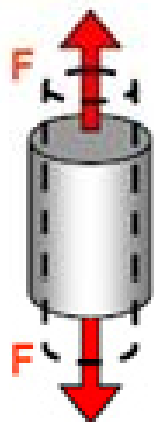
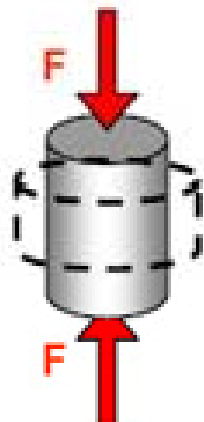


# Врсте оптерећења

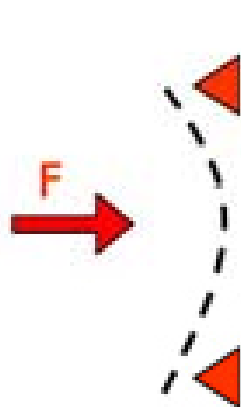
zatezanje



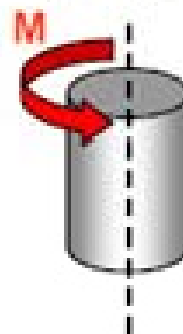
pritisak



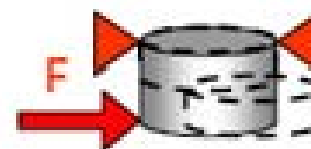
savijanje



uvijanje  
(torzija)



smicanje



izvijanje



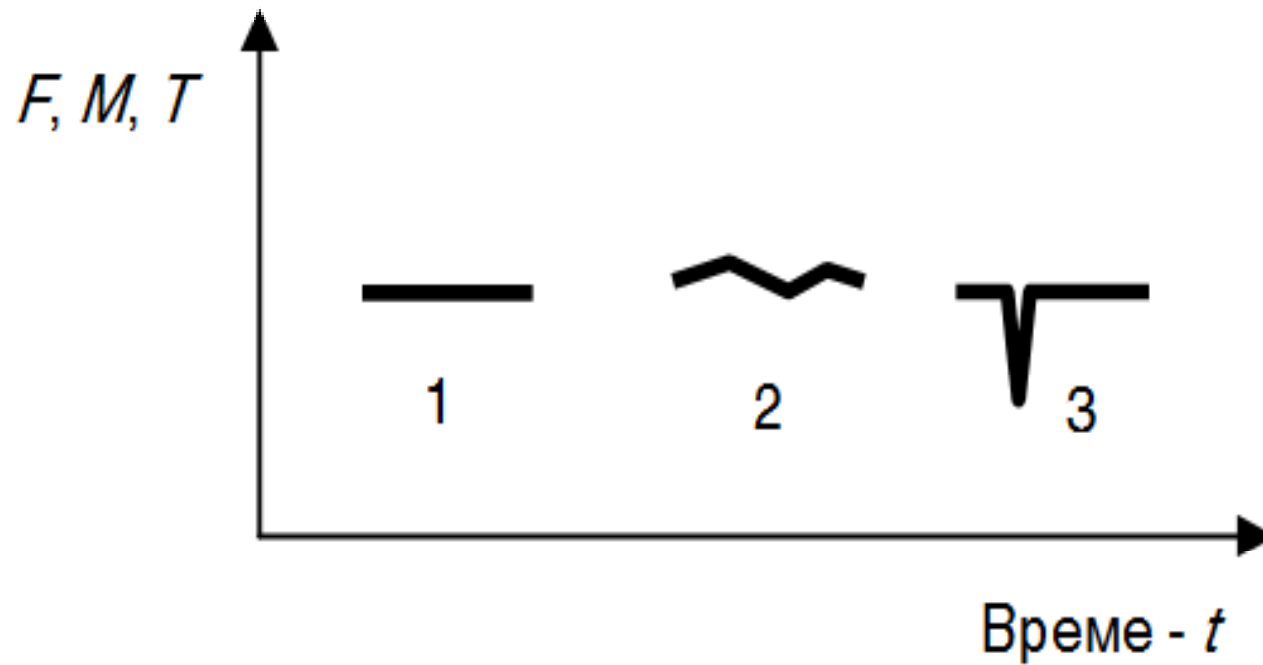
Оптерећење:

- сила ( $F$ )
- момент савијања ( $M$ )
- момент увијања ( $T$ )

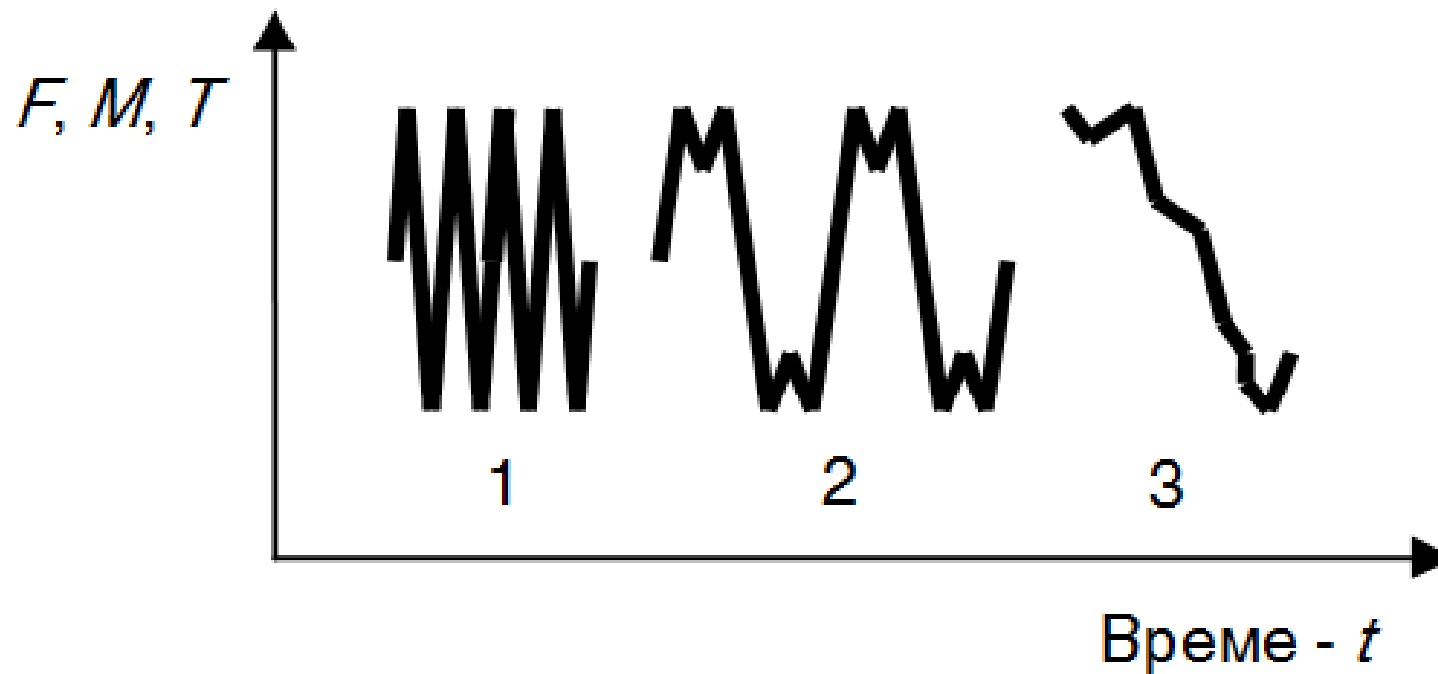
Оптерећења су последица:

- обављања неког корисног рада,
- последица трења,
- последица сопствене тежине елемената и њихових инерцијалних сила

