

*Получена: 15.09.2017 г.*

*Приета: 13.11.2017 г.*

## АНАЛИЗ НА ОГНЕУСТОЙЧИВОСТТА НА СТОМАНОБЕТОННИ ГРЕДИ СЪГЛАСНО БДС EN 1992-1-2:2005

**Б. Захариева-Георгиева<sup>1</sup>**

*Ключови думи: стоманобетонни греди, огнеустойчивост*

### РЕЗЮМЕ

В този доклад са анализирани основните методи – „Таблични данни” и опростени изчислителни методи, дадени в част 1-2 на Еврокод 2, за оценка на огнеустойчивостта при стандартен пожар на ненапрегнати стоманобетонни греди с правоъгълно или плочогредово напречно сечение по отношение на критерия за носимоспособност R. На базата на сравнителен анализ са направени констатации за влиянието на някои параметри и в заключение са дадени изводи и практически препоръки.

### 1. Въведение

Стоманобетонните греди от подови и покривни конструкции на сгради в качеството си на конструктивен елемент трябва да се проектират с огнеустойчивост, която да удовлетворява критерия за носимоспособност R. В част 1-2 на Еврокод 2 [2] са дадени следните методики за определяне на тяхната огнеустойчивост:

- признати проектни решения във вид на таблични данни;
- опростени изчислителни методи;
- усъвършенствани изчислителни модели за симулиране на поведението при пожарна ситуация на цялата конструкция, на част от нея или на отделната греда.

---

<sup>1</sup> Борянка Захариева-Георгиева, проф. д-р инж., кат. „Масивни конструкции“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, корпус Б, ет. 4, каб. 453

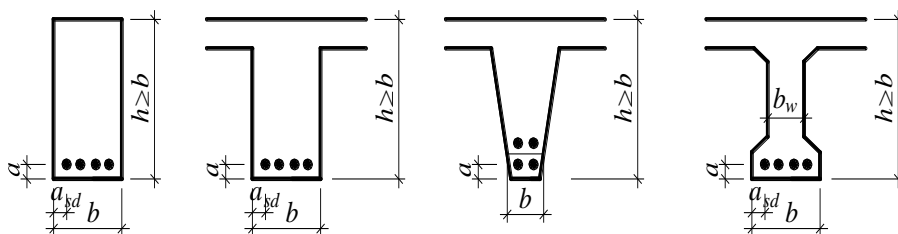
Прилагат се следните алтернативни опростени методи за оценка на огнеустойчивостта на стоманобетонни греди:

- метод „Изотерма 500 °С” (Приложение В.1 на [2]);
- „Зонов метод” (Приложение В.2 на [2]);
- опростен изчислителен метод на Приложение Е на [2].

В настоящия доклад е направен анализ на методите за оценка на огнеустойчивостта на обикновени (ненапрегнати) стоманобетонни греди с правоъгълно или плочогредово напречно сечение по отношение на критерия за носимоспособност  $R$ . Разгледани са метод „Таблични данни” и опростените изчислителни методи „Зонов метод” и методът на Приложение Е на [2]. Направени са констатации и изводи и са дадени препоръки за прилагане в проектантската практика.

## 2. Метод „Таблични данни”

Табл. 1 и табл. 2 се прилагат за оценка на огнеустойчивостта на обикновени (ненапрегнати) стоманобетонни греди с правоъгълно или плочогредово напречно сечение (фиг. 1), тристранно нагрявани при пожар (горната им повърхност е изолирана чрез плочи или други елементи, които запазват изолиращата си функция по време на целия период на пожарно въздействие). Данните в таблиците осигуряват минимални размери на напречното сечение на гредите (широчина  $b_{\min}$  и височина  $h \geq b$ ) и изисквани номинални разстояния  $a$  от център на тежестта на надлъжен прът (опънен или натисков) до пряко нагряваната повърхност за съответната граница на огнеустойчивост в допълнение към конструктивните правила на БДС EN 1992-1-1 [1]. Осовото разстояние  $a$  за който и да е отделен прът не трябва да е по-малко от изискваното за граница на огнеустойчивост R30 за пръти в един ред и от половината от средното осово разстояние за пръти в повече редове. Стойностите, дадени в табл. 1 и табл. 2, се прилагат за бетони с нормална плътност със силициеви добавъчни материали. При използване на варовикови или леки добавъчни материали, минималната широчина на напречното сечение може да се намали с 10%.



