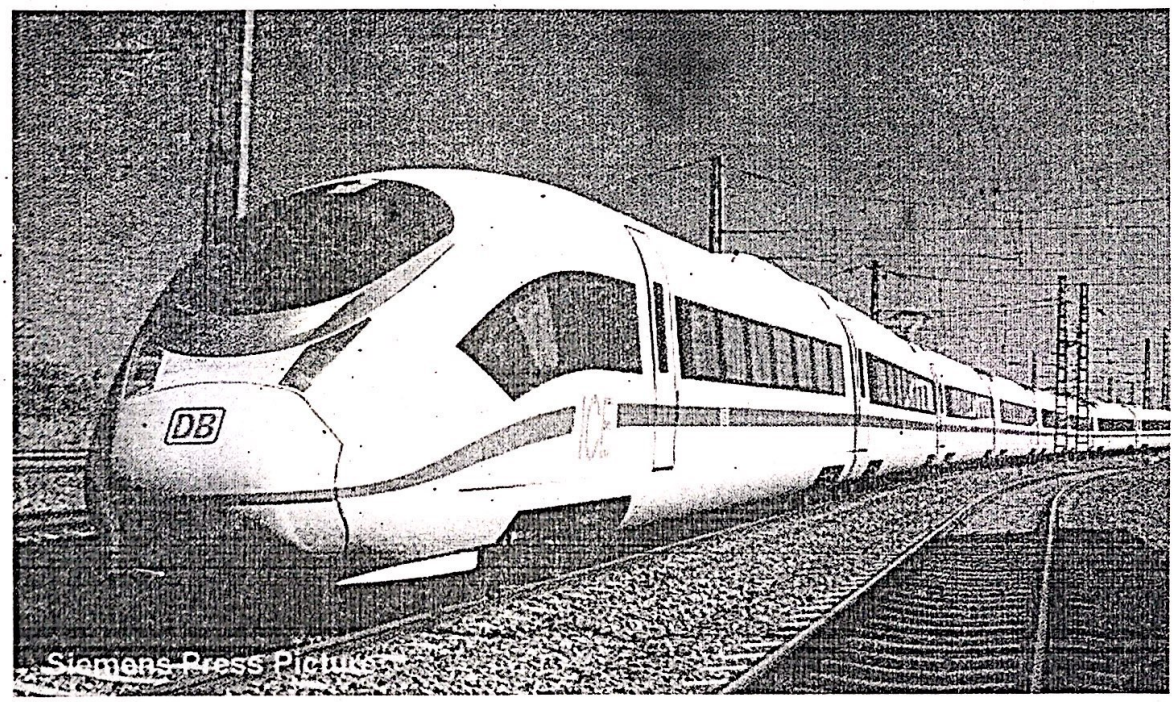
engineer22.com

هندسة السكك الحديدية



4

Scanned with CamScanner

* القضبان *

هي عبارة عن قطاعات معدنية يرمز لها برقم مثل :

[فينول 54 أو فينول 60 - VIC 70 ---]

بمعنى

مثلاً فينول (54) معناه ان وزن المتر الطولي من هذا القضيب = 54 كجم

يتكون قطاع الـ (Rail) من (3) اجزاء

الغرض من هذا الباب :-

هو دراسة القوى والإجهادات التي تؤثر على القضبان اثناء حركة القطار ومقارنتها بالقيم المسموح بها والتي لا تسبب إنهيار القطاع

Scanned with CamScanner

عرفنا اه الغرض من القضبان :

حمل القطارات ونقل احمالها إلى الفلنكات وأيضاً توجيه القطار

تتعرض القضبان إلى (3) انواع من الاجهادات

engineer22.com

① رأسية

ناتجة من تأثير اوزان القطارات المارة

عليك

② عرضية

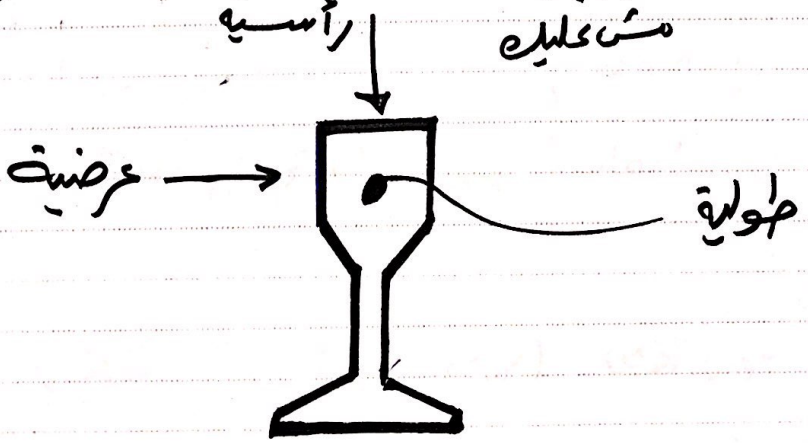
من القوى الأفقية التي تحدثها العجلات اثناء الحركة على المنحنيات

XX
مش عليك

③ طولية

من تأثير فرق درجات الحرارة واثناء التمدد والتقلص للقطار

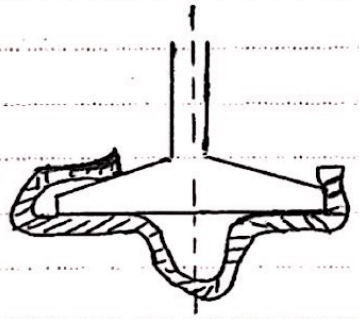
عليك



Scanned with CamScanner

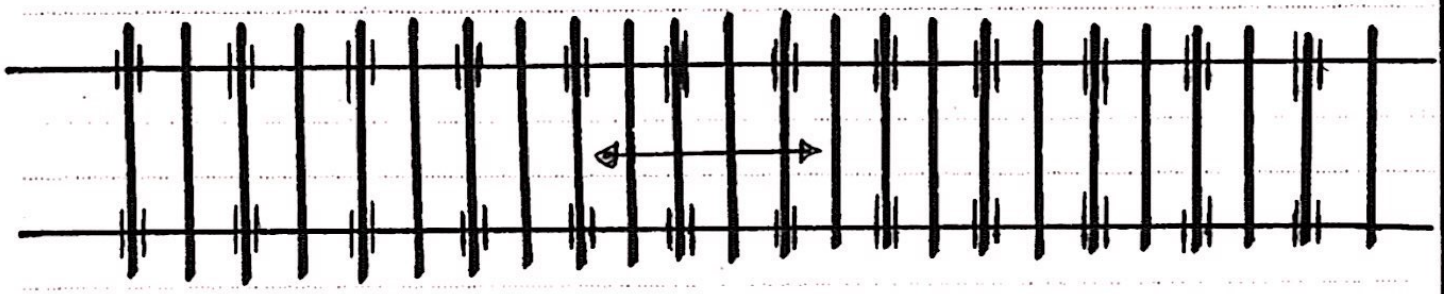
هام :- ما هى اسباب زحف القضبان ؟
ارسم كروكى متقن يوضح مواقع مانعات الزحف لخط مفرد وآخر مزدوج ؟

