

RESUM: VALIDACIÓ D'UN MODEL DE DINÀMICA DE FLUIDS COMPUTACIONAL PER SIMULAR EL COMPORTAMENT HIDRÀULIC DE FILTRES D'ANELLA

L'objectiu del present estudi és realitzar unes simulacions d'un filtre d'anelles per assimilar-ne el comportament real. Per aconseguir-ho es diferencien dues parts:

La primera consisteix en realitzar uns assajos experimentals en un laboratori del filtre d'anelles real, obtenint així les dades de pèrdues de càrrega entre l'entrada i la sortida. La segona part es basa en definir una metodologia per simular el comportament hidràulic del filtre mitjançant dinàmica de fluids computacional.

Per concloure sobre la validesa dels resultats, es fa una comparativa de les pèrdues de càrrega produïdes en funció de l'augment del cabal d'entrada.

Un filtre d'anelles és un element utilitzat en els sistemes de reg per degoters, en els quals es subministra aigua mitjançant una xarxa de conductes tancats, distribuint-la pel cultiu mitjançant petits orificis anomenats degoters. Per evitar que petites partícules, ja siguin partícules minerals en suspensió, matèria orgànica o precipitats, puguin obstruir aquests orificis. Com bé indica el seu nom, l'element filtrant són un conjunt d'anelles col·locades una sobre l'altre formant un conjunt cilíndric. Aquestes anelles estan constituïdes per un total de 263 canals formats per ranures en la seva superfície, disposades seguint una orientació diagonal en aquesta, contrària a la orientació de la cara de l'anella superior amb la que fa contacte. D'aquesta manera, es produeixen encreuaments entre els canals, en concret, cada canal de l'anella inferior es troba amb 12 interseccions amb els canals de l'anella superior. Aquest fenomen dificulta el pas de les partícules a filtrar i ajuda a distribuir-les al llarg dels diferents canals de les anelles, per així no obstruir fàcilment el pas del fluid.

Aquest conjunt cilíndric format per les anelles es troba a l'interior del filtre, el qual consta d'una connexió d'entrada i una de sortida. Quan el fluid entra, aquest es distribueix per l'exterior de les anelles fins que finalment les travessa. Quan ha sortit dels canals, el fluid surt per el forat interior del cilindre que formen, i es dirigeix cap a la connexió de sortida. El filtre comercial utilitzat per aquest estudi és el filtre d'anelles ARKAL CURT RM. 1" 120 MESH, el qual consta d'un diàmetre d'entrada i de sortida de 25,4 mm.

Per realitzar l'assaig experimental, es connecta una bomba d'aigua a l'entrada del filtre, amb una clau de pas, un comptador de volum i un tub que condueix a un manòmetre, abans que el fluid entri per la connexió d'entrada. En la sortida, es col·loca un altre tub

que condueix al manòmetre, i es fa re-circular el fluid al tanc d'aigua, d'on la bomba l'extreu i torna a iniciar el cicle.

Per realitzar l'assaig, primerament s'obra la clau de pas en la seva posició màxima, deixant així que entri el cabal màxim que permet la bomba al filtre. A partir del comptador de volum, es calcula el temps que tarda en indicar que han circulat 80 litres d'aigua. Amb aquestes dades i amb el diàmetre del conducte, es determina la velocitat d'entrada al filtre. Al mateix moment, es prenen lectures de la pressió d'entrada i sortida del filtre, obtenint així la caiguda de pressió real per aquest cabal determinat.

L'assaig es repeteix 5 vegades tancant lleugerament la clau de pas en cadascun d'ells, obtenint així un valor de cabal d'entrada i de caiguda de pressió diferents.

En la segona part, es configura la simulació per obtenir un comportament similar als assajos experimentals.

El primer pas consisteix en recrear el 3D de la geometria real del filtre amb el programa SOLIDWORKS. Per recrear les anelles, ja que la geometria dels canals és molt petita i podria causar problemes al generar la simulació, es crea una un cilindre massís amb un forat interior, com el que formen el conjunt d'anelles, al qual li donarem certes propietats en la configuració de la simulació per assimilar el comportament filtrant d'aquestes. S'importa la figura al programari ANSYS Design Modeler on, seguint un conjunt d'operacions, podem generar el negatiu de la figura, obtenint així el volum del fluid dins del filtre, diferenciant quina part correspon a l'entrada del fluid fins entrar en contacte amb les anelles, i la sortida del fluid d'aquestes fins l'exterior.

Un cop obtingudes les parts d'entrada i sortida i diferenciades les diverses superfícies de contacte que es generen, es proposen tres discretitzacions diferents de mallat, per posteriorment analitzar els resultats de la simulació. En la primera es busca obtenir el màxim nombre d'elements que permet la versió d'estudiants del programa ANSYS Flow Fluent, el qual permet resoldre les equacions que determinen la dinàmica dels fluids treballant amb volums finits (tècnica CFD de Computational Fluid Dynamics). En la segona s'utilitza el mateix programari però en una versió de recerca, que permet generar un nombre d'elements més elevat. Finalment es fa un mallat més bast que els altres dos, amb molts menys nombres d'elements.

