بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة الشيخ عبدالله البدري

مشروع تصميم وتصنيع جهاز لقياس عزم الالتواء والانحناء لإيجاد معامل المرونة ومعامل الجساءه

اعداد الطلاب :

توفيق نصرالدين توفيق عبدالنبي 17881263

غالب قردع علي مسعد الحداد 1511504553

مزمل محمد محمود معتوق 151259660

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس في الهندسة الميكانيكية

بكلية الهندسة – قسم الهندسة الميكانيكية

2022م

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة الشيخ عبدالله البدري

مشروع تصميم وتصنيع جهاز لقياس عزم الالتواء والانحناء لإيجاد معامل المرونة ومعامل الجساءه

اعداد الطلاب :

توفيق نصرالدين توفيق عبدالنبي 17881263

غالب قردع علي مسعد الحداد 1511504553

مزمل محمد محمود معتوق 151259660

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس في الهندسة الميكانيكية

بكلية الهندسة – قسم الهندسة الميكانيكية

اشراف الأستاذ: الفاضل عمر الحسين علي

2022م

الي الحب والقدم التي تحتها الجنه

☺امي ☺

الي من ضحي بكل شئ ماله وصحته حتي يوصلني الي ما انا عليه ويريد مني المزيد وحاميا ومشجعا

☺ابي ☺

الي من قادوني في ظلام الجهل المعرفي لاصل الي ينابيع المعارف

☺ اساتذتي الاجلاء ☺

والذين هم بمثابة شمس يومي وضحاها

☺ اخواني واخوتي ☺

☺☺ الي رفقاء دربي زملائي واصدقائي☺ ولكل من ساعدني ولو ببسمة

اهدي لجميعهم كل تقديري واحترامي

\

شكر وعرفان

وسيد الخلق سيدنا محمد عليه أفضل الصلاة والسلام,والحمد لله الذي جعل لنا القران نورا تنهل منه الامم
فالشكر والحمد لله اولا واخيرا

****

ولأهل الفضل ثانيا نسال الله لهم الرحمة والمغفرة وللمصباح الذي اضاء بنوره جهلنا وقلة علمنا وصبره علي حفظه الله وزاده رفعه الاستاذ الجليل

الاستاذ/ الفاضل عمر الحسين علي (حريقة)

و الاستاذ/ مرتضي محمد عثمان (رئيس قسم الميكانيكا)

واسرة قسم الميكانيكا بجامعه وادي النيل (كلية الهندسة)

****

لوزارة الزراعة – صندوق التقانة والتنمية الزراعية بعطبرة – (الورشة الرئيسية)

****

ولمن لم نذكرهم سهوا

****

فلهم جميعهم الشكر والتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم

استهلال

آيـة

سوره الرحمن

الرحمن(1)علم القرءان(2)خلق الانسان علمه البيان(3)الشمس والقمر بحسبان(4)والنجم والشجر يسجدان (5)والسماء رفعها ووضع الميزان (6)الا تطغوا في الميزان (7)واقيموا الوزن بالقسط ولا تخسروا الميزان (8) والارض وضعها للأنام(10)

(صدق الله العظيم)

سوره الرحمن: الآيات من 1 - 10

سوره مدنيه

mmmm
mmmm
mmmm

الفهـــــــــــــــرس المحتويات

الرقم المتسلسل	الموضـــوع	الصفحة
	إهداء	I
	شكر وعرفان	II
	الآية	III
	مستخلص الدراسة باللغة العربية	IV
	مستخلص الدراسة باللغة الانجليزية	VI
	فهرس المحتويات	O
	الفصـــــل الاول	
	مفهوم خواص المواد الهندسية Properties of Engineering Materials	
1-1	المقـــــــــدمـــة Introduction	12
1-2	مفهوم خواص المواد الهندسية : Properties of Engineering Materials	14
1-3	اختبار الالتواء Torsion Test	15
1-4	اختبار الانحناء (Bending Test)	18
1-5	بعض الاجزاء والمنظومات التي يحدث فيها عمليات الالتواء والانحناء Some Parts and System In Which Torsion And Bending Processes Occur	21
	الفصـــــل الثاني	
	التصميم Design	
2-1	اجزاء الجهاز Machine Parts	24
2-2	محددات لاتخاذ قرار التصميم Determinants Of Design Decision Making:-	25
2-3	التصميم Design	30
2-4	برنامج السولدووركس Solid works	38
	الفصل الثالث	

	عمليات التصنيع والتجميع	
3-1	مراحل التصنيع Manufacturing stages:	40
3-2	التكاليف المالية للمشروع Project financial cost :	46
	الفصل الرابع اجراء التجـــارب the Explanation experiments	
4-1	شرح تجربة التواء الاعمدة Explanation of the torsion column experiment :	49
4-2	شرح تجربة انحناء العارضات Explanation of the mannequin bending experiment	50
3-4	اجراء الحسابات والنتائج واجراء المقارنة والتعليق علي التجربة انحناء العارضات	53
4-4	اجراء الحسابات والنتائج واجراء المقارنة والتعليق على التجربة التواء الأعمدة	55
	الفصل الخامس اثبـات المعـادلات Proving Equations	
5-1	العزم الثاني للمساحة The second moment of space	61
5-2	اجهاد الانحناء Bending stress	62
5-3	عزم الالتواء Torque	63
5-4	العزم القطبي Polar moment	65
	الفصل السادس والخاتمة وتوصيات	
6-1	التعليق والاستنتاجات Comment and conclusions	68
6-2	الخاتمة Conclusion:	69

6-3 التوصيات والمقترحات :Recommendations and Suggestions 70

الفصل السابع
الرسومات والملاحق

7-1 الرسم والرسومات Drowning and Graphics 73
7-2 الملاحق Supplements 79
المراجع The reviewer 89

الملخص:-

تصميم وتصنيع جهاز معملي لالتواء الأعمدة والانحناء العارضات (بمعمل ميكانيكا المواد) ولديه العديد من الاهداف العملية ومنها معرفه معامل الجساءة (G) ومعامل المرونة(E) لمواد هندسيه عديده مختلفة في الخواص وشكال مقاطعها وبمقارنة النتائج مع النتائج النظرية من مراجع خواص المواد.

تم تصميم الجهاز بالمفاضلة بين ثلاثة خيارات(الميكانيكي-الكهربائي-الهيدروليكي)وبعد المفاضلة الخيارات اختير الحل الافضل الخيار(الميكانيكي) .تم تصميم الجهاز ببرنامج الحاسوب (Solid works software 2016) .

يوصف الجهاز بانه جهاز ميكانيكي بنوعيه قياس الثبات لعينه ولاستخدام العام وروعيه فيه اسهل وابسط الطرق النقل والترحيل والتشغيل والصيانة وتم تصنيعه بورش ومعامل الجامعة وخارجها.

اجريت عليه العديد من التجارب وحيث حقق الجهاز نتائج بنسبه 80% لمقارنه بين معاير المرونة ومعاير الجساءه النظري والعملي لمعدن الحديد.

يمكن الاستفادة من الجهاز لتدريب طلاب كليه الهندسة حتي يعنهم في حياتهم العلمية والعملية.