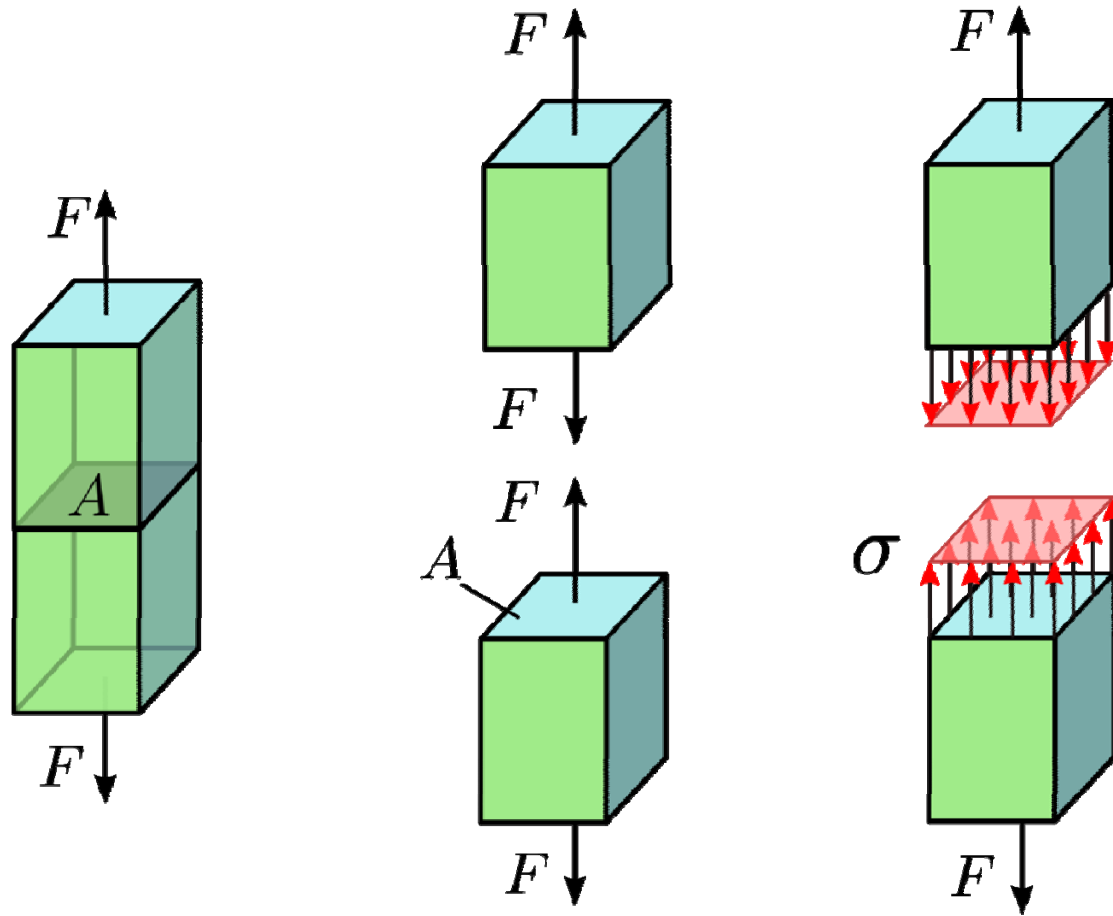
## ■ Статичка оптерећења



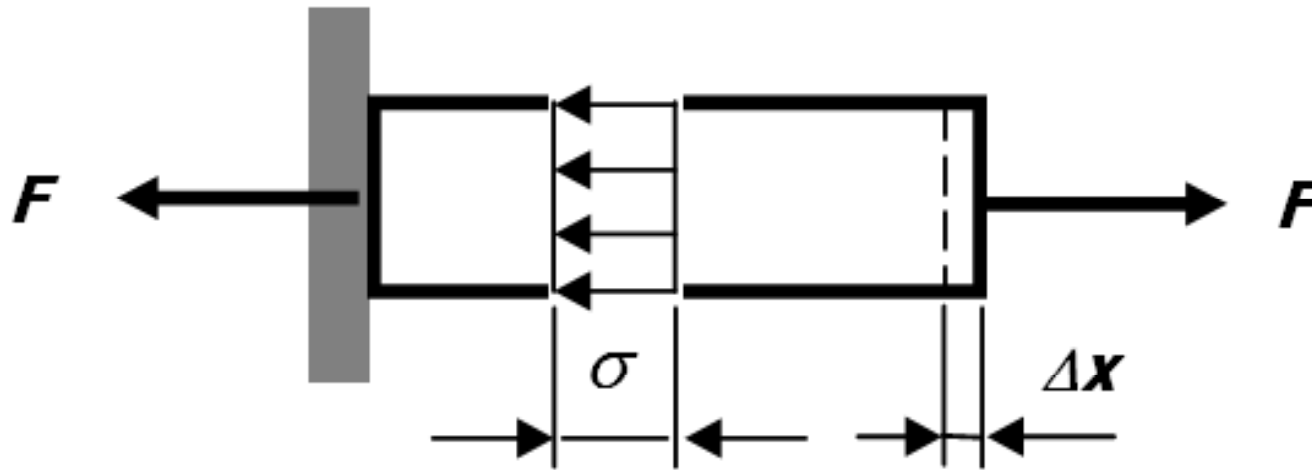
■ Динамичка оптерећења



■ **Напони** - унутрашње силе којима се материјал супротставља деформисању



- **Деформације** - промена димензија оптерећеног дела



- **Хуков закон** – дефинише величину деформације у области пропорционалности

$$\sigma = \varepsilon E$$

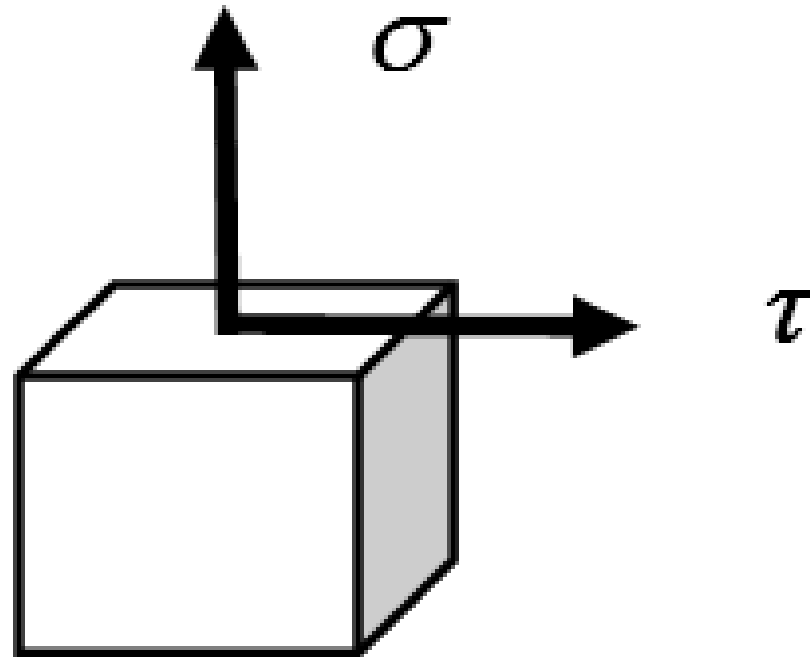
$\sigma$  - напон у материјалу,

$\varepsilon$  - јединично издужење

( $\varepsilon = \Delta l / l$ ,  $\Delta l$  – издужење,  $l$  - укупна дужина),








$E$  - модул еластичности

- Нормални напони -  $\sigma$
- Тангентни напони -  $\tau$





Табела: Шематски приказ карактеристичних начина оптерећења

Начин оптерећења	Шема	Напон
Затезање		$\sigma = \frac{F}{A}$
Сабијање		$\sigma = \frac{F}{A}$
Извијање		$\sigma = \frac{F}{A}$
Савијање		$\sigma = \frac{M}{W}$
Увијање		$\tau = \frac{T}{W_p}$
Смицање		$\tau = \frac{F}{A_\tau}$
Притисак		$P = \frac{F}{A_p}$

- Чврстоћа (издржљивост)
- Тврдоћа
- Крутост
- Еластичност
- Пластичност
- Жилавост
- Кртост
- Отпорност на хабање

■ **Чврстоћа (издржљивост)** - представља способност материјала да издржи одређена статичка оптерећења и да при томе не дође до приметних трајних деформација, ломљења, кидања или разарања материјала, као целине или његове површине. У случају динамичког оптерећења та способност се назива **издржљивост**.

- **Тврдоћа** представља способност материјала да се супротстави продирању неког другог тела у његову површину.
- **Крутост** - представља способност материјала да се супротстави еластичним деформацијама под дејством оптерећења.

- **Еластичност** - представља способност материјала да се деформише под дејством оптерећења и, након престанка оптерећења, да се врати у свој првобитни облик и положај.
- **Пластичност** - представља супротност еластичности и огледа се у способности материјала да се деформише под дејством оптерећења и, након престанка оптерећења, да задржи свој новонастали облик и положај.

