

Durant el procés d'obertura i tancament d'un injector Dièsel, les característiques del combustible a la sortida de la tovera canvien significativament com a conseqüència del moviment de l'agulla. Aquest fet té una enorme influència en el desenvolupament del doll i en el procés de mescla entre l'aire i el combustible i, per tant, en el posterior procés de combustió. No obstant això, i malgrat la seva importància, encara avui existeixen multitud de qüestions sobre el procés d'injecció que romanen sense resoldre degut, en part, a la dificultat per a dur a terme experiments a aixecaments d'agulla parcials.

Tenint en compte l'anterior, la present tesi s'ha centrat en l'estudi de la influència de l'aixecament d'agulla sobre el flux intern en toveres d'injecció Dièsel. Aquest treball s'ha dut a terme mitjançant simulacions tridimensionals del flux en condicions cavitants i no cavitants, modelant la cavitació mitjançant un model d'equilibri homogeni implementat en OpenFOAM. Abans d'analitzar en profunditat la influència de la posició de l'agulla, el codi ha estat posat a punt i validat amb resultats experimentals en un orifici calibrat, una tovera monorifici i una tovera multiorifici en condicions d'aixecament d'agulla màxim. El model de cavitació ha mostrat una gran precisió en la predicció del cabal màssic, el flux de quantitat de moviment, la velocitat, els coeficients de flux i l'aparència de la cavitació. A més, els resultats computacionals i experimentals obtinguts en la validació del codi han servit per estudiar algun dels fenòmens associats a la cavitació, com el col·lapse de cabal màssic o l'augment de velocitat i de turbulència.

Després de la validació del codi, aquest ha estat utilitzat per analitzar la influència de l'aixecament d'agulla en una tovera microsac real. Inicialment, s'ha dut a terme un estudi de més de 500 execucions simulant diferents aixecaments d'agulla fixos mitjançant mètodes RANS. En aquest estudi, centrat principalment en les característiques del combustible a la sortida de la tovera i en el desenvolupament de la cavitació, s'ha pogut observar un canvi significatiu en l'aspecte de la cavitació en funció de la posició de l'agulla: per a aixecaments grans, el vapor es desenvolupa al llarg de la part superior de l'orifici, mentre que per a aixecaments petits, la cavitació apareix en el seient de l'agulla i en la part inferior de l'orifici per a contrapressions relativament baixes. Aquest fet té una enorme influència sobre els valors de cabal màssic, de flux de quantitat de moviment i de velocitat efectiva, els quals escassament varien per a aixecaments d'agulla majors de $75 \mu m$.

Posteriorment, els efectes de l'aixecament d'agulla han estat estudiats aplicant mètodes LES. L'ús de Large Eddy Simulation ha proporcionat informació de gran rellevància sobre el flux intern, especialment sobre el desenvolupament de la turbulència i la seva interacció amb el fenomen de la cavitació. Els resultats d'aquest estudi han demostrat que la cavitació afavoreix el desenvolupament de la turbulència, provocant un canvi notable dels nivells de turbulència i de la regió més turbulenta de la tovera en funció de la posició de l'agulla. A més, els resultats han posat en evidència l'existència d'una certa interacció o interdependència entre ambdós fenòmens, ja que la turbulència té al mateix temps importants efectes sobre l'aparència de la cavitació. Aprofundint en el desenvolupament de la turbulència, s'ha observat també un augment significatiu del nombre de vòrtex presents en el fluid i un descens de la seva grandària a mesura que l'agulla descendeix.

Finalment, s'ha analitzat la influència de l'aixecament d'agulla mitjançant malla mòbil, reproduint així el moviment real de l'agulla durant tot el procés d'injecció. Aquest últim estudi ha estat possible gràcies a la modificació del codi i ha estat utilitzat a partir de condicions de contorn proporcionades per un model unidimensional de l'injector creat en AMESim. D'una banda, s'han comparat els resultats obtinguts mitjançant simulacions estacionàries i transitòries, mostrant diferències menyspreables en el càlcul de les característiques del combustible en la sortida dels orificis de la tovera. No obstant això, s'ha detectat un menor volum de combustible en fase vapor en les simulacions transitòries, especialment per a petits aixecaments d'agulla. D'altra banda, s'ha comparat la taxa d'injecció experimental amb la taxa obtinguda en OpenFOAM i AMESim. Aquesta comparació ha permès demostrar el gran potencial de AMESim i el bon comportament de OpenFOAM per predir la taxa d'injecció.