تصميم وتصنيع غربال رمل وخرسانة ذو حركة ميكانيكية

Design and Manufacture of sand and gravel screener operating mechanically

إعداد الطلاب :

أحمد أمين محمد أحمـــــد

حمزة علي عبد الله محمـــد

Osama Mohammed Elmaroly
Mechanical Engineering Department
Faculty of Engineering and Technology
Nile valley University Atbara, Sudan

مشروع تخرج كمطلــوب تكميــلي لنيل درجــة الدبلـــوم

في الهندسة الميكانيكية(قوى)

قســـــم هندســـــة الميكانيكـــــا

كلـــية الهـــندسة والتقنـــية

جامعة وادي النـــيل

أكتوبر 2008م

تصميم وتصنيع غربال رمل وخرسانة ذو حركة ميكانيكية

إعداد الطلاب :

أحمد أمين محمد أحمـــــد 2e4Dee1

حمزة علي عبد الله محمـــد 051017

إشراف الأستاذ :

أسامة المرضي

مشروع تخرج كمطلـــوب تكميـــلي لنيل درجـــة الدبلـــــوم

في الهندسة الميكانيكية(قوى)

قســـــم هندســـــــة الميكانيكـــــا

كلـــية الهـــندسة والتقنـــــية

جامعة وادي النـــيل

أكتوبر 2008م

الافتتاحية

بسم الله الرحمن الرحيم

(لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ)

صدق الله العظيم

الإهداء

إلى كل من يقدس أمانة البحث ويعيش له..

إلى كل يد تعمل وتبني وتصيب..

إلى كل عين وهبت القدرة على وضوح الرؤية..

إلى كل من يثري الحياة السودانية بالجهد الخلاق والتخطيط والتشييد..

إلى كل من يسهم في مشروعات التنمية برأي يضيء أو خطة تعين أو يد تنمي..

إلى كل هؤلاء.....

إلى كل هذه الطاقات الخصبة التي يتطلع إليها السودان اليوم..

ونهدي هذا المشروع رفيقاً لكل سائر في هذا الطريق.. ولكل باحث في هذا المجال...

الشكر والعرفان

الشكر أولاً وأخيراً لله عز وجل.

نتقدم بأسمى آيات الشكر والعرفان لأسرة كلية الهندسة والتقنية.. والأساتذة الأجلاء الذين نهلنا من علمهم طوال سنوات الدراسة...

ونخص بالشكر الأستاذ الجليل/ **أسامة المرضي** الذي أشرف على هذا البحث ولذي كان خير دليل وعون لنا.. والشكر موصول أيضاً إلى جميع من ساهم بفكره ورأيه وعمله لإنجاح هذا المشروع...

الملخص

يتضمن هذا البحث أهمية الاهتزاز في الغرابيل وكيفية الحصول على الحركة الاهتزازية، وأيضاً يتناول عدة حلول لتصميم وتصنيع غربال ترددي، وتم تقييم هذه الحلول واختير الحل الأفضل الذي تم تصميمه.

بعد تصميم كل الأجزاء المكونة للغربال وتصنيعها وتركيبها وتجميعها تحصلنا على آلية الغربال الترددي، وبعد ذلك تم تشغيله واختبر وكانت النتائج مرضية إلى حد كبير.

المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الافتتاحية	I
الإهداء	II
الشكر و العرفان	III
الملخص	IV
الفصل الأول	
1-0 المقدمة	0
1.1 الهدف من الدراسة	2
الفصل الثاني	
2.0 الحلول و الخيارات	3
2.1 الحل الأول	3
2.2 الحل الثاني	4
2.3 الحل الثالث	5
2.4 المفاضلة بين الحلول	6
2.5 عرض الحل الأفضل	6
الفصل الثالث	
3.0 تصميم وتصنيع الغربال	7
3.1 تصميم الغربال	7
3.1.1 تصميم البكرات	7
3.1.2 إختيار السيور	8

3.1.3 تصميم الاعمدة	14
3.1.4 تصميم المحامل	26
3.1.5 تصميم الخوابير	30
3.2 تصميم الغربال	34
الفصل الرابع	
4.0 الخاتمة	36
المراجع	38

الفصل الأول

1-0 المقدمة:

على الرغم من أن الاهتزاز ظاهرة غير مرغوب فيها في الآلات والمنشآت الهندسية لأنه يؤدي إلى فشل وانهيار هذه الآلات، إلا أنه يكون مهماً في بعض الحالات التي تعتمد في حركتها وآلية تشغيلها على الحركة الاهتزازية.

تستعمل الغرابيل لفصل المواد التي يراد أن تكون بأحجام معينة، تستخدم الغرابيل في العديد من المصانع مثل صناعة الأسمنت وطحن الغلال، وفي هذه المصانع يوجد أنواع ومقاسات مختلفة من الغرابيل.

الاهتزاز:

هو الحركة الحادثة في الجسم نتيجة لتسليط قوة أو إزاحة. وتوصف الاهتزازات بالطريقة التي يتحرك بها الجسم سواء كانت زاوية أو خطية وتظهر الحركة الاهتزازية في كل مكان وبأشكال مختلفة، فمثلاً يمكن أن تظهر في الماكينات نتيجة للحركة الترددية الناتجة من أذرع التوصيل وغيرها.

عندما تزاح الأجسام المرنة من نقطة اتزانها مثل اليايات والعارضات والأعمدة بفعل قوة خارجية، ومن ثم تترك حرة مرة أخرى ينتج عنها حركة اهتزازية. ولذلك كل الأجسام التي تحتوي على كتلة ومرونة لها استعداد طبيعي للاهتزاز. وعموماً يمكن أن يعرف الاهتزاز بأنه حركة الجسم التأرجحية.

أنواع الاهتزاز:

هنالك ثلاثة أنواع من الاهتزازات:

1. الاهتزاز الحر:

يحدث هذا النوع عندما تتعرض المنظومة إلى قوة الجاذبية مثل حركة البندول البسيط، ويحدث عندما يتأرجح الجسم تحت تأثير القوة الكامنة في الجهاز نفسه وفي غياب القوة الخارجية.ذبذبة هذا النوع تعرف بالذبذبة الطبيعية ويمكن أن تكون واحدة أو أكثر.

2. الاهتزاز القسري:

يحدث هذا النوع من الاهتزاز عندما تؤثر قوة إثارة خارجية على الجسم، عندما تكون الإثارة تأرجحية فإن الجهاز يكون محكوماً للاهتزاز بذبذبة الإثارة. وإذا تعادلت ذبذبة الإثارة هذه مع الذبذبة الطبيعية للجهاز يصبح الجهاز في حالة تعرف بالرنين مما يؤدي إلى نشؤ تأرجحات كبيرة.

3. الاهتزاز العشوائي:

في النوعين السابقين يمكن حساب أو تقدير سعة الاهتزاز عند أي لحظة (القيمة اللحظية للسعة) لكن في الاهتزاز العشوائي لا يمكن حساب السعة عند أي لحظة نسبة لعدم انتظام الحركة الجيبية، ومن أمثلته ذبذبة أصوات المحركات النفاثة وتناوب ارتفاع موجات البحر.

نجد أن الاهتزاز في الغرابيل هو اهتزاز قسري نتيجة لإثارة خارجية.

1-1 الهدف من الدراسة:

المطلوب تصميم آلية بحيث تعمل بالطاقة المتوفرة لها (كهربائية ــ ميكانيكية) ويمكن الاستفادة من أي طاقة متاحة بحيث تحقق الأهداف المرجوة. بحيث تعمل هذه الآلية في كافة ظروف التشغيل دون أن يؤثر ذلك في كفاءة الأداء.

الفصل الثاني

2.0 الحلول والخيارات:

تم وضع عدة حلول لتصميم غربال ترددي.