نتيجة حركة القطارات على السكك الحديدية وتأثير قوى العجلات والقوى الناتجة عن فروق درجات الحرارة تتكون بالقضبان قوة طولية وقد تسبب هذه القوى إعوجاج السكه طولياً أو عرضياً أو يتسبب زحف القضبان ولمنع هذه الظاهرة تستخدم مانعات الزحف



الخط المفرد

يحتاج لـ (48) مانعة زحف لكل (18) متر من طول الـ Rail

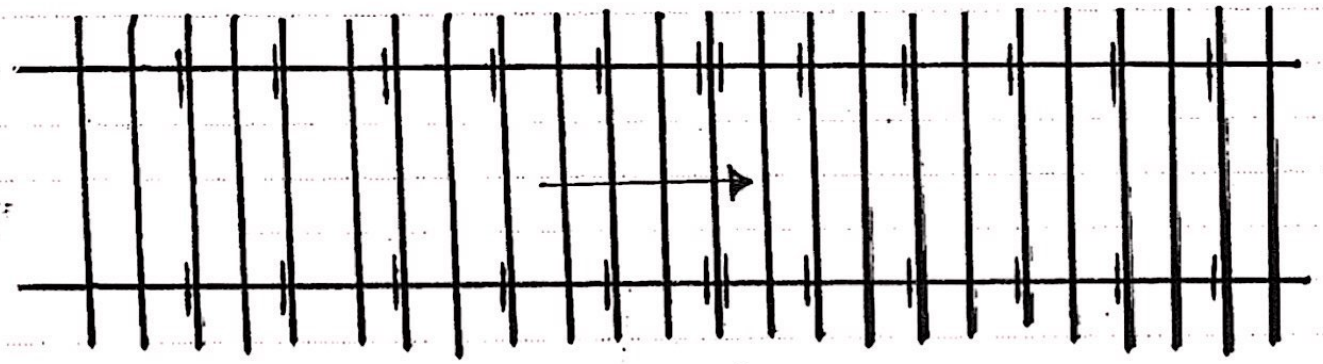


plan

Scanned with CamScanner

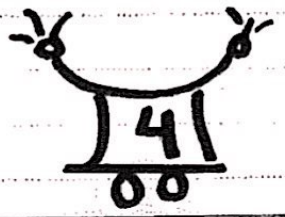
الخط المزدوج :-

يحتاج لـ (24) مانعة زحف لكل (18) متر من طول الـ Rail



Plan :

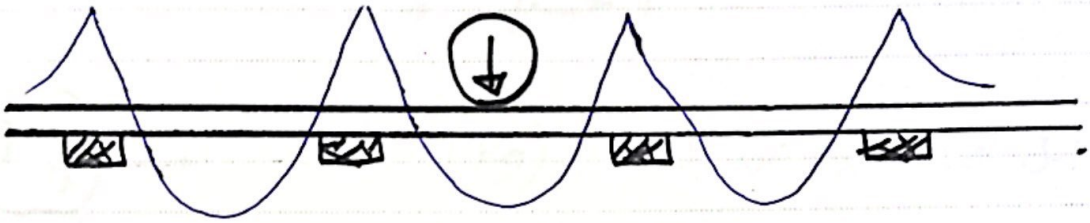
engineer22.com



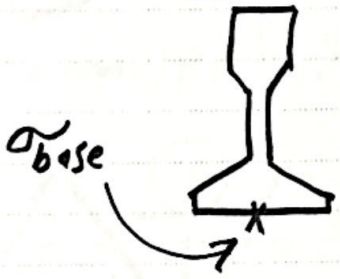
Scanned with CamScanner

أولاً الإجهادات الأسية

عند مرور القطارات على الكمرة تعمل الكمرة كمرات مستمرة ولها أكثر من الفلنكات



- فتؤثر هذه الأحمال الرأسية على الكمرة بعزوم تسبب إجهادات رأسية في قطاع الكمرة ويكون أقصى إجهاد في قطاع الكمرة عند "منتصف قاعدة الكمرة"



ويسمى الإجهاد في منتصف قاعدة الكمرة (σ_{base})

- للتأكد من سلامة قطاع الكمرة تحت تأثير تلك الأوزان يتم حساب أقصى إجهاد (σ_{base}) الناتج على القطاع ومقارنته بالإجهاد المسموح به.
- يتم حساب قوى القص (Shear) على قطاع الكمرة (P) ومقارنتها بالشير المسموح به (Pall)

Scanned with CamScanner

معادلة "Zimmermann" -8

$$\sigma_{base} = \frac{W_{max} * L_r}{4Z} * (1 + 3\bar{C}) * \Sigma/\mu$$

σ_{base} يحفظ

$\rightarrow kg/cm^2$

* حيث *

engineer22.com

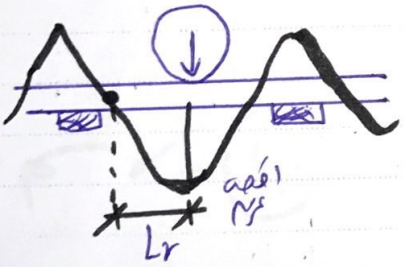
W_{max} → حمل العجلة الأقصى بـ (kg)

يتم حساب الأحمال للعجلات المختلفة سواء للقاطرة أو العربة وتؤخذ الأكبر

L_r → الطول الأساسي لدعامة القضيب (Cm)

هو عبارة عن المسافة بين أقصى عزم على القضيب ومكان إنقلاب العزم (zero. moment)

