



Тема № 25

# Изпитване на метали I част

доц. д-р инж. И. Ростовски

## 1. Изпитване на опън при стайна температура (БДС EN ISO 6892-1)

### а) определения:

- **измервателна дължина (gauge length)  $L$**  - дължина работния участък на пробното тяло, върху която се измерват деформациите по време на изпитването;
- **първоначална дължина на работния участък (original gauge length)  $L_0$**  – разстоянието между марките на работния участък на пробното тяло при стайна температура, преди изпитването;
- **крайна дължина на работния участък след разрушение (final gauge length after fracture)  $L_u$**  - разстоянието между марките на работния участък на пробното тяло след изпитването, при стайна температура, измерена след внимателно съединяване на двете части на пробата, така че надлъжните им оси да лежат на права линия;
- **дължина на работния участък (parallel length)  $L_c$**  – дължина на участъка с намалено напречно сечение на пробното тяло;  
*f the parallel reduced section of the test piece*
- **удължение (elongation)** – увеличение на първоначалната дължина на работния участък във всеки момент на изпитването;

Упражнения по „Строителни материали“  
Тема № 25 Изпитване на метали I част

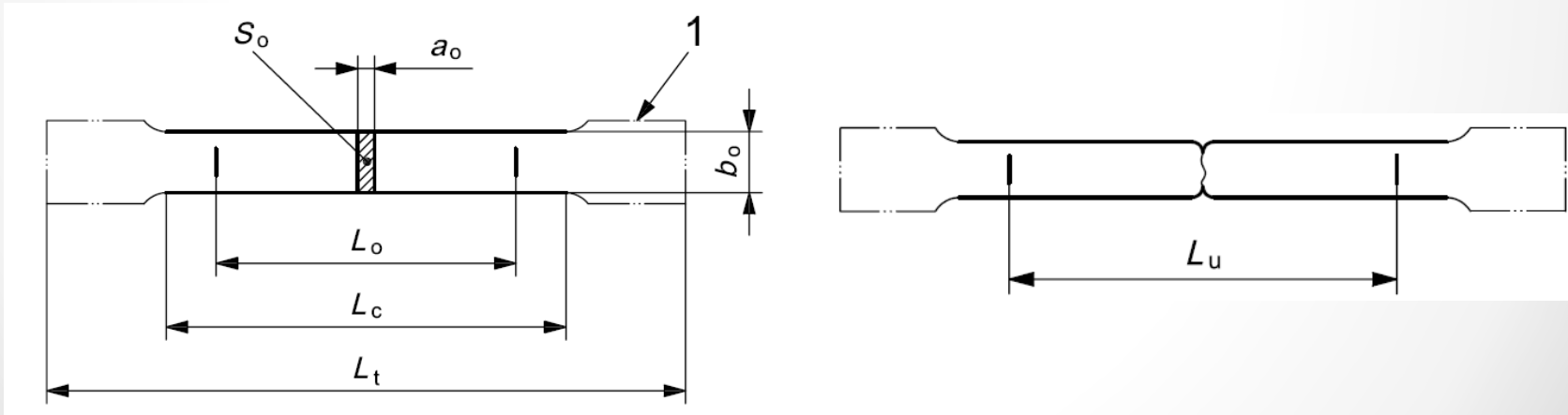
- **процентно(относително) удължение** (*percentage elongation*) – удължение, изразено в проценти от първоначалната измервателна дължина  $L_0$ ;
- **процентно(относително) удължение след разрушение A** (*percentage elongation after fracture*) – постоянно(остатъчно) удължение на измервателната дължина след разрушаване,  $(L_u - L_0)$ , изразено в проценти от първоначалната измервателна дължина  $L_0$ ;
- **процентно(относително) удължение при максимална сила** (*percentage total extension at maximum force*)  $A_{gt}$  - общо удължение(еластично удължение плюс пластично удължение) при максимална сила, изразено в проценти от базата на измерване на деформометър,  $L_e$ ;
- **процентно(относително) пластично удължение при максимална сила** (*percentage plastic extension at maximum force*)  $A_g$  – пластично удължение при максимална сила, изразено в проценти от базата на измерване на деформометър,  $L_e$ ;
- **общо процентно (относително) удължение при разрушение** (*percentage total extension at fracture*)  $A_f$  – общо удължение (еластично плюс пластично) в момента на разрушение, изразено в проценти от базата на измерване на деформометър,  $L_e$ ;

