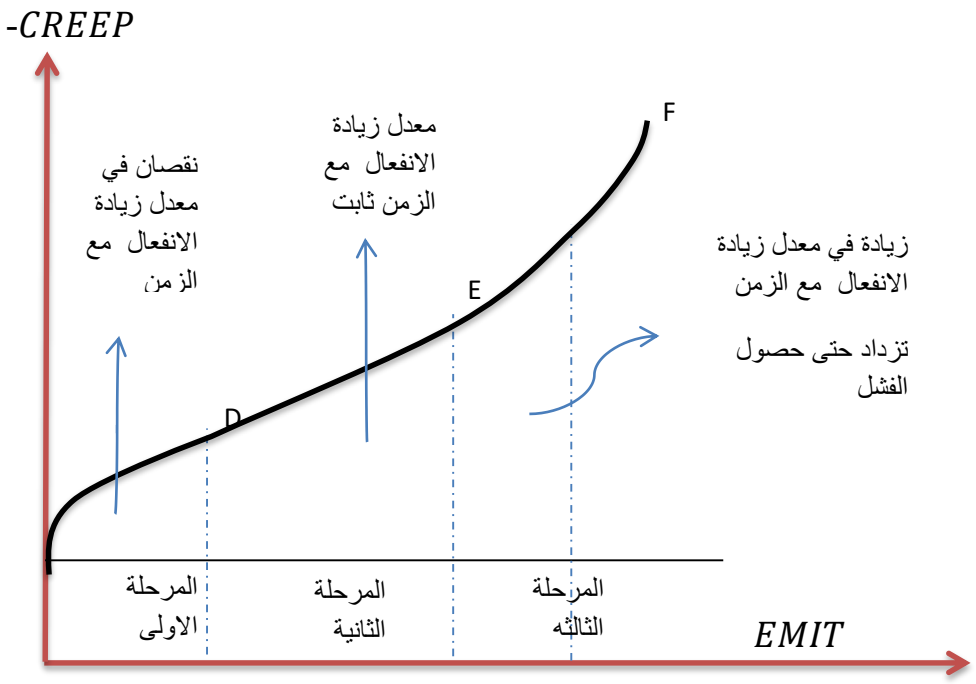
الزحـــــــــــف

هو الزيادة في الانفعال مع الزمن تحت تأثير اجهاد ثابت



المنحني الذي يربط العلاقة بين الزحف و الزمن يتكون من ثلاثة مراحل, المرحلة الأولى هي الزحف الأولي و فيها يكون هنالك نقصان في معدل زيادة الزحف مع الزمن اما المرحلة الثانية و هي الزحف الثانوي فهي ذات اهمية كبيرة من الناحية الهندسية و يكون معدل زيادة الانفعال مع الزمن ثابتاً .

إن معدل الزحف الذي يذكر للمادة هو معدل الانفعال $\frac{d\epsilon}{dt}$ في هذه المرحلة وهو الذي يقرر الفترة الزمنية التي يمكن استعمال المادة فيها.

اما المرحلة الثالثة (الزحف الثالث) فإن هنالك زيادة في معدل زيادة الزحف مع الزمن تؤدي في النهاية الى حصول الفشل حيث ان بداية المرحلة الثالثة تمثل بداية الفشل في المادة و تعطي فكرة عن الزمن اللازم لحصول الفشل.

يمكن تمثيل العلاقة بين الزحف و الزمن بالشكل التالي:

$$\epsilon\ \rho = \epsilon_\circ + \epsilon_2$$
$$= \epsilon_\circ + V_2 * t_2$$
$$V_2 = \frac{\Delta\epsilon}{\Delta t}$$

$\epsilon\ \rho$: الزحف الكلي

$\epsilon_\circ$: الزحف خلال المرحلة الأولى

ϵ_2: الزحف خلال المرحلة الثانية

V_2: معدل زيادة الزحف خلال المرحلة الثانية $\left({}^{1}/_{hr}\right)$

t_2: زمن المرحلة الثانية (hr)

العوامل المؤثرة على الزحف هي:

1- درجة الحرارة حيث يزداد الزحف مع زيادة درجة الحرارة.

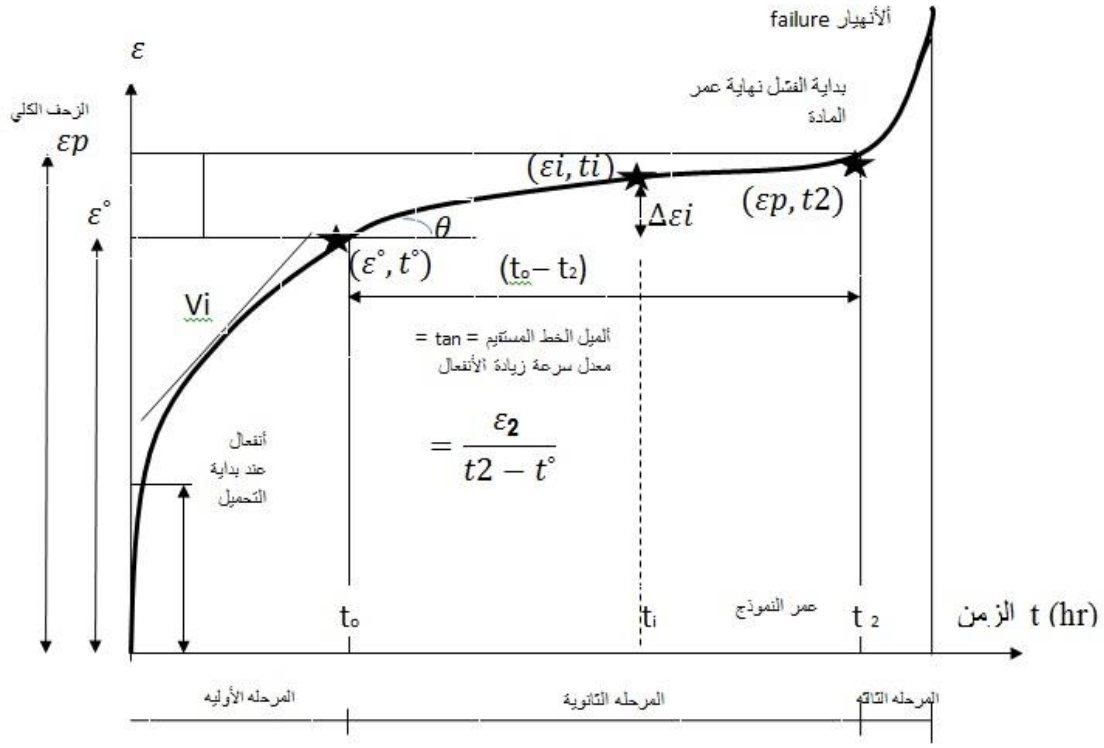
2- الاجهاد المسلط حيث يزداد الزحف مع زيادة الاجهاد المسلط.

3- نوع المادة حيث يختلف الزحف باختلاف نوع المادة ففي بعض المواد يكون الزحف مؤثراً حتى في درجات الحرارة الاعتيادية اما في المواد الاخرى فإن مقدار الزحف لا يكون مؤثراً في درجات الحرارة الاعتيادية.

مثال \ احسب مقدار الزحف الكلي لمادة معدل الزحف فيها $\left(2 * 10^{-5}/_{hr}\right)$ تحت تأثير جهد شد مقداره $(100\ Mpa)$ علماً ان المادة بدأت الفشل بزمن قدره $(285\ hr)$ و الزحف الأولي $(2.1 * 10^{-4})$ بزمن $(46\ hr)$.

