

MODELUL DEZVOLTĂRII SPAȚIALE ȘI FENOMENELE INCENDIULUI DECLANȘAT ÎNTR-UN SPAȚIU LIMITAT

Autori: Efim OLARU, Petru UNGUREAN

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: Incendiul declanșat într-un spațiu limitat se poate dezvolta într-o multitudine de feluri, extrem de variate. Dezvoltarea incendiului și fenomenele care îl însoțesc sunt dependente de tipul, suprafața și cantitatea de materiale combustibile, de configurația spațiului și modul de ventilare a spațiului incendiat. În lucrare este făcută o analiză succintă a variantelor de dezvoltare a incendiului și a fenomenelor care se pot manifesta în cazul incendiului limitat în spațiu.

Cuvinte cheie: incendiu, gaze de ardere, focar, amprentă a incendiului, dezvoltare spațială, flashover, saturație cu oxigen, backdraft, propagare a incendiului.

Orice incendiu urmează, în primele faze, un model de dezvoltare spațială după anumite reguli generale, fapt determinat de proprietățile substanțelor și materialelor care ard. Cunoașterea acestui model permite identificarea mai rapidă a amprentei incendiului. Funcție de configurația incintei și de prezența și amplasarea materialelor combustibile pot fi evidențiate și unele variante mai frecvente de dezvoltare, precum și fenomenele care se pot manifesta în cazul declanșării unui incendiu în spațiu limitat. Printre cele mai importante, se pot enumera următoarele:

a) în zona focarului arderea durează mai mult decât în spațiile învecinate și deseori cu o intensitate mai mare. Prin urmare, focarul inițial v-a prezenta de obicei urme de solicitări termice mult mai puternice decât spațiile învecinate. În acest caz pot exista următoarele variante:

- la aceeași distribuție de materiale combustibile, condițiile locale influențează puternic arderea fie spre intensificare (ventilare puternică a spațiului, prezența unor materiale ce degajă oxigen sub acțiunea căldurii sau cu potențial termic ridicat ș.a.), fie spre reducerea procesului, în spațiile izolate de mediu;

- dacă în alte zone în care a avut loc propagarea incendiului există un aport mai mare de aer proaspăt și/sau o cantitate mai mare de materiale combustibile decât în focar, este posibil ca arderea să scadă din intensitate sau să înceteze, iar în aceste zone procesele de ardere să continue un timp îndelungat și cu intensitate mai mare provocând degradări mai profunde decât cele din focar;

- la propagarea incendiului prin canale verticale de conducte, puțuri de lift, casa scârilor, ghene ș.a., tirajul puternic format atrage flăcările și gazele fierbinți spre partea superioară a acestora, unde efectele arderii sunt mai puternice, în timp și, la bază, unde este situat focarul, arderea este redusă sau chiar încetează;

- conductivitatea termică mare a unor metale favorizează aprinderea materialelor combustibile din alte incinte decât focarul (propagarea prin țevi, conducte ș.a.), generând incendii cu manifestări mai violente decât în încăperea inițială;

- în cazul instalațiilor de transport pneumatice sau asemănătoare, urmele sunt egale pe tot traseul datorită condițiilor de ardere similare;

- dacă pereții și planșeele au elemente combustibile cu goluri, incendiul se poate propaga ascuns în interiorul acestora, deseori fără semne exterioare vizibile, putând prezenta degradări tehnice intense la distanță de focarul inițial;

- existența a două sau mai multe zone independente cu urme de ardere mai puternice indică de regulă rezultatul unei acțiuni intenționate, dar nu trebuie exclusă posibilitatea unei propagări a incendiului pe cale naturală.

b) datorită greutateii specifice mai mici decât a aerului gazele de ardere și fumul au o tendință naturală de propagare ascendentă. Ca urmare, incendiul tinde totdeauna să se propage de jos în sus, căutând configurații constructive asemănătoare coșurilor, deoarece în asemenea locuri dezvoltarea ascensională a proceselor de ardere este favorabilă. În general, intensitatea arderii este mai mare în casele de scări, puțuri, goluri din interiorul pereților și alte construcții similare, decât în alte părți ale construcției. Forma de dezvoltare spațială este de con cu vârful în jos localizat în focar. Unghiul diedru al conului este direct proporțional cu mărimea suprafeței incendiului și cu intensitatea acestuia.