- **Жилавост** - представља способност материјала да се супротстави ударним оптерећењима.
- **Кртост** - представља супротност жилавости и огледа се у неспособности материјала да се супротстави ударним оптерећењима.
- **Отпорност на хабање** - представља способност материјала да се одупре хабању.

У зависности од начина испољавања оштећења разликују се:

- **запреминска разарања** (запреминска чврстоћа)
- **површинска разарања** (површинска чврстоћа)

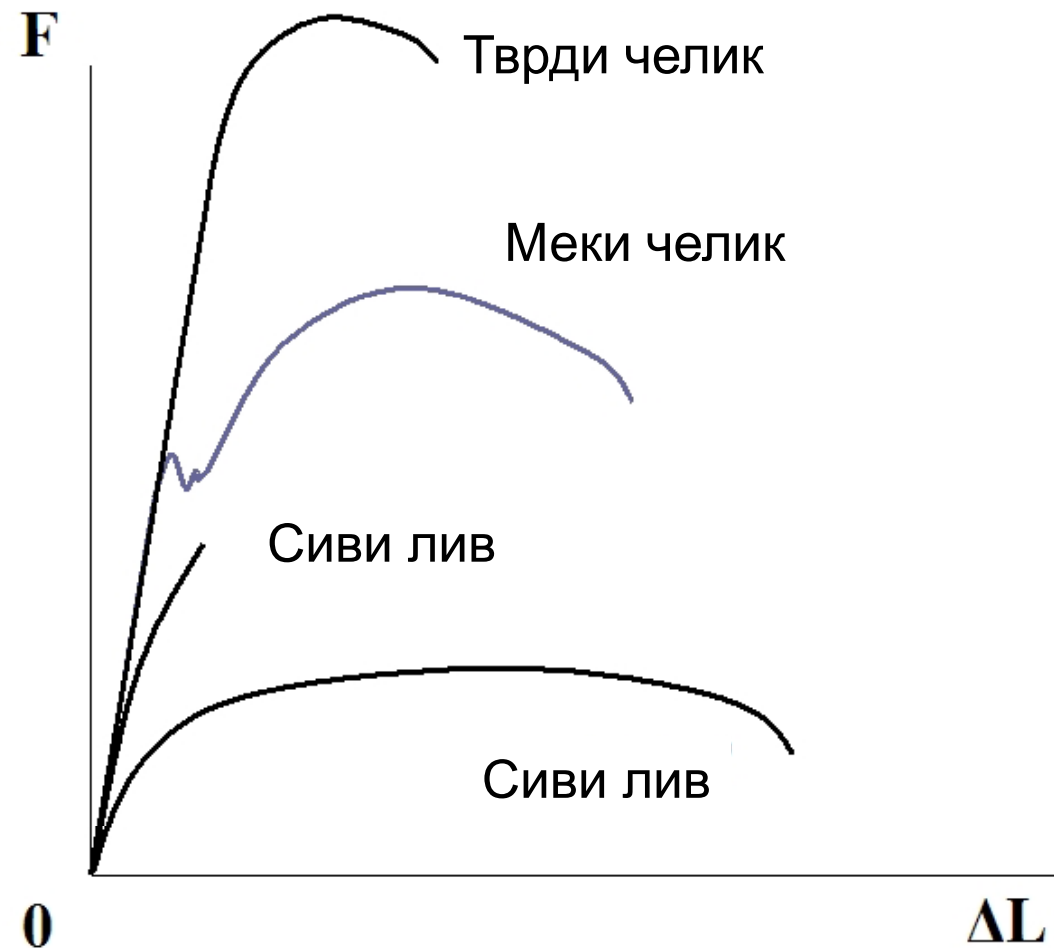
У зависности од начина промене оптерећења разликује се запреминска и површинска чврстоћа материјала:

- **при статичком оптерећењу и**
- **при динамичком оптерећењу.**

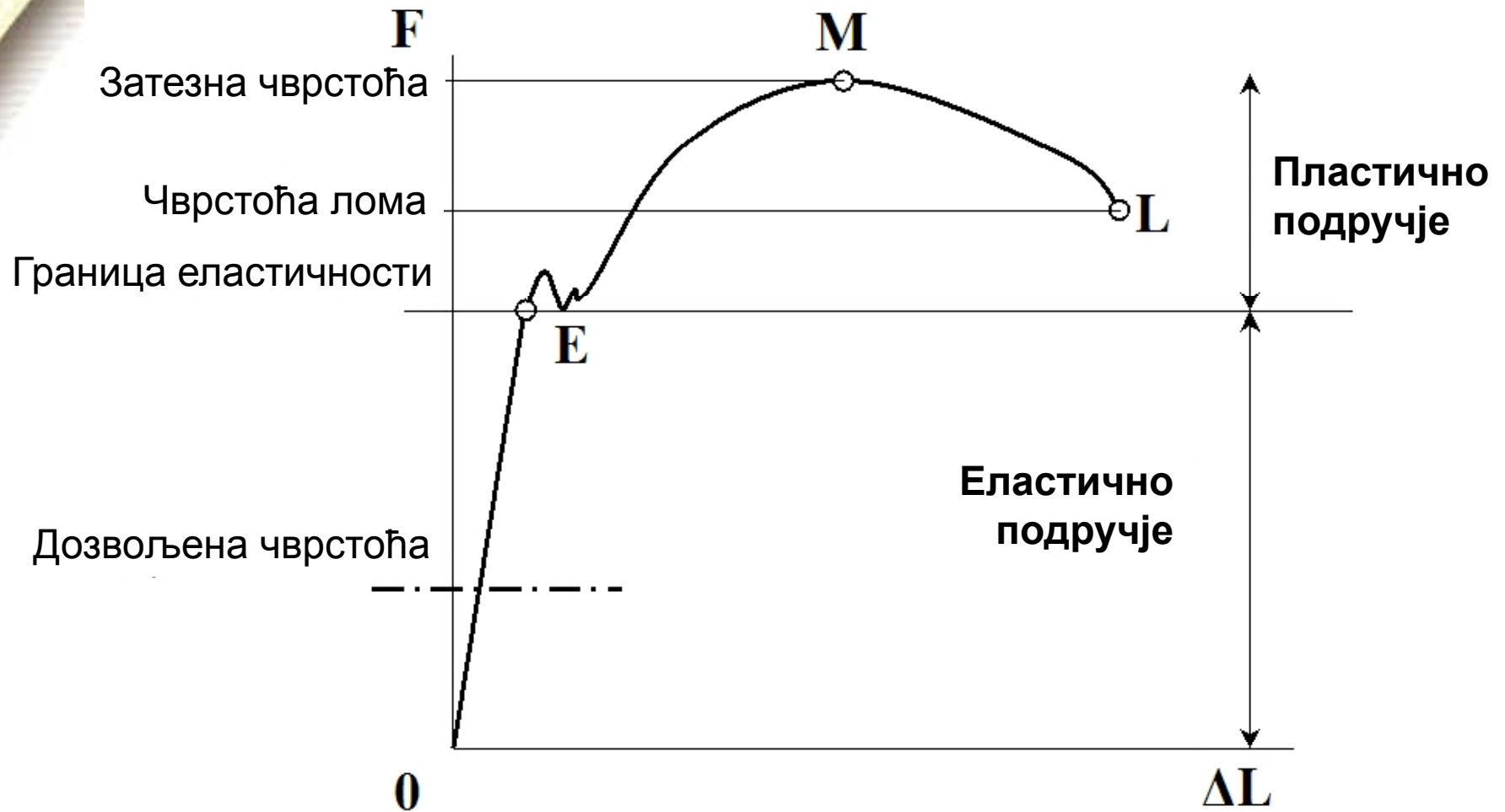
## Карактеристике запреминске чврстоће материјала при статичком оптерећењу