Фиг. 1. Напречни сечения на стоманобетонни греди

Допуска се линейна интерполация между дадените в таблиците стойности. Тъй като в долните ъгли на гредите възникват температурни концентрации при пожарни въздействия, разстоянието  $a_{sd}$  от оста на ъглов прът до страничната повърхност на греди с долна армировка в един ред се увеличава с 10 mm при широчини на гредите, не по-големи от дадените при III комбинация в табл. 1 и при II комбинация в табл. 2. Табличните данни се базират на стойност на редукиционния коефициент  $\eta_{fi} = 0,7$  при

проектиране за състояние на пожар, т.е. изчислителните усилия при пожарно въздействие  $E_{fi,Ed}$  (огъващи моменти; напречни сили; усукващи моменти) се определят от съответните изчислителни усилия  $E_{Ed}$  в гредата, получени за нормална температура при дълготрайни и краткотрайни изчислителни ситуации, по формулата:

$$E_{fi,Ed} = 0,7E_{Ed} \quad (1)$$

**Таблица 1. Минимални размери и осови разстояния на надлъжните пръти за прости греди с правоъгълно или плочогредово напречно сечение**

Граница на огнеустойчивост при стандартен пожар	Възможни комбинации на широчината на гредата $b_{min}$ и средното осово разстояние $a$ , mm							
	I		II		III		IV	
	$b_{min}$	$a$	$b_{min}$	$a$	$b_{min}$	$a$	$b_{min}$	$a$
R30	80	25	120	20	160	15*	200	15*
R60	120	40	160	35	200	30	300	25
R90	150	55	200	45	300	40	400	35
R120	200	65	240	60	300	55	500	50
R180	240	80	300	70	400	65	600	60
R240	280	90	350	80	500	75	700	70

$a_{sd} = a + 10$  mm;  $a_{sd}$  е разстоянието от оста на крайните пръти до страничния ръб на гредата за греди с армировка само в един ред; при стойности на  $b_{min}$ , по-големи от дадените при III комбинация, не се изисква увеличаване на  $a_{sd}$ .

\* Обикновено изискването от БДС EN 1992-1-1 [1] бетонно покритие е достатъчно.

**Таблица 2. Минимални размери и осови разстояния на надлъжните пръти за непрекъснати греди с правоъгълно или плочогредово напречно сечение**

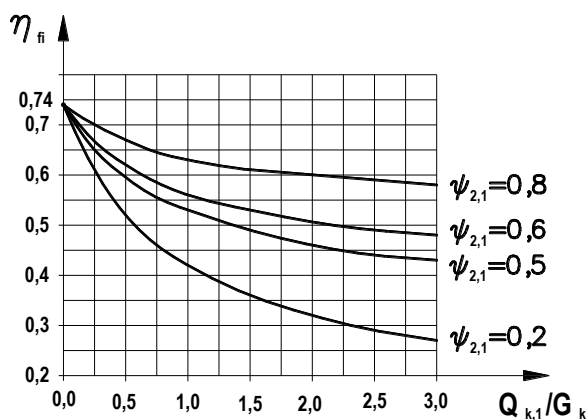
Граница на огнеустойчивост при стандартен пожар	Възможни комбинации на широчината на гредата $b_{min}$ и средното осово разстояние $a$ , mm							
	I		II		III		IV	
	$b_{min}$	$a$	$b_{min}$	$a$	$b_{min}$	$a$	$b_{min}$	$a$
R30	80	15	160	12*	-	-	-	-
R60	120	25	200	12*	-	-	-	-
R90	150	35	250	25	-	-	-	-
R120	200	45	300	35	450	35	500	30
R180	240	60	400	50	550	50	600	40
R240	280	75	500	60	650	60	700	50

$a_{sd} = a + 10$  mm;  $a_{sd}$  е разстоянието от оста на крайните пръти до страничния ръб на гредата за греди с армировка само в един ред; при стойности на  $b_{min}$ , по-големи от дадените при II комбинация, не се изисква увеличаване на  $a_{sd}$ .

