

Влияние на конструктивни отслабвания на напречното сечение върху еласто-пластичното поведение на елементи подложени на опън

1. Въведение

Еврокод 8 [1].

2. Особенности при проектиране на връзкови системи с центрично включени диагонали

()

[1] :

$$N = N_G + 1,1 \cdot \gamma_{OV} \cdot \Omega N_{ED} \quad (1),$$

N (;)

N_G -

N_{ED} -

$\gamma_{ov} = 1,25$

Ω

N

(1)

Andre Plumier

1991

[2]

1994

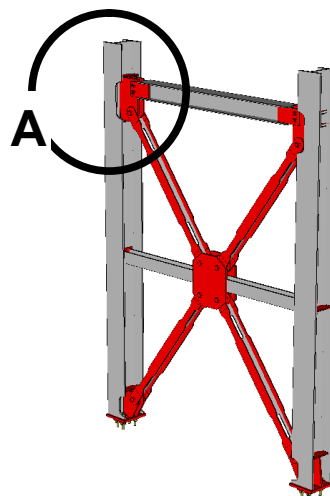
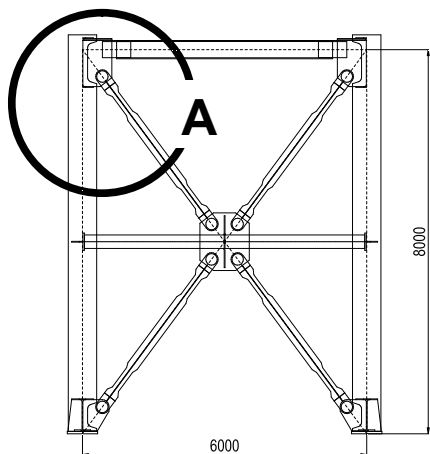
1995

A. Plumier

(Reduced Beam Section %logbone+)

[3].

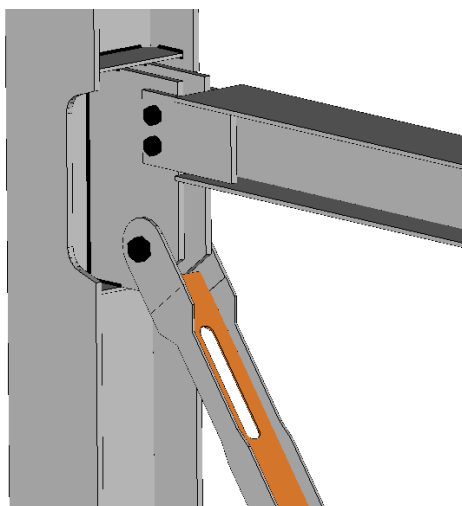
1.



Фиг. 1 – общ вид на вертикална връзка с конструктивни отслабвания на диагоналите

[4 5].

$$\Omega = 1.0,$$



Фиг. 2 – Вид на отслабеното сечение в диагонала. Детайл „А“ от фигура 1

[6,7]

3. Вид на отслабеното сечение, метод на анализ и числов модел

S235JR S1+
EN 10025¹.

(2)

1

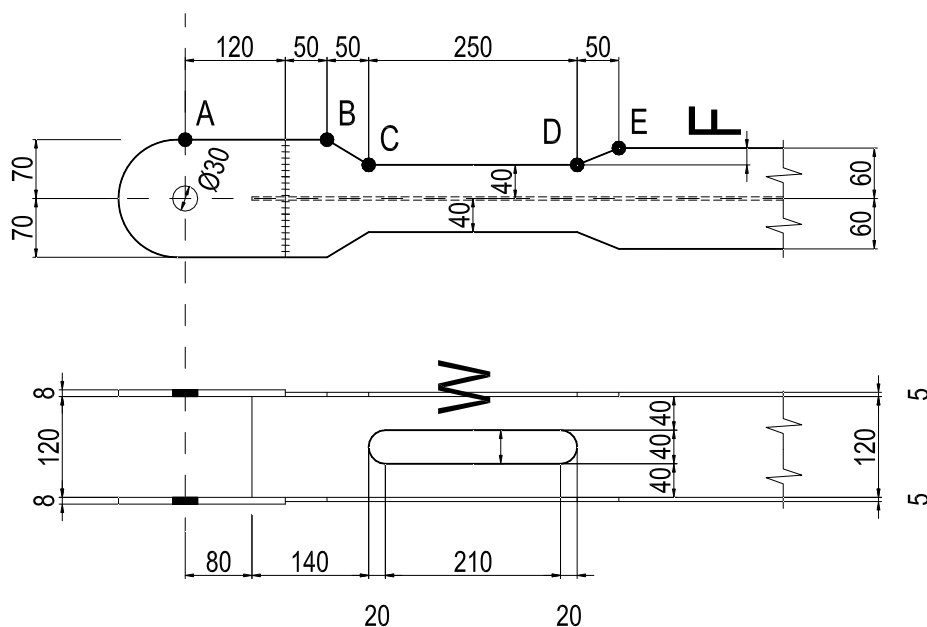
3.