الحل \

$$\epsilon\ \rho = \epsilon_\circ + \epsilon_2$$
$$= \epsilon_\circ + V_2 * t_2 \qquad (t_2 = t_1 - t_\circ)$$
$$= 2.1 * 10^{-4} + 2 * 10^{-5}\ (285 - 46)$$
$$= 499 * 10^{-5}$$



من الشكل $\varepsilon 2 = \varepsilon p - \varepsilon^\circ$

$\varepsilon p = \varepsilon^\circ + \varepsilon 2$

$\varepsilon p = \varepsilon^\circ + v(t2 - t^\circ) \dots\dots (1)$

$V2 = \frac{\varepsilon 2}{t2 - t^\circ} \dots . (2)$

حالة خاصه الزحف الكلي عند نهاية عمر الماده

$\Delta\varepsilon i = \varepsilon i - \varepsilon^\circ$

$\varepsilon i = \varepsilon^\circ + \Delta\varepsilon i$

$\varepsilon i = \varepsilon^\circ + V(ti - t^\circ) \dots\dots . . (1)$

$V2 = \frac{\varepsilon i - \varepsilon i^\circ}{ti - t^\circ} \dots . (2)$, $\varepsilon i =$ حالة عامه

مقدار الزحف الكلي في أي وقت خلال المرحله الثانوية

ti : $the\ time\ on\ this\ creep$ (εi) V2= سرعه زيادة الانفعال في المرحلة الثانية

بصورة عامة فأن سرعة ألأنفعال في المرحلة ألثانوية ثابتة (V)= $\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t}$ أي نأخذ أي من النقطتين على خط مستقيم ونجد قيمة (V) .

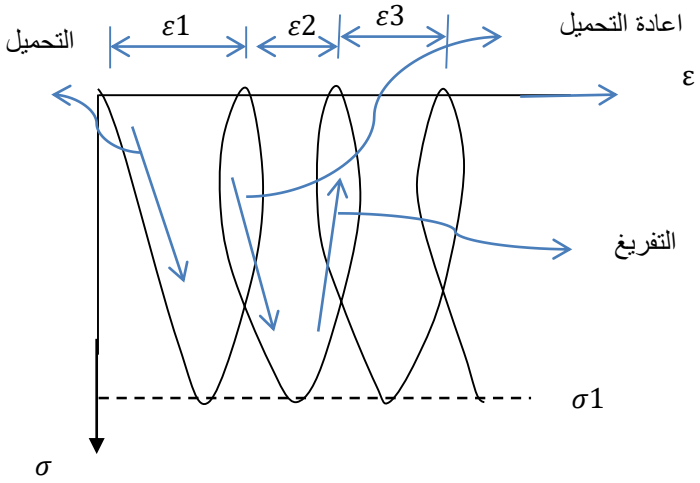
في حالة وجود نقطة (على الخط المستقيم) معلومة (الوقت والزحف) وتكون (V) معلومة فأن يمكن أن نجد الزحف في أي وقت معين وكذلك تستطيع أن نجد الزمن الازم لأحداث زحف معين (مثل الزحف عند بداية الفشل (نهاية المرحلة ألثانوية)

1- المرحلة ألأولى : (primary creep) يحدث فيها أنفعال (زحف) كبير خلال فترة زمنية قليلة مع نقصان في معدل زيادة ألأنفعال .
2- ألمرحلة الثانوية (secondary creep) : ألأنفعال (زحف) الناتج يكون صغير جدا خلال فترة زمنية طويلة اما معدل زيادة ألأنفعال يكون ثابتا (الميل ثابت) وفي هذة المرحلة تحدد الفترة الزمنية ألتي يمكن أن تستعمل فيها المادة (نهاية ألمرحلة الثانوية تمثل نهاية عمر استعمال المادة).
3- ألمرحلة ألثالثة (Tertiary creep) : في هذة المرحلة يكون ألأنفعال كبير في فترة زمنية كبيرة مع زيادة في معدل زيادة ألأنفعال .

ألكلل fatigue

يحدث الفشل بسبب الكلل عند تكرار تسليط اجهاد ذو قيمة أقل من ألأجهاد ألأقصى الذي يسبب الفشل في دورة تحميل واحدة أن عدد دورات التحميل الذي يسبب الفشل يعتمد على مقدار الأجهاد المتكرر حيث كلما قل ألأجهاد المسلط زاد عدد دورات التحميل المسببة للفشل أن الفشل في المادة نتيجة ألأحمال المتكررة ناتج عن تغير في التركيب الداخلي لتلك المادة حيث أن توزيع ألجهود داخل المادة يكون غير منتظم مما يؤدي الى حصول الفشل بالكلل يكون على شكل شقوق مايكروسكوبية صغيرة منتشرة بالمادة.

فأذا تم تسليط حمولة ضغط مثلا على مكعب من الخرسانة حتى اجهاد معين قدره δ وحصل في المكعب انفصال قدره ε° فعند ازلة الحمل المسلط فأن جزء من ألأنفصال سيبقى قدره ε1 كما مبين في الشكل



أن خط تفريغ الحمولة لا يطابق مطلقا الى خط التحميل مما يدل على عدم مرونة المساحه واذا تم تحميل الماده مره اخرى فأن منحني ألتحميل الجديد يختلف بدوره عن منحني تفريغ الحموله ويترك منطقه مغلقه تسمى التخلفية (Hysteresis) يطلق على كل مرحلة تحميل وتفريغ وأعادة بالدوره (cycle) فأذا استمرت عملية ألتحميل وألتفريغ وتكررت عددا من المرات وتم الوصول في كل مره الى نفس قيمة الاجهاد σ1 فسيحصل انفعالات متبقيه في كل دوره تساوي الى (ε1 εn ε3, ε2,) وفي هذه العمليه يمكن ملاحظة ما يلي :

1- أن مقدار ألأنفعال المتبقي في كل دورة هو اقل من الدورة التي قبلها أي أن :

$$\varepsilon 1 > \varepsilon 2 > \varepsilon 3 \ldots . \varepsilon n$$

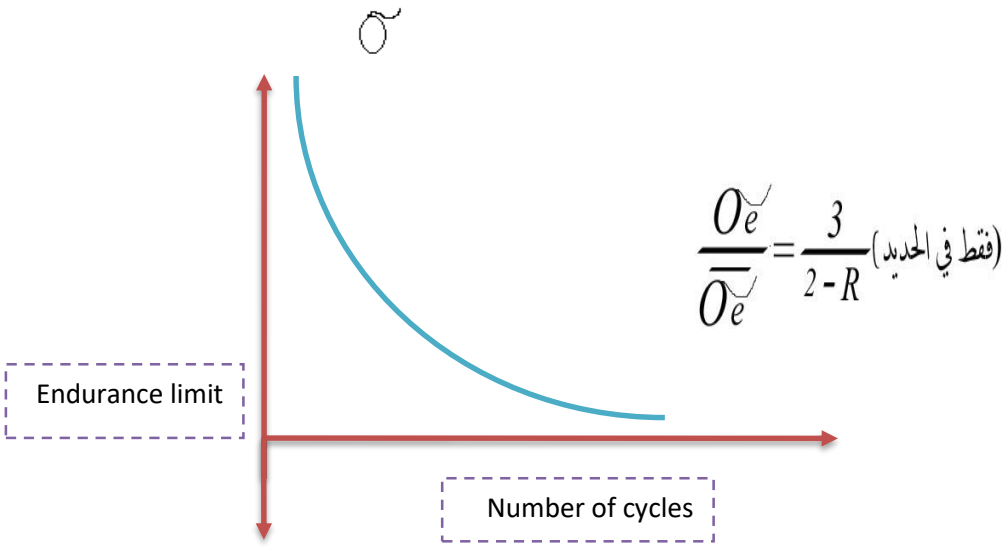
2- أن المنطقه المحصورة ضمن التخلفية تتناقص بأستمرار.

تختزن المادة كمية من القدرة في كل دورة مما يؤدي ألى أنتشار الحرارة

حد الكلل او حد الاستمرار "Fatigue limit or Endurance limit":

هو ذلك الاجهاد الذي دونه لا يحصل فشل في المادة نتيجة تكرار التحميل مهما زاد عدد دورات التحميل حيث ان هذا الاجهاد يبلغ حوالي 40 % من اجهاد الشد الاقصى بالنسبة للحديد.