\* Обикновено изискването от БДС EN 1992-1-1 [1] бетонно покритие е достатъчно.

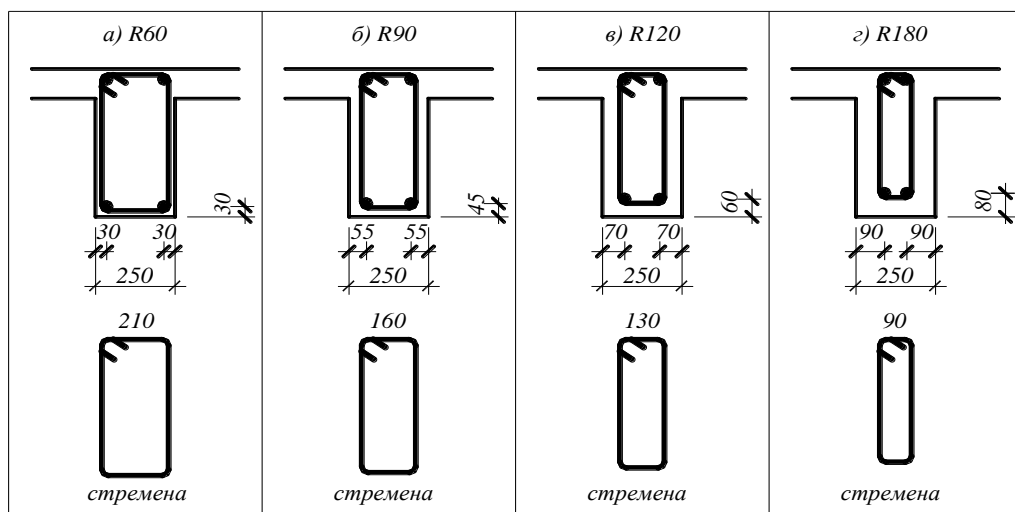
При анализирание на стойностите в табл. 1 и табл. 2 могат да се направят следните констатации:

- методът не отчита броя на вложените надлъжни пръти, разположени в долния край на напречното сечение; в действителност при една и съща площ на долната надлъжна армировка огнеустойчивостта на гредите зависи в голяма степен от броя на армировъчните пръти (вж. табл. 3);
- табличните данни се основават на стойност на редуцирания коефициент  $\eta_{fi} = 0,7$  при проектиране за пожарна ситуация; прилагането на табличните данни при ниски стойности на редуцирания коефициент (вж. фиг. 2) е много консервативно;



Фиг. 2. Изменение на редуцирания коефициент  $\eta_{fi}$  в зависимост от отношението на характеристичните стойности на преобладаващото променливо въздействие  $Q_{k,1}$  и на постоянното въздействие  $G_k$

- при табличните данни не се взема под внимание каква е стойността на отношението  $A_{s,prov}/A_{s,req}$  ( $A_{s,prov}$  е площта на вложената надлъжна опънна армировка в гредата, а  $A_{s,req}$  е площта на изискваната опънна армировка при проектиране за нормална температура); лесно се доказва, че при по-големи стойности на това отношение носимоспособността на стоманобетонните греди при пожарно въздействие е по-голяма;
- според данните в табл. 1 прости греди с широчина на напречното сечение  $b = 250 \text{ mm}$  (най-често проектирани в сгради у нас) при обичайни размери на стрената имат граница на огнеустойчивост R60 при стандартен пожар (вж. фиг. 3), независимо от височината на гредите, от площта на избраната опънна надлъжна армировка, от броя на вложените надлъжни пръти, от стойността на натоварването при пожарна ситуация.



