

ANALIZA UNUI CRITERIU DE FIABILITATE A TEHNOLOGIILOR MODERNE

**Autori: dr.ing., conf. univ. Oleg CAZAC, dr.ing., conf. univ. Iurii DOHMILĂ,
dr. ing., conf. univ. Ion ROTARU**

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: *Criteriile de performanță pentru calitate cum este siguranța la foc reprezintă rezistența, comportarea și stabilitatea la foc a construcțiilor. elementele din beton armat supuse la temperaturi accidentale foarte ridicate în caz de incendiu, dacă nu se protejează betonul într-un fel oarecare, trebuie să fie luate măsuri pentru folosirea agregatelor din roci tari, evitarea barelor prea groase, mărirea stratului de protecție a armaturilor și punerea în operă a unui amestec de beton cu consistența mică, de clasă superioară.*

Cuvinte cheie: *siguranța la foc, rezistență, construcții, beton armat, incendiu, tehnologiile moderne.*

Utilizarea pe scară largă în tehnologiile moderne în construcții a materialelor polimerice pe lângă efectele economice și estetice pozitive induc și efecte negative. Ca exemplu se poate analiza pricinile și evoluția incendiilor din aprilie 2013 a clădirii cu înălțimea de 145 m "Grozni-Sity" și din 21 septembrie 2014 în or. Krasnoiarșc din Rusia.

La proiectarea și executarea acestor clădiri pentru termoizolarea fațadelor sau utilizat material din polimeri sintetici fără a lua în evidență combustibilitatea materialele plastice .

În exemplele expuse cauza incendiilor a fost utilizarea tehnologiilor de termoizolare a fațadelor cu polistiroil expandat și peliculelor hidroizolante din polimeri, care au contribuit la răspîndirea incendiului pe o suprafață foarte mare. Considerînd că în primul caz clădirea nu era dată în exploatare, sistemul automat antiincendiar nu era funcțional, rețelele de apă nu erau conectate și deci lipsa cantitatea de apă necesară stingerii. În cazul din 25 septembrie 2014 clădirea a fost dată în exploatarea și la moment locuiau 200 persoane, care datorită sistemului antiincendiar de alarmă au dovedit să se evacueze.

Însă în ambele cazuri a avut loc răspîndirea accelerată a incendiului în toată clădirea, atît pe exterior, cît și în interior. În așa fel, subaprecierea proprietăților combustibile a polistirolului expandat și a peliculei hidroizolante cu grosimea de 0,5 mm la proiectarea clădirii și la subevaluarea antiincendiară a proiectului, a contribuit la incedierea în proporții mari a unor clădiri cu înălțimea de 145 m și 80 m , ce a provocat pierderi materiale în proporții foarte mari.

Normativele în vigoare /1,2/ stipulează criteriile de performanță privind siguranța la foc a construcțiilor. Aceste criterii sunt stipulate în legea Republicii Moldova nr.721 privind calitatea în construcții prin una din exigențele esențiale - siguranța la foc . În așa fel unul din criteriile de performanță pentru calitate cum este siguranța la foc reprezintă rezistența, comportarea și stabilitatea la foc a construcțiilor.

La stabilirea concepției generale privind exigența «siguranța la foc», vom analiza în acest articol rezistența și stabilitatea la foc a structurilor din beton armat în dependență de factorii de timp pentru aprecierea nivelurilor analitice a unor factori implicați în conceperea, proiectarea, execuția și exploatarea construcțiilor și anume: rezistența la foc; comportarea la foc; stabilitatea la foc.

Clasificarea graduală în ordine crescătoare a nivelurilor de calitate a unor criterii de performanță privind siguranța la foc cuprinde:

- rezistența la foc, gradele **V, IV, III, II și I;**
- stabilitatea la foc nesatisfăcătoare, satisfăcătoare, corespunzătoare, bună și foarte bună.