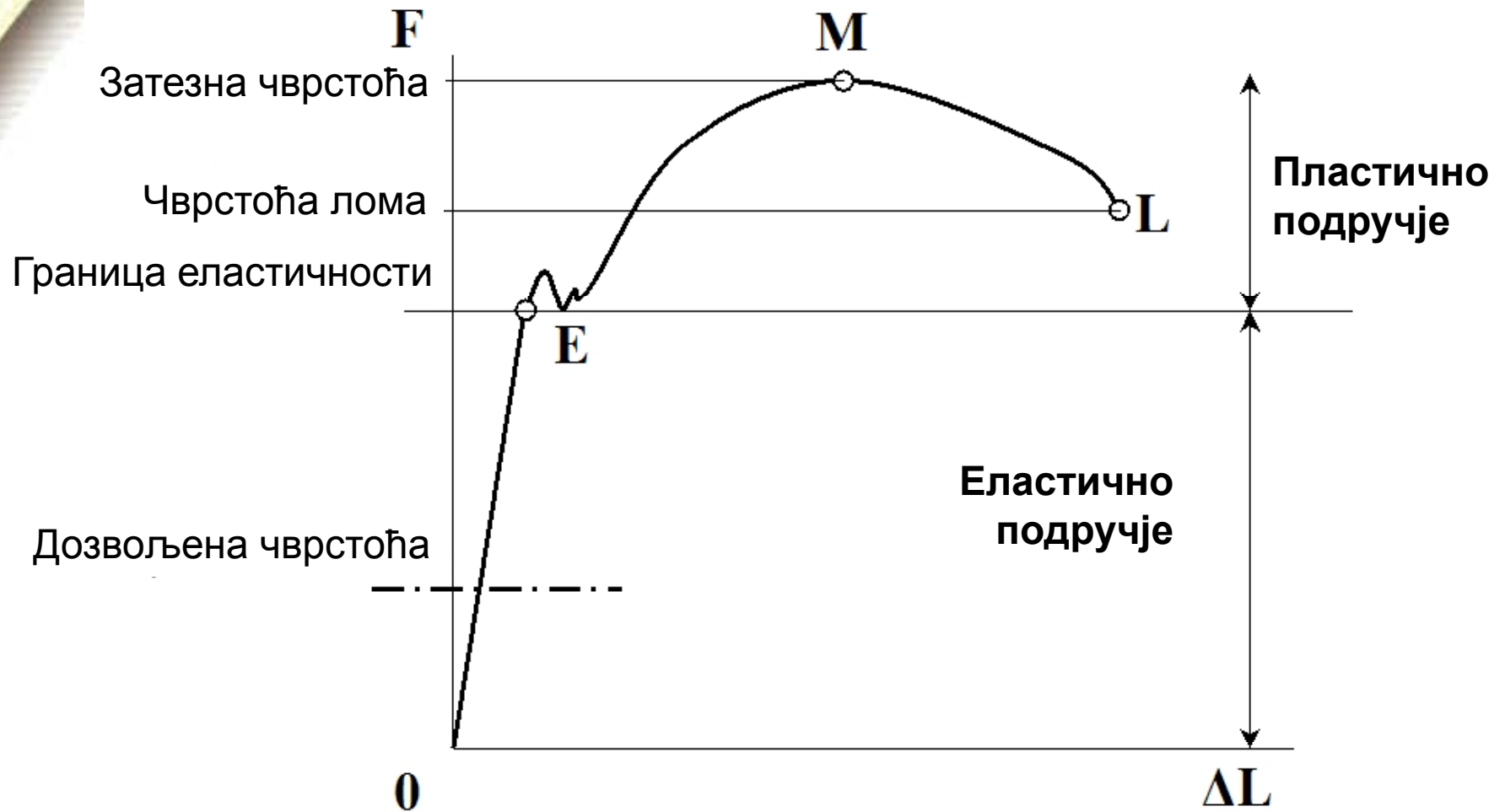




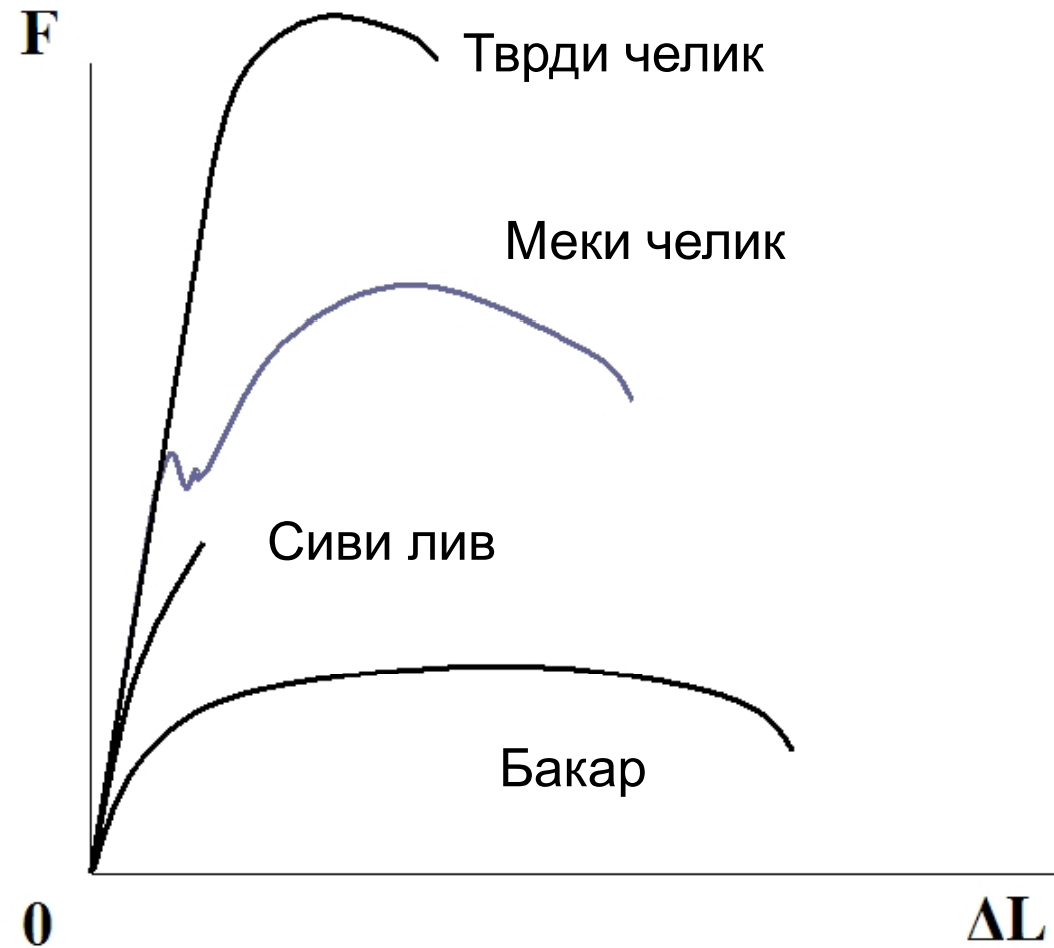
■ крива еластичности,  $F = f(\Delta l)$ ,  $\sigma = f(\varepsilon)$



■ Граница развлачења (граница течења),  $R_{eH}$ ,  $R_p$ ,  $R_{p0,2}$



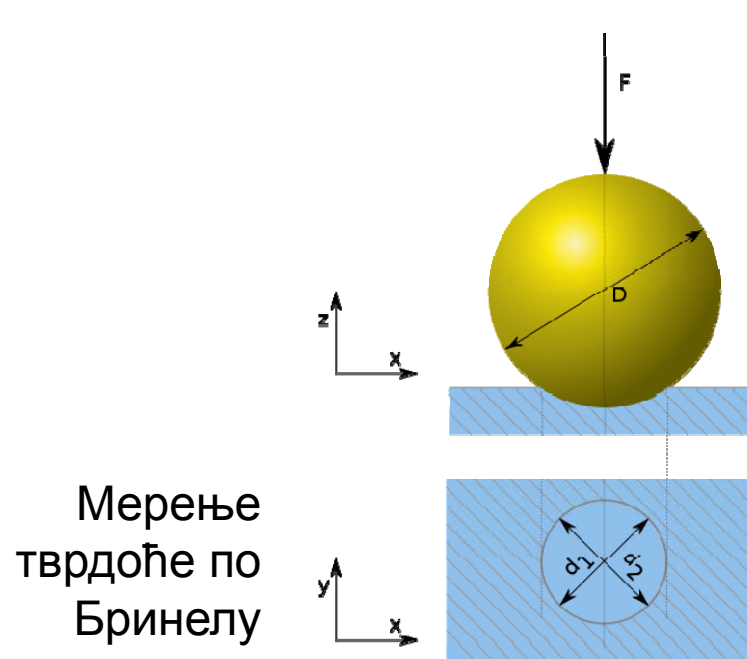
■ Граница кидања (затезна чврстоћа),  $R_m$