Упражнения по „Строителни материали“  
Тема № 25 Изпитване на метали I част

- **процентно (относително) намаляване на напречното сечение Z удължение при разрушение (percentage reduction of area)** – максимално изменение на площта на напречното сечение, което настъпва по време на изпитването, ( $S_0 - S_u$ ), изразено в проценти от първоначалната площ на напречното сечение в работния участък  $S_0$ ;
- **напрежение (stress)** – във всеки момент на изпитването, силата разделена на първоначалната площ на напречното сечение на пробното тяло в работния участък  $S_0$ ;
- **якост на опън (tensile strength)  $R_m$**  – напрежение, съответстващо на максималната сила,  $F_m$ ;
- **граница на провлачване (yield strength)** – когато металите проявяват явлението провлачване, напрежението съответстващо на точката достигната по време на изпитването, при което настъпва пластична деформация без нарастване на силата;
- **горна граница на провлачване (upper yield strength)  $R_{eH}$**  - максимална стойност на напрежението преди първото намаляване на силата;
- **долна граница на провлачване (lower yield strength)  $R_{eL}$**  – най-ниското ниво на напрежението по време на провлачването, изключвайки първоначалния краткотраен ефект;

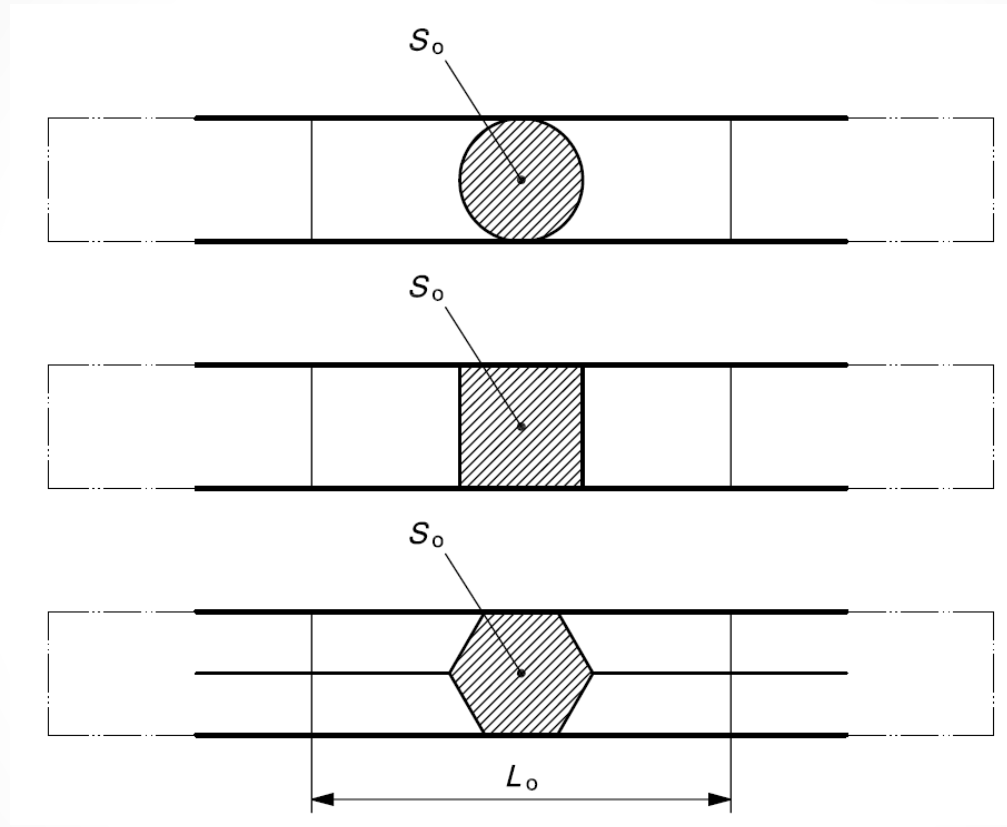
## б) пробни тела:

В зависимост от точността която трябва да се постигне и вида на металните изделия, изпитванията се провеждат с обработени и необработени пробни тела. Обработените пробни тела се изготвят с цел да се създаде постоянно напречно сечение на пробното тяло и да се постигне по-висока точност на измерването. Всяко обработено пробно тяло се състои от работен участък, два преходни участъка в които се променя напречното сечение и два участъка за захващане.