2.1 الحل الاول :

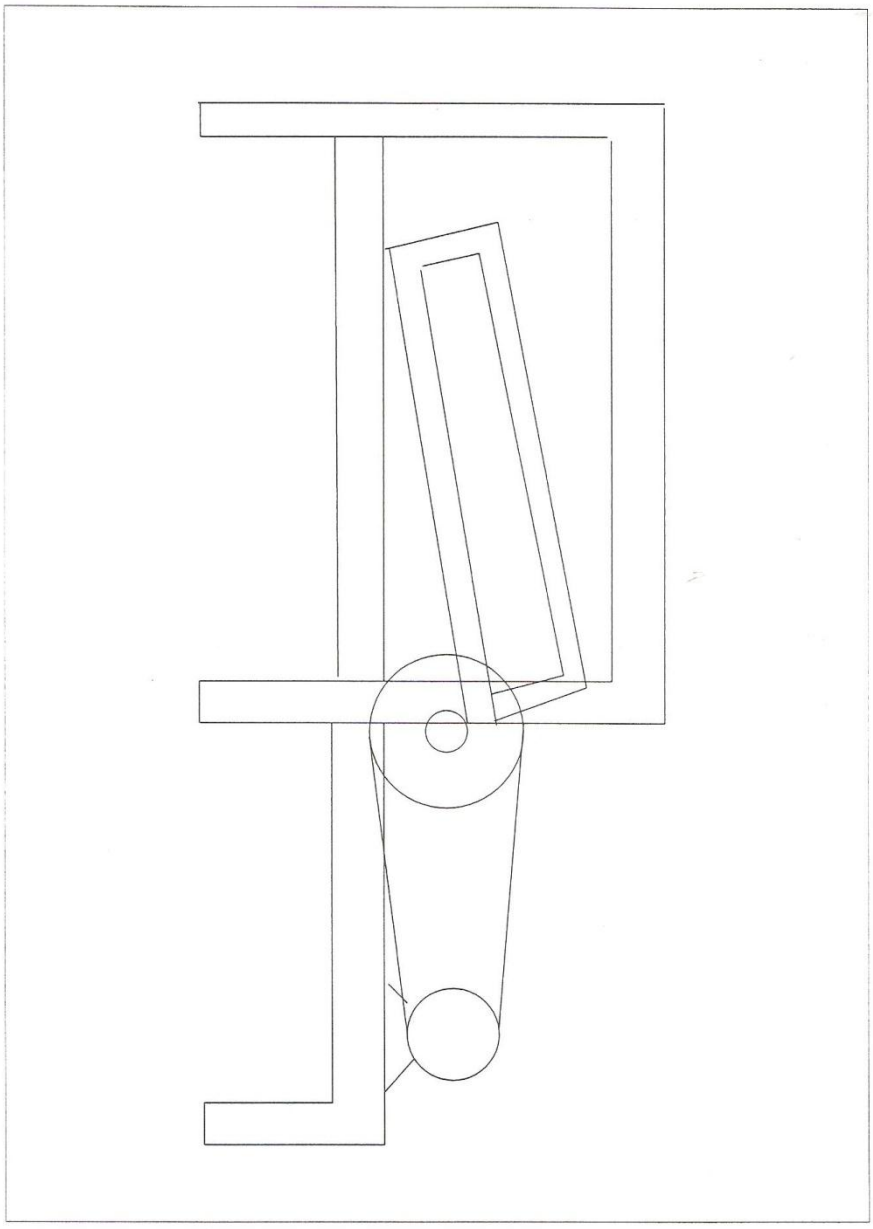
عبارة عن آلية تعمل بواسطة موتور كهربائي والذي يعمل على تحريك الغربال،

الأجزاء:

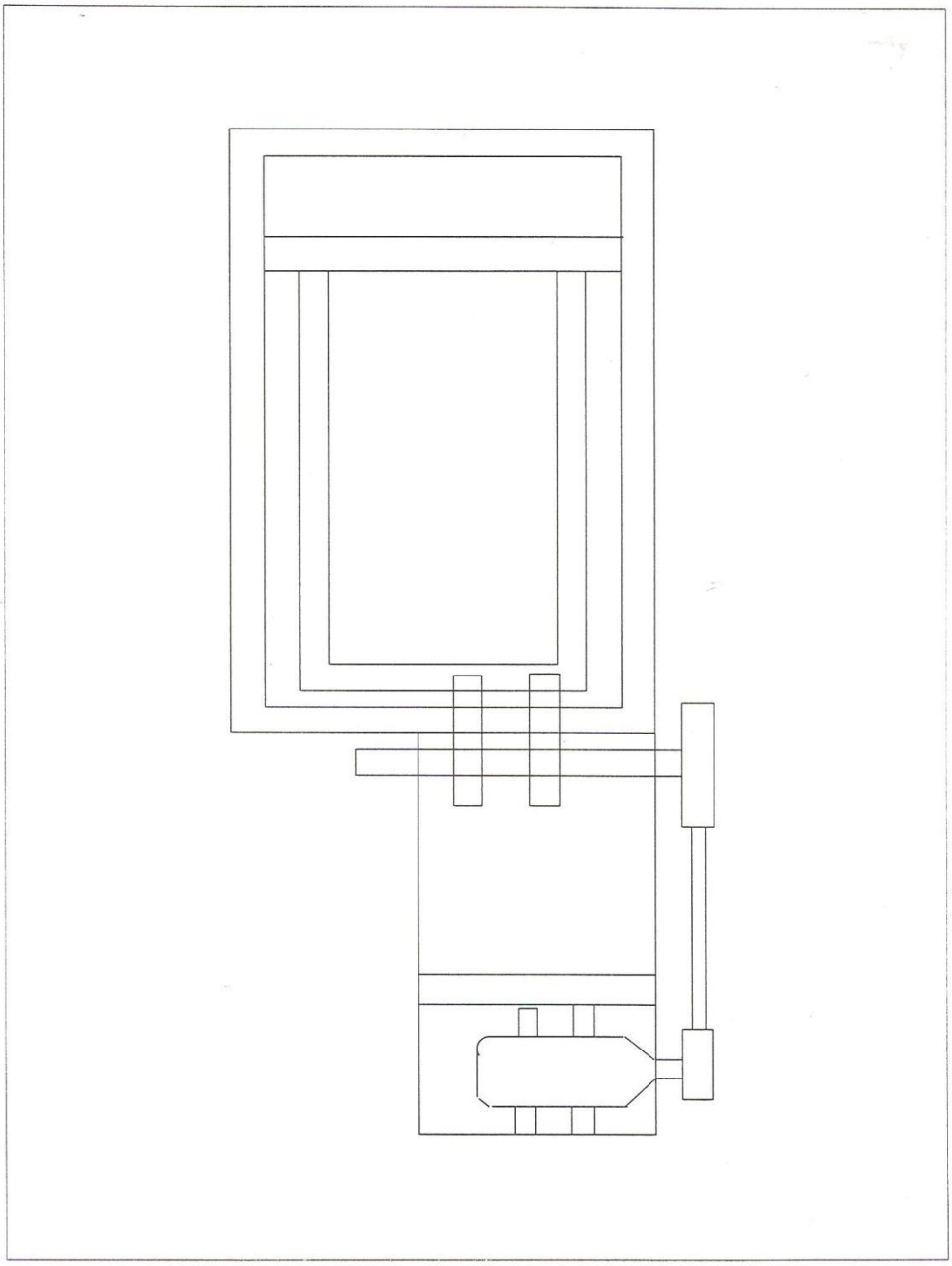
1. غربال بفتحات معينة.
2. عمود من الفولاذ التجاري مرتكز على حامل.
3. سير لنقل الحركة.
4. حدبتان يرتكز عليهما الغربال.

طريقة العمل:

الشكل رقم (2.1) و (2.2) يوضحان المسقطين الامامي والافقي للحل الاول حيث تنقل الحركة من الموتور بواسطة السير إلى العمود الذي يحمل الحدبتان اللتان يرتكز عليهما الغربال وعند دوران العمود تدور الحدبتان مما يؤدي إلى حركة الغربال حركة رأسية إلى أعلى وأسفل.