ويحسب عن طريق



$$L_r = \sqrt[4]{\frac{4EI_y}{B \cdot C}} \quad .. cm$$

I_y يحفظ

$E = 2.1 * 10^6 \ kg/cm^2$ معايير مرونة الصلب (حفظ)

$I_y = __ \ cm^4$ (given) عزم القصور الذاتي للقضيب

Scanned with CamScanner

* C ⟶ معامل رد فعل تربة الأساس

يتوقف على نوع تربة الأساس

نوع التربة	حالة التربة	المعامل (C) كجم / سم^3
S_1	ضعيفة	٢
S_2	متوسطة	٥
S_3	جيدة	١٠

Data sheet

* B ⟶ العرض المكافئ (Cm)

$$B = \frac{b*(L-50)}{2*S} = \checkmark\checkmark\ cm$$

b ⟶ عرض الفلنكة

L ⟶ طول الفلنكة

S ⟶ التعشيط

كده انت تعرف تحسب (Lr) = ✓✓ م

Z ⟶ cm^3 (given) معامل القطاع

Scanned with CamScanner

$\bar{C}$ → معامل يتوقف على نوع التربة وحسبه كالتالى

نوع التربة	$\bar{C}$
(S1) ضعيفة	← 0.1Φ
(S2) متوسطة	← 0.2Φ
(S3) قوية (جيدة)	← 0.3Φ

at $V \leq \boxed{60}$ km/hr

نحفظ $\Phi = 1$

at V $[60 < V \leq 200]$ km/hr

نحفظ $\Phi = 1 + \frac{V - 60}{140}$

(Φ) هو معامل يتوقف على السرعة

Scanned with CamScanner

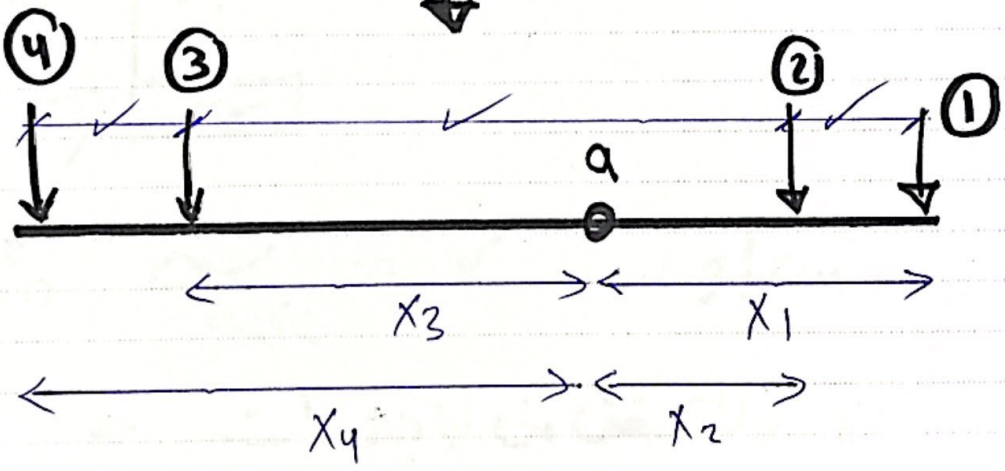
• ΣM → معامل تأثير المحاور المجاورة

وهو معامل يأخذ تأثير باقي محاور القطار عند نقطة معينة

بيجي بشكلين في الامتحان

شكل يوضح المسافات بين المحاور المختلفة للعربة أو القاطرة

given كرقم



* وليكن النقطة المطلوب حساب الإجهاد عندها هي (9)

+ يتم حساب بعد كل محور عن النقطة المراد حساب الإجهاد عندها ويسمى (X)

$(X_1, X_2, X_3, X_4, \dots)$

Scanned with CamScanner

② يتم حساب قيمة $\left(\frac{X}{L_r}\right)$ لكل محور

③ من جدول معاملات "Zimmermann" الموجود في الـ Datasheet يتم تعيين قيمة الـ (μ) المناظرة لكل محور.

X	X/L_r	μ
X_1	X_1/L_r	μ_1
X_2	X_2/L_r	μ_2
X_3	X_3/L_r	μ_3
⋮		⋮
	$\Sigma\mu$	✓✓

④ يتم تجميع الـ (μ) فتكون (μ_{eq}) هي التي نعوض بها في معادلة (σ_{base})

∴ σ_{base} = ✓ kg/cm^2

* وللتحقق من الاجهادات *

$\sigma_{base} \neq \sigma_{all}$

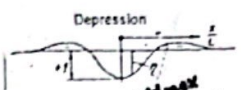
(✓✓) kg/cm^2

$\left(\frac{✓✓}{10}\right)$ kg/mm^2 ≯ 70 kg/mm^2

10

الجدول التالى يبين معاملات المحاور المجاورة للعزوم و الهبوط فى القضبان:

Depression



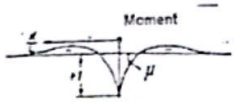
$$y = \frac{Q}{2 \cdot B \cdot C \cdot L_e} \cdot \eta$$