Principali factori care determină rezistența la foc sunt:

- natura, alcătuirea și dimensiunile elementelor de construcții;
- modul de asamblare și geometria elementelor de construcții;
- combustibilitatea și densitatea sarcinii termice de incendiu, dată de elementele de construcții;
- compartimentarea antifoc;
- geometria construcției și comportarea la foc a structurii portante.

Rezistența la foc a unui element de construcții din beton armat sau a unei structuri din beton armat este proprietatea acestora de a-și păstra pe o durată determinată, stabilitatea, etanșeitatea la foc și/sau altă funcție

specializată, într-o încercare la foc standardizată, în funcție de rezultatele încercărilor efectuate în conformitate cu prevederile normativelor în raport cu incendiul standard definit de curba logaritmică **temperatură - timp**, elementele de construcții pot fi: rezistente la foc (RF), stabile la foc (SF) și etanșe la foc (EF).

Gradul de rezistență la foc reprezintă capacitatea globală a construcției de a răspunde la acțiunea focului sau a compartimentului de incendiu, îndeosebi a structurii portante sau de rezistență, de a răspunde la incendiu indiferent de situație.

Condițiile minime pe care trebuie să le îndeplinească principalele elemente ale unei construcții, pentru încadrarea într-un anumit grad de rezistență la foc și este specificat în mod obligatoriu în documentația tehnico-economică a construcției.

- **Comportarea la foc.** Caracterizează atât construcțiile și instalațiile în ansamblu, cât și părți componente ale acestora. Este determinată de contribuția la foc a elementelor, materialelor și substanțelor combustibile utilizate, în raport cu rezistența la foc asigurată și este influențată de măsurile luate pentru preîntâmpinarea propagării incendiilor. Contribuția la foc se estimează prin potențialul caloric al sarcinii termice și reprezintă suma energiilor calorice degajate prin arderea completă a tuturor elementelor, materialelor și substanțelor combustibile din spațiul respectiv.

- **Stabilitatea la foc.** Reprezintă caracteristica globală, a unei construcții, instalații sau comportament de incendiu, exprimată în unități de timp (h, min.), între momentul izbucnirii incendiului și momentul în care structura de rezistență respectivă își pierde capacitatea portantă și se prăbușește ca urmare a acțiunilor și efectelor incendiului. Stabilitatea la foc este determinată de rezistența și comportarea la foc, precum și de instalațiile aferente, îndeosebi de gradul de echipare cu instalații, dispozitive, aparate și alte mijloace de prevenire și stingere a incendiilor, fiabilitatea și timpii normați de funcționare a acestora. Este influențată de măsurile luate pentru limitarea efectelor negative ale agenților care pot interveni în cazul unui incendiu.

Betonul armat se comportă mai bine decât celelalte materiale sub acțiunea incendiilor, rezistența sa, care are limite destul de largi, scade totuși simțitor /3,4,5/. Supus unei temperaturi mari, betonul pierde progresiv apa interstițială; cu începerea din jurul valorii de 100°C, cimentul începe să piardă, de asemenea, apa de cristalizare. În timpul încălzirii betonului preparat cu ciment Portland se constată o scădere a rezistenței la compresiune, pronunțată la 500°C și maximă la 800°C. . . 900°C, după care urmează formarea legăturilor ceramice. S-a constatat că în jurul valorii de 1000°C—1150°C, se produce „înmuierea” sub sarcină a elementelor de construcții din beton armat.

Se menționează faptul că focul determină diferențe mari de temperatură în elementul de construcție și, ca rezultat, straturile de suprafață se încălzesc puternic, tinzând să se separe și să se desprindă de interiorul mai rece al elementului. Este stimulată, totodată, fisurarea la îmbinări, în porțiunile mai slab compactate și în planul barelor, de armare; când vine în contact cu focul, armătura conduce căldura mai bine și accelerează efectele dăunătoare ale focului. Dacă acțiunea temperaturii ridicate este de scurtă durată (sub o oră) atunci poate să aibă loc o refacere lentă a rezistenței betonului.