هو اقصى أجهاد ذو مدى معكوس كليا يؤثر على الحديد بحيث يمكن ان يحدث معه عدد لا نهائي من دورات التحميل بأحمال متكرره دون حدوث الأنهيار.



لدراسة طبيعة الاحمال المتكررة يستلزم معرفة ما يلي :-

1) نسبة ألأجهاد (stress ratio)

ألأجهاد الاكبر: σ_1

ألأجهاد الاصغر: σ_2

2) ألجهد المتوسط (σ_m) $\sigma_m = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}$

3) الجهد المتناوب σ_a $\sigma_a = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}$

4) نسبة حد الاستمرار E.L.R (Endurance limit ratio) $E.L.R = \frac{\sigma e}{\sigma u}$

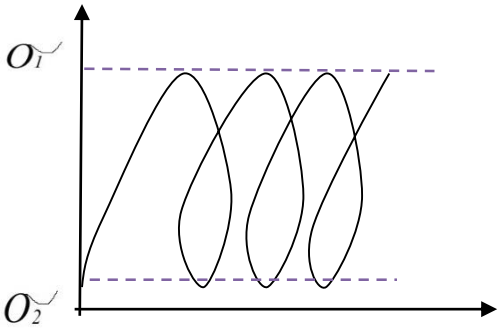
E.L : حد الاستمرار عندما يكون الحمل معكوس كليا

σu ألأجهاد الاقصى في حالة الشد أو الضغط لدورة تحميل واحدة

حالات التحميل المتكررة هي :

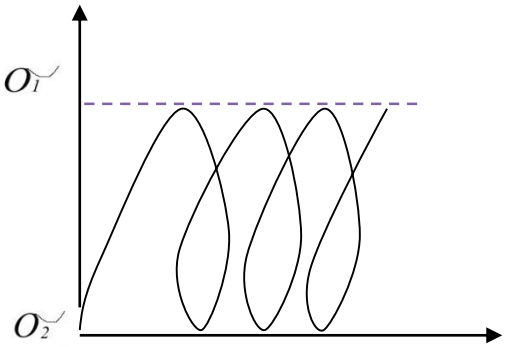
1) في حالة الشد : $\sigma 2 \neq 0$

(60Mpa ⟸ 10 Mpa)



2) في حالة الشد : $\sigma 2 = 0$

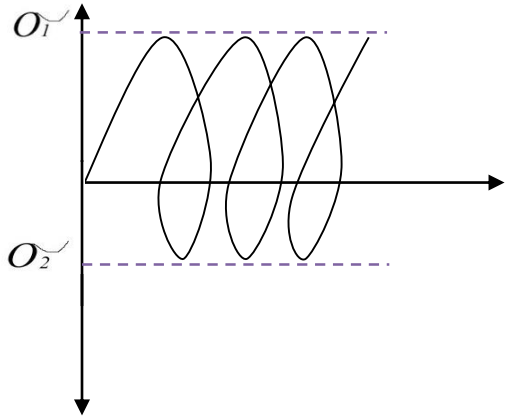
(60Mpa ⟸ 0 Mpa)



3) في حالة اجهاد الشد ≠ اجهاد الضغط

($\sigma 1 \neq \sigma 2$) ويطلق عليه حالة تحميل

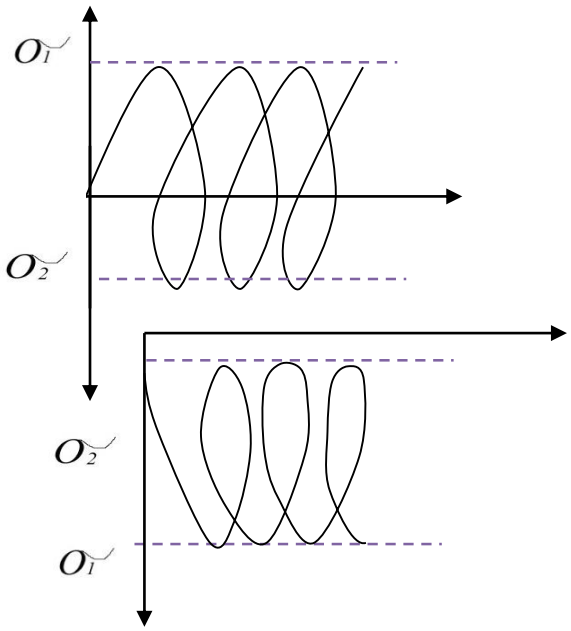
متكرر معكوس جزيئا (-50MPA=60MPA)



4) في حالة اجهاد الشد = أجهاد الضغط

($\sigma 2 = \sigma 2$) يطلق عليها حالة تحميل

متكرر معكوس كليا (-60MPA = 60MPA)

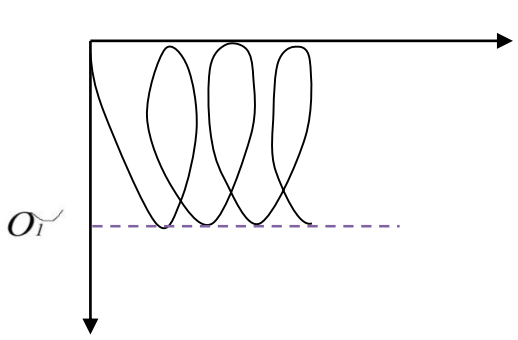


5) في حالة الضغط , $\sigma 2 \neq 0$

(-60MPA = -10MPA)

6) في حالة الضغط $O_2 = 0$

(60MPA - ⟸ MPAصفر)



أيجاد حد الاستمرار : هو ذلك الجهد الذي دونه لا يحصل فشل في المادة لأيجاد حدد الكلل أو الاستمرار للمادة من فحص الكلل تحضر عدة نماذج فالنموذج الاول يسلط عليه جهد كبير ويكرر هذا الجهد الى ان يحدث الفشل فيسجل عدد الدورات عند الفشل اما النموذج الثاني فيسلط جهد اقل ويكرر الى ان يحدث الفشل فيسجل عدد الدورات ايضا وهكذا يستمر الفحص الى أن يصل جهد مهما تم تكراره لا يحدث فشل في المادة والذي يعرف بحد الاستمرار .

هنالك بعض المعادلات التطبيقيه التي يمكن استعمالها للحديد مقدار حد الاستمرار وهي :

$$R = \frac{\sigma 2}{\sigma 1} \quad , \quad \frac{\sigma e}{\sigma e^{--}} = \frac{3}{2 - R}$$

(R) :حد الاستمرار لنسبة جهد مقدارها σe

$\overline{\sigma e}$:حد الاستمرار في حالة التحميل المعكوس كليا (E.L) او لاي حالة تحميل اخرى

مثال\ نموذج من مادة معينة قطره 15 سم و طوله 30 سم , أوجد القوة التي تسبب استطالة مقدارها 0,2 ملم ؟

اذا علمت ان معامل المرونة لهذه المادة = $3 * 10^6$ Kg/ cm²

الحل \

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L^{\circ}} = \frac{0.2}{300}$$

$$\sigma = E * \epsilon = \frac{0.2}{300} * 3 * 10^6$$

$$= 0.2 * 10^4 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\rho = \sigma * A = 0.2 * 10^4 * \frac{\pi (15^2)}{4} = 35.34 * 10^4 Kg$$

مثال/ شريط قياس طوله 30 متر ومساحة مقطعه المستعرض 1 mm×mm6 أحسب الاستطالة في حالة مد الشريط بكامل طوله وشده بقوة مقدارها N50 علما بأن معامل المرونه

E= 200 N /M²

الحل / $\therefore \Delta L = \frac{P.L}{A.E} = \frac{50*30*10^3}{1*6*200*10^{-2}*10^{-6}}$ = 1.25 mm

مثال \ تم الحصول على المعلومات التالية في فحص الشد على مادة مرنة حيث ان مساحة المقطع لهذه المادة هو 50 ملم^2 و طولها 1000 ملم , إرسم منحني الاجهاد – الانفعال لهذه المادة ومن ثم حدد قيمة حد التناسب و اجهاد الخضوع و الاجهاد الاقصى و مقاومة الفشل و معامل المرونة لهذه المادة.