(. . .)

F

W -

ANSYS Workbench V12.



Фиг. 3 – параметър **F** за отслабване на пояса и параметър **W** за отслабване на стеблото

ANSYS Workbench V12.

solid186

solid187,

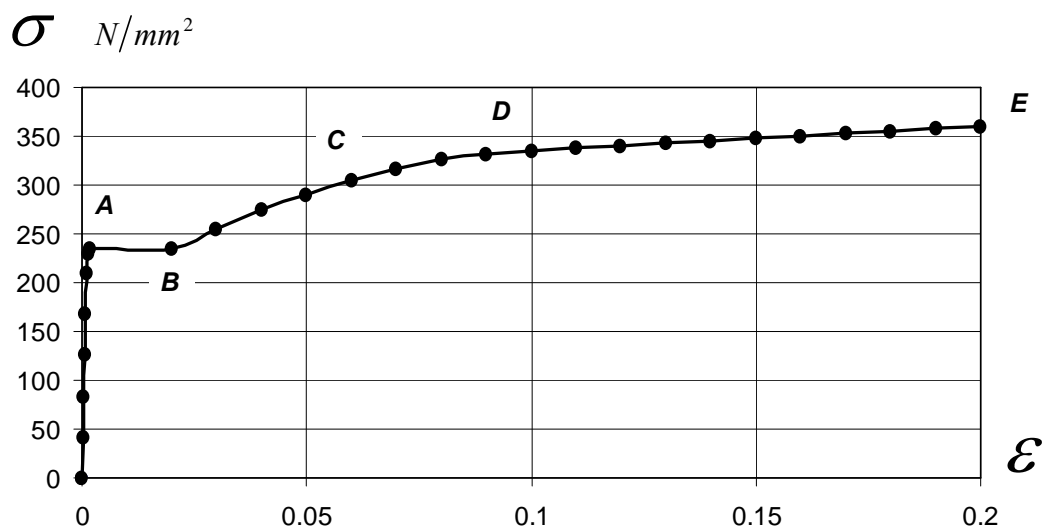
10

conta174,

surf154 targe170.

4.

1.



Фиг. 4 – работна диаграма на стоманата

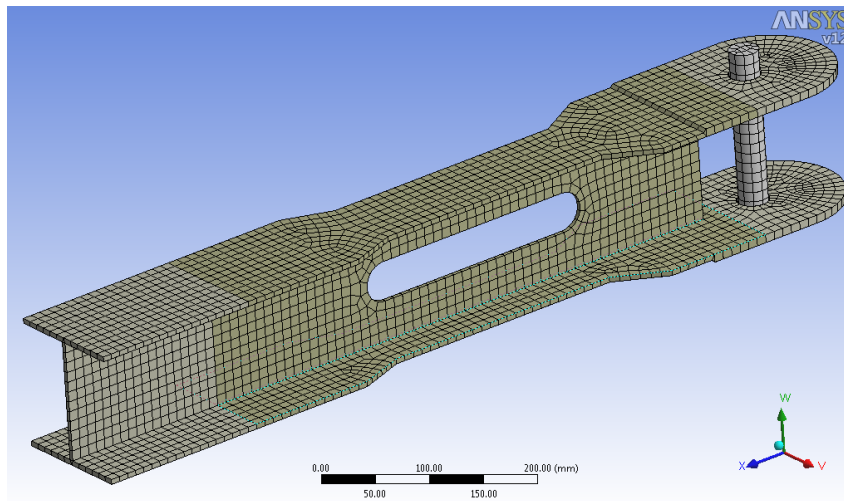
Табл. 1

| Характерна точка | σ N/mm^2 | ϵ | Коментар |
|------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------------|
| A | $f_y = 235$ | $\epsilon_y = 0.002$ | начало на площадка на провлачване |
| B | 235 | 0.02 | край на площадка на провлачване |
| C | 305 | 0.06 | стадии на уякчаване |
| D | 335.5 | 0.10 | стадии на уякчаване |
| E | $f_u = 360$ | $\epsilon_u = 0.20$ | граница на скъсване |

R. Englekirk [8, 30],

$$\epsilon_y \approx 2 \cdot \frac{f_y}{E} = 0.002.$$

5.



Фиг. 5 – общ вид на числовия модел

5.

4. Параметрично изследване

ISO 6892-1 .

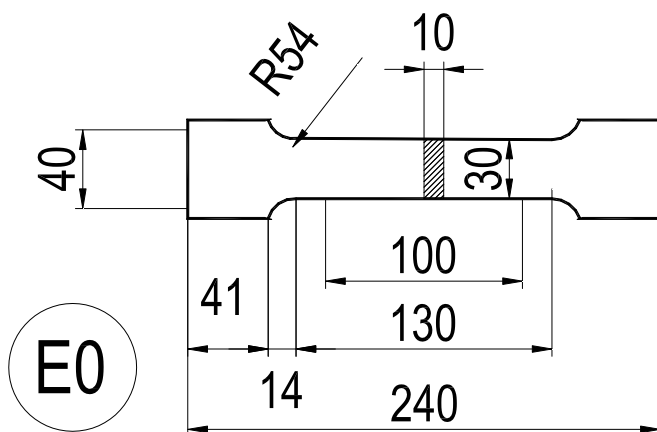
6.

