

Оценка на огнеустойчивостта на стоманени колони, защитени с YTONG®

Доц. инж. Иван Тодоров, д-р ас. инж. Христо Проданов

РЕЗЮМЕ: В доклада са представени резултатите от експериментално и теоретично изследване на огнеустойчивостта на стоманени колони, защитени с YTONG®. Изследванията са проведени с ненатоварени колони, които имат отворени (двойно-Т образно) и затворени (правоъгълни кухи) сечения. Направено е сравнение между резултатите, получени по теоретичен и по експериментален път. Направени са изводи, заключение и са дадени насоки за допълнителни изследвания.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: опростен изчислителен модел, огнеустойчивост, стоманена колона, YTONG®

ABSTRACT: In the article there are presented the results of experimental and theoretical research on the fire resistance of steel columns, insulated by YTONG®. The fire tests were conducted with open (2T-shaped) and closed (rectangular hollow) cross-sections, without load. A comparison between experimental and calculation results has been made. At the end there are conclusions and proposals for additional research.

KEY WORDS: simple calculation model, fire resistance, steel column, YTONG®

I. Увод

Използването на изчислителни методи за определяне границата на огнеустойчивост на строителни елементи и конструкции в РБългария е регламентирано в чл.10 ал. 3 на [1]. В същата Наредба е посочено, че за тази цел следва да се използват методите за определяне на границата на огнеустойчивост, дадени в Еврокодовете.

II. Цел

Целта на изследването е да се определи границата на огнеустойчивост на стоманени колони, защитени с YTONG и да се тества представената в Еврокод 3 [3] изчислителната методика.

III. Опростен изчислителен модел за определяне на границата на огнеустойчивост на защитени стоманени елементи

Съгласно БДС EN 1993-1-2 [3] определянето на изменението на температурата в четиристранно нагривани защитени стоманени елементи става по формулата:

$$(1) \quad \Delta\theta_{a,t} = \frac{\lambda_p \cdot A_p / V \cdot (\theta_{g,t} - \theta_{a,t})}{d_p \cdot C_a \cdot \rho_a \cdot (1 + \phi / 3)} \cdot \Delta t - (e^{\phi/10} - 1) \cdot \Delta\theta_{g,t}$$

$$(\Delta\theta_{a,t} \geq 0 \quad \text{ако} \quad \Delta\theta_{g,t} > 0)$$

$$\phi = \frac{C_p \cdot \rho_p}{C_a \cdot \rho_a} \cdot d_p \cdot \frac{A_p}{V}$$

където:

- A_p / V - коефициент на масивност на защитен стоманен елемент [m^{-1}];
- A_p - повърхнината на пожарозащитния материал за единица дължина на защитавания елемент [m^2/m];
- V - обем на защитавания елемент за единица дължина [m^3/m];
- C_a - специфична топлина на стоманата [$\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}$];
- C_p - специфична топлина на пожарозащитния материал [$\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}$];
- d_p - дебелина на пожарозащитния материал [m];
- Δt - интервал от време [s];
- $\theta_{a,t}$ - температура на стоманата в момент t [$^{\circ}\text{C}$];
- $\theta_{g,t}$ - температура на продуктите на горене в момент t [$^{\circ}\text{C}$];
- $\theta_{g,t}$ - изменение на температурата на газовете за интервал Δt [$^{\circ}\text{C}$];
- λ_p - топлопроводност на пожарозащитния материал [$\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$];
- ρ_p, ρ_a - обемна маса на пожарозащитния материал и на стоманата [kg/m^3]

IV. Употреба на YTONG за пожарозащита на стоманени колони

YTONG е добре позната международна марка за газобетонни блокчета. Основни техни предимства са:

- отлични изолационни характеристики;
- негоримост – в условията на пожар преградите от YTONG не горят и не разпространяват горенето, забавят преноса на топлина, и предвратяват разпространението на пожара. Чрез използване на YTONG могат да се осигурят високи граници на огнеустойчивост, дори при малки дебелини на блокчетата;
- малка плътност;
- лесни за работа;
- с точни размери.

Газобетонните блокчета YTONG се изработват с размери 60x25xd см, като дебелината d може да варира от 5 до 35 см.