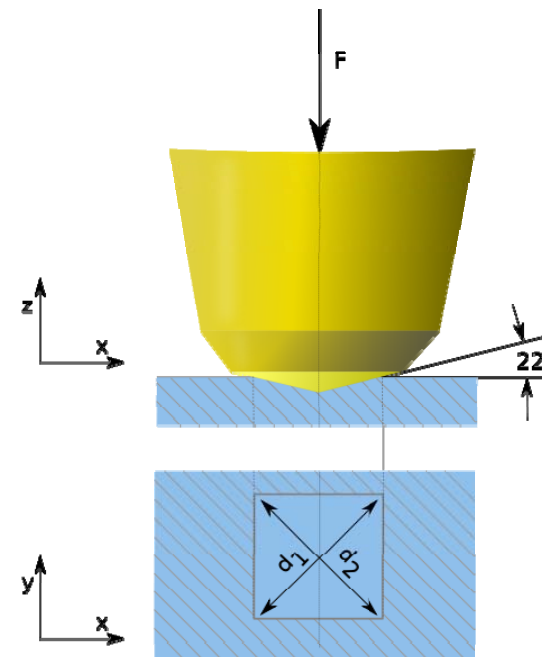
## ■ Модул еластичности (Јунгов модул), $E$

## Карактеристике површинске чврстоће материјала при статичком оптерећењу

Површинска чврстоћа материјала, при статичком оптерећењу, одређена је његовом тврдоћом, која се обично дефинише по Бринелу (HB), Роквелу (HRB или HRC) и Викерсу (HV).



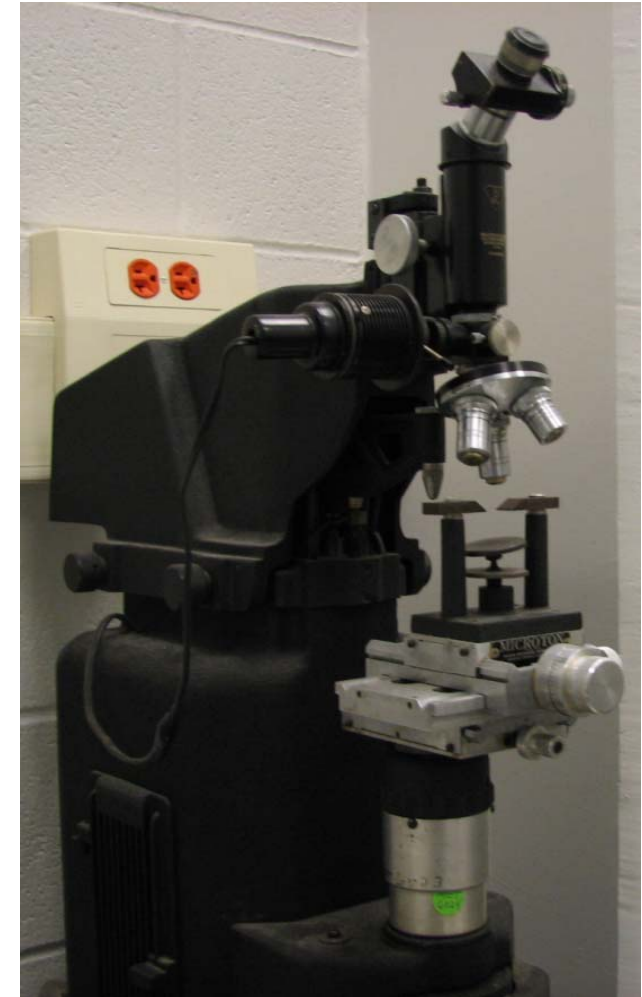
Мерење тврдоће по Бринелу



Мерење тврдоће по Викерсу

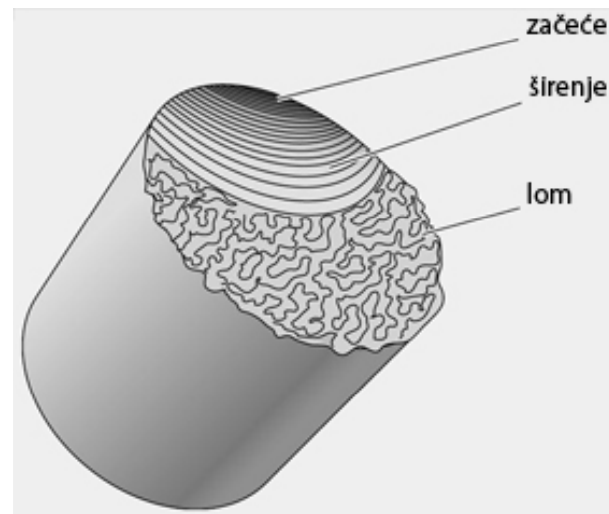
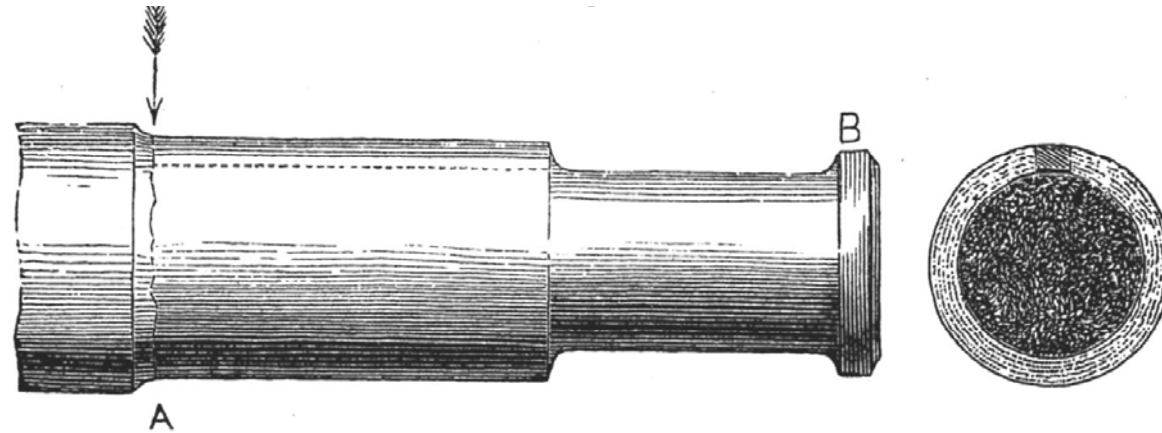