الشكل (1-2) يوضح المستطيل الارضي للمولد



الشكل (2-2) يوضح المستطيل الاوتش للحل الاول

2-2 الحل الثاني:

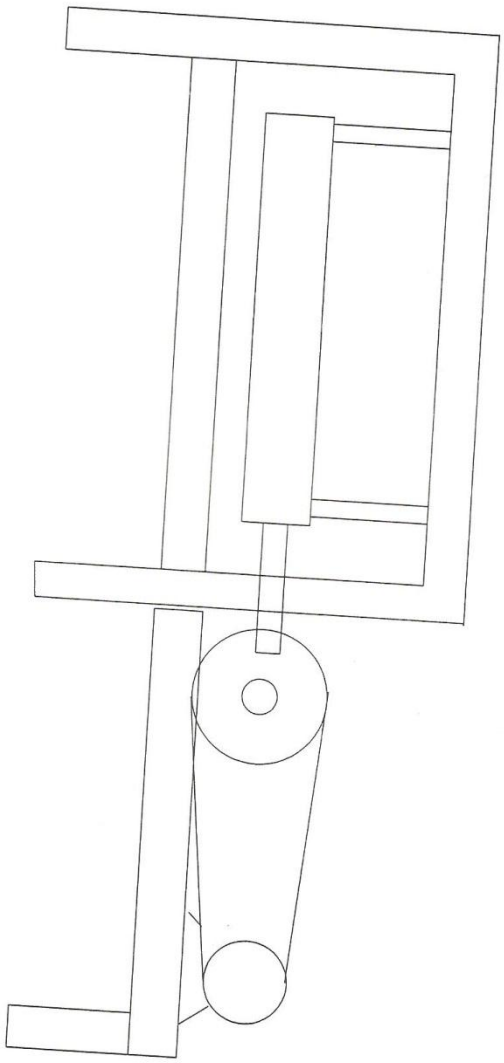
عبارة عن الية تعمل بواسطة موتور كهربائي يعمل على تحريك الغربال.

الأجزاء الرئيسية:

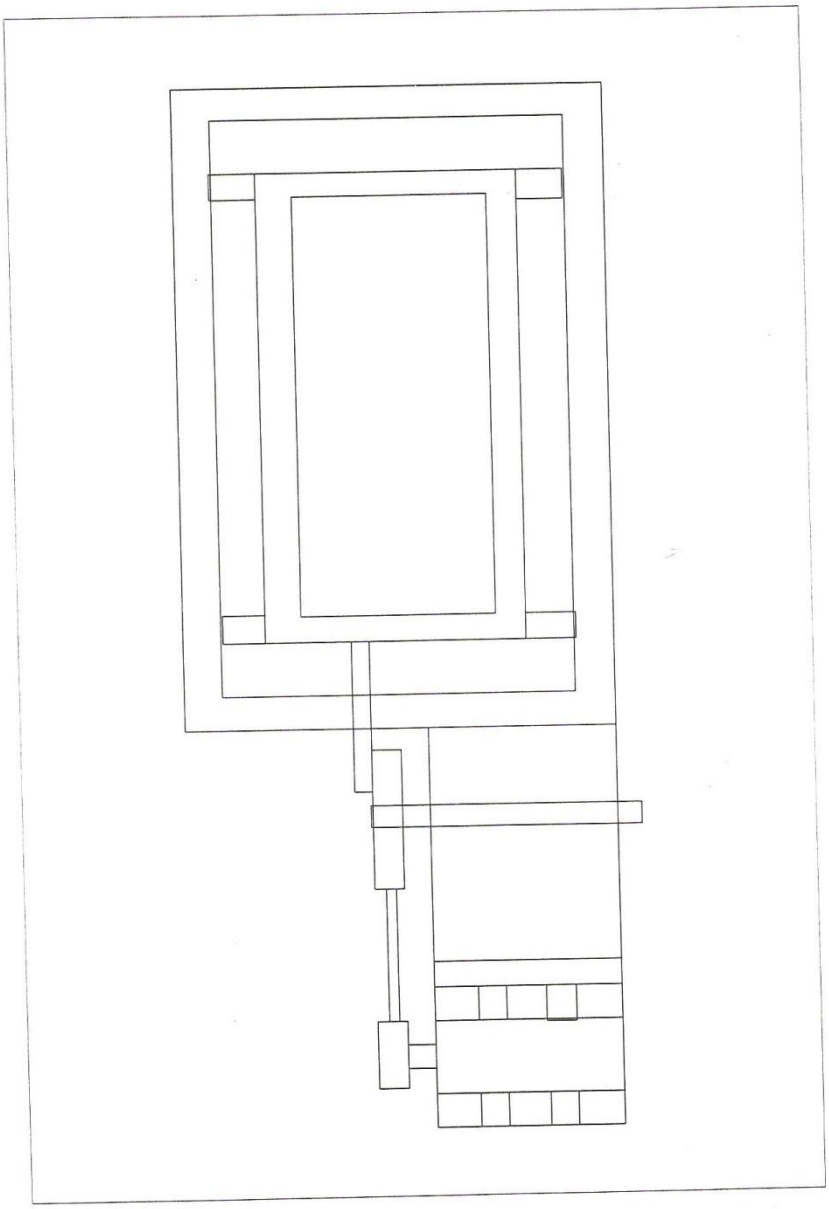
1. غربال بفتحات معينة.
2. عمود من الفولاذ يرتكز على حامل.
3. سير لنقل الحركة.
4. طارة مثبت عليها ذراع.

طريقة العمل:

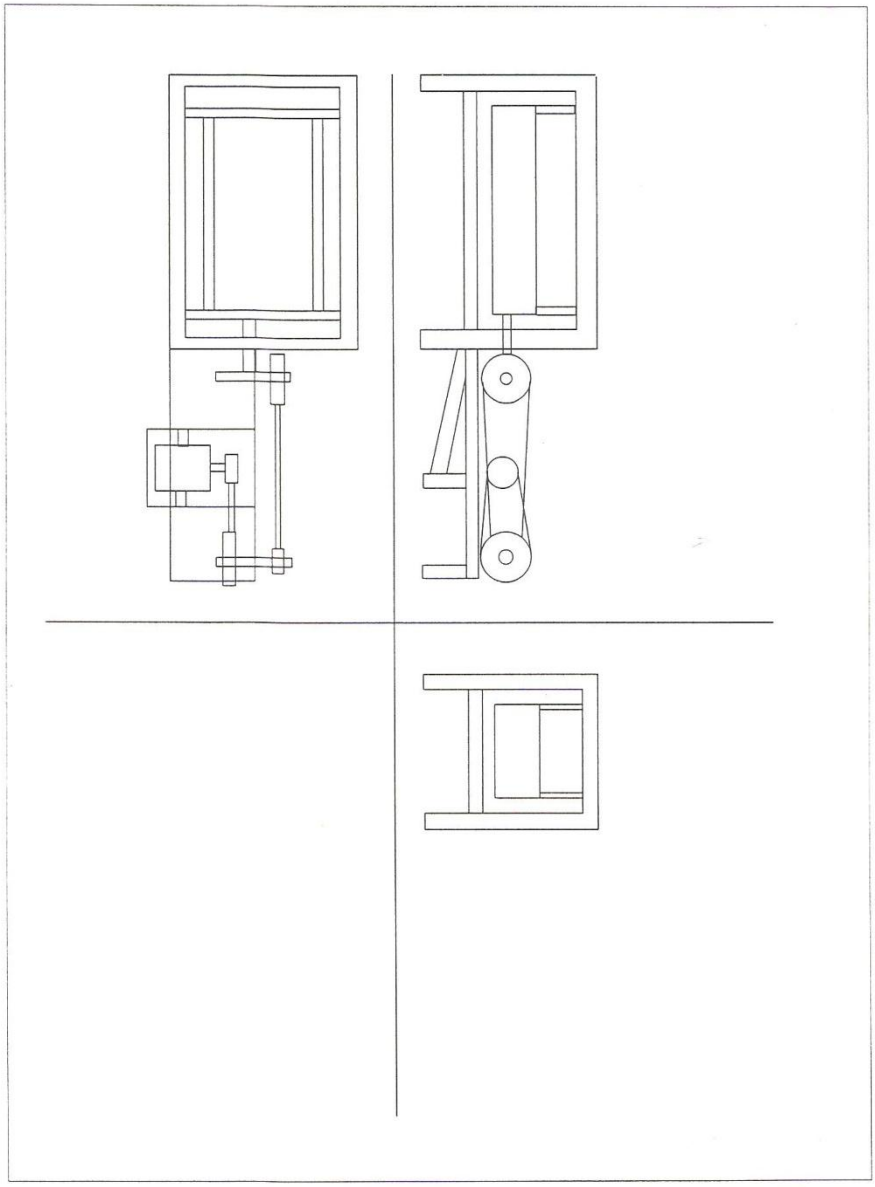
الشكل رقم (2.3) و(2.4) يوضحان المسقطين الامامي والافقي للحل الثاني حيث تنقل الحركة من الموتور الكهربائي بواسطة السير إلى العمود الذي يحمل الطارة المثبت عليها الذراع الذي يتصل بالغربال، وعند دوران العمود تدور الطارة محركة الذراع مم يؤدي إلى تحريك الغربال حركة ترددية.