Обикновено за пожарозащита на стоманени колони се използват блокчета с дебелини 5 и 7,5 см.

V. Експериментално определяне на границата на огнеустойчивост на стоманени колони, защитени с YTONG.

Експерименталното изследване се извърши в лабораторията на отдела “Център за изследвания и експертизи” към ГД”ПБЗН” - МВР. Изпитани бяха стоманени колони с отворено 2Т-образно и правоъгълно кухо сечение. Те бяха защитени с блокчета YTONG с дебелина 75 мм, като между стоманените колони и блокчетата беше оставена въздушна междина с размер 5 мм. За всеки тип сечение се извършиха по два опита.

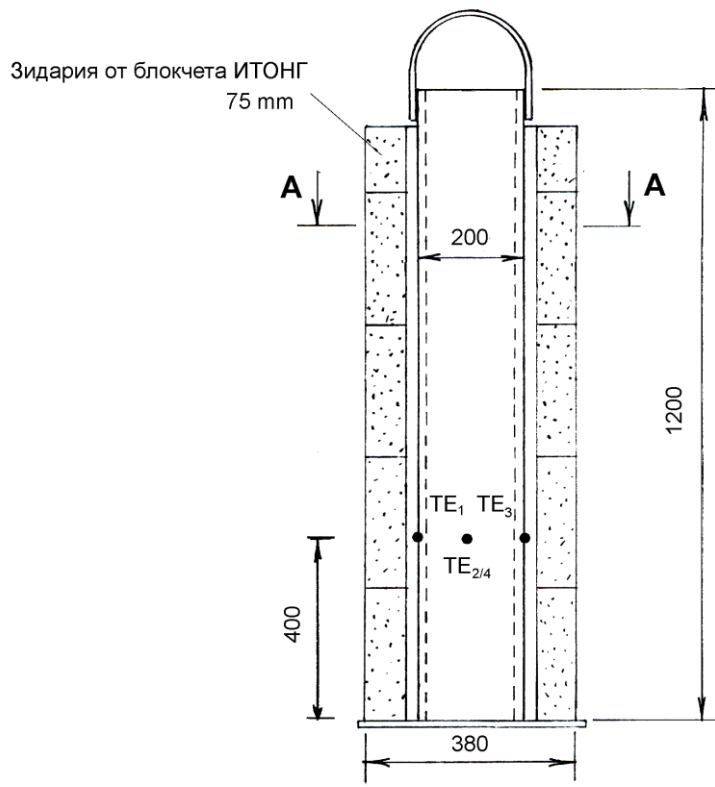
Експериментите бяха проведени съгласно изискванията на БДС EN 1363-1. Изменението на температурата в пещта следваше стандартната крива температура-време съгласно ISO 834. Получените експериментални резултати за изменението на температурата бяха предоставени производителя на YTONG.

На фиг. 1 и 2 са представени схеми на разположение на термоелементите за двата различни типа сечения.

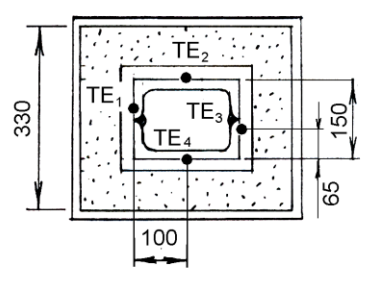
В табл. 1 са посочени данни за стоманените колони и за газобетонните блокчета, които бяха използвани за теоретичното определяне на изменението на температурното поле съгласно формула (1). На фиг. 3 и фиг. 4 са представени резултатите от теоретичното и експерименталното изследване на изменението на температурното поле в стоманените колони.