Машина за испитивање тврдоће по Роквелу

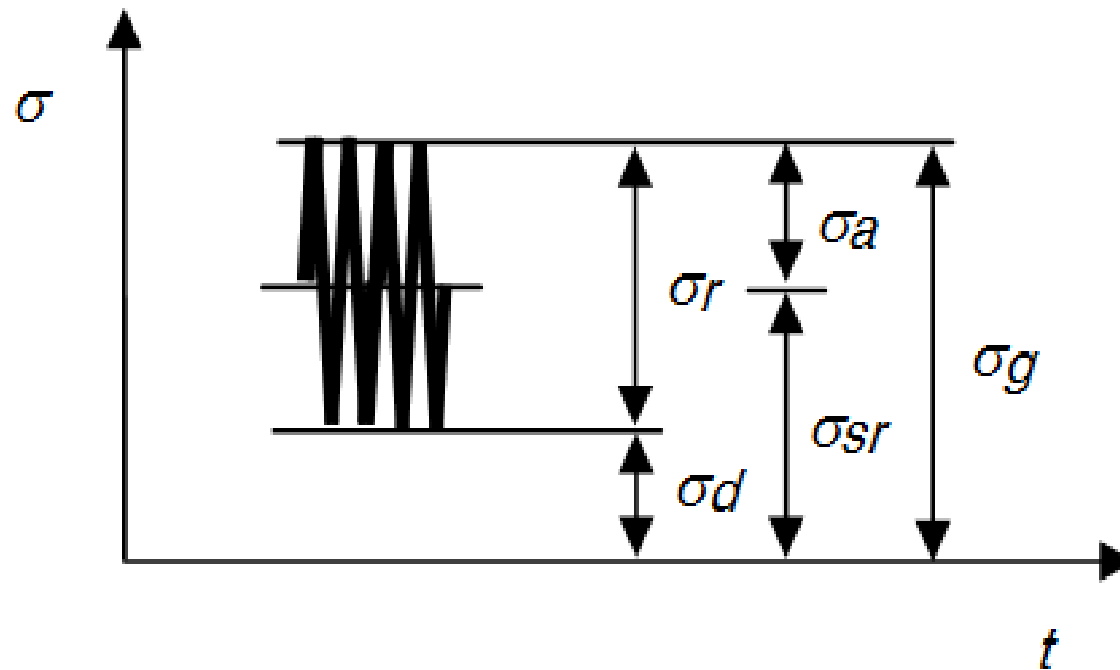


Машина за испитивање тврдоће по Викерсу

## Карактеристике запреминске чврстоће материјала при динамичком оптерећењу

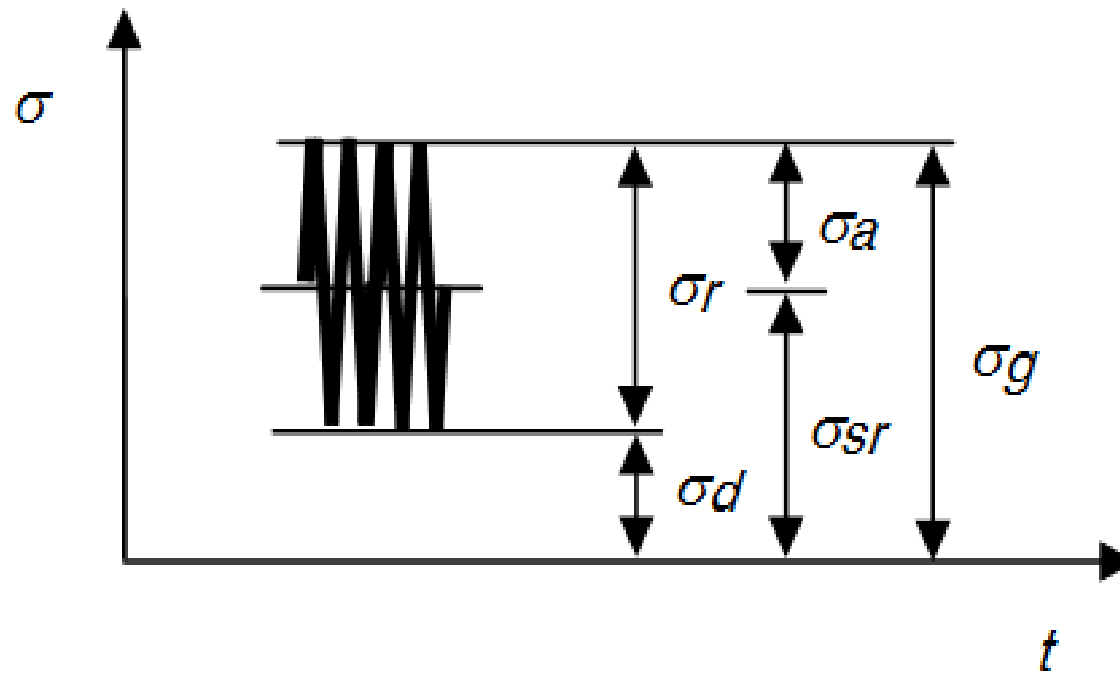


Епрувете се испитују при устаљеном динамичком оптерећењу, које узрокује одговарајуће напоне у материјалу, који се могу приказати у виду синусоиде.