يتضمن البحث علي التوصيات والملحوظات علي الجهاز والمراجع والرسومات والملحقات وارفق كتيب لجهازخاص للمدرب وثلاثة اواق خاصه بجراء التجربتين مغلفه.

Abstract;

Designing and manufacturing a laboratory device for bending columns and bending crossbars in a laboratory (in the mechanics of materials lab) and it has many practical objectives, including knowing the stiffness modulus (G) and the modulus of elasticity from (E) for many engineering materials with different properties and shapes of their sections and comparing the results with the theoretical results from material properties references. The device was designed by differentiating between three options (mechanical - electrical - hydraulic) and after differentiating the options, the best solution was chosen (mechanical). The device was designed using the computer program (Solid works software 2016). The device is described as a mechanical device with two types of stability measurement for a sample and for general use, taking into account the easiest and simplest methods of transportation, deportation, operation and maintenance. It was manufactured in workshops, university laboratories and outside. Several experiments were conducted on it, and the device achieved results of 80% for comparing the flexibility criteria with the theoretical and practical stiffness criteria for iron metal. Iron The device can be used by students of the College of Engineering to help them in their scientific and practical life. The research includes recommendations and notes on the device, references, drawings and accessories, and a booklet is attached to the device.

الفصـــــــل الاول

مفهوم خواص المواد الهندسية

Properties of Engineering Materials

1. مفهوم خواص المواد الهندسية

Properties of Engineering Materials

1.1المقـــــــــــدمـــة Introduction

تعتبر المواد الهندسية وسبائكها عناصر اساسية في حياة المجتمعات الانسانيه وحيث تحتل المعادن وسبائكها استخدام واسع في التطبيقات وفي القرن العشرين دخلت اللدائن والمواد المدعمه في الصناعة ولا زال يتم تطويرها بالمراكز البحثية والمختبرات .وحيث تستخدم في جميع العوالم (الفضائيه - الجويه – البحريه –واكثرها البريه) وخاصه في الصناعة والاقتصاد واساليب الحياة والصحة وكما تستغل لرفاهية الانسان. ولكن تتاثر باختلاف الظروف التشغيلية والبيئية المحيطة (من حرارة ورطوبة وضغط جوي وغيرها للمادة) ولاختيار المادة الانسب للحصول علي (منتج او منظومة هندسية) ذو اعتمادية عالية وسلامة وجودة اقتصاديه عالية وايضا خفض تكاليف صيانتها وسهولة تشغيلها ولتقليل المخاطر الناجمة من عيوب الجزء الهندسي او اثاره المترتبة علي ضرر منظومات اخري مثل(توليد اهتزازات - حرارة – ضوضاء – ترسب المواد غير المرغوب فيها – وتقليل القدرة وكفاءة وغيرها). وبعد تحديد خواصها لابد من دقة في تحديد ابعادها بعمليات القياس والوزن (Intrude) باستخدام أجهزة ومعدات وادوات خاصه تعمل علي قياس الجزء او معايرته, وذلك عبر انظمة القياس العالمية المتفق عليها دوليا. و بعد تحديد الخواص ومقاسات الجزء الهندسي(منتج او منظومة هندسية) يتم تصميمه. حيث تدرس بعنايةعبرالعديد من مراحل وتجري عليه العديد الاختبارات التجريبية باستخدام التجارب المعملية او استخدام البرامج المحوسبة , وايضا قبل وبعدعمليات التصنيع وبنفس ظروف تشغيليه وليتم حساب عمره الافتراضي . باستخدام أجهزة الاختبار والفحص والمراقبة اثناء دوره حياة (المنظومات الهندسية) .

ولمرجعية معرفة خواص الجزء الهندسي توضع في مراجع وكتب خواص المواد الهندسيه او بكتيبات تصدرها الشركات المصنعة .وذلك نسبه للخطا في اختلاف ظروف عمليات التصنيع ووجود شوائب بالمادة المستخدمة والتقنية المستخدمة او استخدام المصنع مواد محسنة او عدم الدقة في التصنيع (خطأ بشري) . وخاصة عمليات تشكيل المواد (في الحالة الصلبة او شبه الصلبة) مما ينتج عنه اختلاف في خواص المادة الهندسيه.

تتعرض المواد الهندسية لعديد من القوي تختلف في اتجاهها اما في الاتجاه النصف قطري او المحوري وايضا نوعية اسناد الجزء مما ينتج منه عدد مختلف من انواع الاجهادات والعزوم (من اجهادات شد

واجهادات ضغط واجهاد انحناء واجهاد قص وعزم والتواء ويمكن أن تكون مجموعة من اجهادات واقعة علي الجزء الهندسي.

ولحوجة جامعة الشيخ عبدالله البدري في معمل ميكانيكا المواد جهاز لقياس عزم التواء الاعمدة وانحناء تم تصميم وتصنيع لاجراء التجارب عليه.

1.2مفهوم خواص المواد الهندسية:

Properties of Engineering Materials

هو العلم الذي يختص بدراسة المواد الهندسية وتحديد مقياس جودتها او نوعها ومقاومتها للحرارة وسلوكها تحت تأثير حمل ومدي صلاحيتها للاستخدام. ومعرفة خواصها واستغلالها في تصميم المنشئات الهندسيه واجزاء المكائن ومواد البناء. وتحسين خواصها أما بإضافة بعض المواد او بتحسين ظروف عمليات التصنيع والتشغيل والمعالجات الحراريه من(تقوية والتصليد).او الاصلاح.

1.2.1 تصنف المواد الهندسية الي:-

*لمواد المعدنية Metal Materials:

1/المواد الحديدية (انواع الفولاذ والحديد الزهر وسبائكهم).

2/غير حديدية : A /الثقيلة مثل: (رصاص – قصدير).

B / الخفيفة مثل: (نحاس – فضة – مغنسيوم - المونيوم).

*المواد غير المعدنية Non Metallic Materials:

1/ المواد عضوية مثل : (خشب – مطاط –– فلين – بلاستيك).

2/ المواد غير عضوية مثل : (الرخام – مواد البناء والاسمنت).

1.2.2 خواص المواد الهندسية:-

1/ خواص ميكانيكية: (مقاومة القص – مقاومة الارتطام - المرونة).

2/ خواص كيميائية: (قابلية المادة علي الدخول في تفاعل كيميائي وانتاج مواد اخرى).

3/ خواص فيزوكيميائية: (امتصاص الماء – الانكماش – التمدد) .

4/ خواص سمعية: (سرعة انتقال الصوت – الرنين).

5/ خواص بصرية: (انكسار الضوء – امتصاص الضوء-اللون).

6/ خواص فيزيائية: (كثافة المادة ووزنها – الشكل – النوع – الحموضة)

وتأثر كل هذه الخواص بالظروف المحيطة ودرجة التحميل والتركيز ويتم ذلك بإجراء عدد من التجارب (معملية) والاختبارات.

1.2.3 انواع الاختبارات للمواد الهندسية

-: Types of tests for Engineering subject

1/ اختبارات اتلافية مثل : (اختبار الشد – اختبار الضغط - الصلابة).

2/ اختبارات غير اتلافية مثل: (الموجات الضوئية – المجال المغنطيسي).

