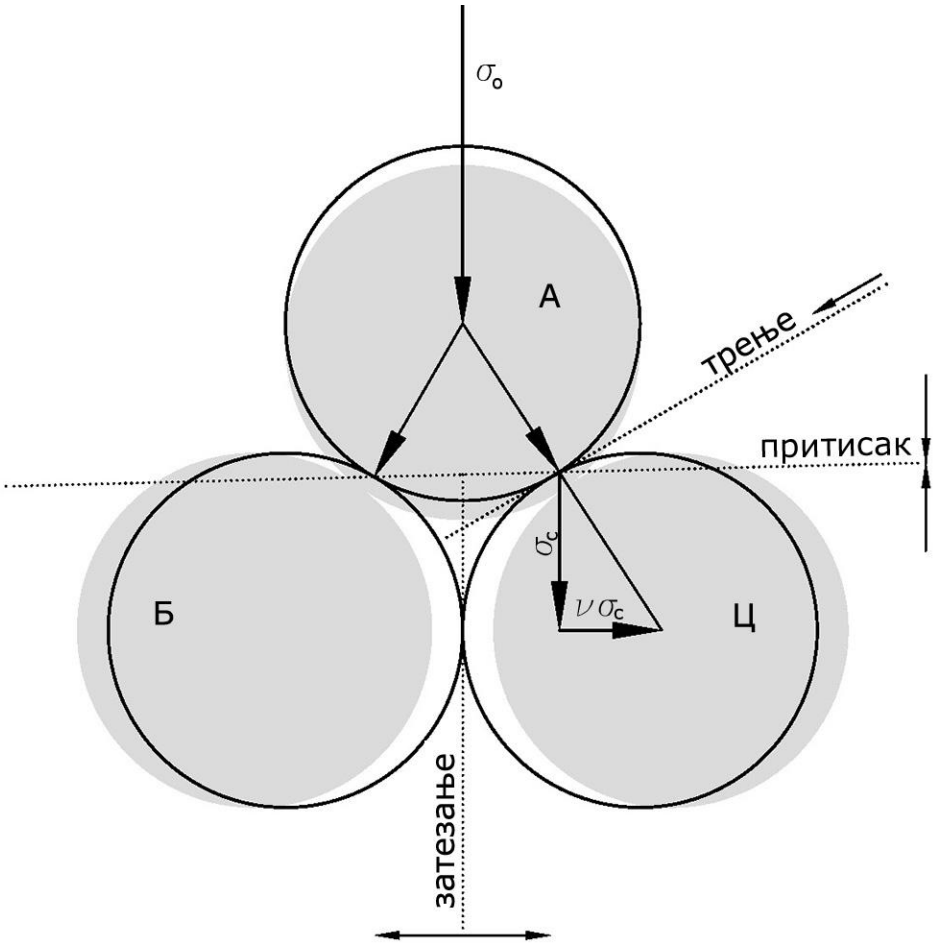
Хуков закон и Јунгов модул

Када се ваљкасти узорак стене притисне у преси, код опита једноаксијалног притиска, он се сабије, смањи му се висина и том приликом се изврши деформациони рад. Сила притиска клипа на стенски узорак изазива препакивање стенских честица, слика 1.



Слика бр. 1 Препакивање честица услед притиска

На слици 1, у симболичном 2Д приказу, честице су приказане као круте (недеформабилне), што наравно није тачно. Према Хуковом закону у равни управној на правац оптерећења (σ_0) индукује се нормално притисно напрезање (σ_c) које је:

$$\sigma_c = E \cdot \varepsilon$$

А заправо током процеса оптерећења деформациони рад, односно кинетичка енергија честица у покрету се конвертује у потенцијалну енергију еластично деформисане честице или напон, односно:

$$^{MNm}/_{m^3} = {}^{MNm}/_{m^3} \cdot {}^{m}/_{m}$$

Напон је потенцијална енергија еластично деформисане јединичне запремине материјала, а модул еластичности је еластични потенцијал или максимална могућа потенцијална енергија јединичне запремине материјала. Дилатација (ε) представља јединичну деформацију материјала и она је мера напрезања.

Као што се види на слици 1, а што је раније објашњено, притиснуте честице се размичу и између њих се индукује нормално затезно напрезање. Током кретања између честица постоји отпор трења који је пропорционалан углу унутрашњег трења и нормалној сили, у овом случају (σ_t).