Zimmermann Factors

$$\xi = \frac{x}{L}$$

$$L = \sqrt[4]{\frac{4 E J}{b \cdot C}}$$

Moment



$$M = \frac{Q \cdot L}{4} \cdot \mu$$

$\frac{x}{L}$	η	Diff.	μ	Diff.	$\frac{x}{L}$	η	μ
0,0	1,0000	0,0093	1,0000	0,1900	3,6	-0,03659	- 0,01241
0,1	0,9907	256	0,8100	1702	3,7	-0,03407	- 0,00787
0,2	0,9651	384	0,6398	1510	3,8	-0,03138	- 0,00401
0,3	0,9267	483	0,4888	1324	3,9	-0,02862	- 0,00077
0,4	0,8784	553	0,3564	1149	4,0	-0,02583	0,00189
0,5	0,8231	603	0,2415	984	4,1	-0,02309	0,00403
0,6	0,7628	631	0,1431	832	4,2	-0,02042	0,00572
0,7	0,6997	643	0,0599	692	4,3	-0,01787	0,00699
0,8	0,6354	642	- 0,0093	564	4,4	-0,01546	0,00791
0,9	0,5712	629	- 0,0657	451	4,5	-0,01320	0,00852
1,0	0,5083	607	-0,1108	349	4,6	-0,01112	0,00886
1,1	0,4476	577	-0,1457	259	4,7	-0,00921	0,00898
1,2	0,3899	544	-0,1716	181	4,8	-0,00748	0,00892
1,3	0,3355	506	-0,1897	114	4,9	-0,00593	0,00870
1,4	0,2849	465	-0,2011	57	5,0	-0,00455	0,00837
1,5	0,2384	425	-0,2068	9	5,1	-0,00334	0,00795
1,6	0,1959	383	-0,2077	30	5,2	-0,00229	0,00746
1,7	0,1576	342	-0,2047	62	5,3	-0,00139	0,00692
1,8	0,1234	302	-0,1985	86	5,4	-0,00065	0,00636
1,9	0,0932	265	-0,1899	105	5,5	0,00001	0,00578
2,0	0,0667	229	-0,1794	119	5,6	0,00053	0,00520
2,1	0,0439	195	-0,1675	127	5,7	0,00095	0,00464
2,2	0,0244	164	-0,1548	132	5,8	0,00127	0,00409
2,3	0,0080	136	-0,1416	134	5,9	0,00152	0,00356
2,4	- 0,0056	110	-0,1282	133	6,0	0,00169	0,00307
2,5	- 0,0166	88	-0,1149	130	6,1	0,00180	0,00261
2,6	- 0,0254	66	-0,1019	124	6,2	0,00185	0,00219
2,7	- 0,0320	49	-0,0895	118	6,3	0,00187	0,00181
2,8	- 0,0369	34	-0,0777	111	6,4	0,00184	0,00146
2,9	- 0,0403	20	-0,0666	103	6,5	0,00179	0,00115
3,0	- 0,04225		-0,0563		6,6	0,00172	0,00087
3,1	- 0,04314		-0,04688		6,7	0,00162	0,00063
3,2	- 0,04307		-0,03831		6,8	0,00152	0,00042
3,3	- 0,04224		-0,03060		6,9	0,00141	0,00024
3,4	- 0,04079		-0,02374		7,0	0,00129	0,00009
3,5	- 0,03887		-0,01769				

* Zimmermann factors *

ملحوظة

تقسم قيمة الـ (σ_{base}) الناتجة من المعادلات على (100) للتحويلات من (kg/cm^2) إلى (kg/mm^2) ثم نقارنها بقيمة $\sigma_{all} = 7_0$ kg/mm^2

Scanned with CamScanner

إذا طلب منك حساب الهبوط في الصباب

ثم حساب أقصى هبوط في القصيب (لا) من

معادلة

$$y = \frac{W_{max}}{2BCL_r} * \Sigma M \quad \dots cm$$

صفوا

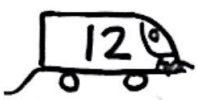
L_r ، C ، B ، W_{max} كما سبق

ΣM معامل تأثير العلوم المحلية الذي سبب الهبوط يحسب بنفس طريقة الـ (M)

من نفس جدول معاملات Zimmermann تحسن قيمة (M) لكل محور

$$\Sigma M = M_1 + M_2 + M_3 + \dots$$

X	X/Lr	M
X_1	X_1/L_r	M_1
X_2	X_2/L_r	M_2
X_3	X_3/L_r	M_3
	ΣM	



Scanned with CamScanner

[قوى القص Shear]

يتم حساب قوى القص على القضيب الناتجة من حل العجلة

احفظ

$$Q = 1.2 * \omega_{max} = \checkmark\checkmark \text{ ton} \not> Q_{all}$$

ω_{max} ← حل العجلة الأقصى

1.2 ← تأثير ديناميكي

يتم حساب قوى القص المسموح بها لقطاع القضيب من المعادلة و

احفظ

$$Q_{all} = 5.26 * 10^{-5} * r * \left(\frac{\sigma_{all}}{F.O.S}\right)^2 = \checkmark \text{ ton}$$

r → (cm) نصف قطر العجلة

$r = 60$ cm لو لم يعطى يؤخذ بـ

σ_{all} → 70 kg/mm^2

F.O.S → 1.1 معامل أمان

Check

$Q \not> Q_{all}$ #

Scanned with CamScanner

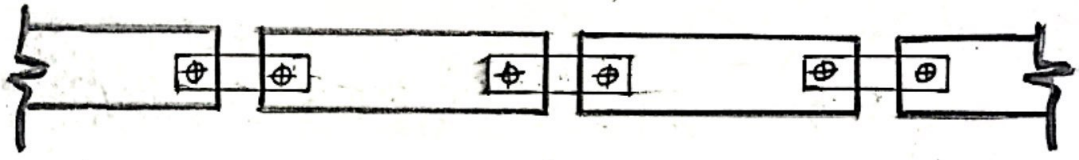
② الإجهادات الطولية

تنتج الإجهادات الطولية في الكمرة من تأثير فرق درجات الحرارة خلال وجود الكمرة في السكك الحديدية في فترات الصيف والشتاء - مما يسبب عمليات تمدد وانكماش متكررة مما يسبب ما يسمى (زحف الكمرة) (Creep) وتتكون إجهادات طولية داخل قطاع الكمرة.

انواع الكمرات حسب طريقة التركيب

كمرة موصولة ↔ كمرة ملحومة

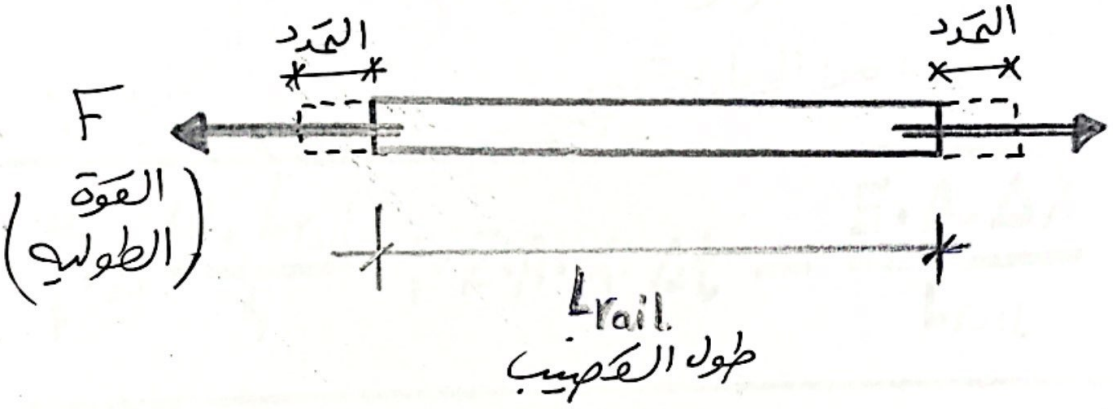
(أ) الكمرات الموصولة :-



Scanned with CamScanner

- وصيفا يتم ربط القضبان مع بعضها عن طريق مسامير وألواح تربط نهايات القضبان مع بعضها .