Фиг. 3. Минимални осови разстояния  $a$  и  $a_{sd}$  при прости греди с ширина 250 mm

### 3. Опростен изчислителен метод на Приложение Е на [2]

Този метод се прилага, само когато натоварването върху елементите е предимно равномерно разпределено и проектирането за нормална температура се основава на линеен еластичен анализ или на линеен еластичен анализ с ограничено преразпределение. Методът може да се прилага и за непрекъснати греди, при които преразпределението на огъващите моменти е по-голямо от 15%, ако е гарантиран достатъчен ротационен капацитет при опорите за изискваните условия на пожарно въздействие.

Този опростен изчислителен метод осигурява разширено прилагане на метода „Таблични данни“ при тристранно нагрявани греди (табл. 1 и табл. 2), като отчита носимоспособността им на огъване при пожарна ситуация за случаи, при които осовото разстояние  $a$  ( $a_{sd}$ ) от центъра на тежестта на армировката в първи ред до пряко нагряваната бетонна повърхност е по-малко от изискваното в таблиците. Минималните размери на напречното сечение  $b_{min}$  и  $b_w$  (фиг. 1), дадени в тези таблици, не трябва да се намаляват.

Съгласно този метод при ставно подпирани греди трябва да се докаже, че максималният огъващ момент при пожарна ситуация  $M_{fi,Ed}$  не надвишава носимоспособността на гредата на огъване  $M_{fi,Rd}$  при изискваната граница на огнеустойчивост:

$$M_{fi,Ed} \leq M_{fi,Rd} \quad (2)$$

Носимоспособността на огъване на ставно подпирна греда при проектиране за пожарно състояние  $M_{fi,Rd}$  може да се изчисли по формулата:

$$M_{fi,Rd} = \frac{\gamma_S}{\gamma_{S,fi}} k_{sy,\theta} M_{Ed} \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} \approx \frac{\gamma_S}{\gamma_{S,fi}} k_{sy,\theta} M_{Rd} \quad (3)$$

където  $\gamma_S$  е частен коефициент за характеристиките на армировъчната стомана;

$\gamma_S = 1,15$  за крайни гранични състояния при дълготрайни и краткотрайни изчислителни ситуации;

$\gamma_{S,fi} = 1,0$  – частен коефициент за механичните характеристики на армировъчната стомана при пожарна ситуация;

$k_{sy,\theta}$  – коефициент за редуциране на границата на провлачане на армировъчната стомана при висока температура  $\theta$ ; отчита се от таблици или графики, дадени в [2]; стойността на  $\theta$  може да се определи от температурните профили в Приложение А на [2] за избрано осово разстояние  $a$  ( $a_{sd}$ );

$M_{Rd}$  – носимоспособност на гредата на огъване при проектиране за нормална температура.

Във формули (3) и (5) отношението  $A_{s,prov} / A_{s,req}$  се приема не по-голямо от 1,3.

След преработка на формула (3) се получава следната зависимост между носимоспособностите на гредата на огъване при пожарна ситуация  $M_{fi,Rd}$  и при нормална температура  $M_{Rd}$ :

$$\frac{M_{fi,Rd}}{M_{Rd}} = 1,15k_{sy,\theta} \quad (4)$$

По формула (4) в табл. 3 е изчислена стойността на  $M_{fi,Rd} / M_{Rd}$  за проста греда с размери на напречното сечение 600/300 mm и изисквана граница на огнеустойчивост R90 при стандартен пожар. Стойността на редукиционния коефициент  $k_{sy,\theta}$  е определена като средноаритметична стойност на редукиционните коефициенти  $k_{sy,\theta,i}$  за армировъчната стомана във всеки от долните надлъжни пръти.