7

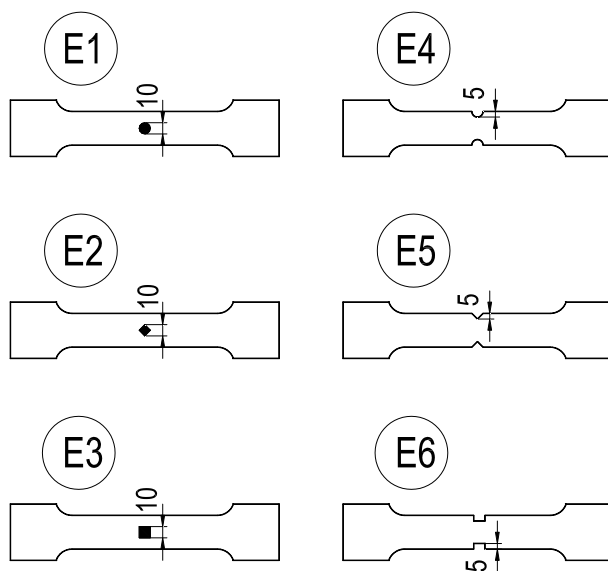
%

7

2.



Фиг. 6 – стандартна плоска епруветка по ISO 6892-1, модел E0



Фиг. 7 – Модели с различни форми и местоположение на отслабванията

Табл. 2

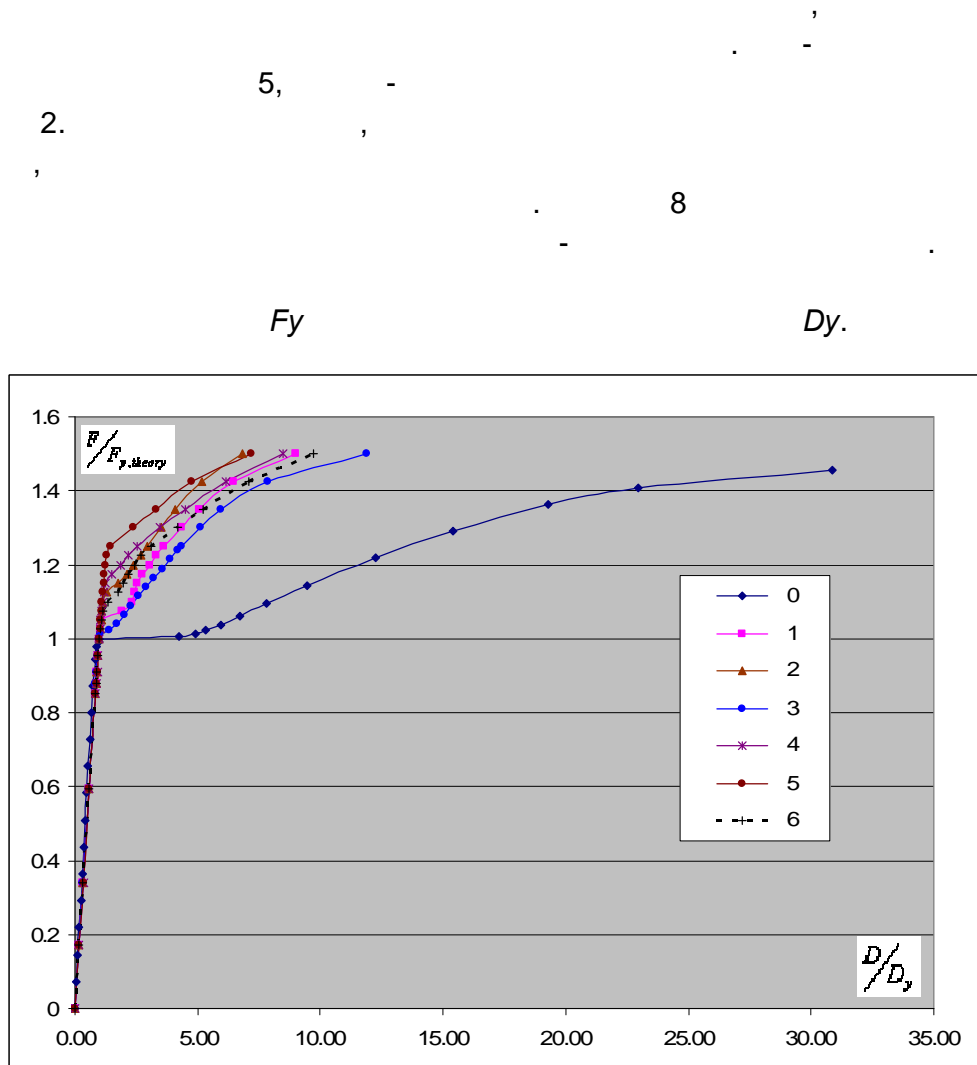
| Модел | Вид на отслабването | Нетно сечение [mm ²] | $\frac{F_y}{F_{y,theory}}$ Уякчаване | $\frac{\epsilon_u}{\epsilon_{u,theory}}$ Редукция на пластичната работа |
|-------|---------------------|----------------------------------|---|--|
| E0 | Без отслабване | 30 | 1,0 | 1,0 |
| E1 | Кръгъл отвор | 20 | 1,05 | 0,172 |
| E2 | Ромбоиден отвор | 20 | 1,125 | 0,125 |
| E3 | Квадратен отвор | 20 | 1,0225 | 0,235 |
| E4 | Кръгъл жлеб | 20 | 1,15 | 0,159 |
| E5 | Ромбоиден жлеб | 20 | 1,25 | 0,132 |
| E6 | Правоъгълен жлеб | 20 | 1,075 | 0,185 |