1.2.4 طرق اختبار الخواص الميكانيكية للمواد الهندسية:-

Methods for Selecting the Mechanical Properties of Engineering Materials

1/ استخدام الاوزان.

2/استخدام الاوزان والدفع لمدة طويلة.

3/ استخدام التروس الميكانيكية (الالتواء) وطرق الهيدروليك.

*الحل الطبيعي لقياس الانفعالات والازاحات الصغيرة هو تركيز تكبيرها ويتم ذلك بـــ :

1/ الطرق الميكانيكية او مجموعة روافع او تروس او ما شابهها.

2/ القياس البصري (شعاع ضوئي).

3/ القياس الكهربي (غير مرتبطة – القناطر / مرتبطة(شبة موصلة – موصل معدني ينقسم الي : (شريحة او سلك مسطح او سلك ملفوف)

1.2.5 العوامل التي تؤثر علي دقة الاختبارات Factors that Affect the Accuracy of the Tests

اهمها الاحتكاك بين الاجزاء (الحركة المفقودة) – الوزن (القصور الذاتي) – انشائية الاجزاء – الخطأ البشري - العوامل البيئية المحيطة وغيرها.

1.3اختبار الالتواء Torsion Test

الالتواء عباره عن تجعد او نتوءات في المادة الهندسية تتجه لخضوع تلك المادة في حالة الصلبة (جامدة) لعوامل خارجية ادت الي توليد قوى ضغط تعمل هذه القوى علي جزيئات المادة. واهم الاجزاء

المعرضة للالتواء (الاعمدة الناقلة لفترة) وهو حالة قص خالصة(Pure shear). بحيث تؤثر علي حدوث:

1/ازاحة زاوية في المقطع المستعرض.

2/ اجهادات قص علي أي مقطع.

3/ يؤثر علي الازدواجات علي مدي طول المادة.

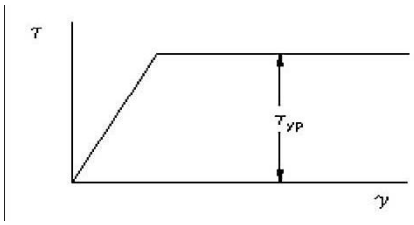
شرح Explain:-

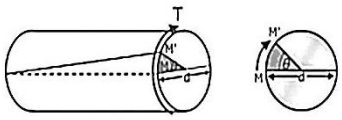
- لا تنص المواصفات القياسية علي اجزاء اختبار الالتواء لقبول المعادن الا في حالات خاصة عندما تؤثر قوى علي جسم بشكل متوازي ومتعاكس علي مستوى عمودي علي محور ذلك الجسم يتولد نتيجة لذلك عزم مزدوج حول المحور الطولي للجسم وينتج منه اجهادات حرجه في التطبيقات الهندسية مثل : اجهادات الضغط والانفعال مثل (عمود دوران في محرك السيارة).

1.3.1الاهداف من اجراء اختبار عزم الالتواء معمليا

Objectives of the Laboratory Torsion Toque Test

1= دراسة سلوك المادة تحت تأثير عزم الالتواء ويستفاد من نتائج الفحص لرسم منحني اجهاد القص (τ) والانفعال (γ)الذي نحصل منه علي معامل الجساءه (G).





$$T = \frac{P\theta}{L} \qquad M = Pe$$

2/ معرفة اختبار الالتواء ، واهم الخواص الميكانيكية المتعلقة به وطريقة عمل جهاز الالتواء.

3/ استخدام المعادلات الرياضية الخاصة لرسم منحني عزم الدوران (T) وزاوية الالتواء θ .

4/ في اختبار الالتواء يمكن الحصول علي مجموعة من القيم تشمل الاتي:-

A/معامل الصلابة يسمي احيانا (معامل القص) علي غرار معامل المرونة لفحص اختبار الشد.

B/نقطة خضوع في القص (اقصي قوة قص – بأقصى عزم دوران).

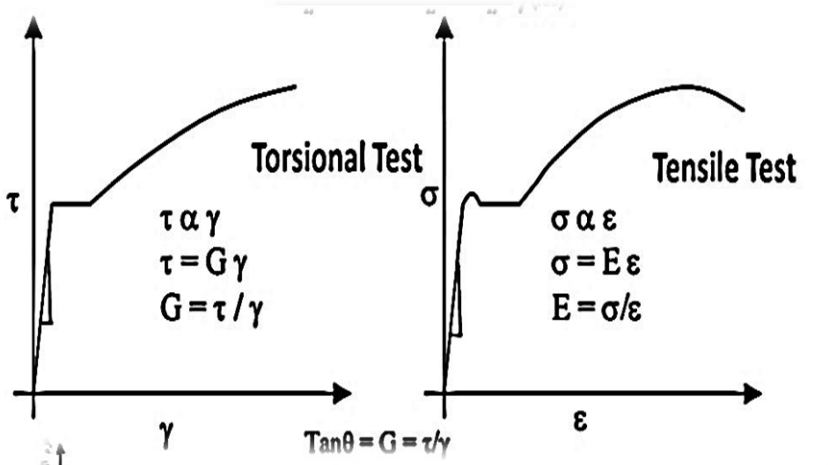
3-المقاومة القصوى لقص الالتواء. هو معقد حسابيا لتسهيل المعادن باستخدام الالتواء عن طريق زاوية الالتواء القصوى (θ max) كلما كبرت هذه القيمة كلما كان المعدن أكثر مطيلة وله القدرة علي التشكيل كبيرة. بينما المواد القصفية تنكسر بتأثير بزاوية التواء صغيرة نسبيا بشكل سطحي يميل بزاويه45 درجه.

4-الرجوعية في الالتواء (Resilience in Torsion):

تعين الرجوعية في الالتواء من قيمة الطاقة التي قام بها الحمل المؤثر حتي اقصى حمل مرن عند مسار مساحة التشكيل الحادث بالجسم ويساوي (الحمل مضروبا في حدود الالتواء).

5-المتانة Strength :-

هي الطاقة المبذولة لكسر عين المخبرية وتساوي المساحة الكلية تحت منحني البياني للحمل والشكل .

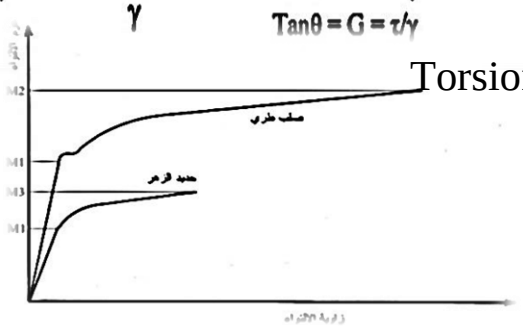


*

1/ حد المرونة. 2/ حد الانفعال.

3/ حد الخضوع الأدنى. 4/ نقطة الخضوع.

5/ حد الخضوع الأقصى. 6/ حد الكسر



بالرسم البياني وتعين بطريقة دقيقة او تقريبية الالتواءTorsion

1/ الرجوعية. 2/ معامل الرجوعية M θ= 1/2.

3/ حد المرونة. 4/ نقطة الخضوع.

1.3.2الهدف الاساسي من اختبار الالتواء في هذا الجهاز:-

The Main Objectives of the Torsion Test in the Device

1/ القدرة علي معرفة اختبار الالتواء واهم الخواص الميكانيكية المتعلقة (بالإجهادات القصية ومعامل الجساءة).