Load (KN)	**50**	**100**	**150**	**200**	**220**	**225**	**231**	**224**	**233**
Extension (mm)	0.005	0.01	0.015	0.02	0.025	0.03	0.033	0.036	**0.04**
Load (KN)	238	250	275	295	300	290	275	240	**225**
Extension (mm)	0.045	0.05	0.06	0.08	0.1	0.12	0.136	0.15	**0.16**

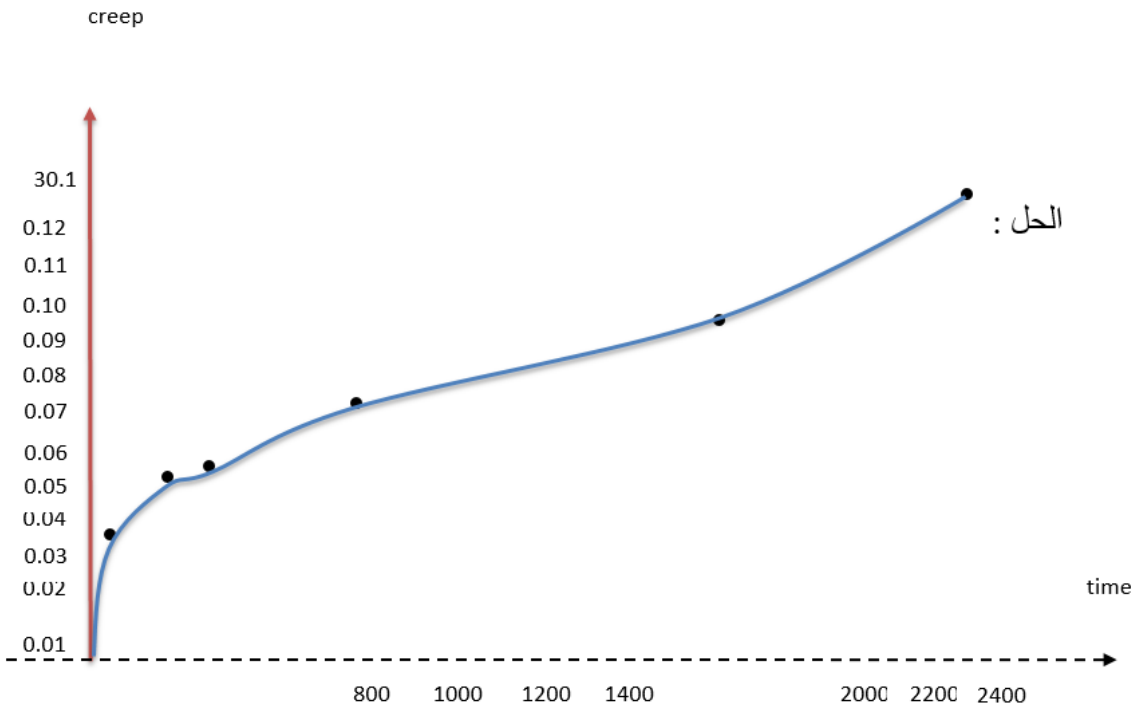
مثال : في فحص الزحف تم الحصول على النتائج ألمعلومات التالية :

Time(hr)	0	100	300	400	800	1600	2400
creep	0	0.035	0.05	0.056	0.07	0.10	**0.13**

أوجد :

1- ألفرق في معدل الزحف خلال المرحلة ألثانية ومعدل الزحف في المرحلة ألأولى عند الزمن (100hr)

2- مقدار الزحف ألكلي أذا علمت أن المادة فشلت بعمر (5600hr)



$$V2 = \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta T} = \frac{0.1 - 0.07}{1600 - 800} = 3.75 * 10^{-5}/hr$$

$$V^{\circ} = \frac{0.035 - 0.023}{100 - 0} = 0.12 * 10^{-3}/hr$$

$$1)\Delta V = V^{\circ} - V2 = (12 - 3.75) * 10^{-5} = 8.25 * 10^{-5}/hr$$

$$2)\ V2 = \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t} \quad , \quad 3.75 * 10^{-5} = \frac{\varepsilon p - 0.1}{5600 - 1600} \quad , \varepsilon p = 0.25$$

مـــثال : تم اجراء فحص الكلل على مادة الحديد تحت تأثير جهد اكبر مقداره (120Mpa) (جهد الشد) وجهد أصغر مقداره (60Mpa) أوجد مقدار حد الاستمرار أذا علمت أن مقدار حد الاستمرار في حالة الجهد المعكوس كليا هو (140Mpa)

الحل :

$$\frac{\sigma e}{\sigma e^{--}} = \frac{3}{2-R} \gg \sigma e = 140\left(\frac{3}{2-R}\right)$$

$$R = \frac{60}{120} = 0.5 \quad \therefore \ \sigma e = 280MPA$$

مثـــال: فحص الكلل على مادة الحديد تحت تأثير دورات من جهد الشهد كانت نسبة الجهد = 0.5 ومقدار حد الاستمرار هو (250Mpa) أوجد:

1) حد ألأستمرار لدورات من ألجهد المعكوس كليا

2) حساب نسبة ألأستمرار في حالة الجهد المعكوس كليا أذا علمت ان ألأجهاد ألأقصى للشد هو (270Mpa)

الحل :

$$\overline{\sigma e} = \sigma e\left(\frac{3}{2-R}\right) = 250 * \frac{2-0.5}{3} = 125\ MPA$$

$$E.L.R = \frac{\overline{\sigma e}}{\sigma u} = \frac{125}{270} = 0.46$$

الفصل الثاني

2.1 نماذج من المواد الهندسية

لقد تم الشرح والتوضيح فيما سبق لتقسيم وتصنيف المواد الهندسية، وكذلك التعرف على جميع خواصهاالفيزيائية والميكانيكية .لذلك فإنه يجب أن نتعرض بالشرح والتفصيل لبعض نماذج من تلك المواد الهندسية الكثيرة الاستخدام حديثًا فى مجال صناعة تكنولوجيا الخرسانة والبنا ء .ويرجع أيضًا اختيار تلك النماذج إلى تقسيم المواد الهندسية حسب تصنيفاتها المتعددة من حيث طبيعة تركيبها ومصدر الحصول عليها وخواصها الميكانيكية .ومن أهم النماذج المختارة من المواد الهندسية هى:

2.2 الطـــــــابـــــــــوق (Bricks)

تطلق كلمة الطابوق على الوحدات البنائيه المنتظمة الشكل والتي تستعمل في البناء والتي لا تزيد ابعادها عن حد معين(338*225*113 ملم) حسب المواصفات البريطانيه وعندما تزيد ابعاد الطابوق عن هذا الحد فتسمى كتلة بنائية (Building block) يصنع الطابوق من مواد مختلفة مثل الطين أو النورة والرمل أو اية مادة أخرى تستعمل للأغراض البنائية.

تصنيف الطابوق : يمكن تصنيف الطابوق وفقا لما يلي:

1- نسبة ألى المواد المستخدمة في صنعة كالطابوق الطيني والخرساني والرملي.....ألخ

2- نسبة ألى طريقة صنعه كالطابوق البدائي والنصف بدائي والنصف ميكانيكي والميكانيكي .....ألخ

3- نسبة ألى نوعه (درجة حرارة الفخر) كالطابوق المصخرج والأصفر وألأبيض...ألخ

3- نسبة ألى تحمله كالطابوق المستعمل لنقل ألأثقال في الجدران والطابوق ألمستعمل في الفراغات في ألأبنيه الهيكلية (قواطع)

الطابوق الطيني "Clay Bricks"

وهو أكثر أنواع ألطابوق أستعمالا في العراق وذلك لتوفر مواده الخام وكلفة أنتاجه المناسبة وتحملة للقوى وعزلة للحرارة ومقاومتة للنار والتغيرات الجوية .