2

8,

s

+



Фиг. 8 – нормализирана крива „сила- преместване“ за модели на епруветки от фигура 7.

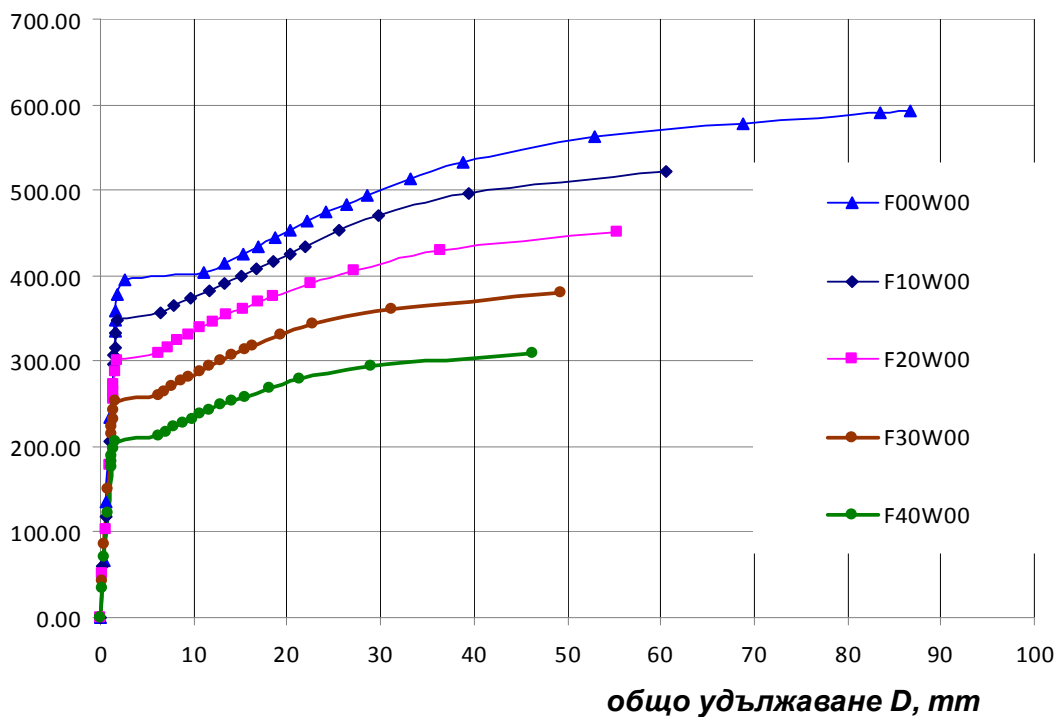
3

| Серия 1 | | Серия 2 | | Серия 3 | |
|---------------------|--------|------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| Отслабване на пояса | | Отслабване на стеблото | | Отслабване на пояс и стебло | |
| | | 6 | F00W10 | | |
| 1 | F00W00 | 7 | F00W20 | 1 | F00W00 |
| 2 | F10W00 | 8 | F00W30 | 12 | F10W30 |
| 3 | F20W00 | 9 | F00W40 | 13 | F20W40 |
| 4 | F30W00 | 10 | F00W50 | 14 | F30W50 |
| 5 | F40W00 | 11 | F00W60 | 15 | F40W60 |