.2/ استخدام المعادلات الرياضية الخاصة لرسم منحني عزم الدوران (T) وزاوية الالتواء θ وكيفية استخدام الجهاز لاجراء التجربة.

3/ مقارنة النتائج مع المراجع.

1.3.2 انواع اختبارات الالتواء Types Of Sprain Tests:-

1-اختبار الفشل: يتطلب اختبار الالتواء لفشل أن تكون عينة الاختبار ملوية حتي تنكسر وهي مصممة لقياس قوة معينة.

2- اختبار الثبات : يتطلب مراقبة المادة تحت تحميل عزم دوران محدد خلال فترة زمنية محددة.

3-اختبار التشغيل: يقيس اداء المادة في ظل ظروف الخدمة (المتوقعة) (حرارة – احتكاك – وجود مزلق وعدمه – اهتزازات وغيرها).

1.3.3 الخواص الميكانيكية في اختبار الالتواء Mechanical Properties Of Torsion

يجري علي عينات مختلفة من المعادن ذات مقاطع واشكال واطوال و سماكات مختلفة. ولها مادة قوانين وحسابات تحددها من زاوية الالتواء واجهاد الالتواء الاقصى ولكن غالبا تستخدم المقاطع الدائرية لذلك سميه (التواء الاعمدة).

1.3.4 معامل الجساءة (G Modulus Rigid) :-

يعرف معامل (الجساءة) عن صلابة المعدن الي مقاومته لتشكل بتأثير القص فكلما زادت قيمته كلما زادت صلابة المعدن ، ويسمي بمعامل القص (معامل الجساءة) او معامل كرلوم او معامل لا مي الثاني (وهي خاصية فيزيائية لأي مادة تمثل نسبة بين اجهاد القص وانفعال القص) وحدتها جيجا باسكال.

1.4اختبار الانحناء (Bending Test):-

يعرف بان خضوع المادة او العضو الهندسي او العنصر الهيكلي الي اجهاد خارجي عمودي علي المحور الطولي لعنصر مثال (القضبان والعارضات)التي تسليط عليها احمال عالية وتكون مناطق المعرضة لانحناء المقاطع الطويلة حيث يكون الحمل المسلط مباشر او غير مباشر. وعندما تسلط الاحمال وبفترض أن العارضة مستقيمة اصلا. وتتقوس تتجه لهذه الاحمال وبزيادة هذه الاجهادات نجد أن شرائح في العارضة تكون في حالة اجهادات ضغط بينما الاخرى في حالة اجهادات شد وتكون الشريحة في الوسط خالية من الاجهادات (عند سطح التعادل) Neutral Axis .

1.1.2انواع الانحناء Bending Types:

1/ انحناء لدن 2/انحناء مرن 3/انحناء مائل.

1.4.1عوامل المؤثرة علي الانحناء Affect The Curvature :-

1/ شكل مقطع العارضة او الوترة ومقاساتها وأيضا عدم انتظام المقطع.

2/ نوعية القوة المؤثرة:

A/ قوة محددة (عرضيه متمركزة او غير متمركزة او كلاهما) ,ونوعية,الجهاد (بسيط او اجهاد شد او ضغط او انحناء او عزم خالص.

B/ قوة غير محددة متأثرة (بالتكرر – ويأثر بظروف التشغيل والظروف المحيطة. (وجود صدمات – اهتزاز – تزليق او عدمه)

3/ نوعية اسناد العارضة.

ملحـــوظة3:-1Noticeable

إذا تعرضت العارضة الي تأثير حمل في الاتجاه النصف قطري نتعامد علي محور معين في الجسم فهذا يسمي انحناء تقوس.

1.4.2الفرضيات Hypotheses:-

1/ ان المادة متجانسة ومتشابهة الخواص ولها نفس معايير المرونة في حالة الشد والضغط.

2/ العارضة لابد أن تكون مستقيمة اصلا والشرائح الطويلة تنحني في شكل اقواس ولها نفس المركز.

3/ المقاطع العرضية تظل متساوية وقائمة علي سطح التعادل.

4/ نصف قطر التقوسية كبير مقارنة بأبعاد المقطع (بمعني أن التشوهات التي تحدث صغيرة).

5/ الاجهاد الناتج هو اجهاد طولي.

1.4.3الهدف من اجراء اختبار الانحناء The Objective Of Bending Test:-

1/ دراسة سلوك المادة تحت تأثير اجهاد انحناء ويستفاد من نتائج الفحص لرسم منحني يوضح العلاقة العزم ومقدار الانحراف في العارضة .

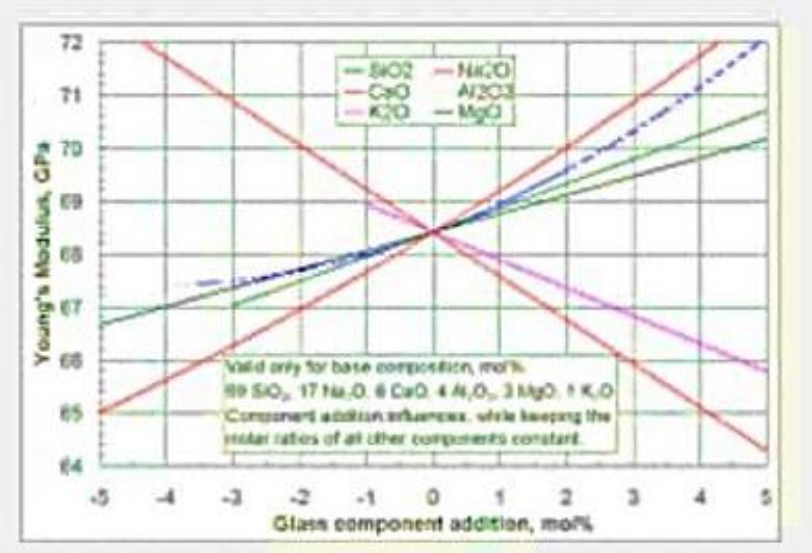
2/ معرفة اختبار الانحناء اهم الخواص الميكانيكية المتعلقة بطريقة عمل جهاز الانحناء. والاستفادة من قانون هوك (الاستطالة تتناسب تناسب طردي مع الثقل والحمل ومعرفة اجهاد المرونة بتناسب طردي بين الحمل ومقدار الاستطالة وتوضح علاقته بالتجربة والتجارب الأخرى المشابهة.

3/ يمكن من الاختبار معرفة (استطالة زنبرك مثبتة عليه كلية) حركة توافقية بسيطة:

1/ مطيليه (Ductility) وهي الاستطالة الناتجة عند اقصي انحناء ومقدار الاستطالة.

2/ الرجوعية وهي قيمة الطاقة التي قام بها الحمل المؤثر حتي اقصى حمل مرن عند مسار مساحة التشكيل الحادث في الجسم.

3/ معامل المرونة او معامل يونج (E) يعرف بالإجهاد المؤثر عموديا علي مساحة معينة الاجهاد الطولي هذا يمكن أن يكون اجهاد شد او ضغط وتحليله البعدي L^{-1} MT^{-1} ويقاس دوليا بباسكال.



