

Gyurik Livia Réka PhD értekezésének bírálata

A dolgozat címe: Kétfázisú áramlásokat leíró modellek és szimulációk alkalmazása és fejlesztése

A dolgozat témakörét tekintve egy nagyon aktívan kutatott terület, a műszaki gyakorlatban is egyre többet alkalmazzák a numerikus áramlástan módszereit. A szerző több, ipari területen alkalmazott művelet vizsgálatát végzi el sikeresen különböző CFD technikák alkalmazásával.

A dolgozat összességében 137 oldalból áll, ebből az érdemi rész kb. 125 oldal. A PhD dolgozat 112 irodalmi hivatkozást tartalmaz. A szerző mtmt adatbázisa szerint összesen 15 közleménnyel rendelkezik, ebből 6 idegen nyelvű folyóiratban. Relatív impakt faktora 2,048, H indexe 1 (forrás: tud-o-meter).

Az irodalmi áttekintés részben a szerző ismerteti az általa feldolgozott és alkalmazott módszerek irodalmi hátterét, azok numerikus leírásához, diszkrétizálásához szükséges elméleti alapokat.

A módszerek és eszközöknek az ismertetése megjelenik külön fejezetként, azonban az esettanulmányokban is találhatóak ilyen fejezetek (pl. 4.1.1., 4.2.2., 4.4.1.). Ebben a fejezetben kerül ismertetésre a COMSOL szoftver, illetve annak moduljai. A 3.2. fejezet egy CFD alkalmazása során nagyon fontos folyamatot ír le, a hálózatlenségi vizsgálatot. Korrekt módon van megfogalmazva, hogy a hálózatlenségi vizsgálat során arról kell megbizonyosodni, hogy a háló mérete már nem befolyásolja érdemben a kapott eredményt. Praktikus az azt jelenti, hogy olyan finomságú hálót kell alkalmazni, ami már kielégítő az eredmény szempontjából. A fejezet további alfejezeteiben a tartózkodási idő analízis és a cellás modellezés elméleti ismertetésére kerül sor. A továbbiakban az esettanulmányokat ismerteti részletesen.

A továbbiakban a különböző esettanulmányokhoz tartozó megjegyzéseimet, javaslataimat ismertetem.

A biotermék elgázosító vizsgálata

Az irodalmi összefoglaló után ismerteti a szerző a reaktort, mely egy pirolizáló és elgázosító szakaszból áll. A fejezetben összehasonlíja a CFD-vel kapott eredményeket a cellás modell által szolgáltatott megoldással. Háromféle minőségű numerikus hálón végzi el a számításokat, és végül a legfinomabb háló (5,96mm) eredményeit fogadja el, ahol a mérleghiba kb. 0,1%. A leírás szerint alkalmaz finomított hálót is (feltételezem a beáramlás környezetében) de erről bővebb információt nem ad. A cellás modell esetében tökéletesen kevert teret, csőszerű modellt, valamint keverőt alkalmaz, összesen tíz kaszkádelemet. A 4.8 ábrán veti össze a CFD és cellás modell eredményeit. A hibaértékeket a 4.4 és 4.5 összefüggések segítségével számítja. Feltételezem, hogy a 4.8 ábrán $error_{abs}$ és $error_s$ az abszolút és a négyzetes hiba. Van-e lehetőség a kínai partnerek által kapott mérési eredménnyel összevetni a modell eredményeket?

Többfuratos jetkeverő vizsgálata

A fejezet elején ismerteti a statikus folyadékkeverőket, azoknak alkalmazási példáit. Kutatásaiban többfuratos jetkeverőket vizsgál, melyek különböző geometriai kialakításúak. A

vizsgálatok CFD-vel és kísérleti mérésekkel is megtörténtek. A kapott eredményeket elemzi. Definiál különböző metrikákat (teljes lefedettség, abszolút kevertség, relatív kevertség), melyek alkalmasak arra, hogy a különböző típusú keverőket minősítse. A CFD számításokhoz használt elemszám 1,2 millió. A 4.13-as ábrán bemutatja a háló kialakítását. Célszerű lett volna a keverőelem környezetében is bemutatni az alkalmazott hálósűrűséget, hiszen a nagy gradiensek itt keletkeznek. Nehezen értelmezhető a 4.13 ábrán a 4_0-es konstrukció, de feltételezem ez a négy furatos, 0°-os dőlésszögű furatra utal. A 4.14-es ábrán mutatja be a CFD és a szimuláció eredményeit. Már az előbírálati szakaszban is jeleztem, hogy a mért és számított eredményeket, azok különbségét táblázatosan, százalékosan is be kellene mutatni. A diagram alapján 15%-os hibák is előfordulnak. Az eredmények kiértékelés részben a kapott sebességmezők és szemcsék mozgása kerül ismertetésre. A leírás korrekt, érthető. Az eredmények bemutatása véleményem szerint megfelelő, a kidolgozott metrikák alapján minősíthetők a keverőberendezések.