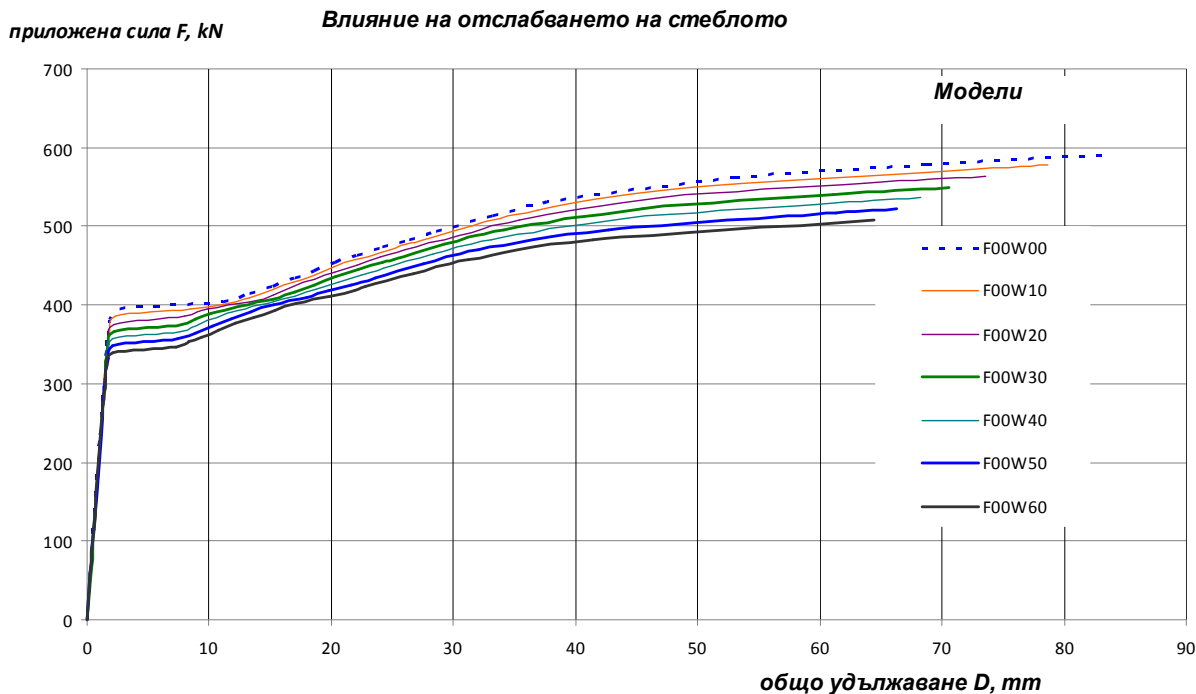
9,10 11.

