



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Gr. Eng. Mecànica

Títol: Estudi de l'efecte de la canalització d'aire en la propagació de flames sobre combustibles sòlids

Document: Resum

Alumne: Adrià Carmona Esparraguera

Director/Tutor: Toni Pujol Sagaró

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Mecànica de Fluids

Convocatòria (mes/any): Juny 2013

RESUM DEL TREBALL

La combustió és un fenomen sobre el qual s'han realitzat nombrosos estudis. La seva naturalesa variable i difícil de predir és un dels motius pels quals avui dia encara és un tema d'actualitat i en el qual queden incògnites per resoldre. Cada any es produeixen incendis i altres accidents relacionats amb la combustió, alguns d'ells amb conseqüències fatals. Els avanços en la investigació de les causes per les quals s'han produït aquests accidents poden ajudar, en el futur, a evitar que es repeteixin o bé a reduir-ne la magnitud. Un dels temes d'estudi de la combustió és la propagació de flames en combustibles en estat gasós, en estat líquid o, com és el cas que tracta aquest treball, combustibles sòlids.

CONTEXT

La propagació de la flama en combustibles sòlids està condicionada per diversos factors, com són el material i les característiques geomètriques del sòlid, l'angle d'inclinació, la pressió atmosfèrica, la concentració de gasos en l'atmosfera i altres factors com per exemple la canalització de la flama i del flux de gasos al seu voltant. Aquest estudi parteix dels resultats obtinguts en estudis similars en els quals s'ha estudiat la propagació de la flama en funció de la inclinació de la mostra i de la canalització de la flama (Drysdale et al., 1992; Yajue Wu et al., 1996; James G. Quintiere, 2001; Laura Pou, 2012).

OBJECTIUS

L'objectiu d'aquest treball és, per una banda, profunditzar més en l'estudi de la propagació en sentit descendent de la flama sobre combustibles sòlids tèrmicament primers, paper de cel·lulosa en aquest cas, variant les condicions de concentració d'oxigen en l'atmosfera, inclinació de la proveta i canalització de la flama. Per altra banda, també es vol tenir el control de la pressió i la temperatura per tal d'assegurar al màxim la fiabilitat i la repetibilitat dels experiments. Per a la canalització de la flama s'han estudiat tres casos: un cas no canalitzat, un de parcialment canalitzat i un tercer totalment canalitzat.

DISPOSITIU EXPERIMENTAL

Els experiments s'han realitzat a l'interior d'una cambra de combustió cilíndrica inclinable que permet realitzar el buit i controlar des de l'exterior de la cambra els diversos sistemes que influeixen en la ignició i la propagació de la flama a l'interior, com són la concentració de gasos, la mescla d'aquests o la pressió interna. Cada experiment s'ha gravat amb una càmera de vídeo per tal de poder analitzar els resultats posteriorment.

MODIFICACIONS

La cambra ha requerit una sèrie de modificacions per tal d'adaptar-la al tipus d'experiments que s'han fet o que es té previst fer en el futur en la mateixa línia d'estudi, com són un parell de miralls per observar la flama des del lateral, un sistema de mesura de la temperatura de la flama amb termoparells, un sistema per a la canalització de la flama i altres elements per subjectar els miralls i la proveta i per millorar la visibilitat i la seguretat durant la realització dels experiments.

METODOLOGIA

Dins el projecte s'explica amb detall la metodologia que s'ha seguit a l'hora de realitzar cada un dels experiments, des de la preparació de la proveta i l'atmosfera de l'interior de la cambra fins a la gravació i control dels paràmetres de cada prova.

EXPERIMENTS

S'ha realitzat un total de 80 experiments, per inclinacions de 90, 35, 20 i 10 graus respecte del terra i concentracions d'oxigen del 22, 25, 30, 50 i 100%. L'alçada de les parets en el cas semi-canalitzat i en el canalitzat és constant i de 20mm, en les dues cares de la proveta, i l'amplada de la proveta és sempre de 40mm. Cada cas experimental s'ha realitzat tres vegades, per millorar la precisió dels resultats i evitar conclusions errònies.

RESULTATS

Després d'analitzar els diferents experiments i anotar els diferents paràmetres de la flama i el seu desplaçament al llarg de la proveta, s'ha utilitzat la informació recopilada de cada un dels casos per comparar-los i obtenir els diversos gràfics de posició en funció del temps, velocitat de propagació en funció de l'angle d'inclinació i la concentració d'oxigen, longitud de piròlisi també en funció de l'angle i la concentració d'oxigen i, finalment, velocitat de propagació i longitud de piròlisi en funció de l'angle d'inclinació i el tipus de canalització de la flama. També s'han pogut observar diferents efectes durant la propagació de la flama, com són l'aparició de rotlles de cendra, fluctuacions de la flama i la variació de la proporció estequiomètrica a dins de la flama.

CONCLUSIONS

Finalment, a partir dels resultats dels assajos i dels estudis previs, es pot concloure que:

- a) La velocitat de propagació de la flama es manté constant al llarg de tot el recorregut, sense tenir en compte la zona d'ignició i la zona final.
- b) La variació de la inclinació de la proveta influeix en la velocitat de propagació de la flama, amb una variació poc significativa entre els 90 i els 35 graus d'inclinació i augmentant considerablement entre 35 i 0 graus fins arribar a la velocitat màxima quan la proveta es troba en posició horitzontal.
- c) Un augment en la concentració d'oxigen dóna lloc a un increment en la velocitat, mantenint l'estabilitat entre 90 i 35° i amplificant el creixement per menys de 35°. La corba teòrica i les dades experimentals difereixen en la concentració mínima per assegurar la propagació de la flama. La corba teòrica dóna un model més ideal, on l'únic cas on no hi ha propagació és quan no hi ha comburent, mentre que a la realitat la corba tendeix a una velocitat nul·la per concentracions d'oxigen superiors.
- d) La inclinació de la proveta i la concentració d'oxigen influeixen en la variabilitat dels resultats, amb variacions significatives en concentracions d'oxigen superiors al 30%.
- e) La longitud de piròlisi també s'incrementa amb l'augment de la concentració d'oxigen i la inclinació de la flama.
- f) La canalització de la flama, tant parcial com total, disminueix la velocitat de propagació en comparació amb el cas no canalitzat.

- g) La formació de cendres influeix en la convecció natural dels gasos, causada principalment per la variació de la densitat entre els gasos escalfats per la combustió i els gasos a temperatura de la cambra.
- h) L'augment de la concentració d'oxigen comporta un creixement de la flama i de les fluctuacions, però també redueix l'aparició de rotlles de cendra.