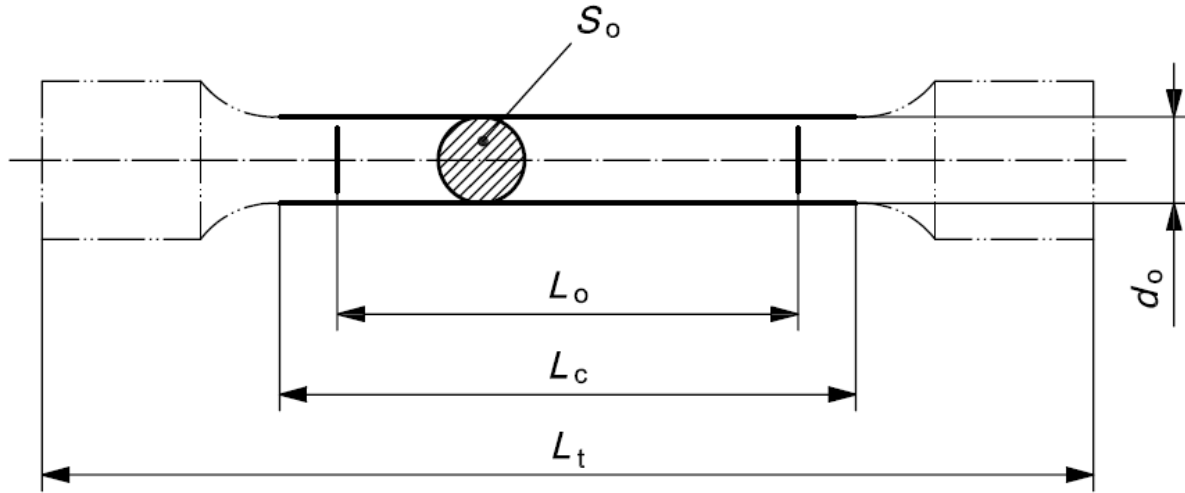
*Обработено пробно тяло с правоъгълно напречно сечение*

Упражнения по „Строителни материали“  
Тема № 25 Изпитване на метали I част



*Неработени пробни тела с различно напречно сечение*

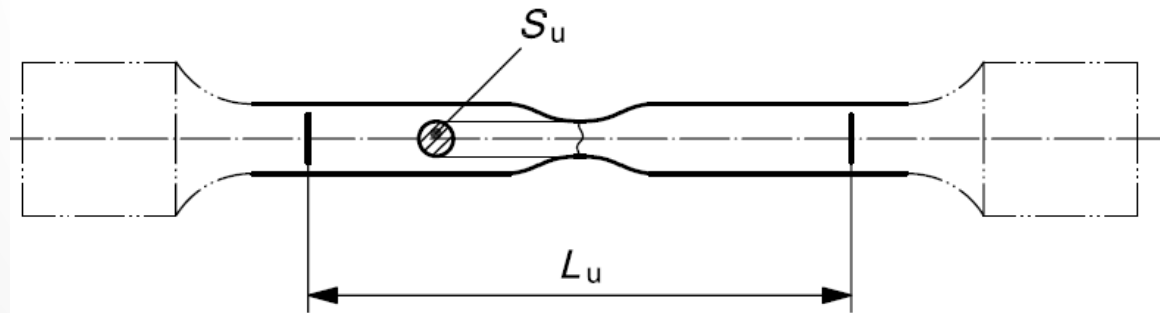
Упражнения по „Строителни материали“  
Тема № 25 Изпитване на метали I част



