

FENOMENE TERMICE SPECIALE LA INCENDIU

Mihail CAPRĂ, Galina CAPRĂ

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În prezentul articol sunt descrise procesele în condițiile unui incendiu, când parametrii incendiului și specificul construcțiilor pot provoca apariția unor fenomene termice speciale cunoscute ca flashover, backdraft și roll-over în toate variantele sale, ținând cont de sarcina incendiară și debitul de oxigen necesar procesului de ardere.

Cuvinte cheie: incendiu, faze de ardere, piroliză, flashover, backdraft, roll-over, smoke explosion, auto-ignition.

Componentele decisive în cazul declanșării și dezvoltării unui incendiu, le constituie timpii de siguranță și timpii operativi de intervenție. Depistarea la timp a factorilor de inițiere a incendiului, sosirea la timp a formațiunii de pompieri și salvatori, localizarea și lichidarea incendiului, la modul general depinde de responsabilitatea factorului uman, de gradul și corectitudinea dotării construcțiilor și instalațiilor cu sisteme automate de detecție și alarmare, de starea tehnică a acestora și a declanșatoarelor manuale, de starea sistemului de comunicare cu Centrul Automatizat de Dirijare Operativă, de starea traficului la deplasarea formațiunii de pompieri și salvatori și alte aspecte.

Este important, ca sosirea formațiunii de pompieri și salvatori, localizarea și lichidarea incendiului să se efectueze în fazele inițiale a dezvoltării incendiului (faza de ardere lentă și activă). Acest aspect ar reduce considerabil evitarea jertfelor umane și a pierderilor de bunuri materiale. Timpul acestor faze constituie 10 min., după care incendiul se generalizează considerabil. În acest context, este important să se abordeze care sunt condițiile favorabile și nefavorabile privind dezvoltarea și fenomenele termice speciale ale incendiului?

Condițiile favorabile includ aportul suplimentar de aer spre focar și evacuarea gazelor fierbinți, a fumului prin elementele de îngrădire (pereți, deschideri, goluri tehnologice), iar condițiile nefavorabile, conduc la acumularea stratului de fum, a gazelor fierbinți în partea superioară a încăperii etc. În favoarea ideii expuse, putem menționa, că condițiile nefavorabile de dezvoltare a incendiului, regroupează în sine toate fenomenele care conduc la regresie, adică spre diminuarea puterii de ardere. În viziunea noastră, condițiile favorabile și nefavorabile la studierea fenomenelor termice ale incendiului, se pot modifica în funcție de: gradul de asigurare a schimbului de aer; de majorarea sau reducerea suprafeței incendiului; de pierderile de căldură prin pereți; de nivelul de creștere a radiațiilor calorice emise de stratul de fum și alte aspecte.

Pentru o abordare aprofundată privind fenomenele termice speciale la incendiu, în rândurile de mai jos vom puncta succint fazele de dezvoltare a unui incendiu: inițierea arderii (faza lentă); dezvoltarea arderii (faza activă); arderea generalizată și regresia.

La etapa dezvoltării incendiului, cantitatea de căldură degajată crește considerabilă, fapt ce conduce la majorarea progresivă a temperaturii în încăperea. În același timp, volumul de fum format în rezultatul arderii, este din ce în ce mai însemnat și, corespunzător se acumulează în partea superioară a spațiului incendiat. Fumul, prin componentele și proprietățile sale, constituie o nouă sursă de combustibil în ecuația dezvoltării incendiului, de aceea toate obiectele și suprafețele care vin în contact cu căldura degajată prin radiație și conducție, se încălzesc și, corespunzător se aprind. Etapa de dezvoltare a incendiului constituie momentul cel mai instabil al evoluției unei arderi. Această fază, a cărei durată variază, poate fi amplificată de următorii factori: gradul de afânare, divizare sau granulozitate al materiei sau substanței combustibile; gradul de distribuire a materialelor și a substanțelor în încăperea; regimul termic; prezența deschiderilor, numărul și poziția lor.

Analizând acești factori din perspectiva cercetării fenomenelor speciale, putem desprinde ideea, că anume ei condiționează viteza de ardere. Conform definiției, viteza de ardere reprezintă cantitatea de material sau substanță combustibilă care arde într-o unitate de timp de pe o unitate de suprafață sau volum. Pentru aceeași masă de produs combustibil, viteza de ardere depinde de raportul suprafață/volum, de forma geometrică a materialului, de amplasarea lui în spațiu, de temperatură etc. Spre exemplu, hainele împăturite ard cu mult mai încet decât cele așezate pe umerase, iar revistele ard mai rapid decât tapetele de pe pereți. De aceea, temperatura ca parametru al incendiului, se dublează la fiecare creștere aproximativ cu 10 °C. În cazul unui incendiu de încăperea, temperatura atinge valoarea de 600 °C după 5 minute, iar dacă incendiul se produce în casa scării, pentru aceeași perioadă de timp, temperatura poate atinge valoarea de 1200 °C.