- في القضبان الموصولة تتأثر كل قضيب بالحرارة على حده من حيث القوى الطولية الناتجة من فرق درجات الحرارة ومن حيث قيمة التمدد الطولي عند نهايتي القضيب



- نتيجة فرق درجات الحرارة على القضيب تتولد قوة طولية (F) تسبب إجهادات طولية (σ) تعمل على تمدد القضيب عند طرفيه .

Scanned with CamScanner

ولحساب قيمة الإجهاد الطولى (σ) :-

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{---} \rightarrow \quad kg/cm^2$$

(حيث)

(F) → القوة الطولية الناتجة من تأثير فرق درجات الحرارة --- (kg)

وتحسب من المعادلة ↓

حفظ

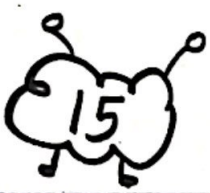
$$F = \frac{\omega \cdot L_{rail}}{4} + E \cdot A \cdot \alpha \cdot \Delta t - \frac{E \cdot A \cdot \Delta l}{L_{rail}}$$

→ (ω) → kg/cm² مقاومة السكه للتمدد الطولى **given**

→ (L_{rail}) → cm طول القضيب (بالسم)

القضيب القياسى = 18 m = 1800 cm ← given

حفظ



Scanned with CamScanner

(E) → $2.1 * 10^6$ kg/cm^2 معايرونة الصلب (حفظا)

(A) → (cm^2) مساحة مقطع الكمرة (given)

(α) → $11.8 * 10^{-6}$ معامل التمدد الحرارى (حفظا)

(Δt) → فرق درجات الحرارة

$$\Delta t = T^{\circ}_{max} - T^{\circ}_{\text{تثبيت}}$$

T°_{max} → اعلى درجة حرارة given

T°_{min} → اقل درجة حرارة given

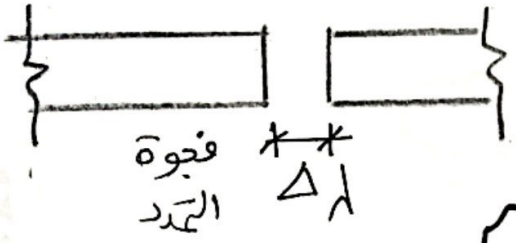
$$T^{\circ}_{\text{تثبيت}} = \frac{T^{\circ}_{max} + T^{\circ}_{min}}{2} = \checkmark$$

• درجة الحرارة عند تثبيت الكمرة بداخل الشكة

(Δl) → (Cm) given — اتساع فجوة التمدد

— هى المسافة بين نهايتى الكمرتين عند الربط بمسامير

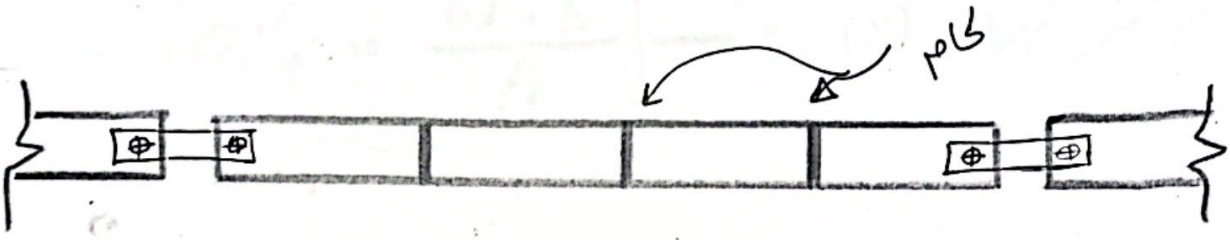
— وتؤخذ ضعف تمدد الكمرة الواحد



Scanned with CamScanner

(ب) القضبان الملحومة :-

- يتم ربط القضبان مع بعضها عن طريق اللحام حيث يتم لحام نهايات القضبان مع بعضها (ولكن لابد من وجود بعض الوصلات بالمسامير)



- في القضبان الملحومة تعمل مجموعة القضبان الملحومة كقضيب واحد ونتيجة تثبيتة في عدد كبير من الفلنكات تقوم السكه بمقاومة التمدد الطولي للقضيب حتى طول معين مقاس من طرف القضيب وبعد هذا الطول لا يتأثر القضيب بإجهادات الحرارة.

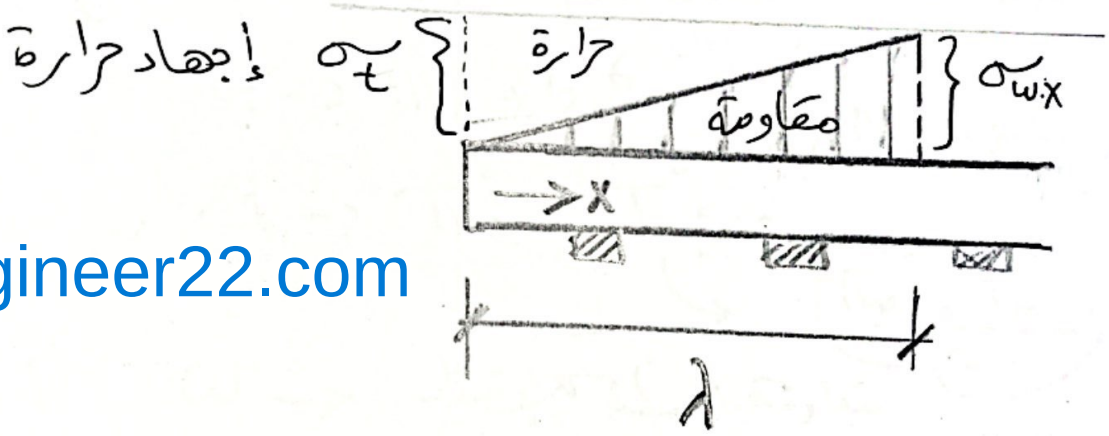
Scanned with CamScanner

يوجد باجهاد الحرارة (σ_t) :