*преди изпитването*

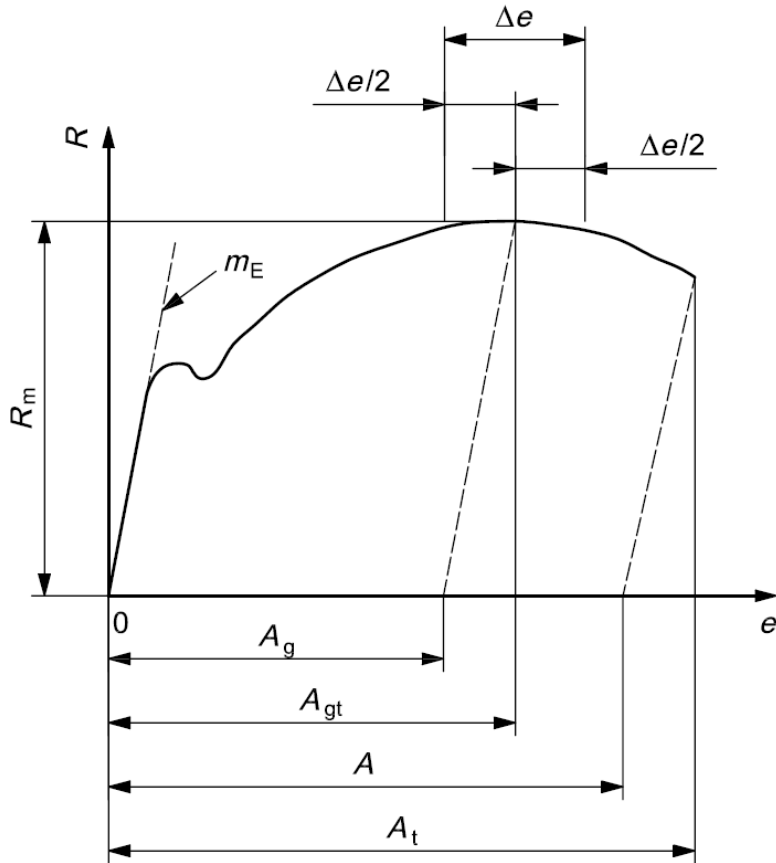
$$L_0 = k\sqrt{S_0}$$

$$k = 5,65$$



*след изпитването*

## Работна диаграма на стоманата при опън

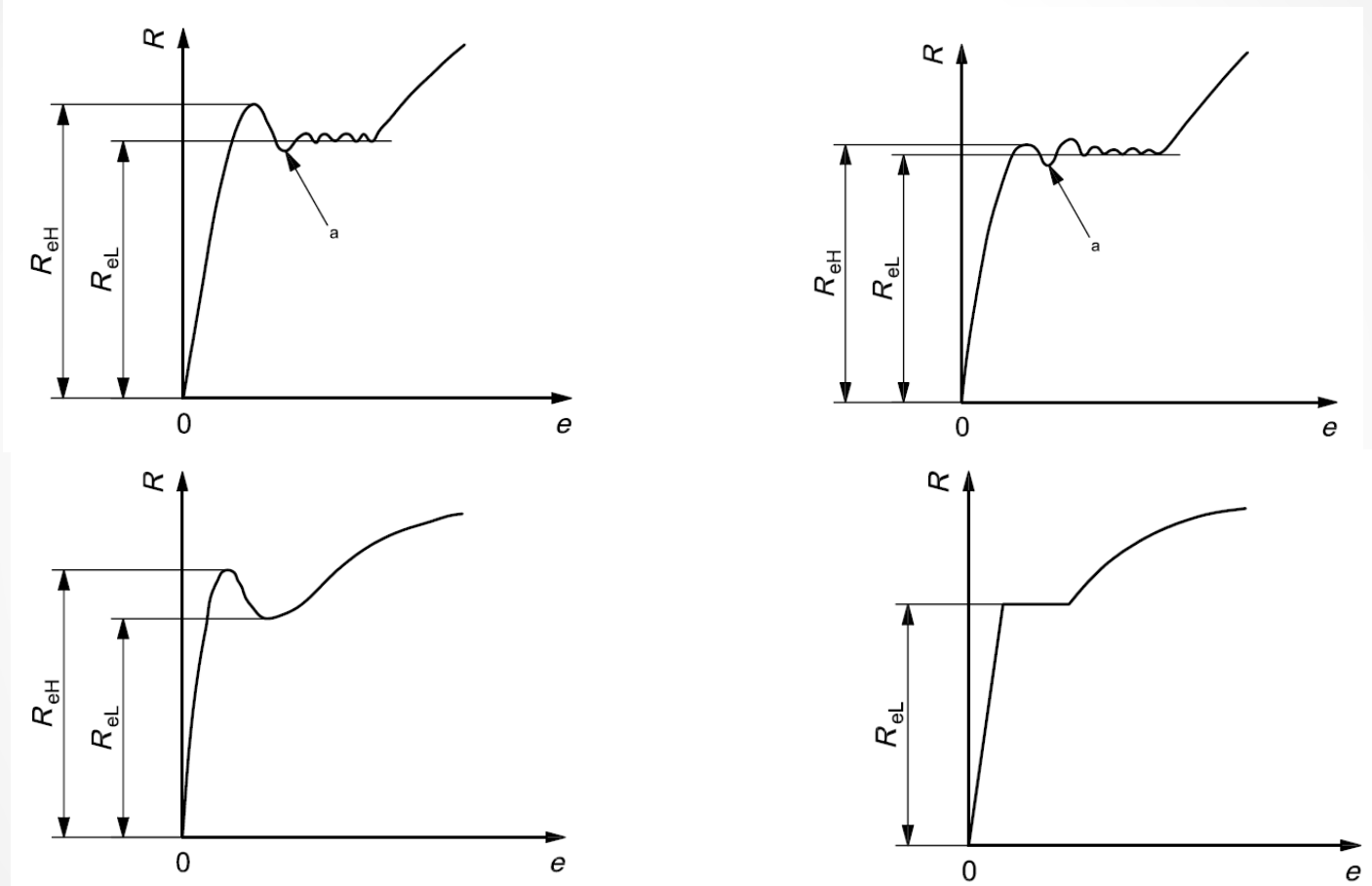


### Нисковъглеродна стомана

- $A_g$  – процентно (относително) пластично удължение при максимална сила;
- $A_{gt}$  – процентно (относително) общо удължение при максимална сила;
- $A$  – процентно (относително) пластично удължение при разрушение (скъсване);
- $A_t$  – процентно (относително) общо удължение при разрушение (скъсване);

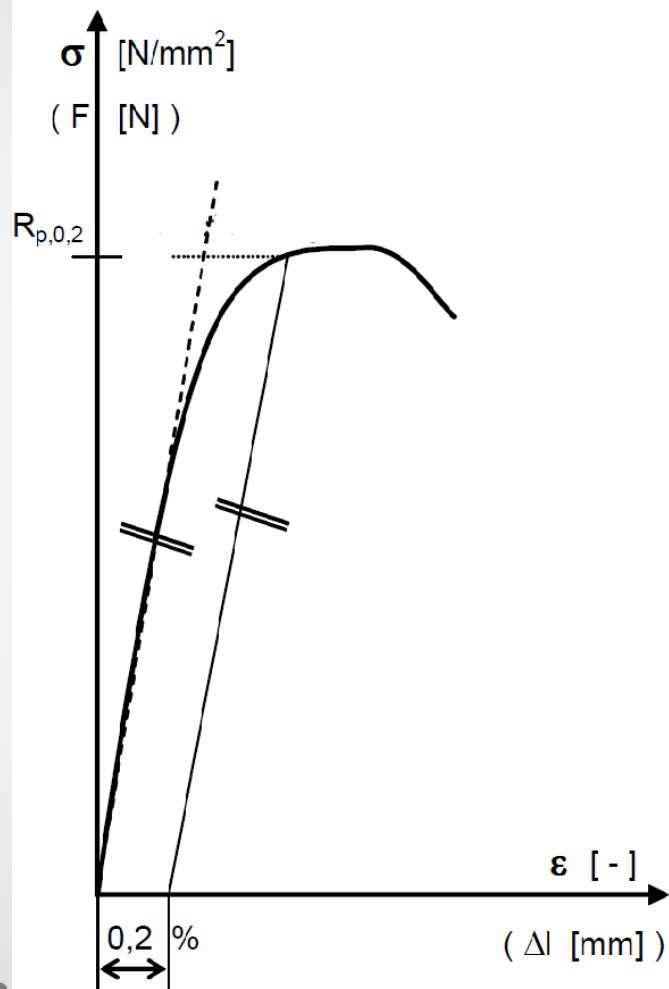


Упражнения по „Строителни материали“  
Тема № 25 Изпитване на метали I част



**Примери за горна и долна граница на провлачване при различни работни диаграми**

Упражнения по „Строителни материали“  
Тема № 25 Изпитване на метали I част



$e_p$  – относително пластично (остатъчно) удължение след разтоварване.  
Стоманите с високо съдържание на въглерод и тези, които са били предварително деформирани в студено състояние се характеризират с т.нар. условна граница на провлачване – напрежението, при което в стоманата остава пластично удължение от 0.2%.

## Изчисляване на основните величини, свързани с изпитването на опън:

Относително пластично удължение при разрушение:

$$A_g = \frac{L_U - L_0}{L_0} 100\%$$

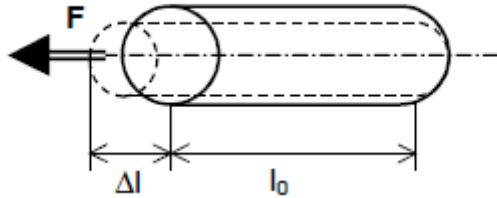
Относително пластично свиване на напречното сечение при разрушение:

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} 100\%$$

Якост на опън:

$$R_u = \frac{F_m}{S_0}$$

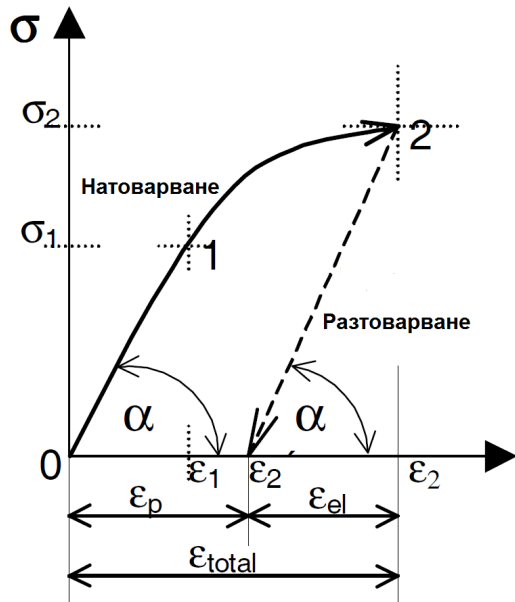
## 2. Определяне на модула на надлъжните деформации на стоманата



$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

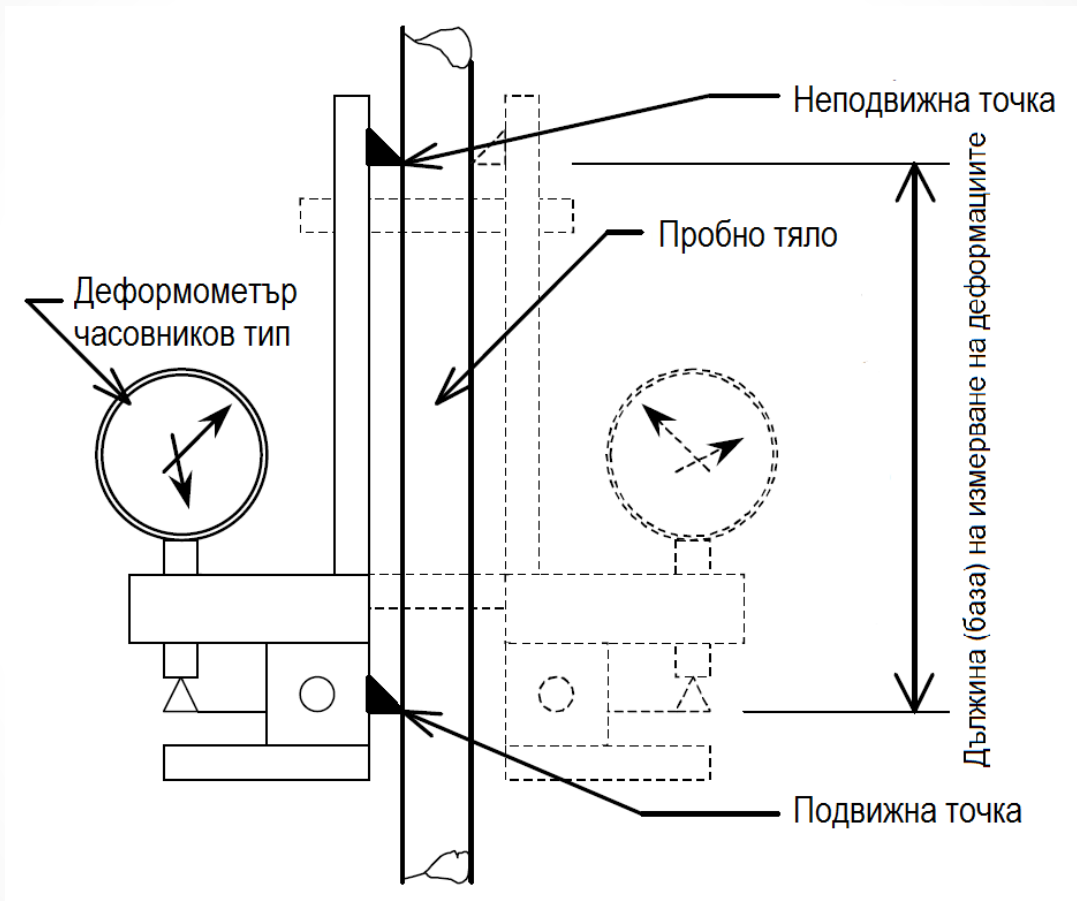


$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$



$$E = \operatorname{tg} \alpha$$

Упражнения по „Строителни материали“  
Тема № 25 Изпитване на метали I част



**Упражнения по „Строителни материали“  
Тема № 25 Изпитване на метали I част**

Сила F N	Напрежение N/mm <sup>2</sup>	$\Delta\sigma$ N/mm <sup>2</sup>	Отчети			$\Delta I$	$\Delta b = \Delta I/n$	$\Delta\varepsilon_s = \varepsilon_{a,3} - \varepsilon_{p,2}$ $= \Delta b/b$	$E_{c,s} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon_s}$ , N/mm <sup>2</sup>
			I1	I2	I = 0,5*(I1+I2)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10000	50	50							
20000	100								
30000	150	50							