**Таблица 3. Носимоспособност на проста греда с напречно сечение 600/300 mm при 90-минутно пожарно въздействие**

Осово разстояние, mm		Редукиционен коефициент $k_{sy,\theta}$ при долни надлъжни пръти				$M_{fi,Rd} / M_{Rd}$ при долни надлъжни пръти			
$a$	$a_{sd}$	2 броя	3 броя	4 броя	5 броя	2 броя	3 броя	4 броя	5 броя
35	35	0,23	0,44	0,50	0,60	0,264	0,506	0,575	0,690

Тъй като за долните ъглови пръти редукиционните коефициенти  $k_{sy,\theta,i}$  имат много ниски стойности поради температурни концентрации, носимоспособността на гредите при пожарна ситуация се повишава значително (до 2 ÷ 2,5 и повече) пъти при армиране не с 2 броя, а с 3 или повече надлъжни пръта (табл. 3). При пожарно въздействие междинните пръти работят със значително по-високи стойности на якостните характеристики от ъгловите пръти и с оглед на осигуряване на по-голяма огнеустойчивост на стоманобетонните греди е препоръчително при конструирането им да се избира по-голям брой долни надлъжни пръти.

При проектиране на непрекъснати греди за пожарна ситуация статическото равновесие за огъващи моменти и напречни сили се осигурява по цялата дължина на елемента. Разрешено е преразпределение на огъващите моменти от полето към опорите, ко-

гато има осигурена достатъчна горна армировка над опорите за поемане на изчислителното натоварване при пожарна ситуация. Тази армировка трябва да навлиза в полето на дължина, осигуряваща надеждно покритие на моментовата диаграма в условията на пожар. Опростеният изчислителен метод на Приложение Е не е валиден за непрекъснати греди, при които в областите на отрицателния момент широчината  $b_{\min}$  или  $b_w$  е по-малка от 200 mm.

Носимоспособността на сечението за положителен огъващ момент при проектиране за пожарна ситуация  $M_{fi,Rd}^+$  се изчислява по формула (3). Огъващият момент, поеман от напречните сечения при опорите  $M_{fi,Rd}^-$  за пожарно състояние, може да се определи по следната формула:

$$M_{fi,Rd}^- = \frac{\gamma_S}{\gamma_{S,fi}} M_{Ed}^- \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} \frac{d-a}{d} \approx \frac{\gamma_S}{\gamma_{S,fi}} M_{Rd}^- \frac{d-a}{d}, \quad (5)$$

където  $a$  е изискваното средно осово разстояние, дадено в табл. 1 за IV комбинация;  
 $d$  – полезната височина на сечението;

$M_{Rd}^-$  – носимоспособност на огъване на напречните сечения над опорите при проектиране за нормална температура.

Формула (5) е валидна, когато температурата на армировката над опорите не надвишава 350 °С. При по-високи температури стойността на  $M_{fi,Rd}^-$  се редуцира чрез умножаване с редукиционен коефициент  $k_{sy,\theta}$ .

От формула (5) се получава следната зависимост между носимоспособностите на сеченията над опорите за поемане на отрицателен огъващ момент при пожарна ситуация  $M_{fi,Rd}^-$  и при нормална температура  $M_{Rd}^-$ :

$$\frac{M_{fi,Rd}^-}{M_{Rd}^-} = 1,15 \frac{d-a}{d}. \quad (6)$$

По формула (6) в табл. 4 е определена стойността на  $M_{fi,Rd}^- / M_{Rd}^-$  за прости греди с различна височина  $h$  на напречното сечение и различна изисквана граница на огнеустойчивост.

**Таблица 4. Носимоспособност на стоманобетонни греди за поемане на отрицателен огъващ момент**

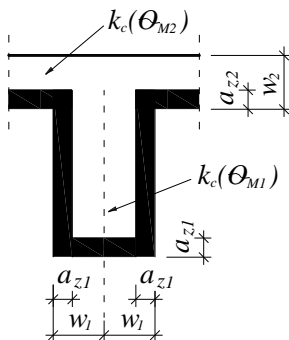
Граница на огнеустойчивост при стандартен пожар	Осово разст. $a(a_{s,d})$ , mm	Полезна височина $d = h - 40$ , mm					$M_{fi,Rd}^- / M_{Rd}^-$				
		при височина на сечението, mm					при височина на сечението, mm				
		250	400	500	600	700	250	400	500	600	700
R90	35	210	360	460	560	660	0,958	<b>1,04</b>	<b>1,06</b>	<b>1,08</b>	<b>1,09</b>
R120	50						0,876	0,990	<b>1,03</b>	<b>1,05</b>	<b>1,06</b>
R180	60						0,821	0,958	1,00	<b>1,03</b>	<b>1,05</b>
R240	70						0,767	0,926	0,975	<b>1,01</b>	<b>1,03</b>

