



EPS

Escola Politècnica

UdG Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Industrial. Pla 2002

Títol: Desenvolupament d'una metodologia de simulació mitjançant programari CFD per a la optimització d'agitadors

Document: Resum

Alumne: Francesc Garrido Castells

Director/Tutor: Lino Montoro Moreno

Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Mecànica de Fluids

Convocatòria (mes/any): Maig 2009

RESUM

La dinàmica de fluids computacional (CFD) és una eina que serveix per analitzar mitjançant computadors diferents problemes que involucren fluxos de fluids. Els programes de CFD usen expressions matemàtiques no lineals que defineixen les equacions fonamentals de fluxos i transport de calor en fluids. Aquestes es resolen amb complexos algoritmes iteratius.

Actualment aquesta eina és una part fonamental en els procés de disseny en moltes empreses relacionades amb la dinàmica de fluids. Les simulacions que es realitzen amb aquests programes s'ha demostrat que són fiables i que estalvien temps i diners, ja que eviten haver de realitzar els costosos processos d'assaig – error.

En el projecte s'utilitza el programa de CFD Ansys CFX 11.0 per simular una agitació bifàsica composta per aigua i aire a temperatura ambient. Els objectius són determinar els paràmetres òptims de simulació que permetin recrear aquesta agitació, per posteriorment dissenyar un nou impulsor.

Per poder realitzar les simulacions, primer s'ha de generar les geometries i després mallar-les amb uns altres programes. El programa de dibuix assistit per ordinador (CAD) utilitzat és el Rhinoceros 4.0 i el software de mallat el Fluent Gambit 2.2.30.

El laboratori d'olis i lubricants de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona disposa d'un agitador, el qual es fa servir per validar el software mitjançant la comparació entre els resultats obtinguts experimentalment i els obtinguts amb la computadora. En aquest procés de validació s'utilitzen tant l'impulsor de paleta del laboratori com 3 més que van ser mecanitzats per un tècnic de laboratori de la Universitat de Girona. Aquests 3 impulsors són un de turbina de disc de 6 pales, un de turbina de 2 pales planes i un de turbina de 4 pales inclinades a 45°. Durant els assajos al laboratori es va observar que a una velocitat de gir de 800 rpm es generava un vòrtex que per cada tipus d'impulsor tenia una forma diferent, l'interior del qual estava format per aire. Per comprovar la validesa de la simulació es fa una comparació entre aquests vòrtexs i els gràfics de fracció de volum d'aire de les simulacions dels diferents impulsors a aquest règim, generats pel programa Ansys CFX 11.0. També es comprova que les línies de corrent que es creen en l'agitació virtual corresponguin amb els models teòrics. Finalment es fa una comparació entre el consum de potència teòric, experimental i computacional pels 4 casos. Un cop validat el programa ja es disposa dels paràmetres òptims de simulació per agitacions bifàsiques.

Els deflectors són obstacles que s'usen en agitacions de flux turbulent per millorar la distribució de les línies de corrent i evitar la formació de vòrtexs. El procés de millora comença amb la inclusió de 3 deflectors en el tanc de l'impulsor que més agitació ens havia donat durant la validació, el de turbina de disc, per tal d'observar quins canvis comporta i veure si fa desaparèixer el vòrtex que s'havia creat. Es realitzen dues proves a la mateixa velocitat de gir que durant la validació, una amb els deflectors a la paret del tanc i una altra deixant un petit espai entre la paret i el deflector. En ambdós casos el vòrtex desapareix i la direcció de les línies de flux canvia (Figura 1), però es veu com pel nostre cas és millor treballar amb els deflectors a la paret ja que provoca una distribució més homogènia de l'agitació, fins i tot amb una potència una mica inferior. A partir d'aquí es fixa l'objectiu d'aconseguir la mateixa velocitat d'agitació en tot el tanc que la obtinguda en aquest últim cas, però reduint-ne el consum.