$$\sigma_t = E \cdot \alpha \cdot \Delta t$$ ← ثابتة

ويوجد مقاومة السكة للتمدد الطول (σ_{wx}) :

$$\sigma_{wx} = \frac{w \cdot X}{A}$$ ← يزيد بزيادة (X)



engineer22.com

- تؤثر الحرارة بإجهاد ثابت يسمى (σ_t) وتقاوم السكة التمدد الطولي بمقاومة تسمى ($\sigma_{w.x}$) تبدأ بالصفر عند $X=0$ طرف القضيب وتزيد المقاومة مع زيادة المسافة (X) حتى طول معين عند ($X=L$) وعندها يكون ($\sigma_t = \sigma_{w.x}$) اي يتلاشى تأثير الحرارة.

Scanned with CamScanner

لحساب الطول المتأثر بالحرارة (λ) [طول عدم الإتزان الحراري]

$$\sigma_t = \sigma_{\omega.x}$$

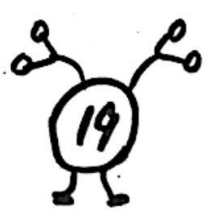
$$E \cdot \alpha \cdot \Delta t = \frac{\omega \cdot \lambda}{A}$$

∴ الطول المتأثر بالحرارة :

$$\lambda = \frac{E \cdot A \cdot \alpha \cdot \Delta t}{\omega} \quad \text{---- cm}$$

- $E \rightarrow 2.1 * 10^6 \ kg/cm^2$
- $A \rightarrow$ مساحة مقطع الكمرة — given
- $\alpha \rightarrow 11.8 * 10^{-6}$ معامل التمدد الحراري
- $\Delta t \rightarrow T^\circ_{max} - T^\circ$ ثابتة $\rightarrow \frac{T_{max} + T_{min}}{2}$
- $\omega \rightarrow$ مقاومة السكة للإنزلاق (given) الطولي

ملحوظة إذا كان المطلوب حساب :- الإجهاد الزائد على مسافة (x) من طرف الكمرة .



Scanned with CamScanner

الإجهاد الزائد $= \sigma_t - \sigma_{w.x}$

$= (E \cdot \alpha \cdot \Delta t) - \left(\frac{w.x}{A}\right)$

$= \checkmark \ kg/cm^2$

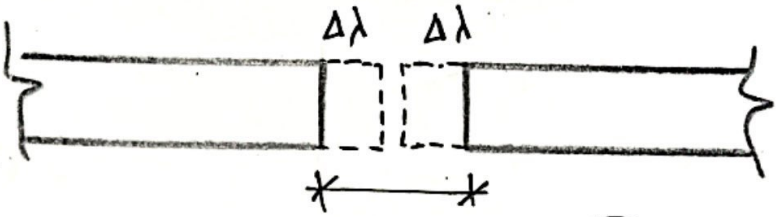
* حساب قيمة التمدد الطولى (Δl)

$$\Delta l = \frac{l \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2} \quad \text{--- cm}$$

* التمدد الطولى عند طرف الكمرة

ويكون إتساع فجوة التمدد :

فجوة التمدد $= 2 * \Delta l$



فجوة التمدد $= 2\Delta l$

Scanned with CamScanner

ملحوظة هامة :-

في الإشارة قد لا يعطى قيمة مساحة مقطع الكمرة (A) ويكتب مقطع رقم الكمرة (فينول 54 - UIC 60 - ... -)

يتم إستنتاج مساحة المقطع (A) من هذا الرقم حيث ان هذا الرقم يعبر عن وزنه المتر الطولي من الكمرة بالكجم .

(مثال)

[قضيب فينول 54] هات المساحة

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{وزن}}{\text{حجم}}$$

$$7.85 = \frac{\frac{54}{1000}}{A * 1^m} \rightarrow A = \checkmark m^2 = \checkmark cm^2$$

Scanned with CamScanner

* التركيب الكيميائى للقضبان :-

يتكون صلب القضبان من 3 عناصر

- C "كربون"
- Mn "منجنيز"
- Cr "كروم"

ويتم حساب (نسبة الكربون المكافئ) وهى نسبة الكربون المكافئة لمحتويات صلب القضبان وتعبر عن مدى مقاومة الشد المسموح بها للقضيب (صلابة القضيب)

نسبة الكربون المكافئ

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{3} + \frac{Cr}{3} \quad \text{... \%}$$

كلما زادت نسبة الكربون المكافئ بمقدار 0.1 % تزداد مقاومة القضيب بمقدار 7 kg/mm²

Scanned with CamScanner

التمرين الرابع

الاجهادات بعناصر السكة

١. المطلوب إنشاء خط سكك حديدي مزدوج وفقا للبيانات التالية :

الخط يخدم كلا من نقل البضائع و الركاب، و سرعة قطارات البضـــائع = ٨٠ كم / س و يتكون قطار البضائع من ٢٠ عربة، وزن العربة = ٧٠ طن و تجره قاطرة وزنها = ١٢٠ طن (٦ محاور)، و سرعة قطارات الركاب = ١٠٠ كم / س و يتكون قطار الركاب من ١٠ عربات وزن العربة = ٤٠طن، تجره قـــاطرة وزنها = ١٢٠طن (٦ محاور)،عدد قطارات الركاب = ١٠٠ قطـــار/يـــوم وقطارات البضائع = ٤٠ قطار / يوم .