При анализирани на стойностите в табл. 4, получени по формула (6), се констатира, че при по-високи греди за отношението  $M_{fi,Rd}^- / M_{Rd}^-$  се получават стойности, по-големи от 1,0, т.е. излиза, че при пожарна ситуация елементите могат да поемат по-голям отрицателен огъващ момент, отколкото при нормална температура, което е нелогично, поради наличието на тристранно повреден бетон в натисковата зона на гредите. Ето защо във формула (5) би трябвало да се въведе ограничението:

$$M_{fi,Rd}^- \leq M_{Rd}^- \quad (7)$$

#### 4. Опростен изчислителен „Зонов метод“

При този метод прогрялото напречно сечение на стоманобетонната греда се представя чрез редуцирано напречно сечение, като се пренебрегва неефективната повредена зона с дебелина  $a_{z1}$  в реброто (или  $a_{z2}$  в пояса) откъм пряко нагряваните повърхности (фиг. 4).



Фиг. 4. Редуцирано напречно сечение на стоманобетонна греда

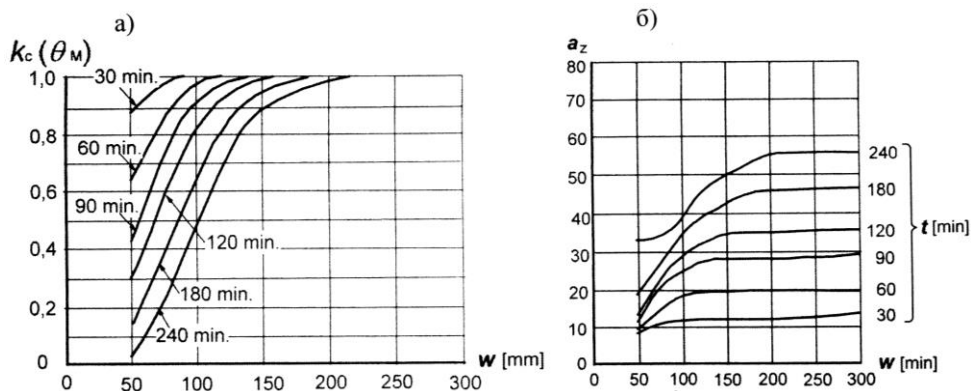
Изчислителната якост на натиск на бетона  $f_{cd,fi}$  в редуцираното сечение на реброто или на пояса при пожарно въздействие се определя от израза:

$$f_{cd,fi} = k_c(\theta) f_{ck} / \gamma_{C,fi} \quad (8)$$

където  $k_c(\theta)$  е редуционен коефициент за намаляване на характеристичната цилиндрична якост на натиск на бетона  $f_{ck}$  в точка  $M_1$  (за реброто) или  $M_2$  (за пояса) от фиг. 4, а  $\gamma_{C,fi} = 1,0$  е частен коефициент на сигурност за механичните характеристики на бетона при пожарна ситуация.

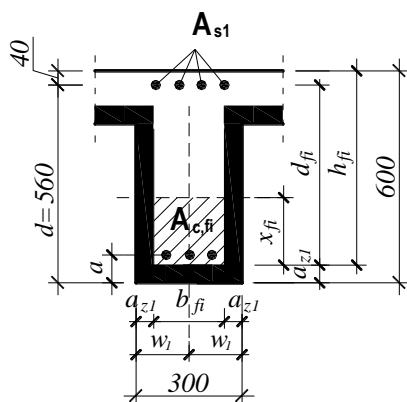
Стойностите на дебелината на повредената зона  $a_{z1}$  в реброто (или  $a_{z2}$  в пояса) и на редуционния коефициент  $k_c(\theta)$  за якостта на натиск на бетона могат да се изчислят по формули или да се отчетат директно от фиг. 5. Графиките на фиг. 5 се отнасят за бетон със силициевы добавъчни материали и са в полза на сигурността за други добавъчни материали.