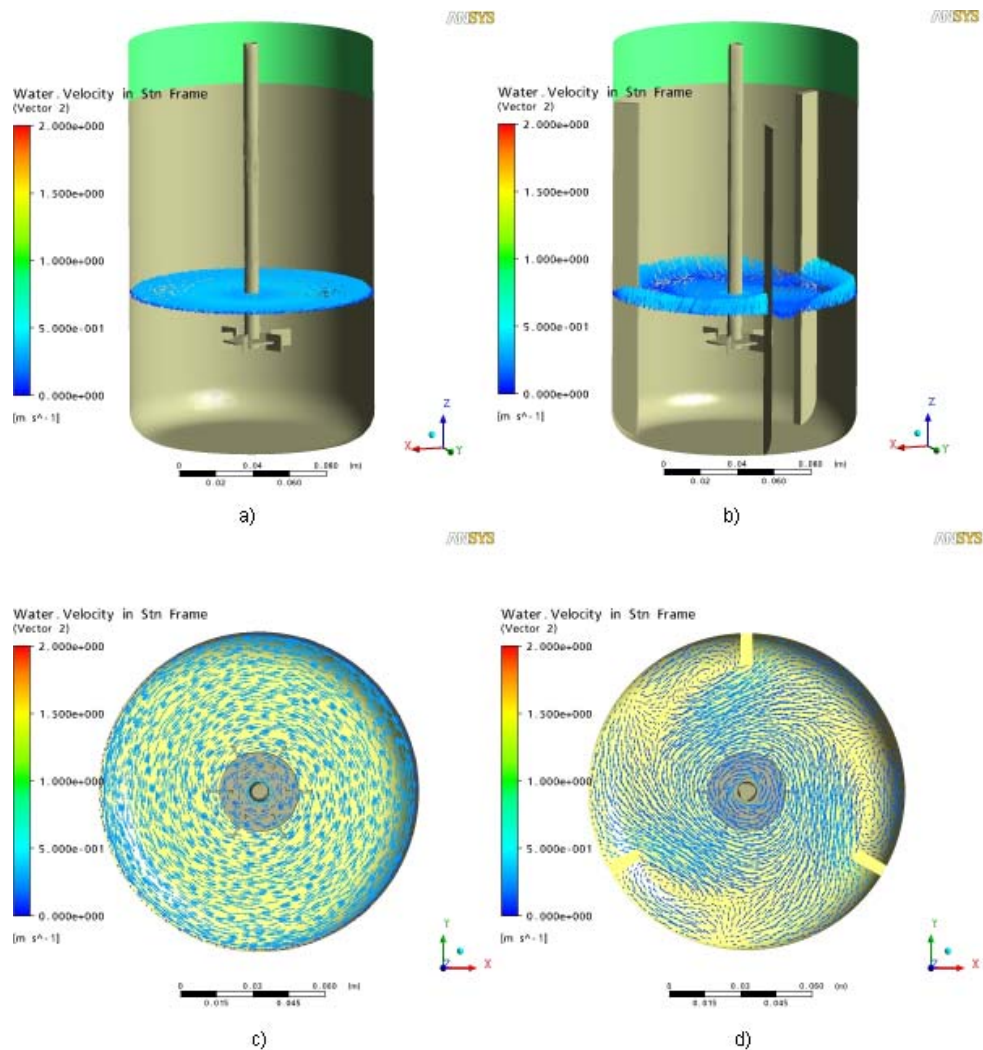


Figura 1. Vectors de velocitat d'aigua en el pla transversal per l'agitador de turbina de disc: a) sense deflectors, $h=0'08$ m; b) amb deflectors, $h=0'08$ m; c) sense deflectors, $h=0'13$ m; d) amb deflectors, $h=0'13$ m.

Després d'això es passa a realitzar un nou disseny d'impulsor format per 3 pales inclinades 30° i un angle d'atac a la part superior de 10° respecte la horitzontal. Això es fa per millorar la fluidodinàmica de la geometria, per tenir flux axial en comptes de radial i per evitar la formació de turbulències darrere les pales. Mitjançant aquesta geometria es pretén obtenir la mateixa agitació que amb la turbina de disc però reduint el consum de potència. Primer es fa una prova a 800 rpm on s'observa com la potència disminueix dràsticament, però la quantitat de moviment dins el tanc també, així que es passa a augmentar la velocitat de gir de l'impulsor fins al màxim que permet l'agitador del laboratori, 2.200 rpm. A aquest règim s'obtenen millors resultats en quant a agitació, però la potència es dispara fins a pràcticament triplicar el valor obtingut amb la turbina de disc.

Al veure que l'augment de velocitat de gir penalitza de manera tant important el consum de potència, es decideix crear un altre disseny format per 2 impulsors com els anteriors muntats en un mateix eix, ja que amb un de sol a 800 rpm, l'agitació de la part superior del tanc era pràcticament nul·la. Al fer la prova amb els 2 impulsors a aquesta mateixa velocitat s'obté una agitació molt millor que amb només un impulsor, amb una potència major però encara molt inferior que la de la turbina de disc. Tot i la millora, el moviment dins el tanc encara no és suficient, de manera que s'augmenta la velocitat de gir fins a 1.300 rpm, on s'obtenen uns resultats fins i tot millors que amb la turbina de disc en quant a agitació i amb una reducció de potència pròxima al 18%.

Finalment es fa una prova amb un fluid de densitat semblant a la de l'aigua i viscositat una mica superior, la silicona Q7-9120, que s'utilitza per la fabricació de cosmètics. La simulació es realitza també amb l'agitador de 2 impulsors a 1.300 rpm. S'aprecia com l'agitació disminueix a la vegada que augmenta la potència com a conseqüència de la major viscositat del fluid, tot i que els resultats continuen sent prou bons.