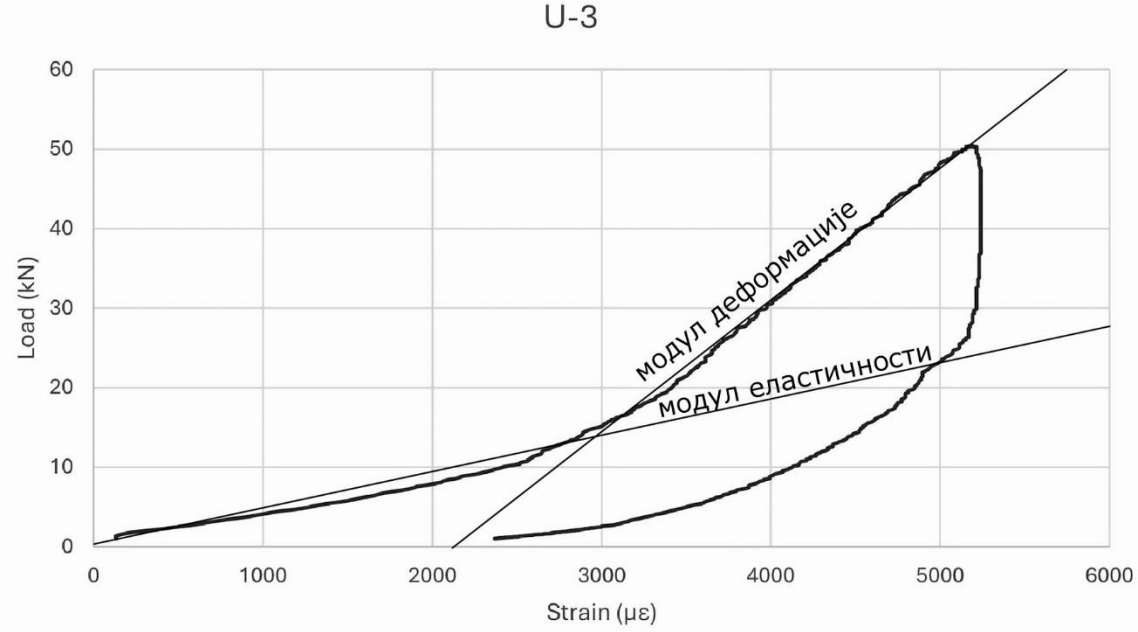
Па се тако код опита једноаксијалног оптерећења, укупно оптерећење (σ_0) расподељује на нормално притисно напрезање (σ_c), нормално затезно напрезање (σ_t) и ентропију, односно механички рад трења који се конвертује у топлоту ($\sigma_t \; tg\varphi$).

$$\sigma_{\text{o}} = \sigma_c + \sigma_t + \sigma_t \; tg\varphi$$

Укупна потенцијална енергија (напон) напрегнутог материјала састоји се од притисног напрезања у правцу аксијалне дилатације и затезног напрезања у правцу радијалне (бочне) дилатације. Притисно напрезање се физички манифестује као деформација оптерећене честице, а затезно напрезање се манифестује као размицање честица коме се супроставља кохезија материјала (затезна чврстоћа), описана Хуковим законом.

Материјална честица се састоји од субчестица код којих се понавља описани модел. Према томе једини напон (потенцијална енергија еластично деформисаног материјала) је напон затезања. То што описујемо као притисно напрезање је заправо нормално притисно оптерећење субчестица коме се супроставља њихова затезна чврстоћа (кохезија) и отпор трења.

Тангенцијални напони постоје у континууму који не постоји.



Слика бр. 2 Дијаграм оптерећења и растерећења

На слици 2 приказан је дијаграм оптерећења и растерећења код опита једноаксијалног притисног оптерећења без бочне подршке. Дијаграм на слици није идеализован и није подешаван да изгледа као у доступној литератури. Доцртане су линије које приказују модуле. Почетни нагиб је благ (почетни модул) и то није последица како се обично тумачи затварања постојећих прслина и пукотина. Овај почетни модул је заправо модул еластичности јер се догађа само еластична деформација, минимална су покретања честица па је и отпор трења занемарљив. Узорак је оптерећен до отприлике половине притисне носивости. Потом је приступљено скидању оптерећења, односно лаганом растерећењу. Обарање оптерећења не прати и деформација узорка. Моменат када почне да се враћа дилатација је моменат када се „притисно напрезање" у узорку изједначи са оптерећењем. Очигледно да та тачка припада линији која графички представља модул еластичности.

Ово је поуздан начин за одређивање модула еластичности. Разлика између модула деформације и модула еластичности би могао бити модул ентропије.