Deplasarea gazelor de ardere și a fumului într-o clădire este greu previzibilă și complexă, depinzând de factori cum ar fi: presiunea și temperatura aerului din interiorul și exteriorul clădirii, efectul de coș (tirajul), viteza vântului, geometria clădirii cu barierele sale (pereți, perdele), precum și ventilația mecanică și naturală (luminatoare, ferestre exhaustoare etc.). În asemenea situații sunt posibile următoarele variante:

- în situația în care în încăperea au loc mișcări orizontale ale aerului cu viteze mai mari decât viteza de convecție a gazelor de ardere sau în cazul neomogenității atmosferei din încăperea (cu temperatura straturilor superioare mai ridicată) în faza inițială, conul de fum și gaze de ardere nu ajunge la nivelul plafonului și se împrăștie rapid pe orizontală;

- în cazul arderilor mocnite (bumbac, lemn ș.a.) generarea căldurii și a fumului este lentă, iar deplasarea particulelor de fum în spațiu are loc prin difuzie, repartizându-se uniform în întreaga încăpere. Are loc o stratificare a fumului în straturile cu temperaturi descrescătoare către părțile inferioare fără a provoca degradări termice masive;

- în cazul mișcărilor provocate ale aerului (sistem de climatizare, instalație de ventilație) deplasarea fumului și a gazelor de ardere urmează traiectoria și viteza curenților de aer;

- de la forma de con răsturnat a amprentei incendiului face excepție și cazul în care arderea a cuprins de la început o suprafață mare (de exemplu, aprinderea unui lichid răspândit, intenționat sau nu, pe pardoseală). Asemenea situații duc la efecte ample de solicitare tehnică la mică înălțime deasupra pardoselii (termodegradare puternică a materialelor dintr-o zonă mai intensă, urmele de ardere a acestora încep imediat deasupra pardoselii);

c) aprinderea inițială evoluează spre incendiul dezvoltat numai dacă deasupra flăcării inițiale ascendente se găsesc materiale combustibile în cantitate suficientă pentru creșterea volumului proceselor de ardere. În caz contrar, de regulă, după consumarea primului material aprins, arderea va înceta. Propagarea laterală este minimă la nivelul la care s-a produs inițierea arderii deoarece, în primul rând, preîncălzirea necesară pentru inflamarea materialelor combustibile se face greu, gazele fierbinți având mișcare ascendentă, iar în al doilea rând - datorită greutateii specifice mai mari, afluxul aerului proaspăt și rece spre focar se face la baza flăcării, la nivelul pardoselii, cu efect de răcire (de aici rezultă și forma de pană a amprentei incendiului).

În asemenea situații pot avea loc următoarele variante de propagare a incendiului:

- abaterea flăcării de la direcția ascendentă se poate datora existenței unor curenți laterali (tiraj sau vânt) suficient de puternici sau prezenței unor curenți de aer, orientați de sus în jos care, uneori, pot să împingă flăcările în aceeași direcție. Arderea coboară spre nivelurile inferioare cu condiția prezenței materialelor combustibile pe această nouă direcție de propagare;

- dacă deasupra focarului se află obstacole ce împiedică ascensiunea produselor de ardere (planșee, tavane, acoperișuri) evoluția incendiului se modifică, dezvoltarea în sus transformându-se într-o propagare laterală rapidă;

- dacă în deplasarea laterală sub tavane, planșee etc., gazele fierbinți întâlnesc pereți, diafragme sau alte obstacole verticale, gazele se acumulează sub tavan, formând la partea superioară a încăperii un strat fierbinte a cărui grosime crește treptat și influențează materialele aflate la nivelul său. Imediat ce gazele întâlnesc pe suprafața obstacolului un gol neprotejat prin care pot trece, propagarea verticală re apare, însoțind sau chiar înlocuind propagarea laterală;

