eyvaz, p. 349-368, 2018, DOI: 10.5772/intechopen.76696.

În **capitolul doi** se prezintă o abordare experimentală pentru caracterizarea morfologică a unei coloane de aerare, cu faza lichidă în repaus, respectiv geometria și dimensiunea bulelor de aer, simultan cu viteza indusă a apei și viteza de ascensiune a bulei. Sunt prezentate metoda de măsură, procesarea imaginilor și rezultatele. O atenție specială este acordată studiului procesului de aerare a apei, unde morfologia bulelor de aer este un parametru important pentru caracterizarea transferului de oxigen. Investigarea experimentală a curgerilor bifazice apă-aer este, de asemenea, esențială iar metodele experimentale moderne precum PIV și umbrologie (shadowgraphy) sunt folosite pentru a caracteriza simultan ambele faze precum și interacțiunea fazelor. O bază de date a fost creată despre morfologia coloanelor de bule, caracteristicile de aerare și curgerea indusă și rezultatele au fost publicate la mai multe evenimente științifice dintre care: Murgan I, Bunea F*, Nedelcu A., Ciocan G., *Experimental setup to study two phase flows for environmental applications*, 9-13 octombrie, Cluj 2018 EENVIRO, E3S Web of Conferences 85, 07010 (2019).

Capitolul trei prezintă activitatea de cercetare pentru determinarea caracteristicilor și capabilitățile unor sisteme inovative de aerare a apei cu aplicații în mașini hidraulice, care să maximizeze conținutul de oxigen dizolvat din apă, cu un consum minim de energie. Optimizarea procesului de aerare a apei turbinate pune accent pe calitatea procesului de aerare și nu doar pe cantitatea de aer vehiculat, respectiv pe: creșterea ariei interfazice aer-apă, timpul de retenție a acestora, căderea de presiune pe dispozitivele de aerare. Se urmărește ca dispozitivul propus pentru aerare să fie neinvaziv, astfel încât să influențeze cât mai puțin circuitul hidraulic al apei, și deci să afecteze cât mai puțin eficiența mașinii hidraulice. În acest sens am dezvoltat o instalație de laborator pentru studiul la scară redusă a unor soluții de aerare a apei turbinate, care permite încercarea în laborator a dispozitivelor de aerare prevăzute cu plăci interschimbabile, în scopul proiectării unor aeratoare ce pot fi montate în conul aspirator al turbinele hidraulice. Standul permite studiul în mod fiabil al unor fenomene complexe, cum sunt curgerile disperse gaz-lichid, turbulente, cu gradient advers de presiune, unde transferul de masă prin interfață este un proces dinamic asociat cu dinamica interfeței, iar aria interfeței variază în lungul curgerii.

Măsurătorile experimentale prezentate vizează optimizarea procesului de aerare dispersă în curgerile turbulente din turbinele hidraulice, respectând atât parametrii curgerii dintr-o turbină cât și fracția de goluri impusă de constructorii de mașini hidraulice pentru a nu degrada performanțele turbinei. S-au caracterizat mai multe aeratoare determinându-se viteza standard de transfer a oxigenului și eficiența standard a aerării pe fiecare dintre ele. Un alt parametru de care s-a ținut cont este consumul energetic asociat injectiei cu aer pentru a menține performanțele hidraulice ale turbinei. Standul experimental (Brevet RO131118/2018) a fost conceput și realizat pentru testarea și optimizarea aeratoarelor ce se pot utiliza în turbine hidraulice, pe baza cărora au fost dezvoltate mai multe lucrări științifice dintre care se remarcă: Bunea F., Ciocan G.D., Oprina G., Băran G., Băbuțanu C., *Hydropower impact on water quality*, 2010, *Environmental Engineering and Management Journal*, 9, 11, 1459-1464.

