

„ANALIZA VARIAȚIEI REZISTENȚEI ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚII DIN BETON ARMAT SUPUSE IMPACTULUI TERMIC ÎN CAZURILE UNOR POSIBILE INCENDII”.

*Autori: lect. sup. Petru Zestrea
dr. ing., conf. univ. Oleg Cazac,
licențiat în științe exacte , Veronica Cazac*

Abstract: Durabilitatea structurii de rezistență reprezintă unul din criteriile de performanță a construcțiilor și în prezentul articol este analizată din punct de vedere al unei exigențe esențiale, stipulate în normativele în vigoare și anume siguranța la foc, reprezentată prin rezistența, comportarea și stabilitatea la foc a construcțiilor. Pentru elementele din beton armat supuse pericolelor impactului cu temperaturi accidentale foarte ridicate în caz de incendiu, este necesară asigurarea unor măsuri de protecție a betonului sau, în caz contrar este necesară prevederea unor 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.

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. Astfel unul din criteriile de performanță pentru calitate, este siguranța la foc, ce reprezintă rezistența, comportarea și stabilitatea construcțiilor la foc. La stabilirea concepției generale, privind exigența «siguranța la foc», vom analiza în acest articol variația rezistenței și stabilității structurilor din beton armat, supuse impactului termic în cazurile unor posibile incendii, 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.

Principalii 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.

Sub noțiunea de ”impact termic” vom considera rezultatul fluxului total de căldură asupra suprafețelor structurilor de rezistență din beton luate în calcul. Astfel, impactul termic va fi determinat considerând atât radiația termică, cât și conducția și convecția de la incendiu, la baza elementelor structurale și din imediata vecinătate a elementului.

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 funcții specializate prin încercări la foc standardizate. Rezultatele încercărilor, efectuate în conformitate cu prevederile normativelor, se corelează în raport cu parametrii incendiului standard și se definesc prin curba logaritmică **temperatură – timp**. Acestea ne permit clasificarea elementele de construcții după cum urmează: 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 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 începere 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°. . . 900°C, după care urmează formarea legăturilor ceramice. S-a constatat că în jurul valorii de 1000°—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, ce provoacă exfolierea lor de interiorul mai rece al elementului. Este stimulată, totodată, fisurarea la îmbinări, în porțiunile mai slab compactate și în planul barelor de armare. Conductibilitatea termică a armăturii în procesul impactului termic 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%. Cît 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.

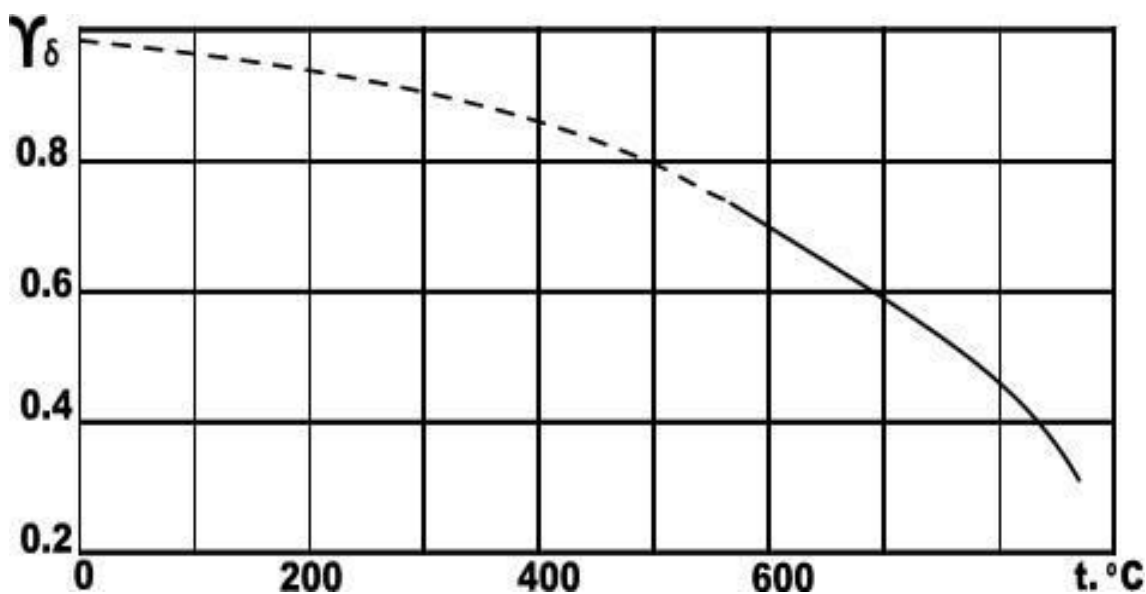


Fig. 1. Variația rezistenței betonului clasa C30 în rezultatul impactului termic.

Investigațiile prin teste de laborator pe elementele de construcții, pentru determinarea temperaturilor, în procesul impactului termic al elementelor de construcție și aprecierea pierderilor de rezistență ale armăturii și ale betonului, permit estimarea corelației variației temperaturilor și pierderilor de rezistență în componente.