- propagarea laterală sau de sus în jos a incendiului poate fi favorizată și amplificată de prezența unor acoperiri ale pereților (tapet, vopsea, lacuri, tratamente ignifuge, adezivi ș.a.). În asemenea situații amprenta teoretică poate fi modificată apreciabil. Vopselile și lacurile având în componență solvenți inflamabili contribuie la o propagare rapidă pe toate suprafețele acoperite. Tratamentele ignifuge au efect contrar, dirijând flacăra spre porțiunile neprotejate. Adezivii pentru diferite îmbinări ale plăcilor lemnoase pot fi fie combustibili, fie afectați de căldura , provocând deschideri care accelerează viteza flăcărilor. Cazurile respective sunt relativ ușor de sesizat din urmele găsite sau din informații suplimentare.

d) propagarea laterală a incendiului se produce până la limita spațiului cu mediul înconjurător, cu o viteză mare atunci când există un obstacol pe direcția ascensională. Astfel incendiile de tavan tind să predomină întotdeauna într-o clădire, deoarece flacăra întâlnind tavanul nu poate să mai crească și gazele fierbinți atacă orice element combustibil al tavanului și va prezenta urme de degradare accentuată. În asemenea situații pot avea loc următoarele variante:

- dacă pereții sunt mai subțiri sau din materiale combustibile pot arde și transmite incendiul în încăperea alăturată fie prin fisuri, apoi deschideri din ce în ce mai largi și în final distrugerea completă a peretelui;

- prin propagarea indirectă, adică transmiterea căldurii prin conducție, fețele neexpuse încălzindu-se până când materialele ușor combustibile cu care sunt în contact (materiale textile, plastice ș.a.) sunt aduse la temperatura de aprindere spontană, intrând la rândul lor în combustie.

e) având în vedere tendința de propagare ascensională a incendiului toate focarele de ardere situate la partea de jos a spațiului investigat trebuie depistate și analizate ca posibile focare de inițiere a incendiului. În numeroase cazuri, acestea sunt situate chiar la nivelul pardoselii.

Incendiul prezintă prin sine un proces fizico-chimic complicat, care include pe lângă ardere și fenomenele de schimb de masă și căldură care se dezvoltă în timp și spațiu. Aceste fenomene sunt reciproc legate și sunt caracterizate de parametrii incendiului: viteza de ardere, temperatura incendiului etc., precum și de un șir de condiții, multe din care poartă un caracter întâmplător.

Fenomenele schimbului de masă și căldură sunt numite fenomene generale, caracteristice pentru orice incendiu indiferent de proporțiile acestuia și locul izbucnirii. Doar lichidarea arderii poate duce la oprirea acestora. În timpul incendiului procesul de ardere este necontrolat, un interval de timp suficient de mare, de către om. Rezultatul acestui proces sunt pagubele materiale considerabile, iar în multe cazuri și jertfele umane.

Fenomenele generale pot conduce la apariția unor fenomene particulare, de așa natură, care se pot sau nu produce în cazul incendiilor. La aceste fenomene sunt atribuite: exploziile, deformarea și prăbușirea aparatelor și instalațiilor tehnologice, prăbușirea elementelor de construcție.

Apariția și desfășurarea fenomenelor particulare, este posibilă doar când la incendiu s-au creat anumite condiții favorabile pentru aceasta. Astfel, deformarea și prăbușirea elementelor de construcție are loc doar la o durată considerabilă a incendiului; exploziile – în cazul aparatelor sub presiune cu gaze sau lichide combustibile ș.a.

Printre fenomenele speciale care se pot produce în cazul incendiilor într-un spațiu limitat trebuie menționate „flashoverul”, „saturația cu oxigen” și „backdraftul”.

Flashoverul. Focul într-un spațiu limitat poate să continue să crească prin creșterea ratei de combustie, intensificarea flăcărilor sau aprinderea altor materiale combustibile adiacente, conducând către creșterea temperaturii din stratul superior, având ca rezultat radierea materialelor combustibile din interior și aprinderea acestora la o anumită perioadă de timp. Această tranziție de la arderea unor obiecte combustibile localizate către arderea tuturor materialelor combustibile din încăpere are o perioadă foarte scurtă de timp și este caracterizată de o creștere sporită a ratei totale de energie eliberată. Această tranziție de la faza de creștere a incendiului la faza de ardere generalizată este numită flashover. Incendiul, așadar, poate să treacă imprevizibil printr-un salt aproape instantaneu de la o stare relativ blândă către o stare cu o putere impresionantă de distrugere.