معامل المرونة او معامل يونج (E) لبعض اكاسيد المواد

ملحـــوظة2Noticeable-:

معرفة أن المواد الجاسئه تحتاج لقوة لا نهائية وهي ذات (معامل لا نهائي) وهي غير موجودة في الطبيعة ولكن تعتبرمواد ذات معامل عالي مواد جاسئه.

1.4.4الهدف الاساسي من اختبار الانحناء في هذا الجهاز :-

The Primary Objective Of Bending Test

1/ القدرة علي معرفة اختبار الانحناء واهم الخواص الميكانيكية المتعلقة (الإجهادات ومعامل المرونه).

2استخدام المعادلات الرياضية الخاصة لرسم المنحني (رسم منحني عزم الانحناء ومقدار الاستطالة).

3/ مقارنة النتائج مع المراجع.

1.4.5انواع اختبارات الانحناء Types of bending test:-

هي مشابه لاختبار الالتواء(اختبار فشل – اختبار الثبات – اختبار التشغيل) ويفضل استخدام برامج حاسوبية لإجراء لمثل هذه الاختبارات او استخدام الجهاز (باستخدام التحليل البعدي)

1.4.6الخواص الميكانيكية في اختبار الانحناء :- Mechanical Properties in Bending test

يجري علي عينات مختلفة من المعادن وتختلف من ناحية المقطع اوالسماكة ولكن غالبا تستخدم المقاطع المستطيلة والمربعة الدائرية وسميه باختبار انحناء العارضات والوترات لأنها الاكثر عرضه والاكثر شيوعا .

1.5 بعض الاجزاء والمنظومات التي يحدث فيها عمليات الالتواء والانحناء

Some Parts and System in Which Torsion and Bending Processes Occur

1/ الاعمدة الناقلة للقدرة والحركة: تتعرض الي قوى عالية واحمال كبيرة مما يؤدي الي تشوه في البنية التركيبية لها وتكون مجموعة هذه الانخلاعات التي تتحرك بسرعة عالية حتي تجد عائق او حاجز يعمل علي كبح هذه الحركة وابطاؤها ومن ثم يبدأ الشق في التكون في مقدمة هذه الاجهادات ليبدأ عمل الكسر المطيلي الذي يسبقه تشويه لدن لعمليتي الانحناء والالتواء.

2/ كباري الحديد تتعرض لعمليات انحناء عند تسليط احمال كبيرة او صدمات او فيضانات وسيول مما يحدث لها هبوط او التواء او انحناء وايضا الخطافات وكمرات المكائن والمنشئات .

3/ المنشئات المعمارية عرضة لانهيار كلي وجزئي بسبب عمليات الانحناء في بعض المقاطع والاعمدة والعارضات مما يؤدي لظهور اثار سالبة عليها.

4/ اعمدة المحركات المعرضة لتأثير درجات الحرارة: حيث تتناسب درجات الحرارة تناسب طردي مع انحناء والتواء اعمدة نقل القدرة مثل(محركات السيارات – محركات كهربية – عمود مروحة الطائرة)

*فكلما زادت درجات الحرارة ادي ذلك الي تشوه حراري وبلوري في البنية التركيبية لمعدن, وعندما ترتفع درجات الحرارة تتحرك جزيئات المعدن بسرعة عالية مما يؤدي لتكوين نسق بلوري جديد وبذلك تقل صلابة المعدن ليصبح طري وقابل للثني.

ويتم معالجة تأثير درجات الحرارة العالية بخفض درجة حرارة التشغيل الي الحد الطبيعي والتصميمي (للحفاظ علي تركيبة البلورية الخاص بالمعدن او اجزاء بعض المعالجات الحرارية (صلبة وتقوية) لزيادة متانتها او اضافة مواد الي المعدن (سبيكة allay)، يحدث نوعين من التمدد الحراري :

*تمدد طولي: (هو مقدار الزيادة في طول المعدن عند رفع درجة حرارة درجة مئوية واحدة).

*تمدد حجمي :(هو مقدار الزيادة النسبية في حجم جسم ما من معدن عند دفع درجة حرارته درجة مئوية واحدة والتمدد الحجمي يساوي ثلاثة اضعاف التمدد الطولي).

الفصـــــــل الثاني

التصميم Design

2.التصميم Design

2.1اجزاء الجهاز

تتكون عموما أجهزة الالتواء والانحناء من الاتي

:Generally Bending And Torsion Devices Consist Of The Following

2.1.1 هيـــــكل Structure:

1/ هيكل راسي. 2/ هيكل افقي. 3/ هيكل مقطع واحد او عديد من المقاطع.

2.1.2 وسيلة التحميل او القدرة والتحكم فيها A means of endurance or ability and control

1/ حمل ساقط (اوزان) .او حمل استاتيكي.

2/ حمل متدرج (هيدروليكي) .

*استخدام وسائل ميكانيكية (ترس كاملة او غيرها).

*في الالتواء بـ : اعاقة حركة الدوران (قوة فرملية) أما ميكانيكية او كهربية او موائع.

2.1.3 وسيلة قياس الانحراف(زاوية الالتواء) Measuring The Torsion Angle Aviation Method

1/ كهربية (غالبا حساسات) . 2/ ميكانيكية (مبين ذو القرص) . 3/ ضوئية

2.1.4 وسيلة لتحديد ابعاد العينة A method For Determining The Dimensions Of Sample:

وتكون الحركة راسية او افقية : 1/ وحدات قياس ميكانيكية بسيطه (مساطر).

2/ وسيلة كهربية او ميكانيكية معقده.

2.1.5وسيلة لتثبيت العينة A method For Fixing The Sample:

1/ فكوك . 2/ ظروف . 3/ اسناد بسيط

2.1.6 وحدات مساعدة اضافية Additional Auxiliary Units:

1/ المنضدة . 2/ دولاب حفظ المعادن .

2.1.7 وسيلة تسجيل القراءة Reading Recording Method:

1/ عدادات . 2/ مسجلات قراءات . 3/ رسمات.

2.2محددات لاتخاذ قرار التصميم:-

Decision Makin Determinants of Design

هنالك عدد من المحددات تعيق وتحدد حدود لتصميم اهمها:-

2.2.1محددات بناء التصميم :-

1 / بناء التصميم من ناحية الابعاد والشكل والمدي والخامة(معدن محدد) .

2/ بناء التصميم لعينة علي اقصى عزم التواء وانحناء لمعدن ذو اقصى معامل مرونة (التنجستين) . 393 MN/m^2

3/ بناء التصميم علي حسب الامكانات المتوفرة لعمليات التصنيع (من مكائن وموارد) والمتاحه والتكاليف المالية المتوفرة.

4/ بناء التصميم مع مراعاة تطوير الجهاز بالمستقبل بحيث يستخدم لعينات مختلفة من ناحية (الشكل) ولمدي بعدي محدد.

5/ بناء التصميم لعينات مختلفة من ناحية الشكل والحجم والخامة.

6/ بناء التصميم لتقليل تكلفة عمليات التصنيع والتكاليف المالية لأكثر جزء هندسي له قيمة ماليه كبيرة.