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

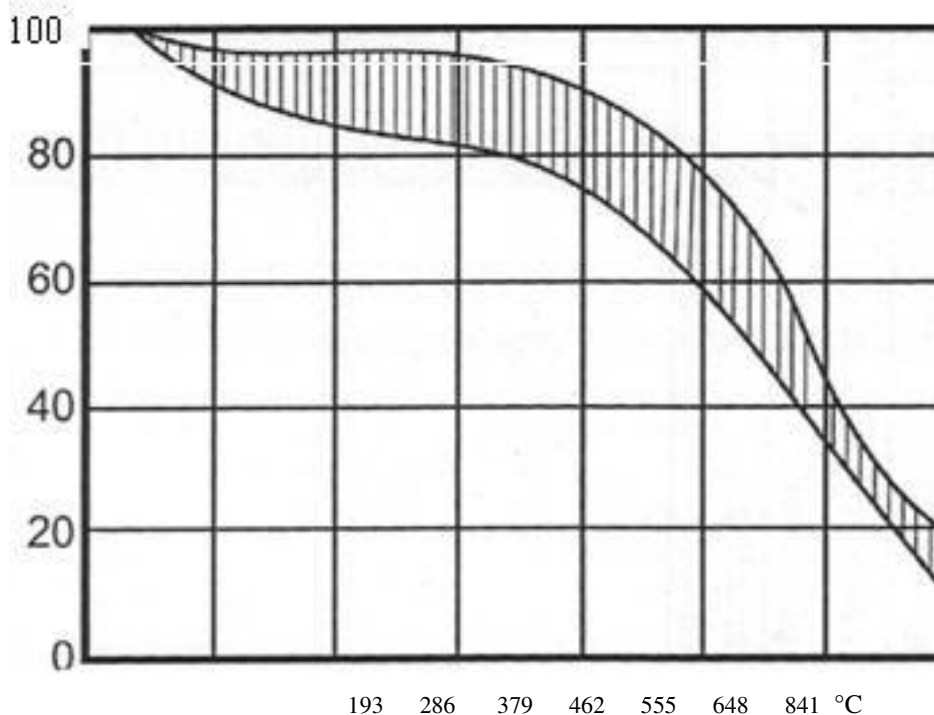


Fig. 2. Influența impactului termic asupra rezistenței armaturilor portante.
(Axa ordonatelor –rezistența relativă a armaturii, axa absciselor – temperatura în °C.)

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 gri indică depășirea temperaturii peste 600°C, dar numai în zona astfel colorată; culoarea cafenie indică depășirea temperaturii de 900°C.

Tabelul 1. Modificările culorilor betonului în rezultatul impactului termic

Temperatura maximă, °C	Culoarea betonului după răcire pînă la temperatura mediului înconjurător
200 – 300	Roz
300 – 600	Roz-roșietic
600 -900	Gri, gri întunecat
900-1200	Galben-cafeniu, cafeniu
>1200	Galben

În procesul impactului termic, în barele de oțel vor apărea 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. În așa fel impactul termic poate cauza pericolul deteriorării și prăbușirii construcțiilor din cauza:

- 1) încălzirii armaturii, care-i provoacă pierderea rezistenței și alungirea excesivă;
- 2) deformațiile de temperatură a construcțiilor de beton, care provoacă apariția tensiunilor interne, valoarea cărora crește considerabil, pînă la dezagregare, odată cu temperatura.
- 3) Pierderea capacității portante a betonului în zonele comprimate ale grinzilor din cauza alungirii armaturii;
- 4) Fragilității betonului în rezultatul măririi momentane a volumului agregatelor cuarțoase la temperaturile mai mari de 550°C;
- 5) Dezagregarea construcțiilor din cauza tensiunilor neuniforme de temperatură, rezultate în urma presiunii vaporilor apei interioare și vaporilor la stingerea incendiului.

Volumul și caracterul defectelor betonului și oțelului în construcții supuse impactului termic depinde de viteza ridicării temperaturii, temperatura maximă și durata incendiului. Un rol important îl are și materialele din care este alcătuit betonul, deoarece diferite componente se comportă divers la impactul termic.

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 diminuează, 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 impactului termic în rezultatul unor posibile incendii, dacă nu se asigură protejarea betonului într-un fel oarecare, necesită luarea unor măsuri pentru folosirea agregatelor din roci tari, evitarea barelor de armături prea groase, mărirea stratului de protecție a armaturilor și punerea în operă a unui amestec de beton cu consistența mică, de clasă superioară.

Bibliografia

- 1.NCM E.03.02-2001protecția 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.Cazac O., Dohmilă Iu., Rotaru I. Analiza unui criteriu de fiabilitate a tehnologiilor modern. Tezele conferinței tehnico-științifice a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților. UTM 2014.
- 4.Курлапов Д.В. Воздействие высоких температур на строительные конструкции. Инженерно-строительный журнал, №4б 2009.