**Фиг. 5. Редуциране на напречното сечение и на якостта на натиск на бетона: а) редуционен коефициент за якостта на натиск на бетона в точка М; б) дебелина на повредената зона на напречното сечение на гредата**

В не малко случаи при проектиране за нормална температура над опорите на непрекъснати греди се влага горна армировка със значителна площ  $A_{s,prov}$  и относителната височина на натисковата зона  $\xi = x/d$  има стойност, близка до граничната 0,45 (когато  $\xi \leq 0,45$  се гарантира изискваната ротационна способност на сеченията при пластичен анализ). В тези случаи при пожарно състояние, ако се отчита само горната (опънната армировка), може да се окаже, че височината на натисковата зона  $x_{fi}$  е по-голяма от  $0,45d_{fi}$  (т.е. да не е спазено условието относителната височина на натисковата зона  $\xi_{fi} = x_{fi}/d_{fi}$  да не надвишава стойността 0,45), където  $d_{fi}$  е полезната височина на сечението при пожарна ситуация (вж. фиг. 6).



**Фиг. 6. Редуцирано напречно сечение над опорите на гредата с размери 600/300 mm, подложена на пожарно въздействие**

В сеченията над опорите на непрекъснати греди за относителната височина на натисковата зона при пожарна ситуация  $\xi_{fi}$  при армиране с единична армировка чрез преобразувания се получава следната формула:

$$\xi_{fi} = \frac{\xi b d}{b_{fi} d_{fi} k_c(\theta)} \frac{1,15}{1,5} \quad (9)$$

В табл. 5 са определени стойностите на  $\xi_{fi}$  за даденото на фиг. 6 редуцирано напречно сечение на стоманобетонна греда с размери 600/300 mm при стойност на относителната височина на натисквата зона за нормална температура  $\xi = 0,45$  и различна продължителност на пожарното въздействие.

**Таблица 5. Относителна височина на натисквата зона при пожарна ситуация за примера на фиг. 6 и  $\xi = 0,45$**

Граница на огнеустойчивост при стандартен пожар	Дебелина на повредения бетон $a_{z1}$ , mm	Широчина на сечението $b_{fi}$ , mm	Полезна височина $d_{fi}$ , mm	Редукционен коефициент $k_c(\theta)$	Относителна височина на натисквата зона $\xi_{fi}$
R30	12	276	548	1,0	0,383
R60	20	260	540	1,0	0,413
R90	28	244	532	1,0	0,447
R120	35	230	525	0,98	<b>0,490 &gt; 0,45</b>
R180	43	214	517	0,95	<b>0,551 &gt; 0,45</b>
R240	50	200	510	0,90	<b>0,631 &gt; 0,45</b>

От табл. 5 се вижда, че при  $\xi = 0,45$  и висока изисквана граница на огнеустойчивост относителната височина на натисквата зона при пожарна ситуация  $\xi_{fi}$  в сечението над опорите на непрекъснати греди има стойности, по-големи от 0,45. Това се дължи на наличието на неефективен повреден бетон от три страни в натисквата зона на сечението. В тези случаи при определяне на носимоспособността на огъване  $M_{fi,Rd}^-$  би трябвало да се отчита и наличната натискова (долна) надлъжна армировка, което затруднява изчисленията, поради високата температура в долните пръти и необходимостта от определяне на стойността на редуционния коефициент  $k_{sy,\theta}$ .