În figura 1 se prezintă curba generalizată, caracteristică pentru un incendiu, în care se indică perioada de producere a flashoverului. Linia continuă reprezintă incendiile bine ventilate (oxigen în cantitate suficientă pentru necesarul arderii), iar linia întreruptă reprezintă incendiile cu oxigen epuizat, insuficient pentru o ardere completă și o dezvoltare normală, în care printr-un aport de aer la un moment dat se poate reveni către o ardere ascendentă.

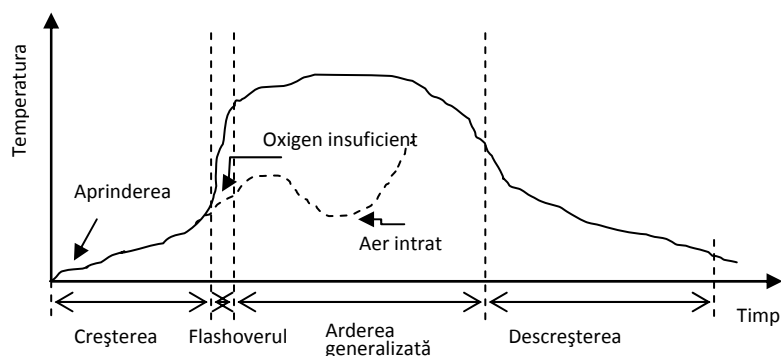


Fig. 1. Variația de temperatură în raport cu timpul pentru un incendiu compartimental idealizat.

Saturația cu oxigen. În cazurile incendiilor din spații fără deschideri sau cu deschideri relativ mici, unde există o acumulare progresivă de fum, stratul de fum înaintează spre partea inferioară a încăperii către focar, limitând alimentarea acestuia cu oxigen și având ca rezultat diminuarea arderii și reducerea fluxului de

energie eliberată (descreșterea temperaturii). Cu toate acestea piroliza materialelor cuprinse de incendiu continuă datorită căldurii acumulate în interiorul spațiului, cauzând degajări semnificative de gaze nearse ce se acumulează în interior. Crearea unor goluri în spațiul incendiat (spargerea unui geam sau deschiderea unei uși) permite evacuarea gazelor fierbinți acumulate și admisia aerului proaspăt în încăperea prin acele goluri, având ca rezultat reluarea creșterii progresive a incendiului.

Backdraftul. În cazul cel mai rău, când se acumulează o cantitate periculoasă de gaze nearse și se produce un aport spontan de aer proaspăt în încăperea incendiată în prezența unei surse de aprindere (exemplu: jarul mocnit), are loc o aprindere instantanee a amestecului inflamabil format din gazele nearse și aerul pătruns în interior cu o expansiune termică destul de puternică în zona de amestec, ce este formată imediat datorită căldurii concentrate, degajate din ardere. Această explozie sau aprindere foarte rapidă a gazelor din interior, ce se manifestă prin deschiderea creată, reprezintă fenomenul de backdraft și poate fi extrem de periculoasă pentru pompierii ce intervin la stingerea incendiului.

Așa dar, în cazul incendiilor se petrec diverse fenomene, reciproc legate unele de altele. Ele se desfășoară în baza unor legi fizico-chimice și social-economice generale, sunt caracterizate de parametri coresponzatori, cunoașterea cărora permite determinarea caracteristicilor cantitative a fiecărui fenomen, necesare pentru evaluarea calitativă a situației care s-a stabilit la incendiu (formularea concluziei în baza generalizării și analizei datelor despre fenomenele care însoțesc incendiul) și alegerea soluției optime pentru stingerea incendiului.

Bibliografie:

1. *E. Olaru, M. Capră.* Tactica de intervenție la incendii, (partea I). Ciclu de prelegeri. Chișinău, U.T.M., 2009.
2. *O. Susan, V. Panaitescu, C. Țuleanu, D. Lazăr.* „Studiul fenomenului de flashover”. A IX-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională – „Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”, AGIR, Știință și Inginerie, ISBN 978-973-720-246-8, vol. 15, pg. 333 - 340, Sebeș – Alba, 5-6 iunie 2009.
3. *O. Susan.* Contribuții privind evacuarea fumului din clădiri incendiate. Teză de doctorat. București, 2010.