Faza de ardere generalizată reprezintă etapa cea mai importantă în dezvoltarea incendiului. La această etapă are loc arderea a 90 % din cantitatea de materiale combustibile, iar intensitatea și riscul de propagare sunt maxime. Fără aport de oxigen și de combustibil nou, incendiul declanșat intră în faza de regresie. Deci, putem menționa, că arderea generalizată este consecința manifestării unui fenomen termic special denumit flashover, adică arderea bruscă al tuturor gazelor combustibile acumulate în interiorul încăperii.

Principalele tipuri de incendii cu care se confruntă serviciul de pompieri și salvatori, sunt cele produse în clădiri sau în spații închise. Astfel, utilizarea materialelor și substanțelor sintetice în construcții, a cămeșilor protectoare pentru construcții realizate din materiale izolante termice etc., influențează considerabil modul de desfășurare al incendiilor și, corespunzător complică lucrările de intervenție. În această ordine de idei, este oportun a descrie aspectele praxilogice a fenomenelor termice posibile provocate în timpul unui incendiu. În condițiile unui incendiu, aceste fenomene sunt caracterizate de următoarele aspecte (Fig.1): stratificarea fumului și radiația inițială; amplificarea radiației; apariția efectului roll-over; apariția efectului flashover; apariția efectului smoke explosion - explozia fumului cenușiu; apariția efectului rich flashover; explozia fumului negru.

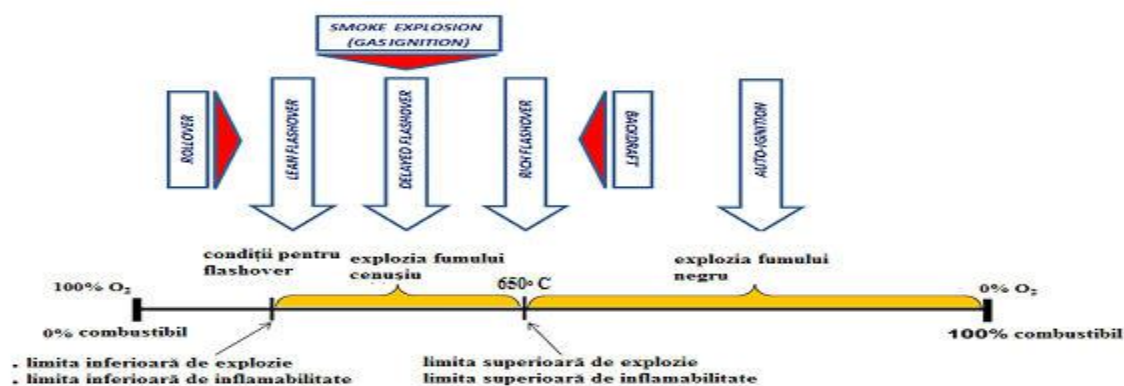


Fig. 1 Condiții pentru efectul flashover în raport cu concentrația de oxigen în aer

Stratificarea fumului și radiația inițială. Incendiul se dezvoltă, iar aportul de mediu oxidant, generează o combustie completă. Energia eliberată de focarul incendiului este absorbită de către suprafețele încăperii, aspect ce conduce la o creștere considerabilă a temperaturii în încăpere. Fumul și gazele fierbinți se acumulează prin convecție în partea superioară, sub tavan. Volumul de fum degajat se stratifică după algoritmul: straturile mai calde se acumulează în partea de sus, iar straturile mai reci în partea de jos al încăperii. Creșterea temperaturii în încăpere, transformă pereții și straturile de fum în elemente radiante, care la rândul său emit căldura spre centrul încăperii.

La etapa de *amplificare a radiației*, combustibilul fiind încălzit, se transformă în gaze de piroliză, provocând degajarea suplimentară de monoxid de carbon (CO), a cărui volum devine extrem de inflamabil. În consecință, în straturile de fum, apar flăcări minuscule, fiind denumite "*îngeri dansatori*".