Пробно тяло –  **$\varnothing 16$  mm,  $S_0 = 200$  mm<sup>2</sup>**

Дължина на измерване на деформациите –  **$b = 120$  mm**

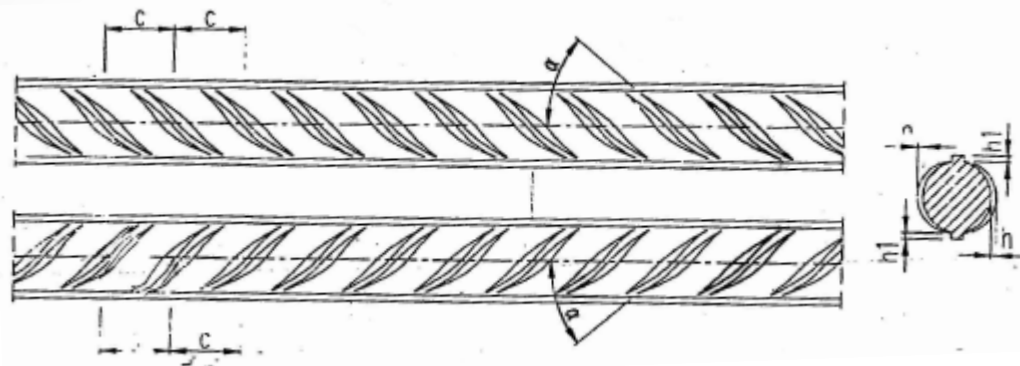
Прибори за измерване на деформациите – деформометри часовников тип с увеличение  **$n = 100$  пъти**

Упражнения по „Строителни материали“  
Тема № 25 Изпитване на метали I част

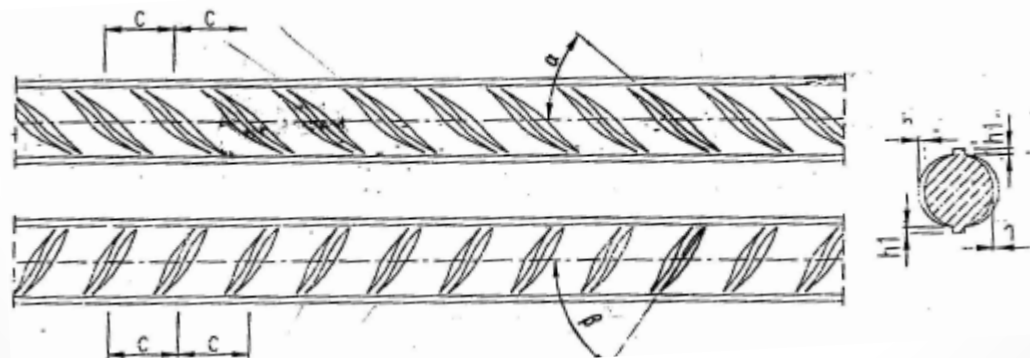
Изисквания към армировъчни стомани В235 и В 420

Показател	Мерна единица	Изискване за клас		
		B235	B420B	B420C
$R_e$ (min)	MPa	235	420	420
$R_m$ (min)	MPa	370	460	500
$R_m/R_e$ (min)	-	-	1,08	1,15
$R_{e,act}/R_{e,nom}$ (max)	-	-	1,30	1,30
$A_g$ (min)	%	25	14	16
$A_{gt}$ (min)	-	-	5	8
Огъване	$\gamma; D$	180°; 0,5d	90°; 3d	90°; 3d
Огъване-изправяне	°	-	-	-
-ъгъл на огъване $\gamma$	°	-	-	90°
-ъгъл на изправяне $\delta$	-	-	-	$\geq 20^\circ$
Диаметър на дорника D при:	-	-	-	-
$d \leq 16$	-	-	-	4d
$16 < d \leq 25$	-	-	-	7d
$d > 25$	-	-	-	8d
Якост на умора:	MPa	-	-	0,6 $R_{e,act}$
$\sigma_{max}$	MPa	-	-	150
размах $2\sigma_a$	n	-	-	$2 \cdot 10^6$
Брой цикли N	-	-	-	-