Графички приказ промене напона у материјалу





Највећи напон

$$\sigma_g = \sigma_{max}$$

ОДНОСНО

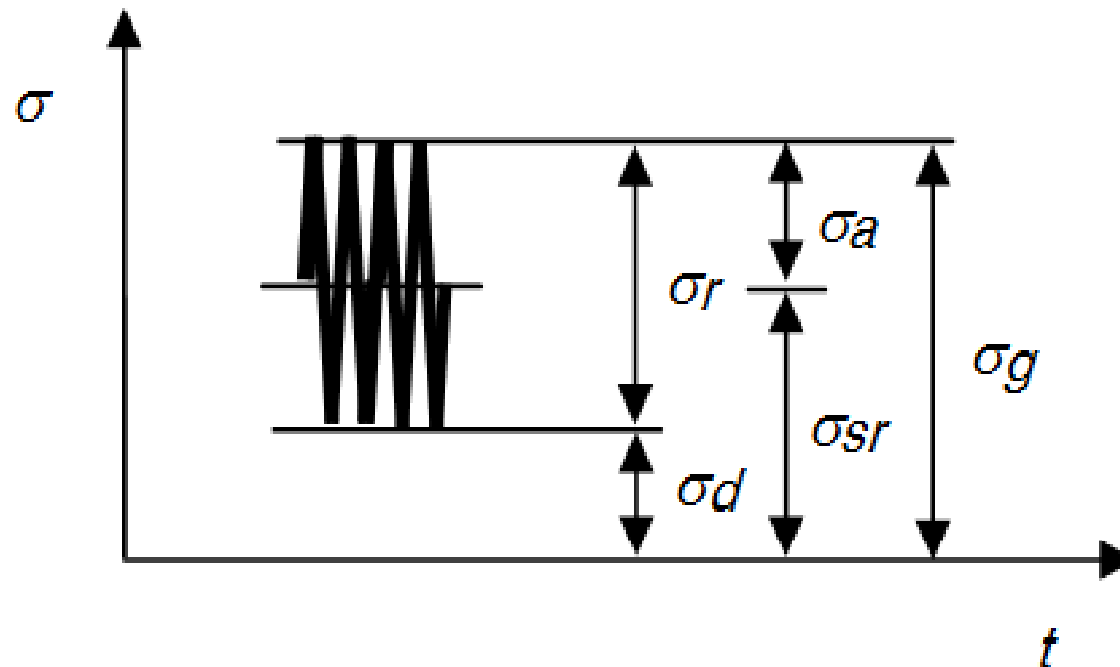
$$\tau_g = \tau_{max}$$

Најмањи напон

$$\sigma_d = \sigma_{min}$$

ОДНОСНО

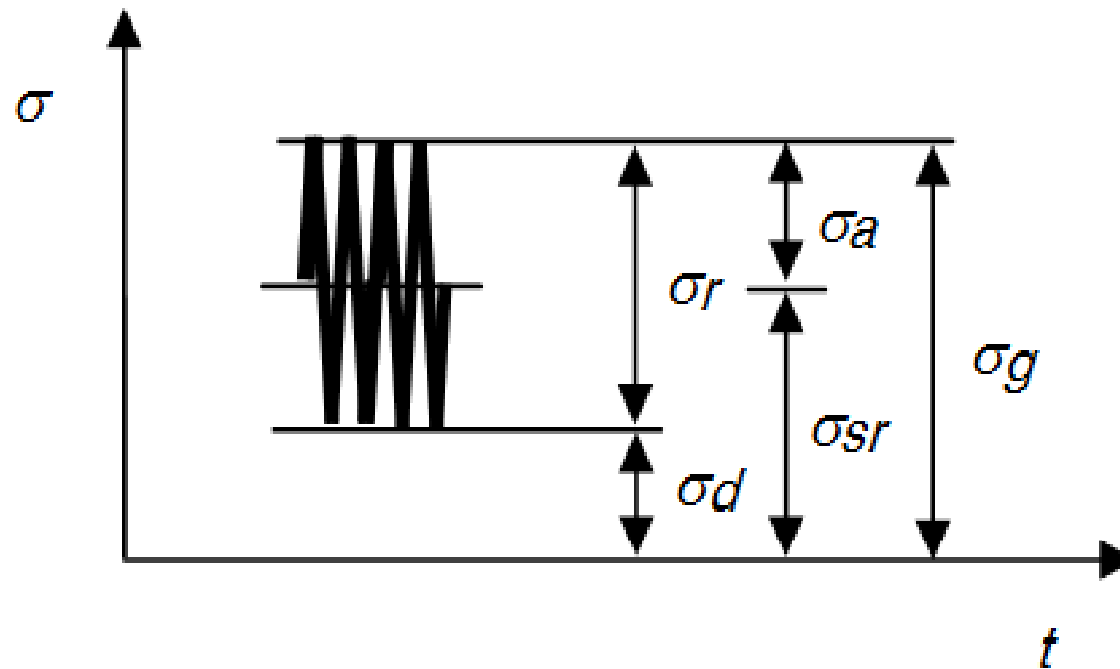
$$\tau_d = \tau_{min}$$



Средњи напон

$$\sigma_{sr} = \frac{\sigma_g + \sigma_d}{2}$$

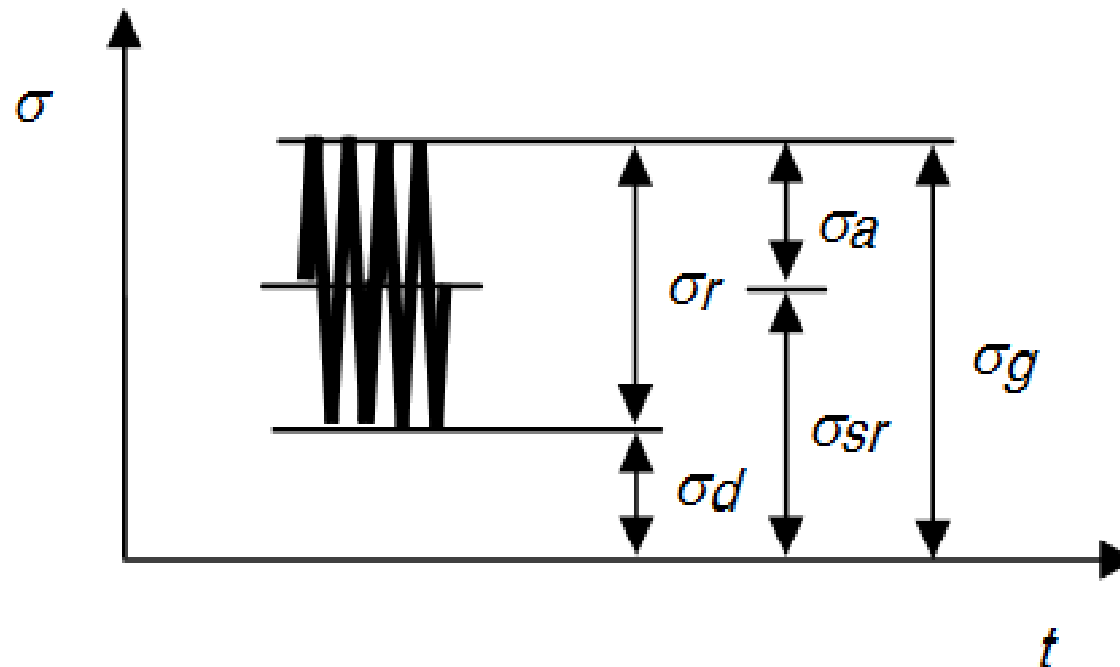
$$\tau_{sr} = \frac{\tau_g + \tau_d}{2}$$



Амплитудни напон

$$\sigma_a = \frac{\sigma_g - \sigma_d}{2}$$

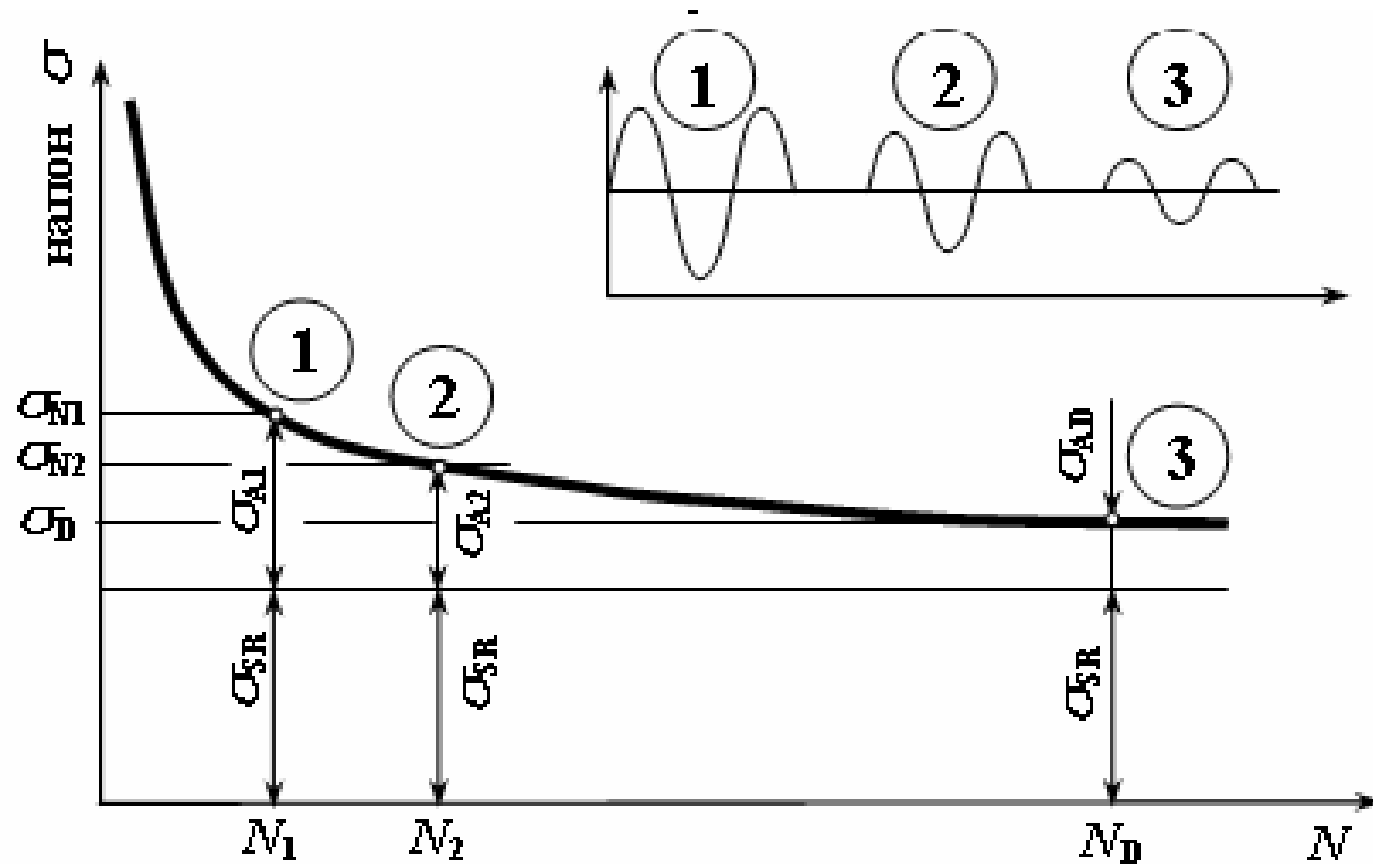
$$\tau_a = \frac{\tau_g - \tau_d}{2}$$



Распон напона

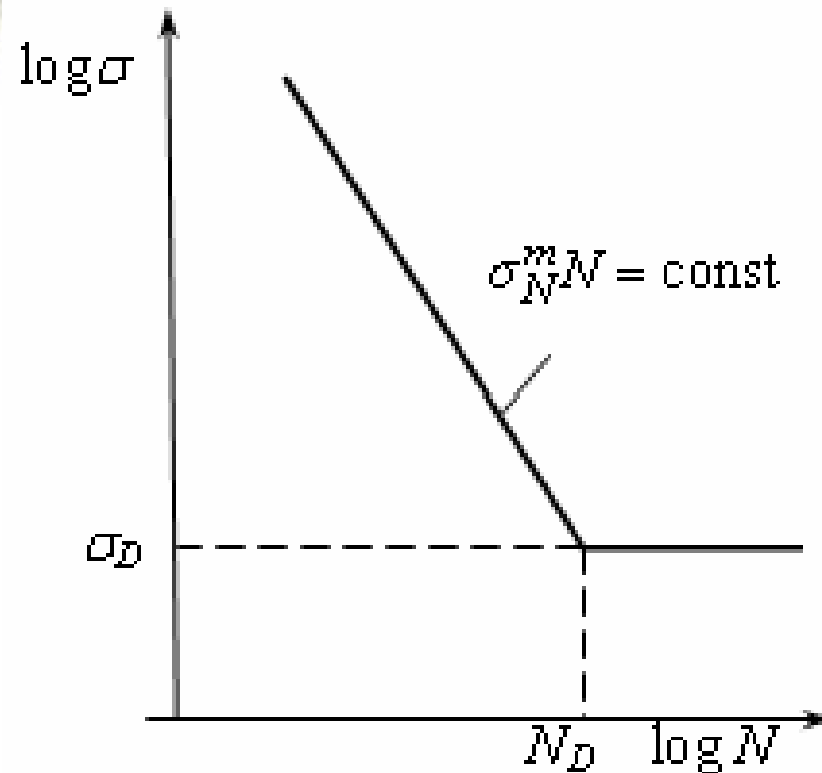
$$\sigma_r = 2\sigma_a = \sigma_g - \sigma_d$$

$$\tau_r = 2\tau_a = \tau_g - \tau_d$$



Велерова крива (крива замора)

Експериментима је установљено да разарање материјала зависи од величине напона и броја промена оптерећења.