السكة ذات فلنكات خرسانية من النوع (mono-block) مقاس ٢٦٠ × ٢٥ × ١٥ , التقسيط = ٦٠ سم، وقضبان (UIC60)، معـــامل القطـــاع = ٣٣٦ سم^3 , $I_{yy} = 3055\ cm^4$, $I_{zz}=521\ cm^4$, $h_n= 6\ cm$, $h = 17.2\ cm$ معامل تاثير المحاور المجاورة = ٨٠ , التثبيت مباشر و له وسادة طولها = ٣٠ سم صيانة السكة من النوع (high maintenance volume) , تربة الأســـاس مـــن النوع (S_1) و لا تحوى طبقة (formation) , $f_{all\ ,\ RC} = 130$, $pvu = 40\ t$, $\sigma_{all\ ,\ rail} = 70\ kg/cm^2$, kg/cm^2 نصف قطر تقوس العجلة = ٣٠ سم

المطلوب :

- تحديد درجة السكة (UIC group) .
- التأكد من إجهادات القضبان ((Zimmermann Method):

X • التأكد من نوع الفلنكة وطولها (استعمل الطريقة الألمانية)

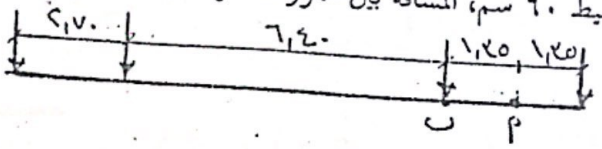
X • تحديد عمق قطاع التزليط المناسب

(finite element method)

Scanned with CamScanner

٥ حدد قيمة الضغط الرأسى الأقصى داخل قطاع التزليط على عمق ٣٠ سم و مسافة ٦٠ سم من محور الفلنكة (استعمل طريقة تالبوت المعدلة).

٢. المطلوب إيجاد أقصى جهد وهبوط فى القضبان عند النقط أ ، ب، ونتيجه لمرور قاطره ديزل وزن ١٣٢ طن، وتسير بسرعة ١٤٠ كم/الساعه، وذلك إذا علم أن القضبان فينول ٥٤، $I= 2090\ cm4, Z= 255\ cm3$، تربة الاساس من النوع الجيد ، الفلنكات ذات ابعاد ٢٦٠ × ٢٥ × ١٥ سم وتقسيط ٦٠ سم، المسافه بين محاور القاطره مبينه بالرسم التالى:



٣. قطار ركاب مكون من ١٠ عربات وزن كل عربه ٥٥ طن، تسحبه قاطره ديزل طراز (٦ محاور) وزنها ١٣٢ طن، وتسير بسرعة ١٢٠ كم/الساعه، والمطلوب حساب الإجهاد الطولى فى القضبان، إذا علم أن مقاومة السكة للحركه الطوليه هى ٥ كجم/سم، ,ان أقصى درجة حراره عند موقع القضبان ٣٦ درجه مئويه، و اقل درجة حراره ١٥ درجه، هذا في حالة قضبان فينول ٥٤ ملحومه، درجة تثبيتها في السكه ٢٠ درجه مئويه.

٤. خط سكك حديدية ذو قضبان ملحومة ، والمطلوب حساب طول فجوة التمدد والطول المعرض لعدم الاتزان (معرض للاجهاد الزائد) عند درجة الحرارة القصوي وذلك وفقا للبيانات التالية: $A=76.86cm2$، مقاومة السكة للحركة الطولية = ٧ كجم/سم، أقصي درجة حرارة = ٥٠ درجة، اقل درجة حراره = ١٥ درجة.

٥. احسب نسبة الكربون المكافئ لصلب القضبان والذى يحوي: 0.8 % كربون، 0.9 % منجنيز، 2.4% كروم. قارن النتائج مع صلب آخر له نسبة كربون مكافئ 2.5%.

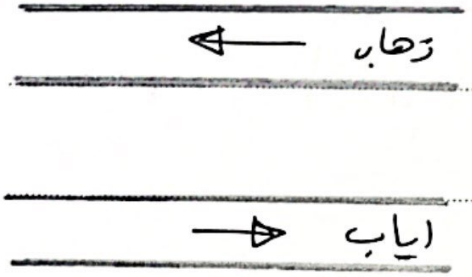
Scanned with CamScanner

----- Sheet 4 ---------

Prob 1 ①

تحديد درجة السكه UIC-Group

لاحظ: خط مزدوج



* لاحظ معطى عدد قطارات ارطاب بوحده : قطار/يوم وكذلك البضائع

* سى انا بدرس للإتجاه الواحد لا

∴ عدد قطارات ارطاب = 100 قطار/يوم

= 50 قطار/يوم/إتجاه

∴ عدد قطارات البضائع = 40 قطار/يوم

= 20 قطار/يوم/إتجاه

≡ لازم تاخد بالك من الوحدات المعطاه

Scanned with CamScanner

① $\overline{T_{th}} = T_p + T_{fr} * k_{fr} + T_{loc} * k_{loc}$

$= (50 * 10) + (20 * 20) * 1.15 +$

$(50 + 20) * 1.4$

$= \boxed{1058}$ ECU / day / dir

② $T_{act} = T_{th} * S * ECU$

$= 1058 * 1.1 * 40 = \boxed{46552}$

$= 46.552 * 10^3$

UIC - ④

---

② التأكد من إجهادات القضبان

1 σ_{base}

* W_{max} = → قاطرة → $W_{loc} = \frac{120}{6 * 2} = 10$ ton
  → $W_{veh} = \frac{70}{2 * 4} = 8.75$
  → عربة → $W_{loc} = \frac{120}{2 * 6} = 10$
  → $W_{veh} = \frac{40}{4 * 2} = 5$

$W_{max} = \boxed{10000}$ kg

Scanned with CamScanner

$L_r = \sqrt[4]{\frac{4EI_y}{B \cdot C}}$ ⇒ $E = 21 * 10^6$, $I_y = 305.5\ cm^4$

$C = 2$ [عزم قصور]

$B = \frac{b(L-50)}{25} = \frac{25(260-50)}{2*60} = \boxed{43.75}\ cm$

$L_r = \boxed{130.86}\ cm$

$Z = \boxed{336}\ cm^3$ معامل القطاع

$\bar{C} = 0.1\ \Phi$ عزم

∴ $V = 100$ (أول كل) $\Phi = 1 + \frac{V-60}{140} = 1.29$

$\bar{C} = \boxed{0.129}$

$\eta = 0.8$ given

$\therefore \sigma_{base} = \frac{(40*10^3)*130.86}{4*336} * (1 + 3*0.129) * 0.8$