Упражнения по „Строителни материали“  
Тема № 25 Изпитване на метали I част



Стомана клас В420В



Стомана клас В420С

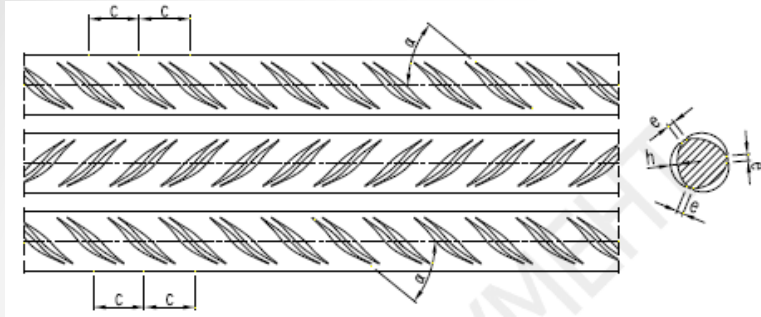


**Упражнения по „Строителни материали“  
Тема № 25 Изпитване на метали I част**

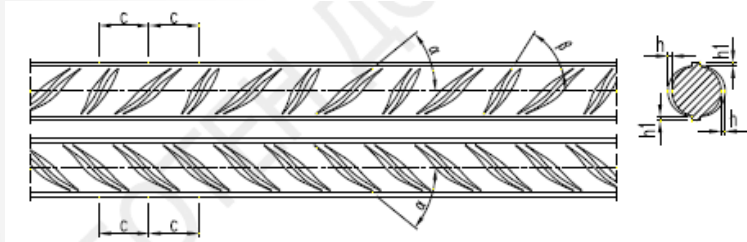
## Изисквания към армировъчни стомани B500

Показател	Мерна единица	Изискване за клас:		
		B500A	B500B	B500C
Граница на провлачане $R_e$	MPa	500	500	500
Якост на опън $R_m$	MPa	550	550	575
Относително удължение при максимална сила $A_{gt}$	%	2,5 <sup>1)</sup>	5	7,5
Отношение $R_m/R_e$	-	1,05 <sup>2)</sup>	1,08	$\geq 1,15, \leq 1,35$
Отношение $R_{e,act}/R_{e,ном}$ <sup>3)</sup>	-	-	$\leq 1,25$	$\leq 1,25$
Издръжливост на огъване: - ъгъл на огъване - диаметър на дорника $D$ , при $d \leq 16$ $d > 16$	°  mm	  180  $3d$ $6d$		
Издръжливост на огъване-разгъване: - ъгъл на огъване $\gamma$ - ъгъл на разгъване $\delta$ - диаметър на дорника $D$ , при $d \leq 16$ $16 < d \leq 25$ $d > 25$	° ° mm	  $\geq 20$  $4d$ $7d$ $8d$		
Якост на умора: - максимално напрежение $\sigma_{max}$ - размах на напрежението $2\sigma_s$ - брой цикли	MPa MPa -		$0,6R_{e,act}$ <sup>3)</sup> 150 $2 \cdot 10^6$	
<p><sup>1)</sup> За диаметри, по-малки от 8 mm <math>A_{gt} \geq 1,0</math> %</p> <p><sup>2)</sup> За диаметри, по-малки от 8 mm <math>R_m/R_e \geq 1,02</math>.</p> <p><sup>3)</sup> <math>R_{e,act}</math> е действителната граница на провлачане на изпитваните проби.</p>				

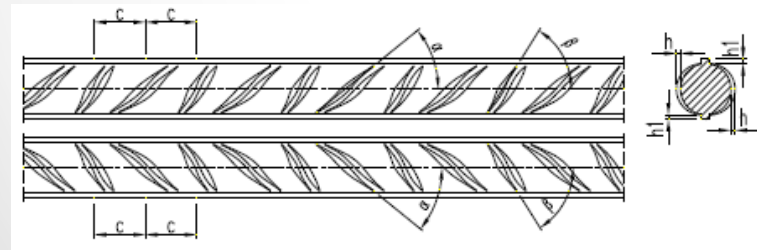
Упражнения по „Строителни материали“  
Тема № 25 Изпитване на метали I част



Стомана клас B500A



Стомана клас B500B



Стомана клас B500C

## Въпроси ???



Упражнения по „Строителни материали“  
Тема № 25 Изпитване на метали I част

**Благодаря  
за  
вниманието!**