приложена
сила F , kN

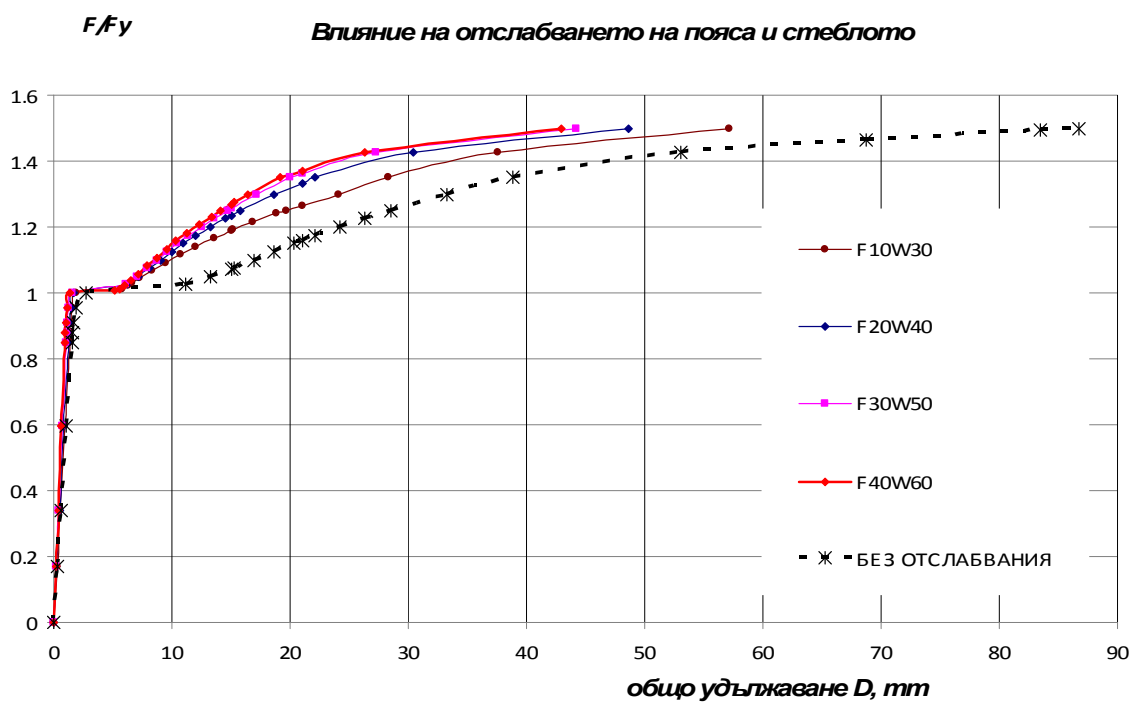
Влияние на отслабването на пояса



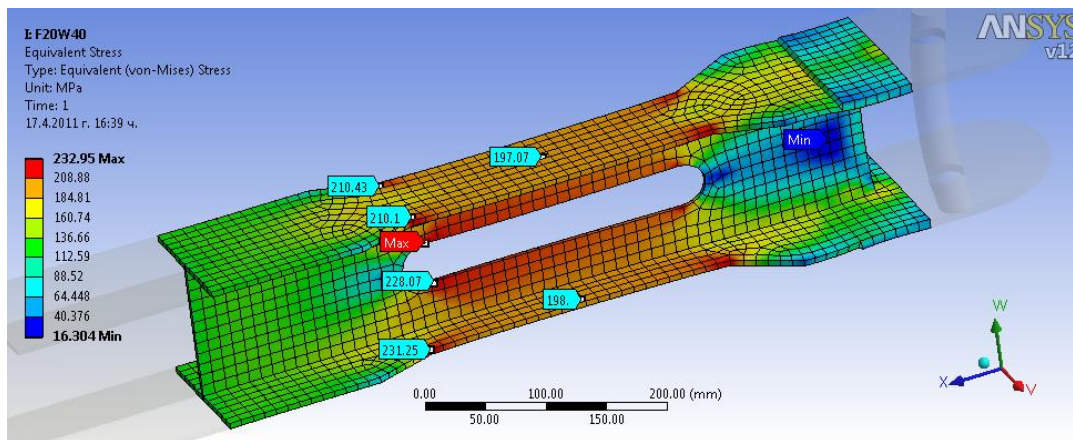
Фиг. 9 – зависимости сила- преместване за модели от серия 1.



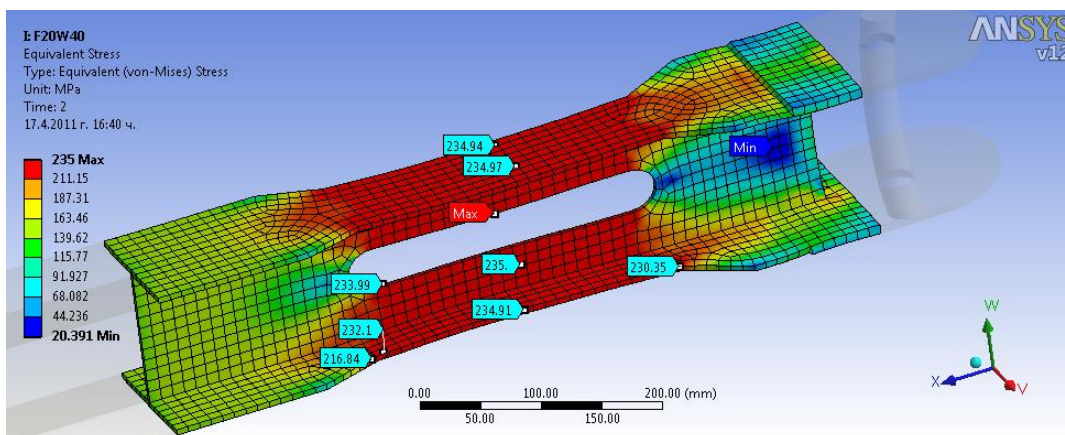
Фиг. 10 – зависимости сила- преместване за модели от серия 2.



Фиг. 11 – зависимости F/F_y (уякчаване)- преместване - модели от серия 3

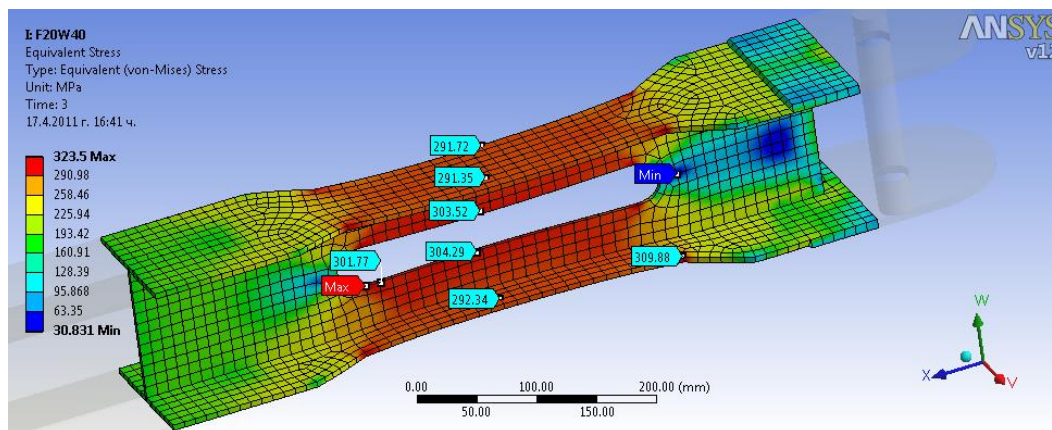


)