Fluidizációs berendezés modellezése

Az esettanulmány bevezetőjében egy rövid irodalmi összefoglaló található, majd a modellegyenletek, valamint a fázisok között kölcsönhatást mutatja be. Ismerteti az alkalmazott hálót, melynek rácsmérete 0,0004m, a szimuláció során kapott sebességmezőt a 4.22. ábrán mutatja be. Kísérleti úton meghatározza a számított sebességeket nagysebességű kamerával és Matlab programmal, azonban azokat nem veti össze a CFD eredményekkel, mert jelentősen eltérnek a méréshez képest. Az okokat is feltárja, ami a különbségeket eredményezheti. Az előbírálathoz is jeleztem, hogy ez a rész meglehetősen elnagyolt, így célszerű lett volna ezt a fejezetet kihagyni a dolgozatból. A hiányzó szimulációs eredmények miatt a 3.a altézis elfogadását nem javaslom.

Adszorpció berendezés modellezése

Abszorpció gáztisztító rendszer modellezése esettanulmány szintén irodalmi áttekintéssel kezdődik. A módszerek és eszközök részben tér ki arra, hogy milyen megoldási módot kíván alkalmazni a vizsgálatokhoz. Bemutatja a felhasznált áramlástan és komponensátadáshoz használt egyenleteket. Továbbra is fennáll a vizsgált szemcseméret probléma: 105. oldalon 3,2mm, 107. oldalon 3,8mm. Nem értek egyet a 107. oldalon lévő okfejtéssel, miszerint azért választja a 0,4mm-es hálót a 0,2mm-es helyett, mert nem ad „pontosabb” eredményt. Azért lehet választani a 0,4mm-es hálót, mert nem ad jelentősen eltérő eredményt, így feltételezhetően már a megoldás hálófüggetlen. Ettől függetlenül a megoldási mód, a kapott eredmények véleményem szerint kiemelkedőek és egyetértek a modell továbbfejlesztési részben megfogalmazott célokkal.

Szilárd szemcse trajektóriájának meghatározása

A fejezet elején szintén elméleti összefoglaló található, majd ismerteti a szemcse-trajektória mérési eredményeket. CFD módszerekkel, level-set, szemcsékövetés és IBM eljárással vizsgálja a kísérlet során megfigyelt szemcse ülepedési pályáját. A level-set eljárás során elemzi, hogy milyen mértékben hat a folyadéknak modellezett szilárd szemcse viszkozitása az eredményekre. Helyes következtetést von le a 116. oldalon, hogy a szemcse alakváltozása jelentősen befolyásolja a végeredményt. A korábban bemutatott és alkalmazott IBM módszert sikeresen alkalmazta erre a feladatra, ahol méréshez nagyon közeli eredményt kapott (kb. 1,3%-os hiba).

Formai jellegű megjegyzések

A dolgozatban hivatkozási hibát nem, minimális szintű nyelvi, elütési hibát találtam. Az talán célszerű lett volna egységesíteni, hogy a jelölésjegyzékben (ha már tartalmaz ilyet a dolgozat) minden felhasznált változót szerepeltetni kellett volna mértékegységgel együtt. Sok esetben az összefüggések után van magyarázva az adott változó, hol mértékegységgel, hol anélkül.

A dolgozat tagoltsága megfelelő, ábrái érthetőek, a hivatkozások szabályosak. A dolgozat stílusa megfelelő, külső megjelenése tetszetős.

Tézisek:

A tézisek az előbírálati szakaszban megfogalmazott kritikákat, javaslatokat tartalmazza. A **3.a altézist** a korábbiakban jelzett indokok miatt **nem javaslom elfogadásra, a többi változtatás nélküli formában javaslom elfogadásra**

Összegzés:

A dolgozat alapján egyértelműen kijelenthető, hogy nagy mennyiségű befektetett munkát tartalmaz. A bemutatott eljárások műszaki problémák megoldása során alkalmazhatóak. Külön kiemelendő, hogy nem csak a kereskedelmi forgalomban megvásárolható CFD szoftvereket, hanem saját fejlesztésű kódokat használt fel a kutatásai során.

A bemutatott munka alapján **javaslom a nyilvános vitára bocsátását és a PhD fokozat megítélését.**

Miskolc, 2021.01.17.



Dr. Szepesi L. Gábor

e. docens

Miskolci Egyetem

Energetikai és Vegyipari Gépezeti Intézet