

REZUMATUL TEZEI DE ABILITARE

Procese și instalații în ingineria civilă și industrială

Contribuțiile științifice prezentate în această teză sunt elaborate în două direcții tematice principale, și anume: prima se referă la procesele de separare de fază, incluzând deshidratarea și uscarea, iar a doua se ocupă cu gestionarea energiei aferente construcțiilor, incluzând confortul termic și clădirile inteligente. Abordarea cercetării s-a bazat pe analize teoretice, modelare matematică, simulare numerică, investigații experimentale și interpretarea rezultatelor.

Prima direcție tratează deshidratarea nămolului activat ca o abordare globală, îmbunătățirea calității produselor uscate prin manipularea fluxului de aer în uscătoare cu tăvi, un studiu experimental al deshidratării cu aer cald a strugurilor Sultana, impactul modificării texturii prin tehnologia DIC asupra cineticii de uscare și asupra calității produsului finit, analiza CFD a curgerii aerului într-un uscător industrial pentru paleți din lemn, precum și modelarea numerică a curgerii bifazice în interiorul separatoarelor evolvente.

A doua direcție tratează evaluarea câmpului de temperaturi interioare utilizând distribuția de viteze a aerului, precum și aspecte legate de mediul urban, energia și clădirile, confortul termic în clădiri adaptive, economisirea de energie și calitatea mediului.

Deshidratarea nămolului este necesară atât în scopuri de transport și de stocare cât și pentru a obține o valoare suficient de mare a puterii calorifice a biomasei obținute. Datorită costurilor de energie mult mai reduse, deshidratare mecanică este folosită ca un prim pas pentru a elimina apa, urmată obligatoriu de uscare, care conduce la atingerea conținutului de umiditate final solicitat. Patru procesele de eliminare a apei, și anume decantarea, filtrarea, compresia mecanică și uscarea convectivă au fost examinate în scopul de a evalua, prin experimente de laborator, deshidratarea nămolului activat, furnizat de stația pilot de epurare a apelor uzate Lacq, Franța (Elf-GRL). Procesele depind atât unele de altele cât și de caracteristicile nămolului și de parametrii de funcționare. Interpretarea și analiza lor dinamică au condus la o optimizare globală și au furnizat date pentru proiectarea stațiilor de tratare de înaltă performanță.

Îmbunătățirea calității produselor uscate prin dirijarea debitelor de aer a fost realizată folosind simularea numerică în interiorul spațiilor de uscare cu geometrie complexă, conținând sute de tăvi. Un set de măsurători efectuate pe o instalație experimentală de laborator cu o singură tavă, a fost utilizat pentru a valida modelul de turbulență cel mai adecvat pentru configurația analizată. Datorită frecvențelor schimbări ale direcției de curgere în interiorul domeniului investigat, evaluarea componentelor vitezei s-a făcut cu ajutorul unui tub cu cinci prize conectat cu un dispozitiv scanivalve și un traductor diferențial de presiune. Comparația între datele măsurate și rezultatele simulate numeric a condus la concluzia că modelul standard de turbulență k- ϵ este cel mai adecvat. Simulări extinse ale curgerii aerului în interiorul unui uscător industrial și predicția parametrilor pentru diferite configurații au ajutat la optimizarea spațiului de uscare și în final au condus la o îmbunătățire substanțială a calității produselor uscate, împreună cu o reducere considerabilă a consumului de energie.

O unitate de uscare de laborator a fost proiectată și construită cu scopul de a evalua principalele caracteristici de uscare ale diferitelor fructe și legume. Conținutul de umiditate, vitezele de uscare și umiditatea relativă sunt calculate și reprezentate grafic în diagrame. Modelul stratului subțire și ecuația lui Page au fost folosite pentru modelarea uscării strugurilor Sultana până la conținutului de apă necesar atingerii stabilității de conservare. Constantele de uscare și difuzivitatea efectivă a produsului au fost evaluate pe baza soluției analitice a stratului subțire și a ecuației lui Page. Curbele rezultate au fost reprezentate în diagrame și comparate grafic cu datele experimentale. O bună corelație a fost găsită între

măsurători și estimările ecuației lui Page. Un alt obiectiv al acestei cercetări a fost validarea codului numeric DrySAC, realizat pentru proiectarea efectivă și controlul unităților industriale de uscare. Un acord foarte bun între previziuni și măsurători a fost găsit.

Tehnologia inovatoare DIC[®] permite definirea unui nou proces denumit "sweet-drying", care conduce la rezultate foarte bune în ceea ce privește cinetica uscării și calitatea pentru o largă varietate de fructe, legume, orez, lapte, lemn, etc. Tehnologia DIC[®] constă dintr-un tratament termo-hidro-mecanic care modifică textura produsului și păstrează caracteristicile sale organoleptice. Etapa finală de uscare a tehnologiilor clasice cu aer cald scade semnificativ în comparație cu timpul necesar uscării produselor netratate. Calitatea produsului final este îmbunătățită, determinând o bună textură, conservarea culorii și a aromei și o decontaminare perfectă. Conținutul de vitamine este mai mare decât în cazurile în care produsele nu sunt tratate.

Un separator compact inovativ, I-SEP a fost propus ca o alternativă economică pentru separatoarele convenționale. Pentru a-i evalua performanțele, noul aparat a fost testat cu ajutorul simulării numerice pe o gamă largă de condiții de curgere (viteză, debit, raportul gaz-lichid, presiune, distribuția și mărimea particulelor), acoperind cea mai mare parte a aplicațiilor industriale. Ecuațiile diferențiale specifice au fost integrate pentru a obține distribuția spațială a parametrilor implicați. Pentru rezolvarea sistemului de ecuații ale curgerii continue bifazice interpenetrabile, a fost ales algoritmul "Inter-Phase Slip" (IPSA), care la rândul său rezolvă ecuațiile Navier-Stokes pentru fiecare fază în parte. Ambele faze au aceeași presiune și, în fiecare punct al domeniului considerat, au propriile lor componente ale vitezei, temperatură, compoziție, densitate, vâscozitate și participații volumice. Simularea numerică a fost efectuată utilizând programul comercial PHOENICS. Pentru diferite condiții de operare, rezultatele grafice ale simulării numerice reprezentând mărimea presiunii, vectorii de viteză și distribuția participațiilor volumice ale fiecărei faze, au condus către o mai bună înțelegere a influenței fiecărui parametru implicat.

O metodă nouă a fost realizată pentru compensarea erorii de discretizare spațială care apare în cazul în care este considerat câmpului fix al curgerii aerului pentru modelele dinamice ale distribuției de temperaturi din interiorul clădirilor. Este demonstrat că metoda utilizată în mod general în literatura de specialitate este o soluție particulară a soluției propuse, care conduce la un model continuu pentru timp, metoda de integrare devenind o alegere liberă iar reprezentarea spațială posibilă. Modelul numeric a fost validat experimental iar compararea între simulare și rezultatele măsurate au relevat o bună asemănare, atât în domeniul timp cât și în frecvență. Modelul dinamic prezentat mărește viteza de calcul și poate fi analizat prin mijloace specifice automatizării.