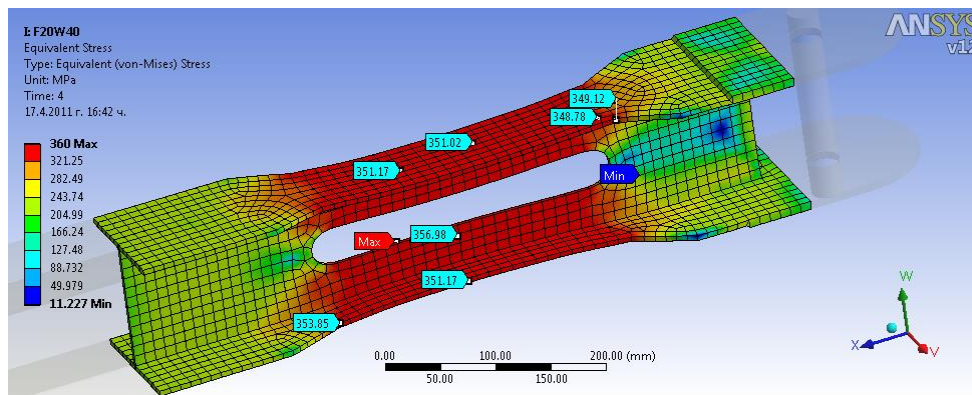


)

Фиг. 12 – картина на напреженията по von-Mises при модел F20W40 при:
 а) - приложена сила $F=0.85F_y$ – еластичен стадии на работа
 б) - приложена сила $F=1.0F_y$ – поява на първи пластични деформации



)



)

Фиг. 13 – картина на напреженията по von-Mises при модел F20W40 при:

- а) $F=1.25F_y$ - състояние на развиване на пластични деформации съпроводено с уякчаване на материала
- б) $F=1.50F_y \approx F_u$ – състояние, непосредствено преди скъсване

6. Изводи и заключения

:

,

,

-

.

.

.

.

,

,

”

14.