Pentru anumite aplicații industriale creșterea eficienței energetice a echipamentelor și instalațiilor industriale necesită cunoștințe privind simultaneitatea fazelor caracteristice curgerii. **Capitolul patru** prezintă o caracterizare a acestor curgeri prin determinarea câmpurilor de viteze instantanee a celor două faze și prelucrarea datelor experimentale obținute utilizând programe specifice de procesare și postprocesare. Astfel lucrarea prezintă studii experimentale utilizând tehnica Particle Image Velocimetry pentru determinarea câmpurilor de viteze și a volumului de vapori cavitaționali dezvoltați în curgere dar și un software dedicat măsurătorilor sincrone din curgeri specifice turbulente, bifazice pentru caracterizarea simultană a celor două faze (aer - apă) și interacțiunea acestora în timp.

O configurare a sistemului de măsură PIV pentru aplicație bifazică a fost dezvoltată și utilizată în caracterizarea parametrilor de aerare. De asemenea sunt prezentate metode de procesare a datelor experimentale care stau la baza mai multor lucrări științifice, dintre care se remarcă două publicații în jurnale din zona galbenă WOS:

- Bunea F., Nedelcu A., Ciocan G.D., *Prediction of water aeration efficiency in high turbulent flow*, *Desalination and Water Treatment*, 85 (2017), 55-62;
- Murgan, F. Bunea*, G. Ciocan, *Experimental PIV and LIF characterization of a bubble column flow*, *Flow Measurement and Instrumentation* 54 (2017) 224–235.

Injectarea aerului printr-un prototip realizat în cadrul unui proiect de cercetare coordonat de autoare, este prezentat în **capitolul cinci** al acestei lucrări. Aerarea este controlată în funcție de deficitul de oxigen din apă, printr-un dispozitiv neinvaziv, situat pe peretele conului aspirator al unei turbine astfel încât să nu influențeze curgerea din circuitul hidraulic. După analiza performanțelor energetice și mecanice ale turbinei cu dispozitivul de aerare

montat se prezintă un sistem automatizat de control al aerării, astfel încât acesta să funcționeze cu un consum minim de energie și să atingă nivelul de oxigen dizolvat impus de utilizator.

Implementarea dispozitivului de aerare prototip (Eurasian Patent no 036765/17.12.2020 B1), într-o turbină din situ, a servit ca demonstrator pentru utilizarea dispozitivului într-o configurație industrială precum și pentru demonstrarea influenței acestuia asupra parametrilor energetici ai turbinei. O lucrare relevantă ce are la baza activitatea prezentată în acest capitol este:

Bunea F.; Ciocan G.D., Bucur D.M., Dunca G., Nedelcu A. *Hydraulic Turbine Performance Assessment with Implementation of an Innovative Aeration System*. Water 2021, 13, 2459.

În **capitol șase** este prezentat un ansamblu de turbină hidrocinetică, având generatorul plasat la circumferința palelor rotorice, rezultând astfel un model experimental cu design compact, ușor de transportat și utilizat. Modelul experimental dezvoltat constă dintr-o turbină cu rotor casetat, cuplată direct cu un generator cu magneți permanenți, amplasate în aceeași carcasă este denumit “Sistem energetic ecologic pentru utilizarea energiei hidrocinetice a curenților de apă de cădere foarte mică” (HyPER). Acesta a fost dezvoltat în cadrul unui proiect CDI, coordonat de UPB, în parteneriat cu ICPE-CA (responsabil proiect Bunea F.) și Smart Mechanics. Sistemul se bazează pe combinarea elementelor clasice turbină hidraulică și generator cu magneți permanenți, studiate într-un ansamblu compact inovator. Puterea generată de modelul HyPER a atins valoarea de 6,3 W, și a fost testat pentru viteze de curgere a apei între 0,3 m/s și 1,1 m/s, cu turații variind de la 30 rot/min la 220 rot/min. Aceste valori au fost limitate la posibilitățile de funcționare ale standului de laborator.

Un prototip de turbină hidrocinetică a fost construit și testat în situ pentru demonstrarea eficienței acestui tip de turbină. O primă prezentare a acestor rezultate a fost făcută la o conferință de specialitate în domeniu : Bucur D M, Dunca G, Bunea F*, Chihaia R A, Grecu I S, Mitruț R, *Experimental investigation of small axial hydro-kinetic turbines*, 31th IAHR Symp. on Hydraulic Machinery and Systems, 2022, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1079 012020.