Табл. 1. Данни използвани за определяне на границата на
огнеустойчивост по теоретичен

Dimensions, Properties	cross-section	
	Rectangular hollow	2Т
b [mm]	200	260
h [mm]	150	300
t_w [mm]	8	10
t_f [mm]	-	16
A_p/V [1/m]	131	101,8
C_a [J/kg. $^{\circ}$ C]	600	600
ρ_a [kg/m 3]	7850	7850
d_p [mm]	75	75
C_p [J/kg. $^{\circ}$ C]	1050	1050
ρ_p [kg/m 3]	500	500
λ_p [W/m. $^{\circ}$ C]	0,16	0,16

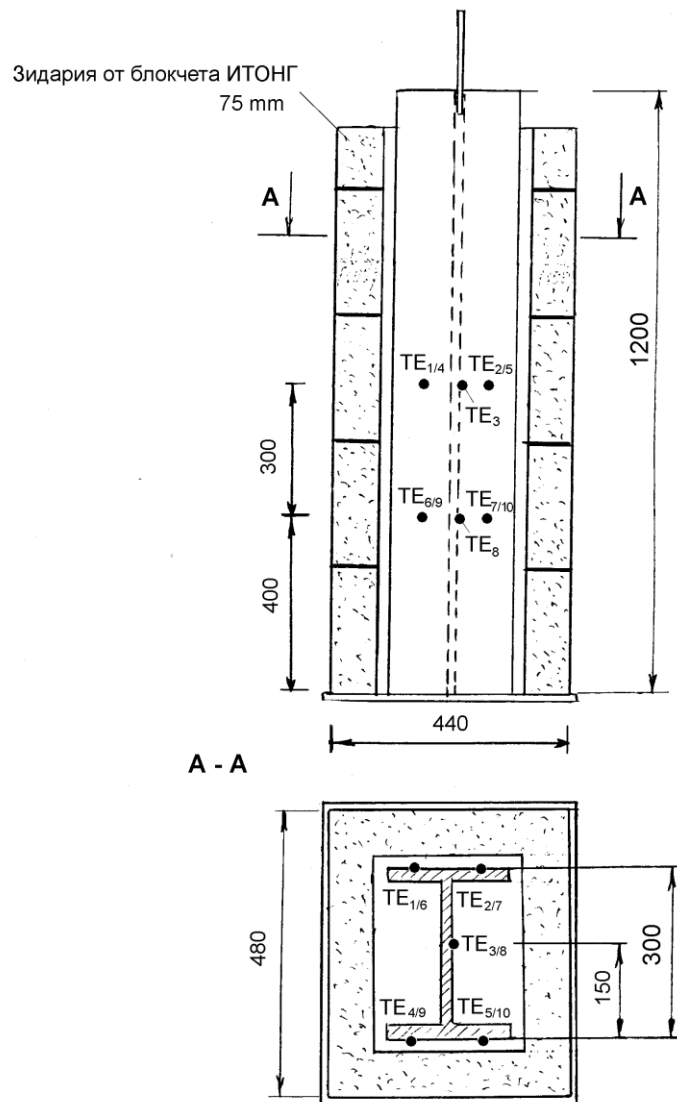


A - A



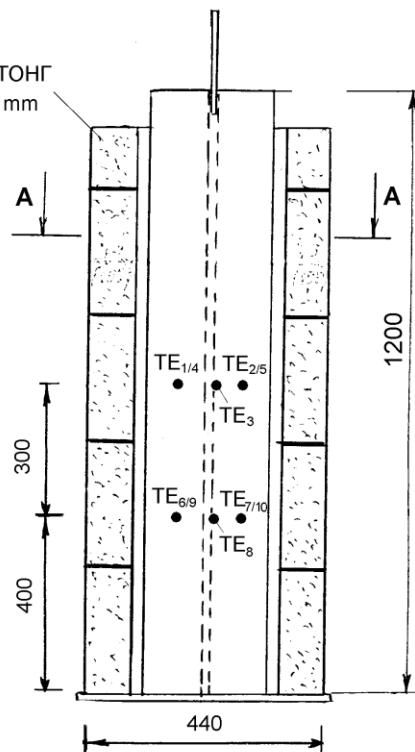
● Термоелементи

Фиг. 1 Разположение на термодвойките по време на изпитването на стоманените колони с правоъгълно кухо сечение

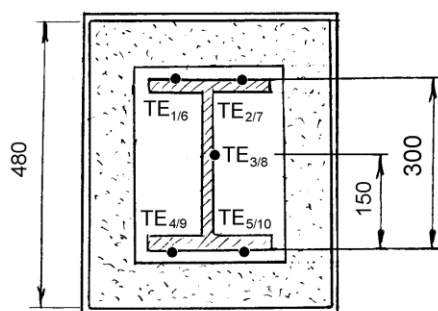


Фиг. 2 Разположение на термодвойките по време на изпитването на стоманените колони с отворено 2Т сечение