Natura agregatelor joacă și ea un rol preponderent. Agregatele din roci tari fiind în general preferabile, în acest caz, agregatelor calcaroase. S-au constatat prin încercări, diminuări de 35% ale rezistenței la compresiune a unui beton cu agregate calcaroase supus focului 4 - 5 h, la temperatura de 400°C și de 65% la 900°C. Cu agregate din granit, valorile se reduc la 10%, respectiv 40%. Cât despre stratul de protecție al armăturilor, o grosime de 2 cm rezistă circa 2 h, iar una de 4 cm circa 4 h, la temperatura de 800°C.

În fig. 1 este prezentată corelația: rezistență la compresiune – temperatură, ce permite evaluarea efectului focului, care poate fi folosit cu relativă ușurință. Se poate realiza o evaluare primară detaliată, care dă posibilitatea creării unei foarte bune imagini inițiale asupra stării complete a structurii și asupra reparațiilor ce se impun în această fază. Pe lângă efectele produse în mod evident de incendiu, trebuie scoase în evidență orice alte aspecte generate de eventualele greșeli de execuție sau orice altă neregulă de ordin tehnic.

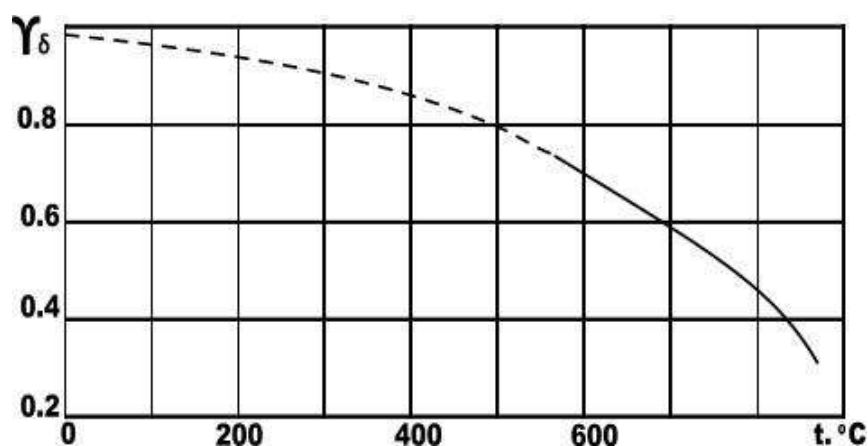


Fig. 1. Variația rezistenței relative a betonului clasa C30 la temperaturi ridicate.

Investigațiile trebuie continuate pentru determinarea temperaturilor probabile la care au fost supuse elementele de construcție și determinarea pierderilor de rezistență ale armăturii și ale betonului. Examinând materialele existente în clădire, este posibil să se evalueze temperatura maximă aproximativă și, pe baza încercărilor să se determine perioada standard echivalentă focului. Temperatura și durata astfel estimate pot fi comparate cu distribuția temperaturilor și pierderea de rezistență determinate prin teste de laborator pe elementele de construcții.

În fig.2 se prezintă gradientele de temperatură pentru diferite elemente de construcții și durate ale focului, precum și estimarea variației rezistenței la compresiune a betonului. Regimul supunerii la tratament termic s-a caracterizat prin temperaturi de 279°, 362° și 455°C, pentru fiecare treaptă adoptându-se durate de 2, 4 și 6 h.