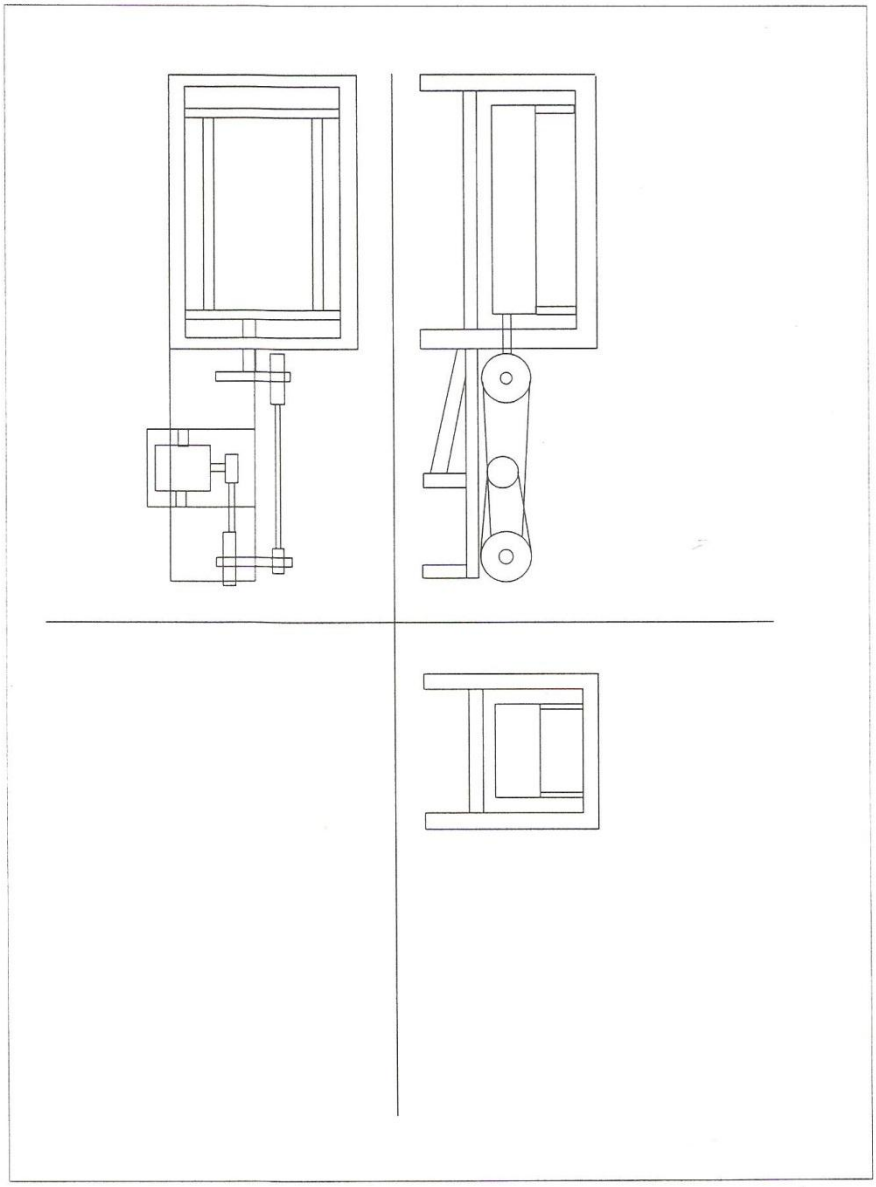
الشكل (3-2) يوضح المسقط الأمامي للكل الثاني



الشكل (2.6) يوضح المستطيل الدقيق رقم الثاني



الشكل (5 - 2) يوضح المصعد



الشكل (5 - 2) يوضح اكل الارتفاع

2-3 الحل الثالث:

عبارة عن آلية تعمل بواسطة موتور كهربائي يعمل على تحريك الغربال.

الأجزاء الرئيسية:

1. غربال بفتحات معينة.
2. عمود كرنك بذراع توصيل.
3. سير لنقل الحركة.
4. عمود من الفولاذ التجاري مرتكز على حامل.

طريقة العمل:

الشكل (2.5) يوضحان المساقط الامامية والافقية والجانبية للحل الافضل حيث تنقل الحركة من الموتور الكهربائي بواسطة السير إلى عمود الكرنك، وعند دوران عمود الكرنك يترك الذراع ويحرك معه الغربال حركة ترددية.

2.4 المفاضلة بين الحلول :

يتم تقييم الحلول عن طريق والرتب والأوزان كما في الجدول (2.1) ادناه

عوامل التقييم	الوزن	الحل الأول		الحل الثاني		الحل الثالث	
		الرتبة	الرتبة× الوزن	الرتبة	الرتبة× الوزن	الرتبة	الرتبة× الوزن
التكلفة	3	2	6	3	9	4	12
الأداء	3	5	15	5	15	6	18
معدل التشغيل	2	4	8	5	10	5	10
سهولة التركيب والصيانة	2	4	8	5	10	6	12
سهولة التصنيع	1	3	3	4	4	5	5
مجموع الدرجات			40		48		57

جول رقم (2.1)

من الجدول نجد الحل الثالث هو الحل الأفضل.

2-5 عرض الحل الأفضل:

وهو آلية تعمل بواسطة موتور كهربائي سرعته (1400) لفة في الدقيقة وهي سرعة عالية يتم تخفضها في مرحلتين، التخفيض في كل مرحلة 3:1 حيث تكون سرعة عمود الكرنك (156) لفة في الدقيقة، وهذه السرعة التي تؤدي إلى تحريك الغربال حركة ترددية أفقية من خلال ذراع التوصيل والذي يوصل بالغربال.

الفصل الثالث

3.0 تصميم وتصنيع الغربال

3.1 تصميم الغربال :

3.1.1 حساب البكرات:

السرعة تنخفض في مرحلتين:

3-0-1 المرحلة الأولى:

قطر البكرة الكبيرة D = 9inch

قطر البكرة الصغيرة d = 3inch

المسافة بين المركزين c = 18inch

$$D < C < 3(D + d)$$

$$9 < 18 < 36$$

∴ قيمة c تعتبر مقبولة.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D_1}{d_2}$$

$$N_2 = N_1 \times \left(\frac{d}{D}\right) = 1400 \times \frac{3}{9}$$

$$\therefore N_2 = 466.6\ r.p.m$$

3-0-2 المرحلة الثانية:

قطر البكرة الكبيرة D = 9 Inch

قطر البكرة الصغير d = 3inch

المسافة بين المركزين c = 24 inch

$$D < C < 3(D + d)$$

$$9 < 24 < 36$$

∴ قيمة C تعتبر معقولة.

$$\frac{N_2}{N_3} = \frac{D}{d}$$

$$N_3 = N_2 \times \frac{d}{D} = 466.6 \times \frac{3}{9} = 155.5$$

$$N_3 = 155.5\ r.p.m$$

$$N_3 = N_2 \times \frac{d}{D} = 466.6 \times \frac{3}{9} = 155.5$$

$$N_3 = 155.5\ r.p.m$$

3-1-2 اختبار السيور:

3-1-2-1 سيور المرحلة الأولى:

D = 9inch d = 3inch c = 18inch

$$P = 1.5kw \implies 2hp$$

كفاءة النقل للسيور 70%

$$\mu = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

$$0.7 = \frac{P_o}{2}$$

$$\therefore P_o = 1.4hp$$

لنفرض أن هنالك تحميل زائد 25% وأن الغربال يعمل 8 ساعات يومياً.