يصنع الطابوق الطيني من الترسبات الطينية والغرينيه الحاوية على كمية من الرمل حسب الموقع وحيث أن الطين النقي لا يصلح لوحدة في صناعة الطابوق أذا يجب أن يحتوي على مواد أخرى تساعد على تكوين عجينة لا تتقلص بالتجفيف الفخر كالرمل الذي يساعد على عدم تشقق ألطين في حالتي التجفيف والفخر وكذلك الكلس والجبس الذي يساعد على فخر الطابوق بدرجة حرارة معتدلة بدون ان ينصهر ويكون الكلس او الجبس مادة لاصقه لحبيبات الطابوق .ان التحليل الميكانيكي للطين المستعمل لصناعة الطابوق في منطقه المعامل في بغداد وهو :

13% طين نقي clay

45% غرين silt

17%رمل ناعم Fine sand

8% رمل خشنcourse sand

وتوجد املاح قابلة للذوبان في الماء متغيره بين (0.5-3) % بالنسبة للمنطقة والعمق اذ ان الاملاح الذائبه تتناسب طرديا مع العمق وكذلك توجد معادن متفتته من مواد عضويه.

أما التحليل الكيمياوي فيما يخص بعض المواد الكلسية والجبسية فأنه وجد ان التربة في جميع مناطق صناعة الطابوق تحوي غالبا على نسبة متفاوته بين (25%-30%) وزنا من التربة وأذا زادت هذة النسبة على 35% فأن التربة تصبح غير صالحة لصناعة الطابوق كما أن تواجد الكلس بشكل كتل صغيرة بنسبة أقل من 35% تجعل الطين غير صالح لصناعة الطابوق أيضا وذلك لتحول هذه الكتل ألى أوكسيد الكالسيوم عند الفخر وعند حصوله على الماء يحدث قوى بتفاعلة مع الماء تكفي لتفتيت الطابوق.

تصنيف الطابوق الطيني حسب طريقة صنعه :

1 - **الطريقة البدائيه او اليدوية** : في هذه الطريقة تغمر التربة لمدة لا تقل عن اسبوع ثم بعد بزل الماء الزائد عنها تكبس عجينة الطين في قوالب من الخشب ويترك اللبن النازل حتى يجف بعدها يوضع في كورة لغرض الفخر .

2- **الطريقة ألنصف ميكانيكية** : في هذه الطريقة تغمر التربة وتبزل عدة مرات للتخلص من بعض ألأملاح ثم تعجن وتقص ميكانيكا حيث يستخدم مكبس ميكانيكي في عملية القص ومن ثم يترك اللبن ليجف بعد ذلك في أفران خاصة للفخر.

3- **ألطريقة الميكانيكية** : في هذه الطريقة تتم عملية الفخر والعجن والقص بصورة ميكانيكيه وينقل الناتج ألى غرف التجفيف حيث يجفف الهواء الحار وينقل ألى أفران الفخر.

4- **ألطريقة الجافة** : في هذة الطريقة يتم طحن التربة ومن ثم ضغطها في مكبس ميكانيكي تحت ضغط معين بعد ذلك تنقل ألى افران خاصة لغرض الفخر.

خواص الطابوق الناتج من الطريقة البدائية :

1- ألأوجه تكون غير منتظمة

2- التحمل قليل

3- المسامية عالية

4- ألتباين في اللون كبير

خواص الطابوق الناتج من الطريقة النصف ميكانيكية :

1- ألأوجه منتظمة ولكن غير صقيلة

2- التحمل أكبر من البدائي

3- التباين في اللون يكون أقل

4- مسامية أقل

خواص الطابوق الناتج بالطريقة الميكانيكية

1- ألأوجه منتظمة وصقيلة

2- تحملة جيد

3- ألمسامية قليلة

4- لا يوجد تباين في اللون

خواص الطابوق الناتج من الطريقة الجافة

1- ألأوجه منتظمة وحاد الزواية

2- التحمل عالي

3- المسامية قليلة

4- لا يوجد تباين في اللون

ومن خواص الطريقة الجافة تكون ألأملاح موزعة بالتساوي في جميع أنحاء الطابوق كما في الطابوق الذي يعجن بالماء أذ أن ألأملاح الذائبة غالبا ما تترسب على وجه الطابوقه الخارجي عند جفافها وأندفاع الماء خارجا.

س/ لماذا يستخدم الطابوق المثقب؟

ج/ 1- لخفة وزنه

2- ألضغط أقل على ألأساس

3- فائدة أقتصادية

س/ لماذا نستخدم ألطابوق الطيني

ج/ 1- لرخص ثمنه

2- عزلة للحرارة

3- لتوفرمواده الخام

4- مقاومة النار وألأحتراق

تصنيف ألطابوق الطيني حسب نوعه (درجة حرارة الفخر)

يتم تصلب قطع الطين(اللبن) بعملية الفخر وهي عبارة عن حرق الطابوق بأفران خاصة بدرجة حرارة تتراوح بين (7500-1000د˚) وقد ينتج عن التفاوت بدرجة حرارة الفخر اختلاف في الخواص التي تتأثر بالحرارة وهي الكثافة والمسامية وظهور التزهر وألأملاح وتغيير ألون فالفخر بدرجات الحرارة العالية يزيد من كثافة الطابوق ويقلل من المسامية وقابلية ألأمتصاص ويقلل من ظهور التزهر وألأملاح ويمكن تصنيف ألطابوق حسب تسلسل حصولة على الحرارة كما يلي :

1) **ألطابوق المصخرج** :هذا النوع من الطابوق يحرق بدرجات حرارة عالية جدا ومن خواصة انه قليل المسامات ذو كثافه عاليه وتحمل عالي يستعمل غالبا في الاسس لقوته وعدم نقله للرطوبه

- **الطابوق الاصفر:** هذا النوع يتعرض الى درجات حرارة اقل من المصخرج...ذو لون أصفر ذهبي,هش نسبيا يمكن نجره بسهولة.يستعمل في الواجهات بعد نجره وذلك لصفاء لونه.

3- **الطابوق الابيض**:: وهو طابوق ابيض اللون يحرق بدرجة حرارة معتدلة..يستعمل في الابنية الداخلية والخارجية.

4- **الطابوق المشوهب**:: وهو طابوق غير متجانس الاحتراق ذو مسامية اكثر من الابيض,يستعمل غالبا في بناء الجدران الداخلية من الابنية...يكون لونه ابيض مائل الى الحمرة او ابيض وأحد اوجهه حمراء.

5- **الطابوق الاحمر::** وهو الطابوق الغير كامل الاحتراق ذو لون احمر فاتح محروق

قليلا,يستعمل في الجدران الداخلية في الأماكن التي لا تصلها الرطوبة.

ملاحظة مهمة// يمكن القول ان الطابوق المحروق حرقا جيدا يكون اقل تأثرا بالأنجماد في حالة وجود رطوبة او ماء بين حبيبات الطابوق وكذلك يكون أقل تأثرا بالأملاح الذائبة والتي تؤدي مع الأنجماد دورا مهما في سحق وجه الطابوقة

تصنيف الطابوق الطيني حسب تحمله

1- صنف (أ):

يستخدم هذا الصنف من الطابوق بدرجتيه(1و2) في بناء الأنشاءات والأبنية المحملة بالأثقال والمعرضة للتأكل بفعل العوامل الطبيعية او الجوية...