## 5. Заключение

Методът „Таблични данни”, даден в част 1-2 на Еврокод 2 [2] за оценка на огнеустойчивостта на стоманобетонни греди е лесен за приложение, но е много консервативен. Този метод не взема под внимание броя на вложените надлъжни пръти, разположени в долния край на напречното сечение, а в действителност влагането на повече от 2 броя долни надлъжни пръти значително увеличава огнеустойчивостта на гредите. Табличните данни се основават на стойност на редуционния коефициент  $\eta_{fi} = 0,7$  при проектиране за пожарна ситуация; прилагането на този метод при ниски стойности на редуционния коефициент е твърде консервативно. При метод „Таблични данни” не се отчита стой-

ността на отношението  $A_{s,prov} / A_{s,req}$ , а на практика при по-големи стойности на това отношение носимоспособността на стоманобетонните греди при пожарно въздействие е по-голяма. Според табличните данни прости греди с широчина на напречното сечение  $b = 250$  mm (най-често проектирани в сгради у нас) при обичайни размери на стремената имат граница на огнеустойчивост R60 при стандартен пожар, независимо от височината на гредите, от площта на избраната опънна надлъжна армировка, от броя на вложените надлъжни пръти, от стойността на натоварването при пожарна ситуация.

С оглед на осигуряване на по-голяма огнеустойчивост на стоманобетонните греди, при конструирането им е препоръчително да се избират не 2, а 3 или повече броя долни надлъжни пръти, защото при пожарно въздействие междинните пръти работят със значително по-големи якостни характеристики от ъгловите пръти, поради температурни концентрации в долните ъгли на елементите.

При прилагане на опростения изчислителен метод от Приложение Е на [2] за изчисляване на носимоспособността на огъване  $M_{fi,Rd}^-$  на напречните сечения над опорите на непрекъснати греди, подложени на пожарно въздействие, трябва да се въведе ограничението  $M_{fi,Rd}^- \leq M_{Rd}^-$ , за да не се получи по изчисление, че при пожарна ситуация елементите могат да поемат по-голям отрицателен огъващ момент, отколкото при нормална температура.

Когато при проектиране за нормална температура стойността на относителната височина на натисквата зона в сеченията при опорите е близка до граничната  $\xi = 0,45$  и изискваната граница на огнеустойчивост е висока, може да се получи така, че при пожарна ситуация относителната височина на натисквата зона  $\xi_{fi}$  има стойност, по-голяма от 0,45, поради наличието на неефективен повреден бетон от три страни в натисквата зона на сечението. В тези случаи при определяне на носимоспособността на огъване  $M_{fi,Rd}^-$  би трябвало да се отчита и наличната натискова (долна) надлъжна армировка, което затруднява изчисленията, поради високата температура в долните пръти и необходимостта от определяне на стойността на редуцирания коефициент  $k_{sy,\theta}$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. БДС EN 1992-1-1:2005 и БДС EN 1992-1-1/NA – Еврокод 2. Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции. Част 1-1: Общи правила и правила за сгради.
2. БДС EN 1992-1-2:2005 и БДС EN 1992-1-2/NA – Еврокод 2. Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции. Част 1-2: Общи правила. Проектиране на конструкции срещу въздействие от пожар.
3. Захариева-Георгиева, Б. Определяне на огнеустойчивостта на стоманобетонни греди чрез опростения изчислителен зонов метод на БДС EN 1992-1-2:2005. Първа научно-приложна конференция с международно участие „Стоманобетонни и зидани конструкции – теория и практика”, София, 2015.
4. Захариева-Георгиева, Б., Трайкова, М. Проверка за огнеустойчивост на стоманобетонни греди по БДС EN 1992-1-2:2005. Международна юбилейна научно-приложна конференция УАСГ'2012, София, 2012.

# ANALYSIS OF THE FIRE RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE BEAMS IN ACCORDANCE WITH EN 1992-1-2:2005

**B. Zaharieva-Gueorguieva<sup>1</sup>**

*Keywords: reinforced concrete beams, fire resistance*

## ABSTRACT

The paper analyzes the basic methods – “Tabulated data” and simplified calculation methods given in Part 1-2 of Eurocode 2 for assessing the fire resistance of reinforced concrete beams with rectangular cross-section or T beams in relation to the load-bearing criterion R in standard fire exposure. Based on comparative analysis, conclusions for the influence of some parameters are drawn and practical recommendations are given.

---

<sup>1</sup> Borianka Zaharieva-Gueorguieva, Prof. Dr. Eng., Dept. “Reinforced Concrete Structures”, UACEG, 1 H. Smiranski Blvd., Sofia 1046