من جدول معامل التحميل الزائد نجد أن k = 1.1

$$P_d = 1.1 \times 1.4$$

قدرة التصميم:

$$P_d = 1.54hp$$

من جداول السيور نجد أن القدرة 1.54 تقع على المدى A.

∴ نوع السير هو A.

طول السير:

$$L = \sqrt{4c^2 - (D.d)^2} = ½(D_{\theta o} + d_{\theta d})$$

$$\theta_D = \pi + s \propto \qquad \theta_d = \pi - 2 \propto$$

$$\propto = Sin^{-1}\left[\frac{D-d}{2c}\right] = Sin^{-1}\left[\frac{9-3}{2 \times 18}\right] = 0.167\ rad$$

$$\theta_D = \pi + 2 \times (0.167) = 3.48rad$$

$$\theta_d = \pi - 2 \times (0.167) = 2.81rad$$

$$L = \sqrt{4 \times 18^2 - (6)} + ½(9 \times 3.48) + 3 \times 2.81$$

$$\therefore L = 55.4$$

∴ السير المطلوب هو A55

3-1-1 **سيور المرحلة الثانية**:

$$D = 9inch \qquad d = 3inch \qquad c = 24inch$$

قدرة التصميم:

$$P_d = 1.54hp$$

من جداول السيور نجد القدرة تقع في مدى المقطع A

∴ نوع السير هو A

طول السير:

$$L = \sqrt{4c^2 - (D-d)^2} + ½(D\theta_D + d\theta_d)$$

$$\theta_D = \pi + 2 \propto \qquad \theta_d = \pi - 2 \propto$$

$$Sin \propto = \left(\frac{D-d}{2c}\right) \qquad \propto = sin^{-1}\left(\frac{9-3}{2 \times 24}\right)$$

$$\propto = 0.125rad$$

$$\theta_D = \pi + 2 \times 0.125 = 3.392rad$$

$$\theta_d = \pi - 2 \times 0.125 = 2.892rad$$

$$L = \sqrt{(4 \times 24^2)} - 6 + ½(9 \times 3.992 + 3 \times 2.892)$$

$$\therefore L = 67.3$$

نأخذ أقرب طول قياس وهو 68

∴ السير المطلوب هو A68

السرعة الخطية للسير:

$$V = \frac{\pi DN}{12} = \frac{\pi \times 3 \times 1400}{12} = 1099.5 ft/min$$

$$1100 ft/\min \simeq 1099.5$$

من جدول سرعة السير والسرعة 1000 ft/min

القدرة التي يمكن نقلها بسير مفرد من النوع A هي 1.03hp

من جدول تصحيح معامل القدرة لزاوية تماس السير فإن K_1=0.965

من جدول معامل تصحيح القدرة لطول السير فإن K_2=1.0

∴ القدرة المعدلة التي يمكن نقلها بسير واحد

$$P_a = k_1 \times k_2 \times P_3 = 0.905 \times 1 \times 1.03$$

$$\therefore P_a = 0.994$$

$$n = \frac{Pd}{Pa} = \frac{1.54}{0.994} = 1.63 \simeq 2$$

يمكن استخدام سيرين A68

حساب الشد في السيور:

حساب الشد في السير لبكرات المرحلة الأولى:

من الجدول نجد أن كتلة السير A هي:

$$m = 0.06 lb/ft$$

$$\frac{F_1 - Fc}{F_2 - Fc} = e$$

F_1 ،F_2 ≡ الشد على جانب السير.

$\beta = 0$ $\quad \theta_d = 2.81 \quad M = 0.15$

M ≡ معامل الاحتكاك.

β ≡ زاوية الاخدود

$$F_c = mv^2 \qquad V = \omega R$$

$$v = \frac{2\pi \times 1400}{60} \times \left[\frac{9 \times 0.0254}{2}\right] = 16.75 m/s$$

$$m = 0.06 \times \frac{55}{12} = 0.27516 = 0.12 ky$$

$$F_c = 0.12 \times (16.75)^2 = 33.7N$$

$$\frac{F_1 - 33.7}{F_2 - 33.7} = e = 3.4$$

$$F_1 - 33.7 = 3.4F_2 - 114.6$$

$$\therefore 3.4F_2 - F_1 = 80.9 \qquad \rightarrow (1)$$

$$P = (F_1 - F_2)v$$

$$1.5 \times 10^3 = (F_1 - F_2) \times 16.75$$

$$1.5 \times 1000 = (F_1 - F_2) + 16.75$$

$$\therefore F_1 - F_2 = 89.6 \qquad \longrightarrow (2)$$

من المعادلة *(1)* و *(2)*

بالجمع

$$3.4F_2 - F_1 = 80.9$$

$$F_1 - F_2 = 89.6$$

$$3.4F_2 - 1F_2 = 170.5$$

$$2.4F_2 = 170.5 \qquad \therefore F_2 = 71N$$

$$F_1 - 71 = 44.8 \qquad \therefore F_1 = 160.6N$$

$$F = \sqrt{(71)^2 + (160.6)^2} = 175.5N$$

1-2-د حساب الشد في السيور للمرحلة الثانية:

$$m = 0.0616/ft$$

$$\theta_d = 2.89 \qquad M = 0.15 \qquad \beta = 20$$

$$v = \omega\mathcal{R} = \frac{2\pi \times 466.6}{60} \times \left[\frac{9 \times 0.0254}{2}\right]$$

$$\upsilon = 5.6m/s$$

$$m = \frac{0.06 \times 68}{12} = 0.3416 = 0.15\text{kg}$$

$$F_c = mv^2 = 0.15 \times 5.6 = 4.7N$$

$$\frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c} = e = 3.55$$

$$F_1 - 4.7 = 3.55\,(F_2 - 16.7)$$

$$3.55F_2 - F_1 = 12 \quad \longrightarrow \quad (1)$$

$$P = (F_1 - F_2)\upsilon$$

$$1.5 \times 10^3 = (F_1 - F_2)5.6$$

$$F_1 - F_2 = 267.8 \quad \longrightarrow \quad (2)$$

من المعادلتين (1) و (2)

$$3.55F_2 - F_1 = 12$$

$$33.5F_2 - 1F_2 = 267.8$$

$$2.55F_2 = 267.8$$

$$\therefore F_2 = \frac{267.8}{2.55} = 109.7N$$

بالتعويض في (2)

$$F_1 - 109.7 = 267.8$$

$$\therefore F_1 = 377.5N$$

3-1-3 تصميم الأعمدة:

تصميم العمود الرئيسي

يحمل هذا العمود بكرة كبيرة وأخرى صغيرة.

وزن البكرة الكبيرة = الكثافة × الحجم × العجلة الجاذبة

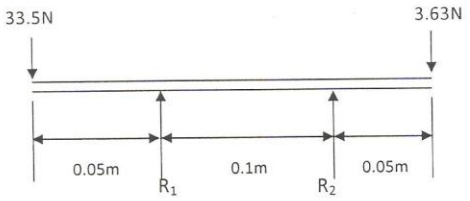
$$w = \frac{\pi}{4}(9 \times 0.0254)^2 \times 0.03 \times 2780 \times 9.81\omega = 33.5N$$