2- صنف (ب):

يستخدم هذا الصنف من الطابوق بدرجتيه(1و2) في بناء الأنشاءات المحملة بالأثقال وغير معرضة للتأكل بفعل العوامل الطبيعية او الجوية كالجدران التي لا تتعرض الى نفوذ الماء.

3- صنف (ج):

يستخدم هذا الصنف من الطابوق بدرجتيه(1و2) في بناء الأنشاءات غير المحملة بالأثقال كالقواطع والتي لا تتعرض للتأكل بفعل العوامل الجوية.

صنف الطابوق	الدرجة	الحد الادنى لمقاومة الانضغاط mpa
أ	1	18
	2	16
ب	1	13
	2	11
جـ	1	9
	2	7

الخواص الهندسية ومواصفات الطابوق الطيني

1- الشكل والأبعاد ونوع المنتوج::

يكون الطابوق الصالح للبناء ذو شكل جيد وتكون زواياه قائمة وحافاته مستقيمة وسليمة واوجهه مستوية وخالية من الشقوق ,يجب ان يكون مقطع الطابوق متجانسا تام الحرق خالي من قطع الحصى والحجر. قد تختلف ابعاد الطابوق من بلد لأخر حسب المواصفات القياسية لذلك البلد وقد يكون هنالك اكثر من نوع واحد للطابوق وحسب المواصفات العراقية فأن ابعاد الطابوق هي (240*115*75 ملم)

يمكن تصنيف الطابوق الطيني حسب وجود الفجوات فيه الى ما يلي:

(أ)-الطابوق المصمت:

هو ذلك النوع من الطابوق الخالي من المسامات النافذة او غير النافذة ويكون ذو تحمل اكثر من غيره من الأنواع ولهذا يستعمل في الاسس والأنشاءات التي تحتاج الى قوة تحمل عالية وذات دوام جيد.

(ب)-الطابوق المثقب:

هو ذلك النوع من الطابوق الذي لا يزيد مقدار احتوائه على ثقوب اعلى من25% حجمه ويكون ذي قوة تحمل اقل من الطابوق المصمت ويستعمل في الابنية والمنشآت المحملة بالأثقال وفي القواطع والحواجز.

(ج)-الطابوق المجوف:

يحتوي هذا النوع على تجاويف يزيد مقدارها على (25%)من حجم الطابوقة ويستعمل في القواطع والجدران غيرالمحملة لان تحمله يكون واطئا .

(د)-الطابوق الخلوي:

هو الطابوق الذي يكون حجم الفجوات فيه اكثر من (25%)من حجم الطابوقة ويكون فراغ الفجوات مفتوحا من جهة واحدة,يستعمل كالطابوق المجوف

(هـ)-الطابوق ذو الفجوات:

وهو طابوق مصمت يحتوي على فجوة(طمغة)او فجوتين في احد سطحي الطابوقة ويكون

ذو قوة تحمل عالية ويستعمل في العادة عند الحاجة الى قوة ربط كبيرة بين الطابوق والمادة الرابطة

ملاحظات:

س/هل تفضل استعمال الطابوق الخلوي في بناء الجدران في الابنية غير الهيكلية؟

ج/لا,لأنه يحتوي على فجوات تزيد نسبتها عن 25% من حجم الطابوقة وكذلك يكون تحمله واطئا,لذلك نستخدم الطابوق المصمت.

المســـاميـــة

وهي وجود الفجوات الدقيقه والتي قد تميز بالعين المجردة او لايمكن تميزها وتكول متصله فيما بينهااو مغلقه وقد تكون على السطح الخارجي للمادة .ان زيادة مساميه الطابوق تؤدي الى نقصان في الكثافه ونقصان في التحمل وزيادة في امتصاص المادة وزيادة في العزل الحراري

س/ هناك عدة عوامل تؤثر على مقدار المساميه في الطابوق وهي :

1- كمية الماء التي تخلط مع الطين المستخدم في صناعه الطابوق
2- تدرج حجوم مواد التربه
3- طريقه الصنع
4- درجة حرارة الفخر

علل /ان الطابوق المصخرج اقل الانواع مساميه او تكون معظم مساماته من النوع المغلق وفي هذه الحاله يكون امتصاص الطابوق للماء قليل

**كلما زادت المسامية تقل الكثافة يقل التحمل يزداد العزل الحراري

امتصاص الماء

ان لكمية الماء المتصص علاقه بمقدار تحمل الطابوق حيث ان الطابوق يكون تحمله اقل عندما يكون رطبا كذلك يعتبرالماء عاملا رئيسيا في حركة الاملاح التي تسبب التزهر او التفاعل سلبيا مع المادة الرابطة كما وان الماء يؤدي الى تلف طبقات الانهاء والاصباغ وكذلك فأن الماء الممتص يكون مصدر قوي يحاول تفتيت الطابوق عند انجمادة كذلك فأن لامتصاص الماء علاقه بدوام البناء بالطابوق.

لقد حددت المواصفات القياسيه العراقيه سنه 1988 الحد الاعلى لامتصاص الطابوق للماء الاتي :-

صنف الطـــابوق	الحد الاعلى للأمتصاص (%)
-أ-	% 22
-ب-	%26
-ج-	%28

وجود الاملاح القابله للذوبان والتزهر

تتميز الاملاح القابله للذوبان بالماء في الطابوق عاملا مهما في حدوث التزهر الذي يعرف محليا بأسم (الشوره) حيث ان الماء (عامل اساس في حركة الاملاح) الحاوي على الاملاح يتبخر من سطح البناء بالطابوق والمعرض للجو مؤديا الى تجمع الاملاح بشكل متبلور على السطح .

س / تؤثر املاح الكبريت الموجودة في الطابوق على مونه الاسمنت ؟

ج/ لان املاح الكبريت بوجود الماء القابل على التفاعل ببعض مركبات الاسمنت حيث ينتج من هذا التفاعل مركبات جديدة ذات حجم كبير تؤدي الى تفتيت المواد الرابطه .

وقد حددت المواصفات القياسيه العراقيه (25) لسنه 1988 الحد الاعلى المسموح به للاملاح القابله للذوبان بما يأتي :

صنف الطابوق	املاح الكبريتات القابله للذوبان %	قابلية التزهر
- أ -	0.3	خفيف
- ب -	0.3	متوسط

- ج -	ـــــ	------

س / ان مصادر الاملاح في الطابوق هي :-

1- املاح موجوده في المواد الطينيه المستعمله في صناعة الطابوق

2- املاح تنقل الى الطابوق من الماء المستعمل في صناعة الطابوق

3- املاح تحدث من تحلل بعض مركبات الطابوق وتحوله الى املاح ذائبه

4- املاح تاتي من مصادر خارجيه وهيه من مواد القيمه والدز والبياض واللبخ والتربه .

العـــــزل الحراري

س / ان الهدف الرئيسي من العزل الحراري في الابنيه هو للاغراض التالية :

ج/ أ- تقليل تسرب الحرارة الى خارج الابنيه عند تدفئتها

ب- تقليل تسرب الحرارة الى داخل الابنيه عند تبريدها

ج- منع تكثف البخار داخل الابنيه

د- تقليل تمدد وتقلص المنشآة .

يعتبر الطابوق من المواد المتوسطه في العزل الحراري وهذه الخاصيه تتوقف على كثافة الطابوق ونوعه فكلما كانت كثافته اقل كلما كان اكثر عزلا للحراة كما ان محتوى الرطوبه فيه يقلل الى حد كبير في العزل للحرارة .

