(٥ – ٦) أنـــــــواع معـــــــــــامل المرونـــــــــة :

إن النسبة بين تغير الإجهاد والتغير المناظر في المطاوعة تسمى بمعامل المرونة بشرط ان يكون الإجهاد ضمن حدود المرونة. هذه النسبة تكون مقداراً ثابتاً لكل مادة من المواد لذلك فهي تمثل سلوكية تلك المواد بالنسبة لتأثير القوى عليها. لذلك فالقانون الذي ينص على ان ((التغير في المطاوعة يتناسب مع التغير في الإجهاد ضمن حدود المرونة المناسبة)) يدعى بقانون هوك. يدعى معامل المرونة بمعامل يونك الذي يرمز له Y، إذا كان الإجهاد يمثل إجهاد شد أو إجهاد كبس ويكتب رياضياً على النحو الآتي :

$$Y=\frac{\Delta F/A}{\Delta \ell/L}$$

حيث البسط يمثل التغير في الإجهاد والناتج من زيادة القوة F بمقدار ΔF ، أما المقام فيمثل التغير في المطاوعة والناتج من استطالة L بمقدار Δl. ومعروف بان وحدات معامل يونك هي وحدات إجهاد لان المطاوعة خالية من الوحدات. أما معامل المرونة الناتج من النسبة بين التغير في إجهاد القص والتغير في المطاوعة القصية فيدعى بمعامل القص أو بمعامل اللي (الالتواء) والذي يرمز له G (وأحيانا M) ويكتب على الشكل الآتي :

$$G=\frac{\Delta F/A}{\Delta \tan\phi}=\frac{\Delta F/A}{\Delta\phi}=\frac{1}{A}\frac{\Delta F}{\Delta\phi}$$

ومعامل المرونة الناتج من نسبة التغير في الضغط المسلط على جميع الجهات إلى التغير في المطاوعة الحجمية الناتجة عنه فيدعى بمعامل المرونة الحجمي (معامل بولك) والذي يرمز له B ويعبر عنه رياضياً بما يأتي :

$$B=-\frac{\Delta p}{\Delta V/V}=-V\frac{\Delta p}{\Delta V}$$

والإشارة السالبة وجدت لان الزيادة في Δp تولد نقصاً في ΔV، أي أن ΔV سالب دائماً عندما Δp موجب لذلك يكون معامل بولك دائماً موجب القيمة. أما مقلوب معامل بولك فيسمى معامل الانكباس الذي يرمز له K والذي يعرف بأنه التغير النسبي في الحجم لوحدة التغير في الضغط المسلط ،أي أن :

$$K=\frac{1}{B}=-\frac{\Delta V/V}{\Delta p}=-\frac{1}{V}\frac{\Delta V}{\Delta p}$$

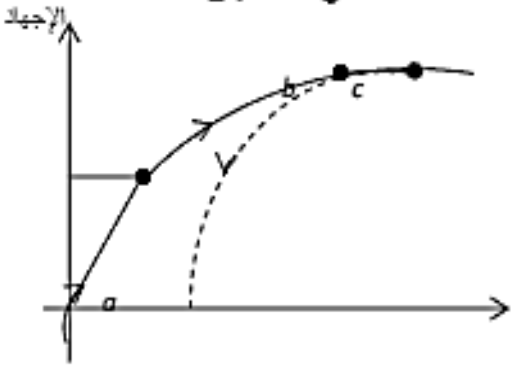
كل وحدات المعاملات أعلاه هي وحدات إجهاد، أي وحدات قوة على مساحة، كما ذكرنا مع معامل يونك. وحسب المعادلة اعلاه يمكن أن نكتب:

$$\Delta V=-KV\Delta p$$

وبالتالي تكون وحدة معامل الانكباس هي مقلوب وحدة الضغط واصطلح لها (جو)$^{-1}$ أو $(atm)^{-1}$ فعندما يكون معامل الانكباس هو $55\times10^{-6}(atm)^{-1}$ يعني أن حجم الماء يقل بمقدار 55×10^{-6} من حجمه الأصلي كلما زاد الضغط عليه بمقدار ضغط جوي واحد.

(٥ – ٧) منحني الإجهاد – المطاوعة:

لتوضيح العلاقة بين الإجهاد والمطاوعة لمادة ما بمخطط (بمنحني) إجهاد- مطاوعة كما مبين بالشكل (٥ - ٦) والذي يوضح العلاقة لمادة تحت تأثير إجهاد طولي .عندما يزداد الإجهاد مبتدئاً من نقطة o تزداد المطاوعة الطولية بحيث تبقى النسبة بين الإجهاد والمطاوعة ثابتة على طول المستقيم (o*a*) وهنا تخضع لقانون هوك ضمن حدود المرونة ويسمى (o*a*) أيضا بالحد المناسب. وتزول المطاوعة عند رفع الإجهاد وبذلك يعيد المنحني نفسه إلى نقطة o وتستمر هذه الصفة إلى النقطة *b* التي تمثل حد المرونة.



الشكل (٥ - ٦) منحني الاجهاد – المطاوعة

والآن لو زاد الإجهاد بعد نقطة *b* أي إلى ما فوق حد المرونة فان المطاوعة تزداد أيضا دون الخضوع لقانون هوك وتكون هذه المطاوعة دائمية وتسمى هذه الحالة بمطاوعة السيل البلاستيكي ونلاحظ لو قل الإجهاد عن القيمة في النقطة *b* إلى الصفر في نقطة o فالمطاوعة تقل أيضا متخذة الخط (*bo*′) وليس العودة إلى النقطة o ولا تصبح مساوية للصفر ويكتسب النموذج مطاوعة وقتية هي (oo′)، وان فشل انطباق منحني تزايد الإجهاد مع منحني تناقص الإجهاد يعود إلى الظاهرة المسماة هسترة المرونة Elastic Hysteresis. ولو زيِّد الإجهاد مرة أخرى من نقطة o′ فان المنحني يكون له ميل آخر يختلف عن ميل (o*a*) مع حد مرونة مناسب آخر يختلف عن حد المرونة الأول. أما إذا زيِّد الإجهاد من النقطة *b* فان المطاوعة تزداد إلى نقطة النهاية العظمى c دون التقيد بقانون هوك أيضا، وإذا انقطع المنحني بعد النقطة *c* فتسمى بنقطة القطع (أو الرضوخ)، أما النسبة بين القوة الساحبة إلى مساحة المقطع العرضي للجسم قبل ان ينقطع فتدعى بمتانة الجسم لوحدة المساحة.