وزن البكرة الصغيرة:

$$w = \frac{\pi}{4}(3 \times 0.0254)^2 \times 0.03 \times 2780 \times 9.81$$

$$\therefore w = 3.73N$$

الأحمال الرأسية:



$$R_1 + R_2 = 37.23$$

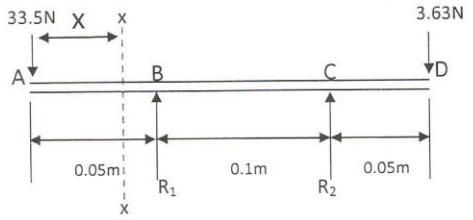
بأخذ العزوم حول R_2

$$0.1R_1 = (33.5 \times 0.15) - (3.73 \times 0.05)$$

$$R_1 = -48.385N$$

$$R2 = _\ 11.155$$

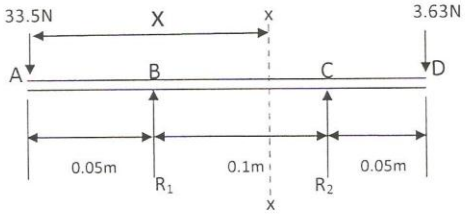
بأخذ مقطع (X-X) يبعد مسافة X من A



$$M = -33.5x$$

$$x = 0.05 \quad . \quad M = 1.675N.m$$

بأخذ مقطع (x – x) يبعد مسافة x من A

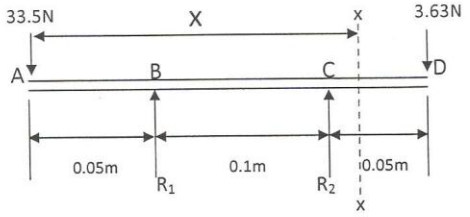


$$M = -33.5x + 48.385(x - 0.05)$$

$$x = 0.05m \implies M = 1.675N.m$$

$$x = 0.15m \implies M = -0.1865N.m$$

بأخذ المقطع (x –x) يبعد مسافة x من A



$$M = -33.5x = 48.385(x - 0.05) - 11.155(x - 0.15)$$

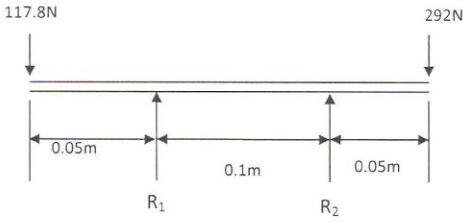
$$x = 0.15m \implies M = -0.1865N.m$$

$$x = 0.2m \implies M = 0$$

أقصى عزم في حالة الأحمال الرأسية هو:

$$M = 1.675N.m$$

الأحمال الأفقية:



بأخذ العزوم حول R_2

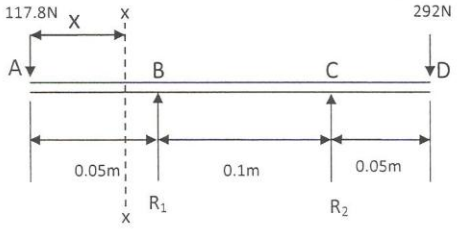
$$R_1 + R_2 = 409.8N$$

$$0.1R_1 = (117.8 \times 0.15) - (292 \times 0.05)$$

$$R_1 = 30.7N$$

$$R_2 = 379.1N$$

بأخذ (X-X) يبعد مسافة X من A

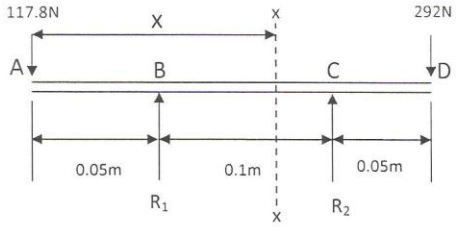


$$M = -177.8x$$

$$x = 0 \Longrightarrow M = 0$$

$$x = 0.05m \Longrightarrow M = -5.98N.m$$

بأخذ المقطع (x-x) ويبعد مسافة x من A

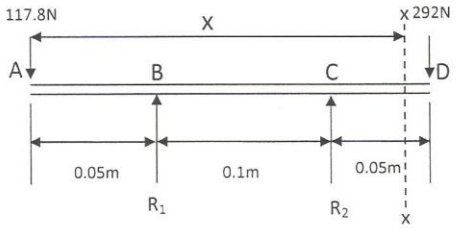


$$M = -117.8x + 30.7(x - 0.05)$$

$$x = 0.05m \Longrightarrow M = -5.89N.m$$

$$x = 0.15m \Longrightarrow M = -14.6N.m$$

بأخذ المقطع (x-x) ويبعد مسافة x من A



$$M = -117.8x + 30.7(x - 0.05) + 379.1(x - 0.15)$$

$$x = 0.15m \implies M = -14.6Nm$$

$$x = 0.2m \implies M = 0$$

أقصى عزم انحناء في حالة الأحمال الأفقية هو :

$$M = 14.6N.m$$

$$M = \sqrt{(1.675)^2 + (14.6)^2} = 14.6$$

إجهاد الخضوع للفولاذ التجاري:

$$\sigma_y = 300N / mm^2$$

إجهاد القص عند الخضوع

$$\tau = ½\sigma y = 150N / mm^2$$

نفرض عامل أمان = $F.S = 5$

إجهاد القص المسموح به=

$$\frac{\tau}{F.s}$$

$$P -= \frac{150}{5} 30N/mm^2$$

$$\tau = \frac{P}{\omega} = \frac{1.50 \times 10^3 + 60}{2\pi \times 466.6} = 30.69N.m$$

بفرض وجود صدمات ومن جدول معامل الصدمات والكلال

$$K_m = 2 \quad . \quad K_1 = 2$$

$$D = \sqrt{\frac{5.1}{P}\sqrt{(k_m M)^2\,(k_1 \tau)^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{5.1}{30}\sqrt{[(2 \times 14.7)^2 + (2 \times 30.69)^2]10^3}}$$

$$D = 19.12mm$$

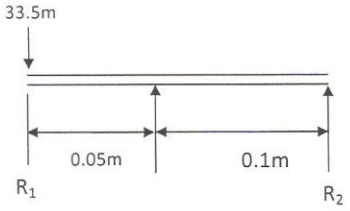
$$\therefore D = 20mm$$

3-1 **تصميم عمود الكرنك**:

يعمل هذا العمود البكرة الكبيرة

وزن البكرة الكبيرة = $w\ 33.5N$

في حالة الأحمال الرأسية:



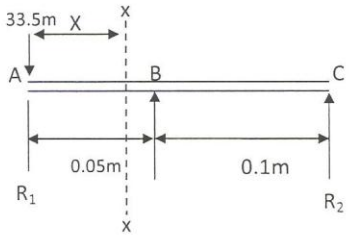
$$R_1 + R_2 = 33.5$$

بأخذ العزوم حول R_2

$$0.1R_1 33.5 \times 0.15$$

$$\therefore R_1 = 50.25N \qquad R_2 = -16.75N$$

وبأخذ مقطع (x-x) ويبعد مسافة x من A

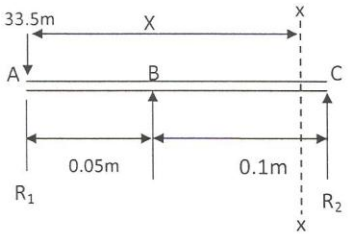


$$M = -33.5x$$

$$x = 0m \quad .M = 0N.m$$

$$x = 0.05m \qquad M = -1.675N.m$$

بأخذ المقطع (x-x) ويبعد x من A



$$M = -33.5x + 50.25(x - 0.05)$$

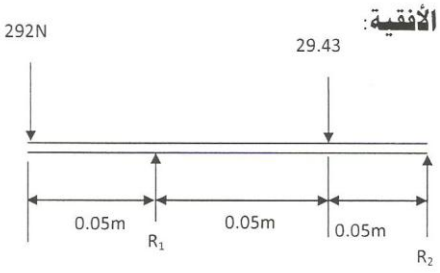
$$x = 0.05m \implies M = -1.675N.m$$

$$x = 0.15m \implies M = 0N.m$$

أقصى عزم انحناء في حالة الأحمال الرأسية هو:

$$M = 1.675N.m$$

في حالة الأحمال الأفقية:



$$R_1 + R_2 = 321.43$$

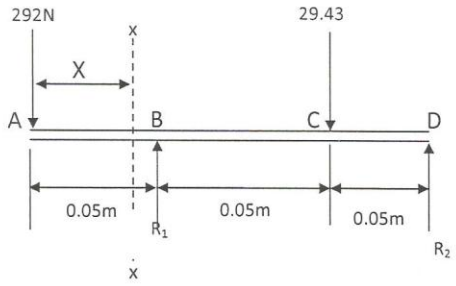
بأخذ العزوم حول R_2

$$0.1R_1 = (292 \times 0.15) + (29.43 \times 0.05)$$

$$R_{1=} = 452.715N$$

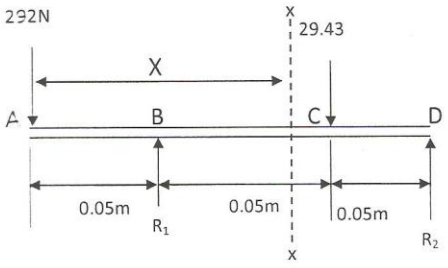
$$R_2 = 131.285N$$

بأخذ المقطع (x-x) ويبعد x من A



$$M = -292x$$

بأخذ المقطع (x-x) ويبعد x من A

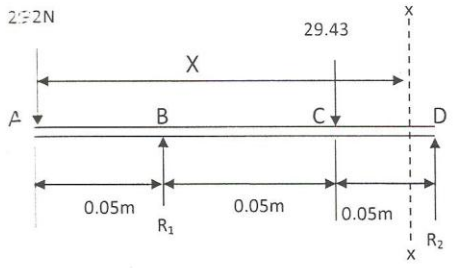


$$M = -292x + 452.715(x - 0.05)$$

$$x = 0.05m \Longrightarrow M = -14.6N.m$$

$$x = 0.1 \Longrightarrow M = -6.565N.m$$

بأخذ المقطع (x-x) ويبعد x من A



$$M = -292x + 452.715(x - 0.05) - 29.43(x - 0.1)$$

$$x = 0.1m \Longrightarrow M = -0.565N.m$$

$$x = 0.15 \Longrightarrow M = 0N.m$$

أقصى عزم انحناء في حالة الأوزان الأفقية هو:

$$M = 6.565N.m$$

$$M = \sqrt{(1.675)^2 + (6.565)^2} = 6.775N.m$$

إجهاد الخضوع الأقصى للفولاذ التجاري:

$$\sigma_y = 300N/mm^2$$

إجهاد القص عن الخضوع:

$$\tau = ½\sigma_y = 150$$

إجهاد القص المسموح به:

$$P_x \frac{\tau}{F.S} = \frac{150}{2} = 75N/mm^2$$

$$\tau = \frac{P}{\omega} = \frac{1.50 \times 10^3 \times 60}{2\pi \times 155.6} = 92N.m$$

بفرض وجود صدمات ومن جداول معامل الصدمات والكلال:

$$K_m = 2 \quad - \quad K_1 = 1.5$$

$$D = \sqrt{\frac{5.1}{P_x}\sqrt{(k_m M)^2 (k_1 \tau)^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{5.1}{75}\sqrt{[2 \times 6.775)^2 + (1.5 \times 6.92)^2] \times 10^3}}$$

$$D = 19.2mm$$

أصغر قطر للعمود لا يقل عن:

$$D = 25mm$$

3-١٠٨ تصميم المحامل

تصميم محامل العمود الرئيسي :

العمود قطره D=25mm المحمل يعمل 8 ساعات يومياً وعدد أيام التشغيل في السنة 300 يوم ويجب أن لا يتم تغييره إلا بعد مرور خمس سنوات.

عمر العمود بالساعات =

$$8 \times 300 \times 5 = 12000h$$

أكبر رد فعل على المحمل (الحمل النصف قطري)

$$F_r = \sqrt{(48.385)^2 + (379.1)^2} = 382.175N$$

الحمل المحوري:

$$F_a = 0$$

الحمل الاستاتيكي المكافئ:

$$F_0 = 0.6F_r + 0.5F_a$$

$$= 0.6 \times 382.175 = 229.305N$$

$$\because F_0 < F_r$$

$$F_0 = F_r = 382.175N$$

∵ يتوقع وجود صدمات

$$S_0 = 1.5$$

∴ الحمل الاستاتيكي المكافئ

$$C_0 = S_o F_o$$

$$= 1.5 \times 382.175 = 573.3N$$

النسبة:

$$\frac{P_a}{F_r} = 0 \quad - \quad \frac{F_a}{C_o} = 0$$

من الجداول عند:

$$e = 0.14$$

فإن:

$$\frac{F_a}{C_o} = 0$$

بما أن:

$$\frac{F_a}{F_1} < e$$

فإن:

$$x = 1 \quad - \quad y = 0$$

ومن الجدول لمانع تسرب ردئ فإن K = 1.2

بفرض دوران الحلقة الداخلية فإن V = 1

الحمل لنصف قطري المكافئ:

$$F = K[x.v.F_r + y.F_a] = 1.2[1 \times 382.175] = 458.61N$$

الحمل الأساسي التقديري:

$$C = F[L \times 10^6]^{1/a}$$

لمحمل الكريات a = 3

$$C = 458.61[225.57 \times 10^6 \times 10^{-6}]^{\frac{1}{3}} = 2792N$$

من جداول FAG نجد أن رقم المحمل المناسب هو 61805

1-٤ تصميم محمل عمود الكرنك:

العمود قطره D= 20mm المحمل يعمل 8 ساعات يومياً، عدد الأيام في السنة 300 يوم. يجب ألا يتم تغييره إلا بعد مرور خمس سنوات.

∴ عمر المحمل بالساعات =

$$8 \times 300 \times 5 = 12000hr$$

الحمل النصف قطري (أكبر رد فعل على المحمل)

$$F_r = \sqrt{(50.25)^2 + (452.715)^2} = 455.5$$

الحمل المحوري $F_a = 0$

الحمل الاستاتيكي المكافئ:

$$F_o = 0.6F_r + 0.5F_a$$

$$0.6 \times 455.5 = 273.3N$$

بما أن:

$$F_r > F_o$$

$$F_o = F_r = 455.5N$$

بما أنه يتوقع وجود صدمات: $S_0 = 1.5$

∴ الحمل التقديري الاستاتيكي المكافئ = $C_o = S_oF_o$

$$1.5 \times 455.5 = 683.25N$$

النسبة:

$$0 = \frac{F_a}{F_r} \qquad 0 = \frac{F_a}{C_o}$$

من الجداول عند

$$\frac{F_a}{C_o} = 0$$

فإن:

$$e = 0.19$$

بما أن:

$$e > \frac{F_a}{F_r}$$

$$y = 0 \qquad x = 1$$

من جداول المانع تسرب ردئ فإن

$$k = 1.2$$

بفرض أن دوران الحلقة الداخلية فإن

$$V = 1$$

عمر المحمل بعد اللفات:

$$L = 1200 \times 104.4 \times 60 = 75.168 \times 10^6$$

الحمل النصف قطري المكافئ:

$$F = k[x.v.F_r.yF_a]$$

$$= 1.2[1 \times 455.5] = 546.6N$$

الحمل الأساسي التقديري:

$$C = F[L \times 10^6]^{\frac{1}{a}}$$

لمحمل الكريات a=3

$$C = F[75.168 \times 10^6 \times 10^{-6}]^{\frac{1}{3}} = 2307N$$

من جداول FAG نجد أن رقم المحمل المناسب هو 61804

3-4-5 تصميم الخوابير:

تصميم خوابير العمود المسيّر:

العمود قطره D = 25mm بنقل قدره 1.5kw عند السرعة 466.6 ، الخابور من الفولاذ الذي له إجهاد خضوع.

$$\sigma_y = 220N/mm^2$$

العزم المنقول:

$$\tau = \frac{P}{\omega} = \frac{1.56 \times 10^3 \times 60}{2\pi \times 466.6} = 30.69N.m$$

القوة المماسية:

$$F = \frac{T}{R} = \frac{30.69}{0.0125} = 2455.6N$$

باستخدام جداول مقطع الخابور وعلى أساس القطر 25mm فإن المقطع المناظر للخابور (b×h) هو (8×7)mm

لتحديد طول الخابور يتم اعتبار الحالتين الآتيتين:

1. **إجهاد القص في الخابور:**

نفرض طول الخابور = L

إجهاد القص عند الخضوع =

$$\tau_y = ½\sigma_y = \frac{220}{2} = 110N/mm^2$$

نفرض عامل أمان F.S = 5

إجهاد القص المسموح به:

$$\tau_w = \frac{\tau_y}{F.S} = \frac{110}{5} = 22N/mm^2$$

$$\tau_w = 22 = \frac{F}{A_s} = \frac{2422.8}{b \times 2}$$

$$L = \frac{24.55.8}{8 \times 22} = 13.9mm$$

2. **إجهاد التحميل في الخابور:**

$$\sigma_w = \frac{\sigma_y}{F.S} = \frac{220}{5} = 44N/mm^2$$

$$\sigma_y = 44 = \frac{F}{A_b} = \frac{F}{\left[L \times \frac{h}{2}\right]} = \frac{2F}{L \times h}$$

$$L = \frac{2 \times 2455.8}{44 \times 13.9} = 8mm$$

∴ أصغر طول يمكن استخدامه 8mm

3-5-1 تصميم خوابير عمود الكرنك:

العمود قطره 20mm بنقل قدره 1.5kw ، عند سرعة 155.5 (r.p.m)، الخابور من الفولاذ والذي له إجهاد خضوع 220/mm
العزم المنقول:

$$\tau = \frac{P}{w} = \frac{1.50 \times 10^3 \times 60}{2\pi \times 155.5} = 92Nm$$

القوة المماسية:

$$F = \frac{\tau}{R} = \frac{92}{0.01} = 9211.5N$$

باستخدام جدول مقطع الخابور وعلى أساس القطر 20mm للعمود فإن المقطع المناظر للخابور (h×b) هو (6 ×6)mm
لتحديد طول الخابور يتم اعتبار الحالتين الآتيتين:

1. **إجهاد القص في الخابور:**

نفرض طول الخابور L =
إجهاد القص عند الخضوع:

$$\tau_y = \tfrac{1}{2}\sigma_y$$

$$\tau_y = \frac{220}{2} = 110N/mm^2$$

نفرض عامل أمان F. S = 2
إجهاد القص المسموح به:

$$\tau_w = \frac{\tau_y}{F.S} = \frac{110}{2} = 55N/mm^2$$

$$\tau_w = 55 = \frac{F}{A_s} = \frac{F}{\left[L \times \frac{h}{2}\right]} = \frac{2F}{L \times h}$$

$$L = \frac{2F}{55 \times h} = \frac{2 \times 9211.5}{55 \times 0} = 55.8mm$$

3.2 تصنيع الغربال

الأجزاء التي تم تصنيعها:

1. البكرات:

تم تصنيع البكرات من معدن الألمونيوم بواسطة السباكة. ثم تم إجراء عملية تشطيب سطحي عليها بماكينة الخراطة. كما تم عمل مجرى السير المخروطي بزاوية أخدود 40° وتم عمل ثقب حسب قطر العمود التي تركب فيه. تم تصنيع 4 بكرات ــ بكرتين بقطر 9inch وبكرتان بقطر 3inch.

2. الأعمدة:

تم تصنيع الأعمدة من معدن الفولاذ التجاري عن طريق الخراطة إلى الأقطار الآتية:

1. 25mm للعمود وبطول 200mm.
2. 20mm لعمود الكرنك وبطول 150mm.

كما تم عمل مجرى للخوابير بواسطة المكشطة.

3. الخوابير:

بعد عملية تحسيب وتحديد الخابور ومقطعه من الجداول تم التصنيع بواسطة حجر الجلخ.

4. تصنيع القاعدة:

تم تصنيعها من زاوية 1.5 بوصة المصنوعة من الفولاذ منخفض الكربون وتم تجميعها بواسطة اللحام لتحمل الموتور والغربال وتثبت فيها الأعمدة.

التركيب والتجميع:

تم تركيب أحد البكرات 3 بوصة على عمود الموتور وثبتت بواسطة الخابور، وبكرتين (3-9) بوصة تم تركيبها على العمود بحيث تكون المسافة بين مركز العمود ومركز عمود الموتور 18 بوصة.

تم توصيل بكرة الموتور (3 بوصة) وبكرة العمود الكبيرة (9 بوصة) بواسطة سيرين بطول 55 بوصة.

أيضا ركبت البكرة 9 بوصة الأخرى على عمود الكرنك بحيث تكون المسافة بين مركز عمود الكرنك والعمود الآخر 24 بوصة، تم توصيل بكرة العمود الصغير (3 بوصة) وبكرة عمود الكرنك بواسطة سيرين بطول 68 بوصة وضعت الأعمدة على محامل كريات وثبتت هذه الأعمدة على الهيكل بواسطة حلقة تربط بواسطة مسامير بحيث يكون هنالك مجرى لتحريك وضع الأعمدة لإجراء عملية شد السيور إذا تم أي ارتخاء.

ركب ذراع على عمود الكرنك بحيث توضع حلقة داخلية بين الذراع وعمود الكرنك. ربط الذراع بجسم الغربال الذي يعلق بواسطة أذرع بها مفصلات حتى يستطيع الغربال من الحركة حركة ترددية.

بهذه الطريقة ربطت أجزاء الغربال، كما يمكن أن يفك أي جزء منها بسهولة تامة إذا حدث أي عطل فيه.

الفصل الرابع

4.0 الخاتمة:

بعد الانتهاء من عملية تصميم وتصنيع الغربال، تشغيله لفترة 15 دقيقة متواصلة لاختباره ومناقشة النتائج التي تحصلنا عليها. وكانت النتيجة أن الغربال أعطى الحركة الترددية التي تعمل على غربلة الرمل كما لوحظ الآتي على الأجزاء المكون لآلية الغربال أثناء التجربة:

1. البكرات:

لوحظ أنها تعمل بصورة جيدة حيث قامت بدورها وهو نقل السرعة وتخفيضها إلى السرعة المطلوبة وهذا يؤكد سلامة تصميم وتصنيع البكرات.

2. الأعمدة:

وجد أنها تدور بصورة جيدة وأنها تعمل تماما على إدارة البكرات مما يؤكد حسن التصميم والتصنيع والاختيار الصحيح للمواد المناسبة.

بالنسبة لعمود الكرنك أعطى الحركة الترددية المطلوبة تماماً.

3. السيور:

وجد أن السيور قامت بنقل الحركة كما يجب دون أي مشاكل مثل الانزلاق.

من خلال الملاحظات التي تحصلنا عليها خلال عملية الاختبار يمكن اعتبار أن الغربال قام فعلا بدوره على أكمل وجه وتبين لنا أهمية الاهتزاز في لغربال.

من خلال عملية تصميم وتصنيع الغربال تبين أهمية الاهتزاز في الغرابيل بالرغم من أنه غير مرغوب فيه الآلات والإنشاءات الهندسية. قد تم وضع عدة حلول لتصميم وتصنيع الغربال ومنها تعرفنا على كيفية خلق الحركة الاهتزازية. في هذا الغربال يتم تخفيض الجهد المبذول حيث يكون الجهد المبذول صغيراً أو الشغل المنجز كبيراً كما يقلل الزمن المستغرق في عملية الغربلة وبالطبع تقليل تكاليف الإنتاج.

وفي الختام لا نقول أننا قد أتينا بالحل المثالي. فقط اجتهدنا ما في وسعنا وحسب إمكانياتنا المتاحة لنا تاركين الباب مفتوحا لكل مجتهد يأتي من بعدنا لما تتوفر لديه من رؤى وأفكار يمكن الاستفادة منها حتى تعم الفائدة للجميع.

الشكر لله على ما تم انجازه من تصميم وتصنيع غربال ترددي بعد دراستنا لأنواع مختلفة من الغرابيل.

المراجع:

1. م. أبو الحسن توني الحسن ــ الاهتزازات ــ دار الفجر للنشر والتوزيع ــ 2003.

2. ج حنا، د. س. ستيفنز ــ ميكانيكا الآلات ــ الدار العربية للنشر والتوزيع ــ الطبعة الاولى ــ 1987.

3. فتح الرحمن أحمد الماحي ــ مذكرة التصميم الهندسي ــ كلية الهندسة والتقنية ــ جامعة وادي النيل.