Зидария от блокчета ИТОНГ
75 mm

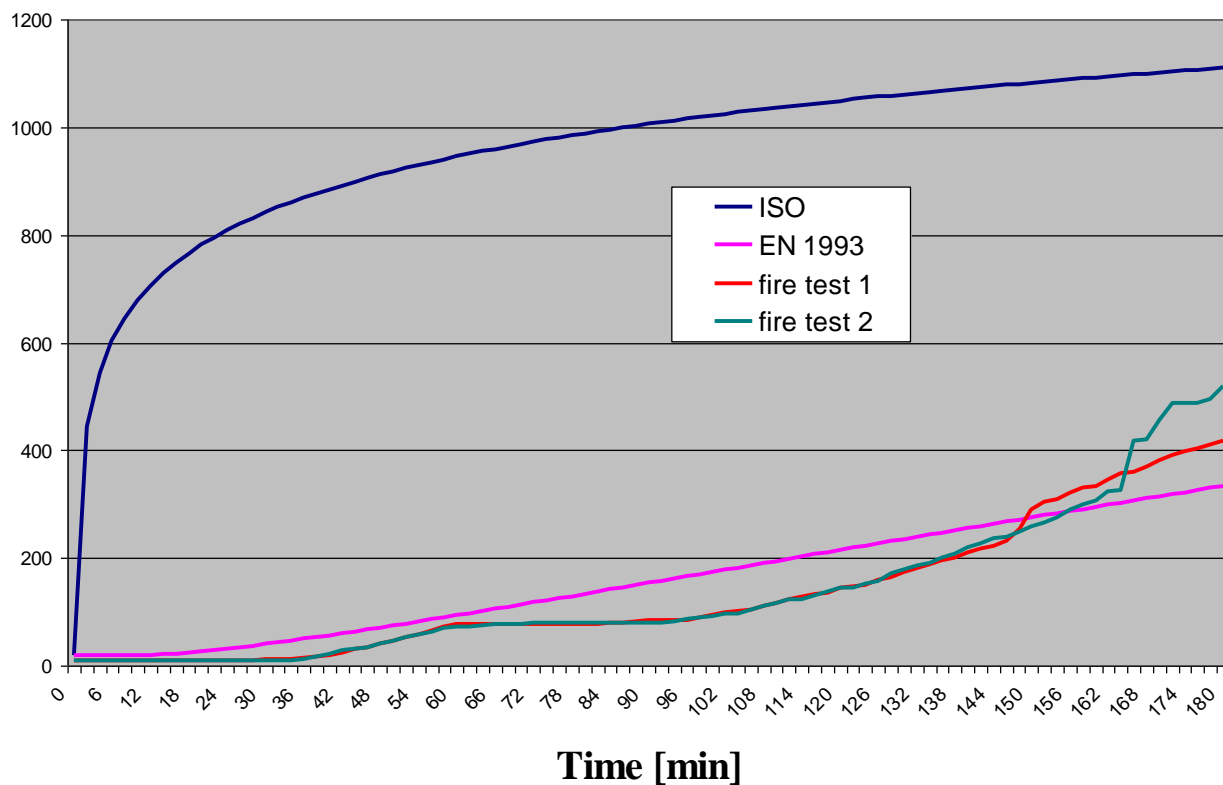


A - A



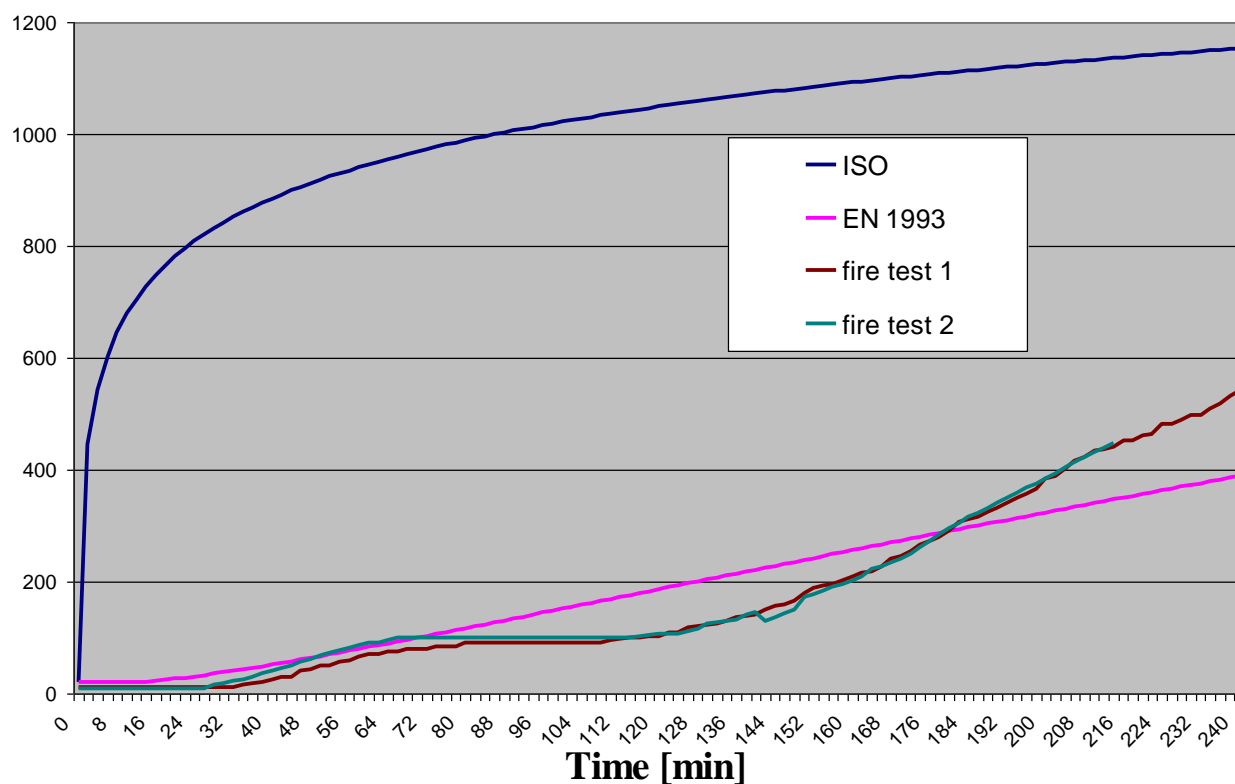
• Термоелементи

Temperature development in the hollow cross-section



Фиг. 3. Изменение на температурното поле в колоните с правоъгълно кухо сечение

Temperature development in the open cross-section



Фиг. 4. Изменение на температурното поле в колните с отворено 2Т сечение

VI. Изводи

Границата на огнесутоичивост на колоните с кухо сечение е 180 мин., при средна температура измерена в този момент 470 °С.

Границата на огнесутоичивост на колоните с отворено 2Т сечение е 208 мин., при средна температура измерена в този момент 470 °С.

От графиките се вижда, че има разлика в резултатите получени по експериментален и теоретичен път в диапазона на критичните за стоманени елементи температури над 400 градуса. Причина за тази разлика е използването на константни стойности на топлофизичните характеристики на YTONG, получени при нормална температура.

VII. Заключение/Препоръки

Огнеустойчивостта на изпитаните стоманени колони, защитени с YTONG удовлетворява най-високите нормативни изисквания за граница на огнеустойчивост на колони, съгласно [1] – 180 min.

Необходимо е провеждането а допълнителни изследвания с цел получаването на топлофизичните характеристики на YTONG при високи температури.

Литература:

1. Наредба Из-1971 от 29.10.2009 г. „За строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар” , изд. „Итус”, С., 2013
2. БДС EN 1363-1:2001 “Изпитвания за устойчивост на огън. Част 1: Общи изисквания”;
3. БДС EN 1993-1-2:2005 Еврокод 3: Проектиране на стоманени конструкции. Част 1-2: Основни правила. Проектиране на конструкции срещу въздействие от пожар.