El següent pas consisteix en configurar la simulació per recrear les situacions reals de l'assaig, ja sigui les propietats del fluid, règim de treball, condicions de contorn, etc.

En aquest apartat s'ha de determinar el comportament filtrant de les anelles. Es realitzen una sèrie de càlculs a partir de la geometria de les anelles, per determinar quines són

les pèrdues de càrrega que s'hi produeixen en funció del cabal d'entrada. Aquests cabals són els mateixos que s'han utilitzat en l'assaig experimental.

Un cop obtinguts els resultats, s'assimila l'equació de les pèrdues de càrrega en funció del cabal d'entrada amb l'equació potencial que utilitza el programari ANSYS Fluid Flow Fluent per caracteritzar un medi porós, determinant el valor dels coeficients C_0 i C_1 .

Es generen les 5 simulacions per a cada discretització, utilitzant la velocitat corresponent als cabals d'entrada obtinguts en la simulació i les pressions de sortida per cada cabal. Establim que el programa generi un total de 1000 iteracions, de les quals prendrem la mitjana del valor de les 50 últimes com a valor final.

El programa també ens permet extreure imatges de la distribució de la pressió a l'interior del filtre, així com la trajectòria que segueix el fluid i la velocitat d'aquest en diferents punts de l'interior.

Distingim així dos tipus de resultats, els qualitius i els quantitius.

Els qualitius ens permeten observar com és el comportament de la simulació. Aquesta ha permès recrear exitosament el comportament del fluid a l'interior del filtre, tant en els recorreguts com en les velocitats i pressions. Com s'ha pogut analitzar en els resultats, les diferències de pressió augmenten a mesura que augmenta el cabal d'entrada, de la mateixa manera que ens ha permès aprofundir en el comportament del fluid a l'interior del filtre, veient que les anelles no filtren uniformement el fluid, sinó que aquest tendeix a accedir primer a través de les anelles inferiors, igual com s'ha pogut observar que el fluid es dispersa en entrar al filtre i no totes les partícules de fluid segueixen les mateixes trajectòries, generant així diferents turbulències. Tot i així, totes traspassen a través de les anelles filtrants i segueixen de forma exitosa el recorregut esperat fins la sortida del filtre.

El segon tipus de resultats són els quantitius, els quals ens han servit per comparar, primerament, les tres discretitzacions diferents utilitzades i, posteriorment, fer una comparació amb els valors de l'assaig experimental. Per fer-ho ens hem basat en analitzar els valors de pèrdua de càrrega obtinguts.

En la comparació de les diferents discretitzacions hem pogut comprovar com els resultats obtinguts són similars per totes, de la mateixa manera que s'ha pogut mostrar com els resultats de la discretització que utilitza més nombre d'elements és la que té un millor ajustatge envers les altres, tot i que el comportament segueix essent el mateix.

Finalment, en la comparació dels resultats experimentals amb els de les simulacions s'ha pogut observar com el comportament no és del tot assimilable en ambdós casos. S'ha observat com el comportament experimental del filtre no és del tot lineal, sobretot en cabals alts. En el cabal més baix existeix una diferència màxima del 13%, mentre que en la velocitat més alta és del 35%. Un dels causants de la diferència son les turbulències que es generen a l'interior del filtre, fent que no totes les anelles del filtre treballin per igual, ja que el fluid té tendència a incidir en les de la part inferior, produint així irregularitats en l'element filtrant.

Un altre causant en la discordança dels comportaments és la determinació dels paràmetres C_0 i C_1 . Aquests han sigut determinats a partir del càlcul de les pèrdues de càrrega degudes a la geometria de les anelles filtrants, però al fer-ho s'ha tingut en compte que aquests coeficients serien constants al llarg de la variació del cabal, ja que és la suposició amb la que treballa per defecte el programari ANSYS.

S'ha representat quines pèrdues de càrrega s'obtidrien per diferents valors dels paràmetres C_0 i C_1 , obtenint així dos opcions en que tots els resultats es troben dins el marge d'error de les lectures experimentals, però igualment es segueixen basant en una suposició de paràmetres constants a mesura que augmenta el cabal.

Podem concloure de l'estudi que l'equació que utilitza el programari ANSYS per assimilar les pèrdues de càrrega de les anelles no és la idònia, ja que no representa el mateix comportament que tenen aquestes, observades en assaig experimental.

Per obtenir millores, s'hauria d'utilitzar una bomba amb més potència per poder realitzar assajos experimentals amb cabals més elevats, obtenint així més informació de quin comportament té el filtre en aquests.

En referència a la simulació, no es pot acceptar com a vàlida la representació que fa de les pèrdues de càrrega per defecte, sinó que s'hauria de determinar manualment quina és a partir de la realització d'assajos experimentals amb més dades de cabals elevats.