7/ بناء تصميم يحتوي علي امكانيات للاستفادة منه في اجراء تجارب اخرى ويكون سهل النقل والحركة.

8/ بناء التصميم مع مراعاة الارقنونميكية للنظام الهندسي في التشغيل ونوعية المجتمع المستخدم للجهاز وغيرها.

2.2.1..مقاييس عينة اختبار الانحناء بالمواصفات الامريكية (ASTM) لجهاز هيدروليكي :

سمك العينة	الابعاد المعيارية للعينة

(inch)	قطر (inch)	طول العينة (inch)	المسافة بين نقطي الارتكاز (inch)
0.5 – اقل	0.875	15	12
1.55 – 0.51	1.200	21	18
1.55 – فاكثر	2	27	24

2.2.2مقاييس عينة اختبار الانحناء بالمواصفات المصرية لجهاز هيدروليكي :

طول العينة(mm)	طول الكلي علي الاقل(mm)	القطر (mm)	سمك العينة(mm)
260	300	13	8 – 4
400	450	20	15 – 8
600	650	30	اكبر من 15- 30
900	950	45	اكبر من 30- 50

2.2.5 معطيات تصميم لعينة اختبار انحناء Design data for curvature test sample:

مبدئيه لطول العينة (500mm)(حيث يؤثر الطول علي قيمة مقدار الانحراف وقيمة الخضوع).

والمسافة بين المركزين (470mm) و سمك العينة (3mm).

حد الخضوع لحديد صلب (ASTMA 36).

*اجهاد خضوع (250 MPa).

$\delta/\gamma = M_b$ /I =E/R

$\delta/\gamma = M_b$ /I

$$I = \frac{b * d^3}{12} = \frac{0.03 *.003^3}{12} = 6.75x10^6 m^4$$

$$\frac{250x10^6}{0.015} = \frac{M}{6.75x10^6}$$

$$M_b = 1.125\ N.m^2$$

$$M_b = Mga$$

$$m = 1.125 * 9.81 * 0.1 = 147\ Kg = 1147g$$

- بوضع معامل سلامة:

⟶ Fs = 1.5 (765 g)

⟶ Fs = 2 (573 g)

اقصي انحراف لعارضة بدون تحديد نوعيه النقاط

$$\frac{\delta}{y} = \frac{E}{R}$$

$$\frac{\delta}{y} = \frac{E}{R} = \frac{250x10^6}{0.015} = \frac{206x10^6}{R}$$

R = 0.0128 m = 12.8mm

وبوضع عامل سلامة: 1.5 R = 8.27 mm

وبمعامل سلامة: 2 R = 6.4mm

2.2.2.2حسابات لاختبار عزم الالتواء (الاعمدة) Test calculation torsion of columns:

$$\frac{\sigma}{r} = \frac{Mt}{J} = \frac{G\theta}{L}$$

يتراوح حد القطع في الصلب بين المراجع والشركات بين (350 MPa - 400) لعينة لقطر (6 mm) وبطول الكلي والبعدين (500mm).

$$J = \frac{bd^4}{32}$$

$$\frac{350 * 10^6}{0.003} = \frac{M * 32}{\pi * 0.006^4}$$

$$M = 0.928N.m^2$$

$$M = mgR = m * 9.8 * 0.093 = 0.928N.m^2$$

$$M = 1.0172kg = 1.17g$$

- بوضع:
-

⟶ fs1.5 = (678 g)

⟶ fs2 = (509 g)

بمعلومية طول العينة (0.5 m = 50 cm) ومعامل جساءه(G) للحديد $85MN/m^2$

حيث تؤثر طول العينة علي قيمة زاوية الانحراف وعزم الالتواء لعينة:

$$\theta max = \frac{ML}{JG}$$

$$\theta max = \frac{0.928 * 0.5}{1.27 * 10^{-10} * 85 * 10^{6}} = \quad 42.98\, rad$$

- وبمعامل سلامة

fs2=21.49 rad fs1.5 =28.66 rad

2.2.2.3 خلاصة اقصى عزم التواء واقصى اجهاد انحناء: بقيم Fs = 2 and Fs =1.5

المعلومات	عزم الاقصى N/m^2	كتلة القصوي g	اقصي زاوية انحناء rad
عزم الالتواء	0.928	1017	42.98
F.s =1.5	0.619	678	28.66
F.s = 2	0.464	509	21.49
العينه الانحناء	اجهاد اقصى N/M	كتلة قصوى g	الانحراف mm
اجهاد الانحناء	1.125	1147	12.4 mm
F.s = 1.5	0.75	765	8.27
F.s = 2	0.5625	573	6.2

2.3 الارقنوميك Ergonomics:

يمكن تعريف العمل بصفته نشاط انساني من خلاله يتم التداخل بين العمالة (الانسان) والالة ولهذا النشاط اهداف الانتاج والخدمات المطلوبة والقابلة للتسويق، والتي في العادة تمول بواسطة المجتمع ويتعامل العلم وفق منظومة مع الناحية الفنية التطبيقية والظروف الاجتماعية للعمل والوصول الي وضع انساني مثالي لعمليات الانتاج قام ورهموت بتقسيم العمل الي خمس مجموعات ذهنية وبدنية وحسب الطاقة والعمل المتاح والمعلومات فهلل يحتاج لطاقة اكبر والاخر يحتاج لطاقة اقل ومعلومات اكبر وهي:

1/ العمل الميكانيكي مثل : (حمل الاشياء – تحريك الاشياء).

2/ العمل الحركي مثل : (خط التجميع).

3/ العمل الانفعالي مثل : (قيادة السيارة – اجراء التجارب).

4/ العمل المتداخل مثل : (التصميم).

5/ العمل الابداعي مثل : (الاختراع)

2.3.1 مقياس جسم الانسان Human body seal:

يتعامل هذا العلم مع اختلاف حجم ووزن الجسم والعوامل الفيزيائية (مركز الثقل) والحركة ومجال الحركة الافقية والراسية (الوقوف والجلوس).

2.3.2تنقسم الارقنوميكية الي علمين Ergonomic is divided into two sciences:

2.3.4-ذو طابع عملي:

1/ جسم الانسان ومقاساته.

2/ العمليات الفيزيائية والكيميائية للعمل.

2.3.5-ذو طابع اجتماعي يحدث عن:

1/ دراسة جسم الانسان وحركته ومقاساتها. 2/ أجهزة الايضاح والعدادات.

3/ الالوان واستعمالها والاضاءة المتمثلة. في الرسومات البيانية والبرمجيات والمعلومات.

2.3.6العوامل المؤثرة علي التصميم Factors affecting the design:

1/ الجنس(ذكر / انثي). 2/ الطول. 3/ الملابس. 4/ العمر.

5/ البيئة والوضع الاجتماعي.

6/ مستوي الاجهاد في العمل.

7/ الوصول بالعمل الفيزيائي والتجربة لمكان والراحة ذو كفاءة عالية.

2.4 ادارة المشروع Project management:

الفترة الزمنية لتصميم وتصنيع جهاز الالتواء والانحناء

1/ الفترة الزمنية للمشروع (مدة المشروع 30 اسبوع).

2/ فترة التصنيع (عمليات التصنيع والتركيب والتشطيب والطلاء والتجميع).