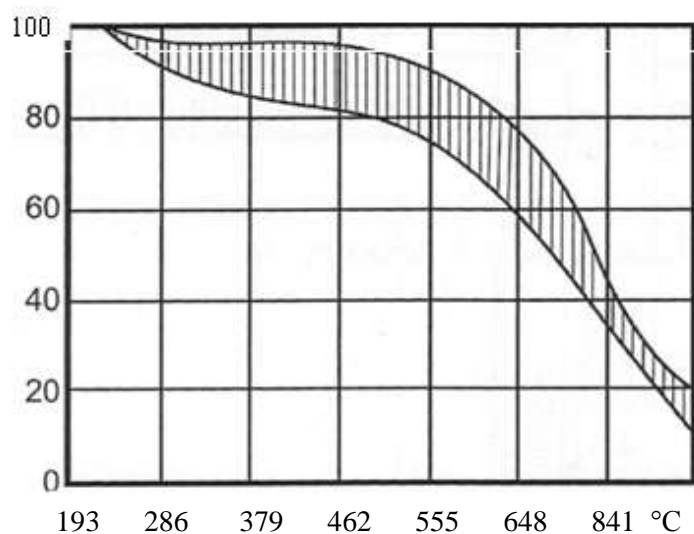


Fig. 2. Efectul temperaturii ridicate asupra proprietăților fizico-mecanice a armaturilor de clasa A400C. Axa ordonatelor –rezistența relativă a armaturii, axa absciselor – temperatura în °C.

Culoarea betonului suferă modificări datorate încălzirii și poate fi, ca atare, un indicator al temperaturii maxime atinse și al duratei echivalente a focului. În anumite cazuri, la temperaturi mai ridicate de 300°C se poate observa o colorare a betonului în roz, datorată prezenței sărurilor feroase din agregatele silicioase; aceasta nu înseamnă că un beton preparat cu agregate calcaroase sau vulcanice, care din lipsa acestor săruri nu se colorează în roz, este neafectat de foc. Colorarea betonului în alb-gri indică depășirea temperaturii peste 600°C, dar numai în zona astfel colorată; culoarea cafenie indică depășirea temperaturii de 800°C.

În timp ce oțelul este supus unor temperaturi ridicate, pot să apară pierderi semnificative de rezistență, aceasta fiind cauza obișnuită a deformațiilor reziduale care apar la unele elemente de construcție. Pentru temperaturi de pînă la 450°C, după răcire, oțelul recapătă limita inițială de elasticitate.

Armăturile din beton pot pierde ductilitatea în cazul expunerii lor la temperaturi ridicate; adesea apar flambări ale barelor, ca urmare a efortului la compresiune indus prin dilatarea termică la aceste temperaturi.

Concluzii :

În așa mod se constată:

- dacă temperatura nu a depășit 400°C și durata incendiului 6—7 h, elementul din beton armat poate fi folosit în continuare, sub rezerva unor reparări sau consolidări locale;
- dacă temperatura a crescut în jur de 600°C, rezistența elementului din beton armat se deminuează, dar în nici un caz nu se prăbușește, cum s-ar întâmpla cu o construcție metalică, în aceleași condiții;
- la temperaturi în jur de 800°C, intervine sau nu prăbușirea, elementul din beton armat, în general, este practic pierdut; în astfel de cazuri pot ceda brusc armăturile de lucru ale stâlpilor cu acoperire mică de beton.

În rezumat, elementele din beton armat supuse la temperaturi accidentale foarte ridicate în caz de incendiu, dacă nu se protejează betonul într-un fel oarecare, trebuie să fie luate măsuri pentru folosirea agregatelor din roci tari, evitarea barelor prea groase, mărirea stratului de protecție a armaturilor și punerea în operă a unui amestec de beton cu consistența mică, de clasă superioară.

Bibliografie

1. NCM E.03.02-2001 protecția împotriva incendiilor a clădirilor și instalațiilor. Chișinău, 2001.
2. NCM E.03.04-2004 Determinarea categoriilor de pericol de explozie – incendiu și de incendiu a încăperilor și clădirilor. Chișinău, 2005.
3. Мосалков И.Л. Огнестойкость строительных конструкций. Moscova, editura Спецтехника, 2001
4. В. Н. Демехин В. Н., Демехин Н. В. Поведение бетонных конструкций при пожаре, jurnalul «СтройПРОФИЛЬ» № 7-11, 2011.
5. Кузнецова И. С. Прочность и деформативность железобетонных конструкций, поврежденных пожаром. Teză de doctor în științe tehnice, Moscova, 2011.