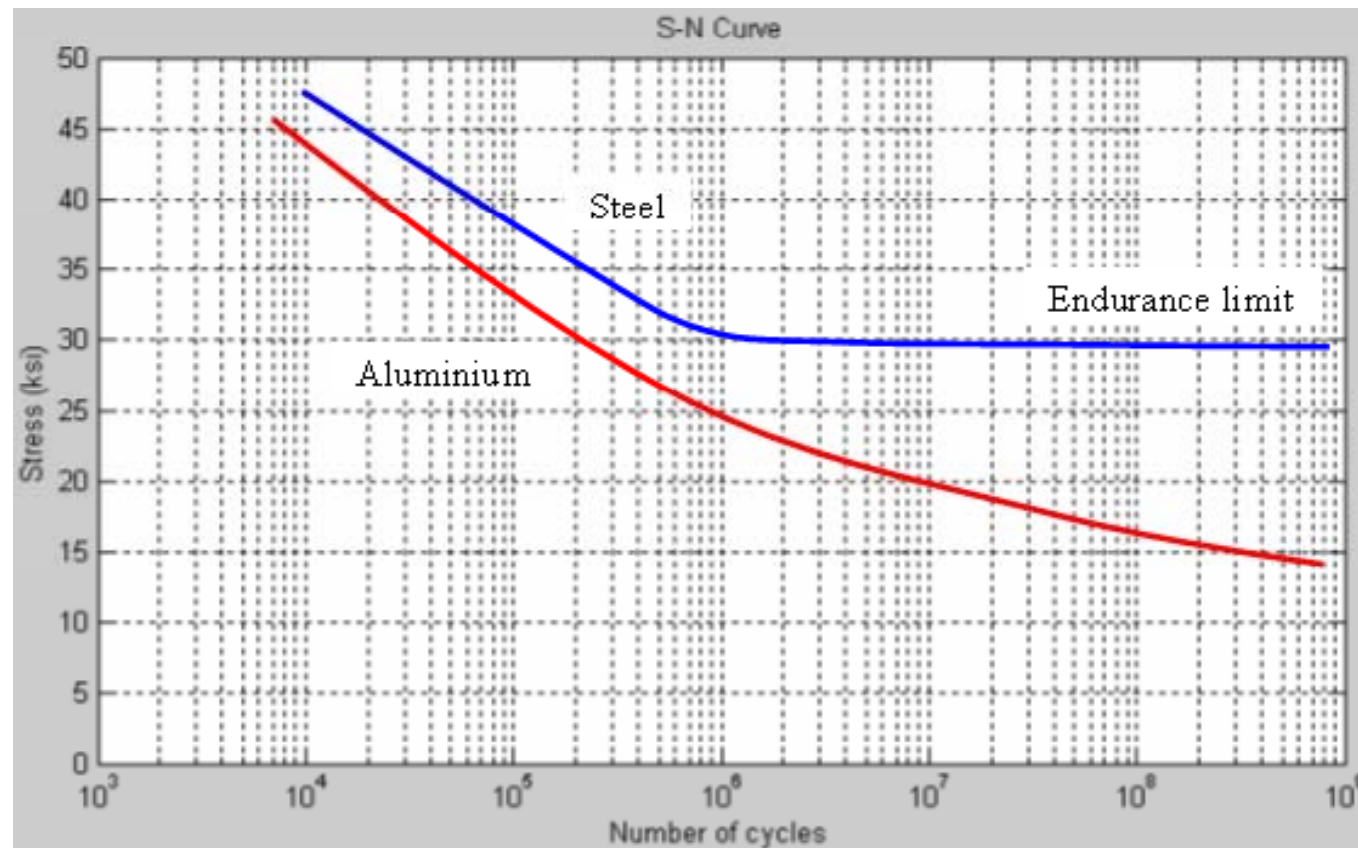


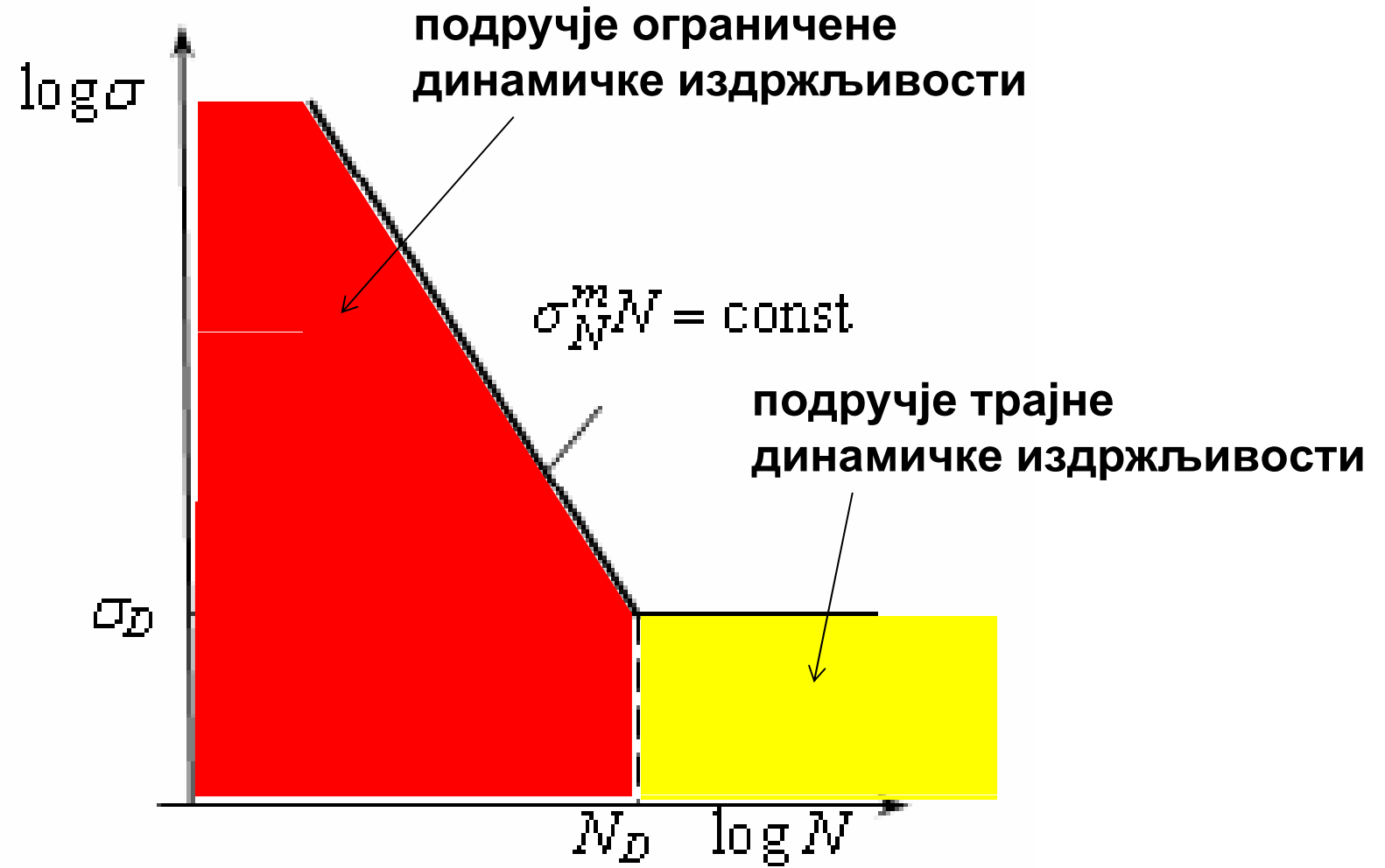
## ■ Динамичка издржљивост (динамичка чврстоћа) ( $\sigma_D$ , $\tau_D$ )

је највећи напон који трајно може да пренесе епрувета (без лома) при неограниченом броју циклуса.

■ Динамичка издржљивост зависи од врсте материјала, врсте напона и карактеристике циклуса промене напона.

**Гранични број циклуса ( $N_D$ )** представља најмањи број циклуса после кога, при напону  $\sigma_D$ , не долази до лома епрувете. За обичне конструкционе челике он износи  $10^7$  циклуса, док је за обојене метале он знатно већи.







# Питања ...