3/ فترة اجراء التجارب (فترة اجراء التعديلات).

4/ فترة كتابة البحث وطباعته ومناقشته.

2.5 تصنيف جهاز الالتواء و الانحناء(من ناحية عمليات التصنيع والتجميع) :

Classification of torsion and bending device in terms of manufacturing and assembly processes

1/ يستخدم لقياس الالتواء وانحناء محصن.

2/ جهاز ميكانيكي.

3/ مشترك لإجراء تجربتين في زمن منفصل.

4/ نوعية الاختبارات (اختبارات الثبات).

5/ يصنف تصنيع الجهاز ضمن التصنيع العام (مجتمعي) لفئة قليلة الخبرة(بغرض التدريب).

6/ وضع مساحات لإجراءات تطوير في الجهاز مستقبليا من ناحية العينات او استخدام حساسات او أي تطوير.

7/ خفة الوزن وسهولة النقل والتركيب والصيانة.

8/ استخدامه لأغراض اخرى (حافظ لمعدات واستخدام رفوفه).

9/ استخدام اقل قدر من معدات العمل والنقل والتركيب والصيانة.

10/ تقليل التكاليف المباشرة والغير مباشرة باستخدام عمليات تصنيع يمكن استخدامها لاي عامل صيانة (في دورة حياة الجهاز) في جميع مراحله.

ملحـــوظة4:-1Noticeable

يمكن تصنيع الجهاز بوسائل حديثة أتوماتيكية (مكائن CNC) او وسائل متوسطة شبه الية (فرايز – مكاشط – مخارط ذات صينية) او وسائل منخفضة يدوية (لحام – وسائل تجليخ – برادة).

2.3 التصميم (Design) :

تعريف التصميم: هو عبارة عن اتخاذ قرار يتم بموجبه وضع رسم هندسي وخطط لتحويل الإمكانيات المتاحة من المواد الخام وغيرها بطريقة مثلى، ولا يتم اخذا القرار بصورة نهائية الا بعد اتباع مراحل بصورة مكررة حتي يتم الحصول علي الحل الافضل.

2.3مراحل التصميم Design stages:

2.3.1الحوجة (تصنيع جهاز لقياس الالتواء والانحناء في المواد الهندسية).

2.3.2 تحديد المشكلة: الحوجة الماسة لتدريب طلاب الجامعة في التخصصات الهندسية علي اجراء هذه التجربة في معمل ميكانيكا المواد.

الجهاز اضافة حقيقية لقسم الهندسة الميكانيكية بجامعة الشيخ عبدالله البدري حيث يربط الجانب النظري بالجانب التطبيقي.

- قبل البدء في التصميم تم عمل دراسة بالاحتياجات والادوات والمعدات والخدمات المساعدة والطاقة اللازمة وكيفية ترتيب جداول الاعمال والاشراف علي العمل، وبداية العامة للمشروع وجدت مجموعة من المحددات (صعوبات في اتخاذ القرار والمواصفات القياسية لعينات وعلم الارقنونميك والزمن الموضوع لإدارة المشروع (30 اسبوع). تصنيف الجهاز من ناحية عمليات التصنيع، وقلة الموارد او شبه انعدامها، وتحديد كل هذه المحددات.

1-جانب التشغيل Operation side:

المواصفات التشغيلية للجهاز المطلوب أن يكون ذو دقة مناسبة وليست بدقة من الدرجة الاولي حيث تستخدم فقط في التدريب ولا تبني عليه معلومات اخري وان يؤدي وظيفه، ويبين ويطالب جميع المعلومات المطلوبة من التجربة وان يستهلك الجهاز اقل طاقة ممكنة.

2-جانب التصنيع Manufacturing side:

أن تكون ابعاده في حدود مدي (طولي 800mm ، وعرضي 450mm ، وارتفاع 400mm) وتكون عمليات التشغيل المستخدمة وعمليات التصنيع ويكون ذات مظهر متجانس وسهل النقل والترحيل ومقاوم الصدمات وباقل زمن وتكلفة ممكنة وباقل معدات حيث يمكن صيانته، باقل مهارة وخبرة وان تكون جميع الوحدات المصنعة متشابهة حيث يتم صيانتها باقل جهد.

2.3.3. وضع الخيارات والبدائل Options and alternative:

1/ الخيار الاول: جهاز التواء وانحناء (ميكانيكي).
2/ الخيار الثاني: جهاز التواء وانحناء (كهربائي).
3/ الخيار الثالث: جهاز التواء وانحناء (هيدروليكي).

2.3.3.1 الخيار الاول: جهاز التواء وانحناء (ميكانيكي)

The first choice: Mechanical torsion and bending device

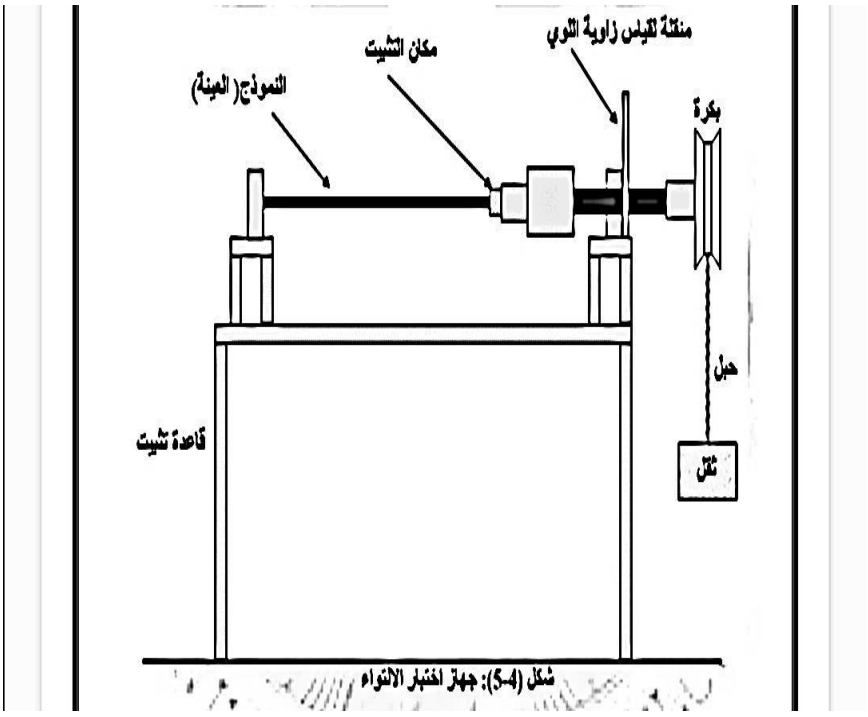
هو جهاز لأجزاء اختبار الالتواء يتم تعديله بإضافة اجزاء هندسية لإجراء اختبار الانحناء يتكون هذا الجهاز من فكين تربط عينة الاختبار بينهما يكون احدهما حر الحركة ويتم تحميل العينة منه باستخدام زراع مستند تحميل تعلق عليه خطاف توضع عليها الكتل ب Kg ، واما الطرف الاخر فيكون المسند جاسي يتم التحكم في طول العينة يدويا حيث يتم فك احدي حوامل المساند ونقلها الي المساحة المطلوبة ، يتم قياس (زاوية الانحراف θ) باستخدام مبين ذو القرص محمول علي حامل الساعة يتحرك الجهاز علي افقية الي الحصول علي المسافة المطلوبة وجميعها تحمل علي هيكل راسي.