δ

$$\delta = \Delta \cdot \cos(\alpha), \quad \Delta$$

α

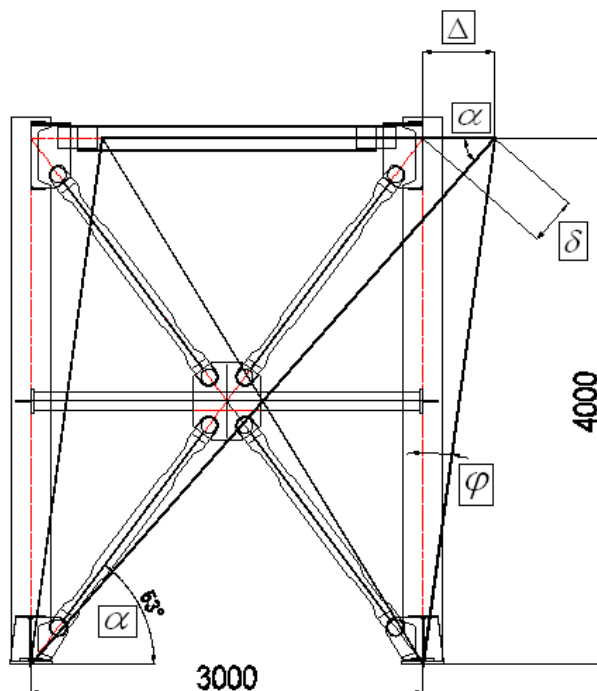
$$s + (DCM),$$

Δ

$$\varphi = 0.025rad$$

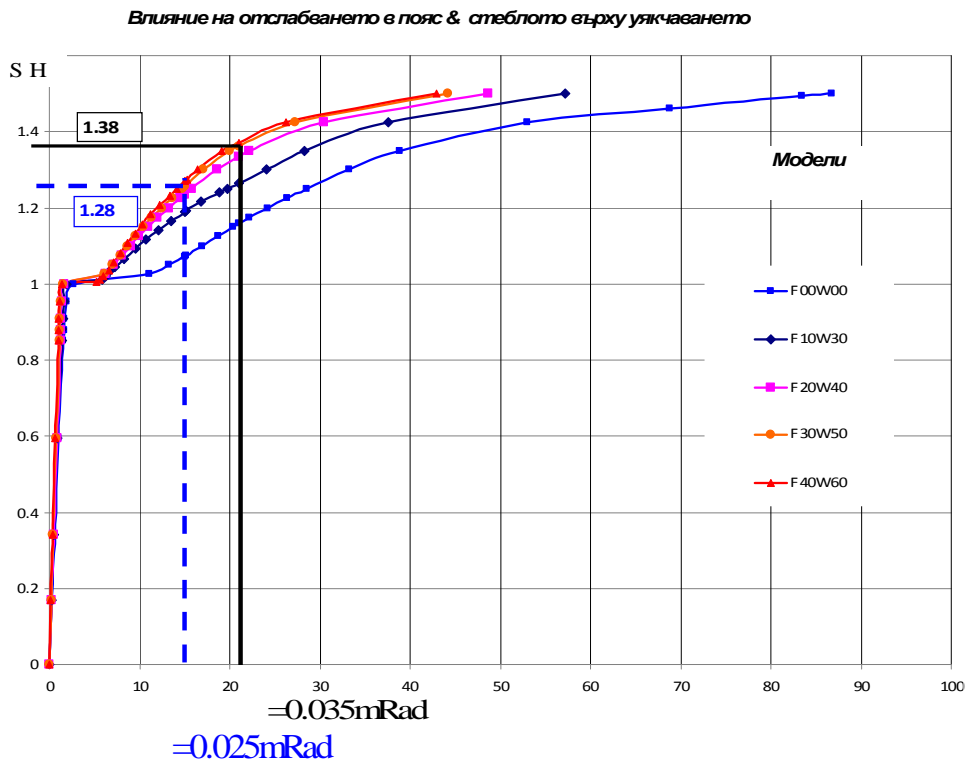
$$s + (DCH), \quad \Delta$$

$$\varphi = 0.035rad,$$

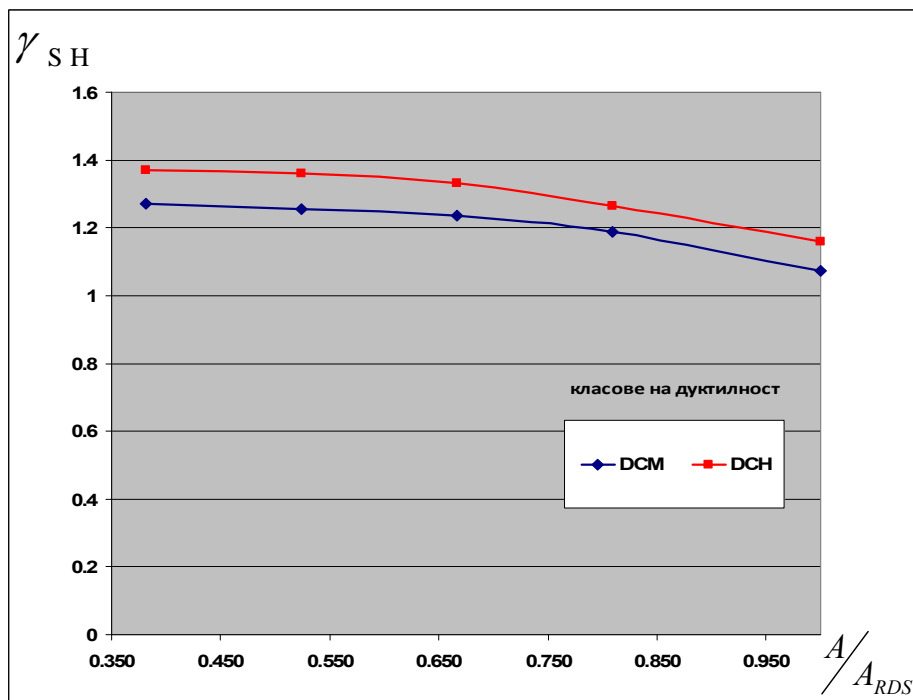


Фиг. 14 – геометрични зависимости „междуетажно преместване – удължение на диагонала“

| | | | | | | |
|------|---|--|---|--|------|---------------|
| 3000 | , | | | | | 4000 |
| | : | | | | | |
| | | DCM - $\Delta = 100mm \Rightarrow \delta = 60mm$; | | DCH - $\Delta = 140mm \Rightarrow \delta = 84mm$; | | |
| | | | 4 | | | |
| 15 | | s | + | 21 | | s |
| | | | | | | 15 |
| | | | | | | |
| | | 16 | | | | |
| | | $\frac{A_{RDS}}{A}$ | | | | |
| | | γ_{SH} | | | | |
| | | Еврокод 8 [1] | , | | | |
| | | γ_{SH} | | | | 1.1 |
| | | | | (1). | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | γ_{SH} |
| | | | | | | 1,07 |
| | | | | | | 1,27 |
| DCM | | 1,16 | | 1,37 | DCH. | |



Фиг. 15 – коефициент на уякчаване на материала γ_{SH} при класове на дуктилност DCM & DCH



Фиг. 16 – изменение на коефициента на уякчаване на материала γ_{SH} в зависимост от степента на отслабване на сечението

γ_{SH}

ЛИТЕРАТУРА

1. БДС EN 1998-1. 8: 1: , 2006.
2. Plumier A., "New idea for safe structures in seismic zones," IABSE Symposium, Mixed structures including new materials, Brussels, 1990.
3. Plumier A., (1997) "The Dogbone: Back to the Future," Engineering Journal, Vol. 34, No. 2, pp. 61-67, AISC. Seismic Provisions for Structural Steel Buildings (1997), 2nd Edition, AISC, Chicago, IL.
4. Piluso V., Longo A., Montuori R., "An Innovative Conception for Bracing Members: The Reduced Brace Section Solution," Eurosteel 2005, 4th European Conference on Steel Structures, Maastricht, 8-10 June 2005.
5. Георгиев Цв., s , 2010, VII
6. Попов Хр., , 1966.
7. Брайнов М., Венков Л. , 1991.
8. Englekirk R. E., Steel Structures: controlling behavior through design. Jhon Wiley & Sons, Inc., 1994.
9. Казаков К., s , 2010.
10. Върбанов Хр., Тепавичаров Ан., Ганев Т., , 1992