Apariția fenomenului roll-over. Flăcările ce se îndreaptă în partea superioară, spre tavan, se intensifică în rulouri, iar stratul de fum se îngroașă în straturi, și coborându-se în jos, conduce la umplerea cu gaze aproape tot volumul incendiat. Situația provocată enunță apariția fenomenului *roll-over*, când obiectele și suprafețele din încăpere ating temperatura de autoinflamare.

Fenomenul flashover. La temperatura de 600 °C se produce un flashover ce dezvoltă o putere calorică de la 3 MW până la 7 MW și incendiul, trece brusc din faza de ardere activă în faza de ardere generalizată. Acest fenomen se explică prin faptul, că volumul încăperii se află în flăcări pe o durată de timp considerabilă, iar temperatura mediului inflamabil poate atinge valori de peste 1000 °C.

Incendiul fiind concentrat în partea superioară a volumului încăperii, convențional transformă încăperea într-un mediu periculos, care implică următoarele riscuri: *amenințarea vieții pompierilor și salvatorilor, precum și a persoanelor; destabilizarea dispozitivelor de salvare și intervenție; propagarea incendiului.*

Apariția fenomenului smoke explosion se explică prin faptul că, la ardere produsele de piroliză, denumite *fum sur*, fiind saturate cu gaze, pot să se acumuleze în afara spațiului incendiat, unde se poate amesteca cu oxigenul din aer. În aceste condiții la apariția sursei de aprindere, (spre exemplu, scânteii de la materialul incendiat), se va provoca aprinderea acestui amestec. Dacă amestecul va fi aproape de concentrația maximă de explozie, atunci în mod inevitabil se va produce o explozie atingând valori maxime, fiind urmată și de deteriorări distructive. În cadrul acestei abordări, principalele caracteristici privind apariția fenomenului *smoke explosion* sunt: *riscul exploziei fumului în încăperile adiacente celei incendiate; în încăperile respective, amestecul de gaze combustibile foarte bine se amestecă cu aerul, factorul care lipsește, fiind sursa de*

aprinde; eliberarea bruscă a căldurii și creșterea flăcării apărute în amestecul de gaze, favorizează dilatarea la valori cu mult mai mari, decât în cazul fenomenelor *flashover* și *backdraft*; sursa de aprindere a amestecului respectiv, poate crea o presiune joasă.

Fenomenul *backdraft* poate apărea în condițiile unui incendiu, definit ca un accident termic, care poate fi provocat în următoarele condiții: *volum închis sub presiune (izolarea încăperii)*; *combustie incompletă (amplasarea substanțelor combustibile)*; *căldură considerabilă*; *amplasarea și dimensiunile golurilor (fisurarea elementelor compartimentului de incendiu)*.

Fenomenul menționat cuprinde următoarele etape importante: *dezvoltarea incendiului într-un volum închis; diminuarea progresivă a oxigenului; suprapresiunea în volumul respectiv; apariția backdraft-ului*.

Este suficient cel puțin de o fisură sau o mini deschidere în elementele compartimentului incendiat, pentru ca amestecul de combustibil dozat cu oxigen, să intre din nou în zona de inflamabilitate. În rezultatul contactului cu focarul, se poate produce o explozie violentă. În acest caz, toate încăperile se aprind instantaneu, datorită presiunii efective dezvoltate. De aceea, în comparație cu fenomenul *flashover*, fenomenul *backdraft* reprezintă în sine o acțiune momentană. Factorul cheie în apariția acestui fenomen îl reprezintă pătrunderea oxigenului, iar în cazul efectului *flashover*, rolul important îl joacă temperatura - aspect demonstrat prin creșterea nivelului radiației termice.

În mediul format din gaze de piroliză (produse de ardere și mediul oxidant), arderea se dezvoltă foarte rapid. Produsele fierbinți ale pirolizei se coboară sub nivelul flăcării și se amestecă cu stratul de aer. În momentul respectiv, există o diferență mare între viteza de ardere a amestecului, de aceea suprafața de incendiere se mărește. Cu cât cantitatea de fum este mai mare, cu atât mai repede fumul va ieși prin gol în exterior. Prin aceasta se explică, că efectul *backdraft* va fi foarte puternic, mai ales la producerea inflamării, când fluxul de aer reflectat de peretele din spate, se mișcă spre golul tehnologic. De aceea cu cât golul va fi mai mic, cu atât mai mult va crește presiunea. Diferența între efectul *flashover* și *backdraft* în majoritatea cazurilor nu este semnificativă, și de regulă fenomenele termice se studiază pentru fiecare caz în mod particular.