$= 1080\ kg/cm^2$

$= \boxed{10.8}\ kg/mm^2 < \sigma_{all} = 70\ kg/mm^2$ OK

Q_{all}

$Q_{all} = 5.26 * 10^{-5} * (30) * \left(\frac{70}{1.1}\right)^2$

$= \boxed{6.4}\ ton$

$P = 1.2 * W_{max} = 1.2 * 10 = \boxed{12}\ ton$

$P = 12\ ton > Q_{all} = 6.4\ ton$

∴ Rail UIC-60 is not safe — not OK

Scanned with CamScanner

Prob (2)

● لاحظ الاختلاف الوحيد بين الاجهاد عند (P) و (B) هو عند حساب قيمة (M)

أولاً الإجهاد

$$\sigma_{base} = \frac{\omega_{max} * L_r}{4Z} * (1 + 3\bar{C}) * \varepsilon_M$$

- $\omega_{max} = \frac{132}{4 \times 2} = 16.5 \text{ ton} = 16.5 * 10^3 \text{ kg}$

- $L_r = \sqrt[4]{\frac{4EI}{B * C}}$

  - $E = 2.1 * 10^6 \text{ kg/cm}^2$
  - $I = 2090 \text{ cm}^4$
  - $C = 10$ ترقيم جيد
  - $B = \frac{b(L-50)}{25} = \frac{25 * (260-50)}{2 * 60} = 43.75 \text{ cm}$

  $L_r = 79.59 \text{ cm}$

- $Z = 255 \text{ cm}^3$ given

- $\bar{C} = 0.3 \Phi$ ∴ ترقيم جيد

$r = 140 \rightarrow \Phi = 1 + \frac{140 - 60}{140} = 1.57$

$\bar{C} = 0.3 * 1.57 = 0.47$

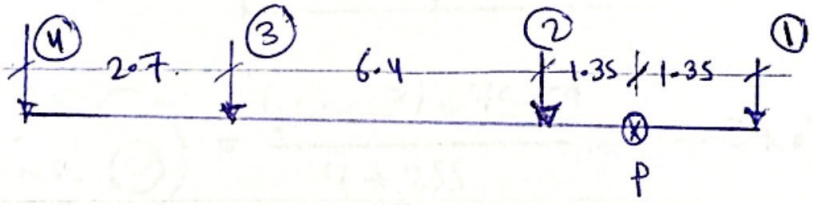
Scanned with CamScanner

حساب قيمة (μ) من جدول معاملات Zimmermann

عند نقطة (P)

	X	X/Lr	μ	η
①	1.35	1.7	-0.205	0.1576
②	1.35	1.7	-0.205	0.1576
③	7.75	9.7	0	0
④	10.45	13.1	0	0
		Σ=	-0.41	0.3152

أصغر X بأكبر



$$(\sigma_{base})_P = \frac{(16.5*10^3)}{4*255} * 79.59 * (1+3*0.47) * (-0.41)$$

$$= (-1272)\ kg/cm^2$$

الهبوط عند (P)

$$y_P = \frac{W_{max}}{2*B*c*L_r} * \Sigma\eta$$

$$= \frac{16.5*10^3}{2*43.75*10*79.59} * 0.3152 = (0.07)\ cm$$

Scanned with CamScanner

engineer22.com

عند نقطة (ب)

	X	X/Lr	μ	η
①	2.7	3.4	-0.024	-0.041
②	0	0	1	1
③	6.4	8	0	0
④	9.1	11.4	0	0
		Σ	0.976	0.959

$$\sigma_{base\ ③} = \frac{(16.5*10^3)*79.59}{4*255} * (1+3*0.17)*(0.976)$$

$$= 3028 \ kg/cm^2$$

$$y_{\bar{y}} = \frac{16.5*10^3}{2*43.75*10*79.59} * [0.959]$$

$$= 0.23 \ Cm$$

//

Scanned with CamScanner

Prob (3)

الاجهاد العمودي $\sigma = \frac{F}{A}$

$$F = \frac{W * L_{rail}}{4} + EA\,\alpha\,\Delta t - \frac{EA\,\Delta\lambda}{L_{rail}}$$

$$= \frac{5 * 1800}{4} + 2.1 * 10^6 * [68.79] * 11.8 * 10^{-6} * (36-20)$$

$$- \frac{2.1 * 10^6 * [68.79] * 1.2}{1800} = \boxed{-66782}\ kg$$

حيث (A) مساحة مقطع السكة غير معلومة

نوجد قيمتها من وزن المتر العادي وكثافة الحديد

من S4 كتلة قياس $\frac{S4}{1000} = 7.85 * (A * 1^m)$

$$A = \boxed{68.79}\ cm^2$$

$$\sigma = \frac{66782}{68.79} = \boxed{970.8}\ kg/cm^2$$

Scanned with CamScanner

→ Prob (4) ←

قضيان ملحومتان

طول عمود الانزلاق

$$\lambda = \frac{E \cdot A \cdot \alpha \cdot \Delta t}{\omega}$$

$T_{max} = 50°$
$T_{min} = 15°$
$\Big\}$ $T_{ابتدائي} = \frac{50+15}{2} = \boxed{32.5}°$

$$\Delta t = T_{max} - T_{ابتدائي}$$
$$= 50 - 32.5 = \boxed{17.5°}$$

$$\lambda = \frac{(2.1*10^{6}) * 76.86 * (11.8*10^{-6}) * 17.5}{7}$$

$$= \boxed{4761}\ cm = \boxed{47.61}\ m$$

في العدد $\Delta\lambda' = \frac{\lambda \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2} = \frac{4761 * (11.8*10^{-6}) * 17.5}{2}$

$$= \boxed{0,49}\ cm$$

فجوة العدد $= 2\,\Delta\lambda' = \boxed{0.98}\ cm$

Scanned with CamScanner

Prob (5)

engineer22.com

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{3} + \frac{Cr}{3}$$

$$= 0.8 + \frac{0.9}{3} + \frac{2.4}{3} = \boxed{1.9}\ \%$$

بالمقارنة بجلب آخر لـ ($C_{eq} = 2.5\ \%$)

هذا يعني ان مقاومة الشد للجلب الآخر

أعلى بمقدار :-

$$(2.5 - 1.9) * \left(\frac{7}{0.1}\right) = \boxed{42}\ kg/mm^2$$

كل زيادة (0.1%) تعني زيادة المقاومة بمقدار $7\ kg/mm^2$

Scanned with CamScanner