مقاومة الحريق

ان الطابوق يفخر بدرجة حرارة تقترب من 1000د° لذلك فأن مقاومة كبيره للنار والحريق , فالجدران المبنيه من بالطابوق ومونة الاسمنت وبسمك 100 ملم لها مقاومة احتراق لفترة ساعتين وهي فتره جيدة وهذا عندما تكون بدون طبقات الانهاء

وفي ما يلي المواصفات العراقية **للطابوق المصنوع من الطين (الآجر)**

الطابوق المصنوع من الطين (الآجر)

Clay Building Bricks

م.ق.ع 25 لسنة1988

أولاً : الأصناف

صنف أ : يستخدم لأجزاء المنشات والأسس المحملة بالأثقال والمعرضة للتآكل بفعل العوامل المناخية والجدران الخارجية المعرضة للتآكل.

صنف ب : يستخدم لأجزاء المنشات المحملة بالأثقال وغير المعرضة للتآكل أو في الجدران الداخلية المحمية من الرطوبة.

صنف ج :يستخدم لأجزاء المنشات التي لا تتعرض للعوامل المناخية وغير المحملة كالقواطع.

ثانياً : المظهر العام

شكل الطابوق منتظم وزواياه قائمة وجوانبه مستقيمة ضمن حدود التفاوتات المسموح بها في حالة وجود تشقق أو تثلم فيجب أن لا تسبب إضعافا لخواص الطابوق وان لا يزيد التثلم على 10 ٪ من حجم الطابوقة.

يكون الطابوق متجانساً جيد الحرق خالي من قطع الحصى والحجر والعقد الجيرية وان لا تقل نسبة الطابوق السليم الخالي من العيوب أعلاه عن 90 ٪ من الإرسالية.

ثالثاً : أنواع وأبعاد الطابوق

1- الطابوق المصمت: خالي من الثقوب والتجاويف بأبعاد(240×115×75) مم
2- الطابوق المثقب:لا تزيد نسبة الثقوب فيه على 25٪حجماً وبأبعاد(240×115×75) مم
3- الطابوق المجوف:تزيد نسبة الثقوب فيه على 25٪ حجماً وبأبعاد(240×115×75) مم

رابعاً : التفاوتات

الحد الأعلى للتفاوتات

الطول والعرض	± 3٪
السمك	± 4 ٪
استواء السطح	5 مم

خامساً : تحمل الضغط وامتصاص الماء والتزهر

كما مثبت في الجدول ادناه:

الصنف	الحد الادنى لتحمل الضغط نت/م²		الحد الاعلى للامتصاص%		التزهر (الحد الاعلى)
	معدل 10 طابوقات	تحمل طابوقه واحدة	معدل 10 طابوقات	طابوقه واحدة	
صنف أ	18	16	%20	%22	خفيف
صنف ب	13	11	%24	%26	متوسط
صنف جـ	9	7	%26	%28	ـــــ

الطابوق الجيري الرملي (sand – lime bricks)

يصنع الطابوق الرملي من مزج الرمل مع النورة المطفأة ، ثم يكبس المزيج في قوالب خاصة ثم يدخل في اوعية مغلقة حيث يتعرض الى البخار تحت ضغط وحرارة معينة ، ينتج الطابوق الجيري بالأبعاد المرغوبة وغالبا ما ينتج بنفس ابعاد الطابوق الطيني .

خواص الطابوق الجيري:

1- ان اشكال الطابوق الجيري اكثر انتظاما من الطابوق الطيني وذلك لطبيعة صنعه وعدم حرقه بالافران .

2- اوجهه مستوية تماما وحافاته حادة ومستقيمة .

3- يمكن انتاجه بألوان مختلفة وذلك بإضافة اصباغ معينة الى المواد الاولية الداخلة في صنعه .

4- قابل للصبغ لعدم احتوائه على الاملاح المذابة .

5- يحتوي في حالة جفافه على رطوبة نسبية اقل من الطابوق الطابوق الطيني .

6- ترابط الطابوق الجيري مع مونة الجص اكثر من ترابط الطابوق الطيني .

7- ان انكماش الجفاف متغير وعاليا نوعا ما فان هذا يستوجب العناية في اختيار المادة الرابطة المناسبة لتحاشي تصدع البناء .

8- تحمله بصورة عامة اقل من تحمل الطابوق الطيني حيث ان مقاومة الانضغاط لهذا الطابوق يجب ان لاتقل عن (14 ميكا باسكال) حسب المواصفات العراقية .

9- الحد الاعلى للامتصاص (12%) حسب المواصفات العراقية .

10- العزل الحراري للطابوق الرملي اقل من العزل الحراري للطابوق الطيني .

الطابوق الخرساني (concert bricks)

هو الطابوق المصنوع من مزيج خرساني اي الاسمنت البورتلاندي والركام الناعم والخشن مع كمية مناسبة من الماء . قد تستعمل بعض المواصفات الاخرى لغرض التلوين او تحسين بعض خواص الطابوق الناتج ، وتكون ابعاد الطابوق الخرساني عادة بنفس ابعاد الطابوق الطيني او اي ابعاد اخرى .

يستعمل الطابوق الخرساني في اعمال البناء كالجدران المحملة الداخلية والخارجية وفي القوالب او اعمال الاسس حسب نوعية الطابوق ويستعمل ايضا في اعمال تغليف الجدران حيث يستعمل الطابوق الملون او ذو اللون الطبيعي.

خواص الطابوق الخرساني :

1- الاوجه مستوية وحافاته حادة ومستقيمة وذو شكل هندسي منتظم وقطعة مستوية المقاسات مما يجعل البناء منتظما .

2- يمكن التحكم في تحمله من خلال تغير نسب مكونات الخلطة الخرسانية .

3- يمكن انتاجه بألوان متعددة .

4- يكون تقلص الجفاف عاليا لذا ليستعمل قبل مرور فترة كافية بعد الانتاج وتكون حوالي شهر واحد .

5- ذو كثافة عالية بحدود (2300 كغم/م ^{3}) إلا اذا استخدم الركام خفيف الوزن .

6- لا يعتبر عازل حراري جيد إلا اذا استخدم الركام الطبيعي في انتاجه.

7- يتأثر بالأملاح الكبريتية .

2.3 الخشـــــــب (timber)

هنالك انواع مختلفة من الخشب تستعمل للأغراض الانشائية المختلفة ولكل نوع خواصة من حيث الكلفة والمقاومة واللون والشكل ، ويتميز الخشب بان له مقاومة شد وانضغاط جيدة كذلك له من المرونة وسهولة القطع والربط وعمل الاشكال المطلوبة مما يجعله صالحا للاستعمال لاغراض انشاءية مختلفة .

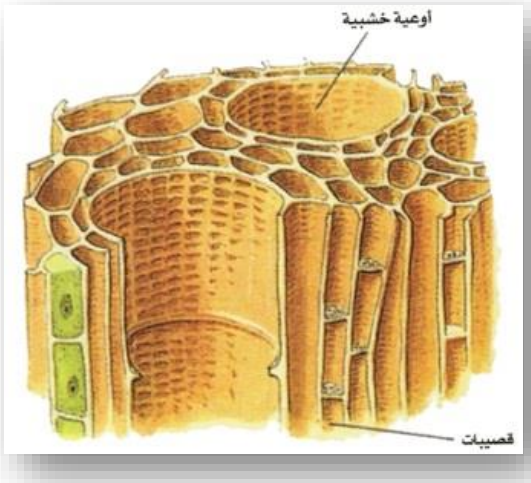
يمكن تصنيف الخشب كما يلي : -

1- الخشب الرخو (soft wood) : يستعمل للأعمال الانشائية والأعمال التجارية التي تصبغ بأصباغ دهنية .

2- الخشب الصلب (hard wood) : يستعمل للزخرفة والزينة والأماكن التي يتطلب فيها مقاومة عالية .

تركيب الخشب :-

يؤخذ الخشب من جذوع الاشجار ويتألف الجذع في مقطعه العرضي من عدد من الحلقات التي تدل على عمر الشجرة ، كما يحتوي على عدد من الشقوق الشعاعية التي تكثر او تقل بحسب نوع الشجر وجودته اما المقطع الطولي فيتألف من الياف طولية ملتصقة ببعضها ويحتوي كل ليف على خليا طولية ملتصقة ومتصلة ببعضها بمادة السيليلوز ، ان محل اتصال الاغصان بالأشجار تعرف بالعقد .