În urma analizei a efectelor termice provocate de incendiu, putem desprinde următoarele deosebiri: *flashover (inflamare totală) se manifestă când există o sursă bună de alimentare cu aer și o anumită cantitate de materie combustibilă (sarcină termică), iar backdraft se manifestă în cazul unei dozări limitate de aer*.

Efectele *smoke explosion* în deschidere și *backdraft* se manifestă, când amestecul de fum și gaze inflamabile se aprinde, iar temperatura lor este cu mult mai mare decât temperatura de aprindere. În unele cazuri, poate apărea o turbulență, caracterizată de o intensitate foarte mare, aspect ce poate provoca un *backdraft* nu prea mare.

Efectele *backdraft* și *smoke explosion* se manifestă în încăperea incendiată, când deja s-a realizat schimbul de aer, și mai ales, în încăperile adiacente celei incendiate.

Inflamarea gazelor de combustie poate surveni în timpul deschiderii compartimentului de incendiu, la mai multe ore după stingere, sau chiar în faza de lichidare a incendiului. Fenomenele, care pot să se producă pe un plan vertical sau orizontal (*smoke explosion*, *fire gaz ignition*) conform cercetărilor în domeniu, au loc mai des în zonele în care fumul este dozat prealabil cu aerul. În cazul dat, procesul de inflamare poate fi declanșat prin prezența energiei de activare.

În acest context, fenomenele termice speciale la incendiu, sunt analizate și abordate din perspectiva următoarele situații simulate:

- *Situația 1* – se simulează arderea mobilierului într-un dormitor. Incendiul, fiind dozat bine cu oxigen, în faza stratificării fumului și radiației inițiale, se dezvoltă normal. Ușa la intrare în apartament este închisă. Un fum slab, clar difuzează prin tocul ușii de la intrare și se acumulează în hol. La contact cu aerul se răcește, se diluează, intrând în zona de inflamabilitate. Condițiile unui *backdraft* în încăperea nu sunt îndeplinite în această fază de dezvoltare a incendiului. La deschiderea ușii de la intrare, energia de activare (căldură sau scânteii), momentan poate provoca inflamarea fumului acumulat în hol.

- *Situația 2* – se simulează cazul mobilierului deja carbonizat pe durata fazei de regresie. Spațiul incendiat este bine ventilat. Faza de stingere este finalizată, dar temperatura în încăperea este încă ridicată. Obiectele din încăperea sunt încă în fază de piroliză. Acumulându-se în anumite spații, aceste gaze combustibile interacționează cu aerul, formând un mediu exploziv. Prin manipularea resturilor de obiecte semiarse, scânteile sau aceste resturi fiind în stare incandescentă, se ridică în aer și pot provoca inflamarea gazelor acumulate sub tavan.

În fiecare din aceste situații descrise, poate fi provocată inflamarea fumului, cu condiția că amestecul aer - combustibil se va afla în proporțiile unei limite determinate.

Pentru o imprimă concretă și un spor de credibilitate subiectului abordat, se prezintă unele *semne de avertizare* privind apariția fenomenului *backdraft*: *incendii în încăperi închise cu asigurarea unui schimb minim de aer; geamuri acoperite cu funingine, care vibrează de la acțiunea căldurii și al presiunii interioare;*

prin geamuri nu se întrevece flacără sau lumină; fumul este în straturi, de culoare închisă, iese prin zona tocurilor de la uși; sunetele sunt amortizate, nu se aud zgomote în interiorul încăperii; ușile, încuietorele sunt foarte fierbinți etc.

Cunoașterea acestor semne ar stimula eficient comportamentul pompierilor și salvatorilor în cazul prezenței fenomenului *backdraft* la incendiu prin: *securizarea zonei de intervenție conform procedurilor specifice; rămânerea în exteriorul încăperii incendiate; menținerea unei distanțe de securitate față de deschideri; atenție la o posibilă fisurare a elementelor de compartimentare ce poate provoca fenomenul backdraft (ex. spargerea geamurilor); stabilirea unui dispozitiv (de evacuare a fumului, de stingere) adaptat încăperii incendiate și nivelului de pericol.*

Bibliografie

1. Balog, Karol a Miloš Kvarčák. *Dynamika požáru*. Ostrava: - SPBI, 1999.
2. Ghid privind tehnica și tactica stingerii incendiului. București: - IGSU, 2013.
3. Grimwood, Paul. *Flashover & nozzle techniques*. Destelbergen: Crisis & Emergency Management Centre, 2002.
4. Svensson, Stefan, Cedergårdh, Erik a Mårtensson, Ola. *Tactic, command, leadership*, 2009.