تجفيف الخشب

يحتوي الخشب الطري عادة على كمية كبيرة من الرطوبة تجف بعد قطع الخشب ويصحب هذا تقلص في حجم الخشب الذي لا يكون متساويا في كل الاتجاهات بسبب تركيب الخشب كذلك عندما يوضع الخشب في محل رطب يمتص الرطوبة ويتمدد ، ثم عندما يفقد الرطوبة يتقلص مرة ثانية وهكذا يتغير حجم الخشب ومقدار الرطوبة فيه حسب رطوبة المحيط . ان هذه الصفة في الخشب هي اهم نقطة يجب ان تعالج بحيث تتوقف او تقل الى ادنى حدودها ولهذا السبب يجفف الخشب . ان النقطة الثانية التي لاجلها يجفف الخشب هي ان الخشب عندما يجفف بدرجة اقل من درجة معينة من الرطوبة بالنسبة لنوع الخشب فانه يصبح له المناعة ضد نمو الفطر على الخشب او فيه كما ان التجفيف يؤدي الى زيادة مقاومة الخشب ضد القوى المسلطة عليه ، وهنالك ثلاث طرق لتجفيف الخشب :-

1- التجفيف الطبيعي : هو التجفيف الذي يتم بتعريض الخشب الى حالات جوية اعتيادية لمدة معينة.

2- التجفيف بالأفران : في هذه الطريقة يتم تجفيف الخشب في غرف مسخنة صناعيا مع ضبط الرطوبة النسبية في داخل هذه الغرف.

3- التجفيف الكيمياوي : هو عبارة عن مزيج بين التجفيف بالأفران مع معالجة الخشب بمواد كيمياوية تجعله ذو مقاومة للحصول على صفات جيدة.

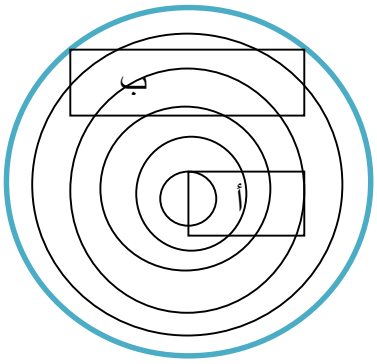
المحافظة على الخشب

يحافظ على الخشب بطرقتين الاولى هي المحافظة بالطلاء بمواد كيمياوية والثانية باستعمال محاليل كيمياوية تدفع في الخشب تحت ضغط معين في معامل تحضير الخشب قبل عرضه في الاسواق وان الطريقة الثانية هي المفضلة نظرا لكون هذه الطريقة تعطي مجال للمواد الكيمياوية والمحاليل للتغلغل بين اجزاء الخشب وبذا تكون المحافظة افضل .ان من المواد المستعمله في الطريقتين هي الكريوسوت او محاليل فلوريد الصوديوم واملاح اخرى مشابهة وان الاصباغ الاعتيادية لا تكفي وحدها للمحافظة على الخشب من التأثيرات التي يتعرض لها رغم انها مستعملة بكثرة.

ان المواد الاسفلتية المحلولة في سوائل خفيفة قد تكون مفيدة للمحافظة على الاخشاب المعرضة للحشرات على ان تكون فقط في الجوانب التي تلامس البناء والتي لا تصبغ بعد ذلك .

حركة الرطوبة وتأثيرها على تقطيع الخشب -:

يتغير حجم الخشب بتغير محتوى الرطوبة فيه وان هذا التغير ليس متساويا في جميع الاتجاهات وذلك لان حركة الرطوبة في الخشب تكون غير ثابتة وتختلف باختلاف الاتجاهات في الخشب حيث يكون تغير محتوى الرطوبة على اشده ما بين الحلقات السنوية أي ان حركة الرطوبة تكون اكبر في مستوى الحلقات السنوية اما في المقاطع العمودية على مستوى الحلقات السنوية فان حركة الرطوبة تكون قليلة الى درجة يمكن اهمالها كما ان حركة الرطوبة في مستوى الحلقات السنوية تختلف ايضا باختلاف الاتجاهات في هذا المستوي حيث ان مقدار التغير في الرطوبة (حركة الرطوبة) في الاتجاه المماسي للحلقة السنوية يكون اكبر من التغير الحاصل بالاتجاه العمودي وان هذا التغير في نسبة الرطوبة في الخشب يؤدي الى حدوث اجهادات داخل الخشب والتي تؤدي الى حصول تشوهات في المقطع العرضي ولهذا السبب يكون من الافضل تقطيع الخشب بالوضعية (أ) بدلا من الوضعية (ب) وذلك للتقليل من انحناء الخشب بسبب التغير في محتوى الرطوبة .



تحمل الخشب -:

ان تحمل الخشب يعتمد على اتجاه تسليط القوة حيث ان مقاومة الخشب لقوة الشد بالاتجاه الموازي للالياف يكون اكبر بحوالي (40مرة) بقدر مقاومة الخشب للشد بالاتجاه العمودي على الالياف كما ان مقاومة الخشب للضغط بالاتجاه الموازي للالياف اكبر بمقدار (7مرات) تقريبا من مقاومة الخشب بالاتجاه العمودي على الالياف ولكن مع ذلك فان الخشب له القابلية

على امتصاص الصدمات بشكل كبير بالاتجاه العمودي على الالياف ولذلك يستخدم في المواضع التي تتعرض الى حالة تصادم مثل سكك الحديد والمكائن وغيرها.

العوامل المؤثرة في تحمل الخشب -:

ان اهم العوامل التي تؤثر في تحمل الخشب هي:

1- سرعة النمو :- ان تباعد الحلقات السنوية في مقطع الخشب يدل على سرعة نمو الشجرة وهذا يعني تحمل ضعيف لهذه الاخشاب واحسن مثال لذلك هي انواع الاخشاب الرخوة على اختلاف انواعها .

2- استقامة الالياف :- ان اخشاب الاعمال الانشائية تكون غالبا بمقطع بحيث تكون الالياف متجه نحو طول اللوحة وان أي اختلاف بين اتجاه الطول في اللوحة والالياف لا بد وان يؤثر في قوة التحمل للخشب .

3- العقد :- ان وجود العقد يضعف الخشب وخصوصا عندما تكون في الاماكن التي تقاوم قوى الشد لذا يجب الاخذ بنظر الاعتبار موقع العقد وحجمها ويمكن القول بصورة عامة ان من المستحيل الحصول على الخشب بمقاطع كبيرة وبدون عقد .

4- عيوب الخشب التي تحدث بعد قطع الشجرة :- ان العيوب التي تحدث في الخشب بعد قطع الشجرة لا بد ان تؤثر في تحمل الخشب بِاعتبارها نقاط ضعيفة واهم هذه العيوب هي (الشقوق الشعاعية , الشقوق الدائرية , الرضوض , الانكماش) . يمكن تقليل حدوث هذه العيوب وذلك باتباع الخطوات القياسية في تجفيف الخشب والتقيد بها .

5- كثافة الخشب :- ان تحمل الخشب يزداد بزيادة كثافته.

6- محتوى الرطوبة :- ان مقاومة الخشب تزداد بانخفاض محتوى الرطوبة في الخشب.

عزل الحرارة في الخشب -:

ان للخشب قابلية توصيل حراري مقدارها (0.96) وبهذا يعتبر الخشب من المواد غير الموصلة للحرارة ويشترط في هذا العزل ان لا يكون بين مقطع الخشب أي فراغات هوائية ولذا يجب ان تحصر الالواح وتتداخل مع بعضها كما من الافضل ان تبطن بمواد لا يتغللها الهواء .

د. دينا علي ياسين
د. زاهر محمد ناجي