*بإضافة بعض الوحدات (اجزاء هندسية) علي حوامل المساند تعمل علي اسناد عينة لاختبار الانحناء أما القوة اللازمة فتستخدم الخطافات المستخدمة في اختبار الالتواء الي أن الاضافات قليلة وواما باستخدام بطريقه النقاط الثلاثي بعزم انحناء الاعظمM= PL/4 او.بطريقه النقاط الرباعي بعزم الانحناء الاعظم M=PL/3لإجراء لاختيار الانحناء.

*يمتاز هذا الجهاز بانه يعطي الطالب مهارات في العمل من حيث التعامل مع القراءات واستخدام الاجزاء الهندسية والعمل عليها.

*من عيوبه أن الدقة غير عالية .

*كما يوجد جهاز شبيه له بجامعة وادي النيل كلية الهندسة عطبرة يعمل بنفس مبدا عمل الجهاز مما يتيح تبادل المعلومات ومعايرة الجهاز ومقارنة النتائج.



شكل (4-5): جهاز اختبار الالتواء

2.3.3.2الخيار الثاني: جهاز التواء وانحناء (كهربائي)

The second choice: Electric torsion and bending device

هو جهاز لأجزاء اختبارات الالتواء سيتم اضافة بعض الاجزاء الهندسية لإجراء اختبار الانحناء عليه ويتكون هذا الجهاز من فكين تربط عينة الاختبار بينهما ويكون احد الفكين حر الحركة موصل مع وحدة القدرة لإحداث عزم الالتواء ويربط العينة بالطرف المتصل بثقل بندولي يعمل علي موازنة عزم الالتواء او يستخدم فك اخر لموازنة. بالجهاز وحدة للتحكم في طول العينة تتحرك علي سكه حديدية وبهذه الوحدة أجهزة للتحكم في السرعة وتوجد وحدات تسجل القراءة أما باستخدام (مؤشرات ميكانيكية او مبين ذو القرص) او تعمل (مجموعة روافع). بالجهاز وحدة لتسجيل عزم الالتواء بإضافة بعض الوحدات (اجزاء هندسية) في الفكوك تعمل علي اسناد عينة اختبار الانحناء ، أما القوة اللازمة وتستمد من وحدة الطاقة باستخدام ترس وحديدة مسنة او مجموعة من الكامات. يمتاز هذا الجهاز بانه جهاز فحصي يستخدم في المصانع والشركات الانتاجية وذو دقة عالية ، ويعطي الطالب مهارات عالية. عيبه الاساسي التكلفة العالية وطول زمن عمليات التصنيع.

2.3.3.3 الخيار الثالث: جهاز التواء وانحناء (هيدروليكي)

The third choice: Hydraulic torsion and bending device

*هو جهاز لأجزاء التجارب لاختبار عزم الانحناء ويتم تعديله بإضافة بعض الاجزاء الهندسية لإجراء اختبار عزم الالتواء عليه.

*يتكون الجهاز من منظومة هيدروليكية تتكون من عفريتة يدوية بعزم محدد تركب علي هيكل راسي من دعامتين، عند عمل العفريتة يتحرك الجزء السفلي الي الاسفل وهي مثبتة عليه في منتصفه بروز حاد.

*توضع عينة اختبار الانحناء في البروزين في الجزء الثابت بواسطة ساعة ضغط مبين الضغط بفاس (فلين ضغط) المستخدمة بواسطة العفريتة ويقاس مدي الانحراف بواسطة مبين ذو القرص.

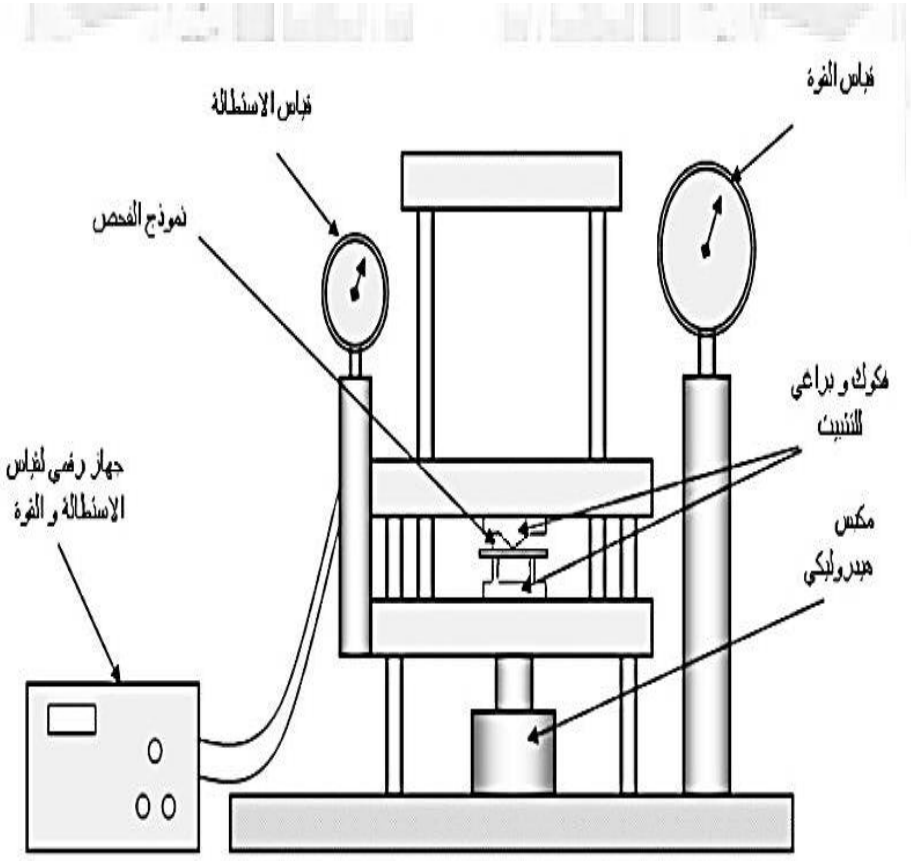
*تم اضافة وحدات (اجزاء هندسية) الي المنظومة حيث يركب في احد جانبي هيكل وحدتين مزلقتين وحدة تتحرك حركة موازية لهيكل الجهاز السفلي والاخرى بحركة متعامدة، الجزء الاول حيث أن الجزء الاول به مجري يسمح بتحديد طول العينة في نهاية الجزئيين تركب قريبة من المكبس (بلي ومسند يركب عليه ويربط به زراع التحميل) أما الطرف الثاني فيتم تثبيت العينة مباشرة عليه.

*تصميم هذا الجهاز بسيط حيث تضاف وحدتين متزلقتين وبلي ومسند عليه زراع التحميل، أجزاءه بسيطة وسهل التصنيع ويمكن الاستفادة من الجهاز في(مكبس).

*عيوبه Disadvantage:

- التكلفة العالية للمواد والمعدات.
- ثقيل الوزن.
- درجة السلامة قليلة بوجود أي خطأ في اجزاء التجربة.

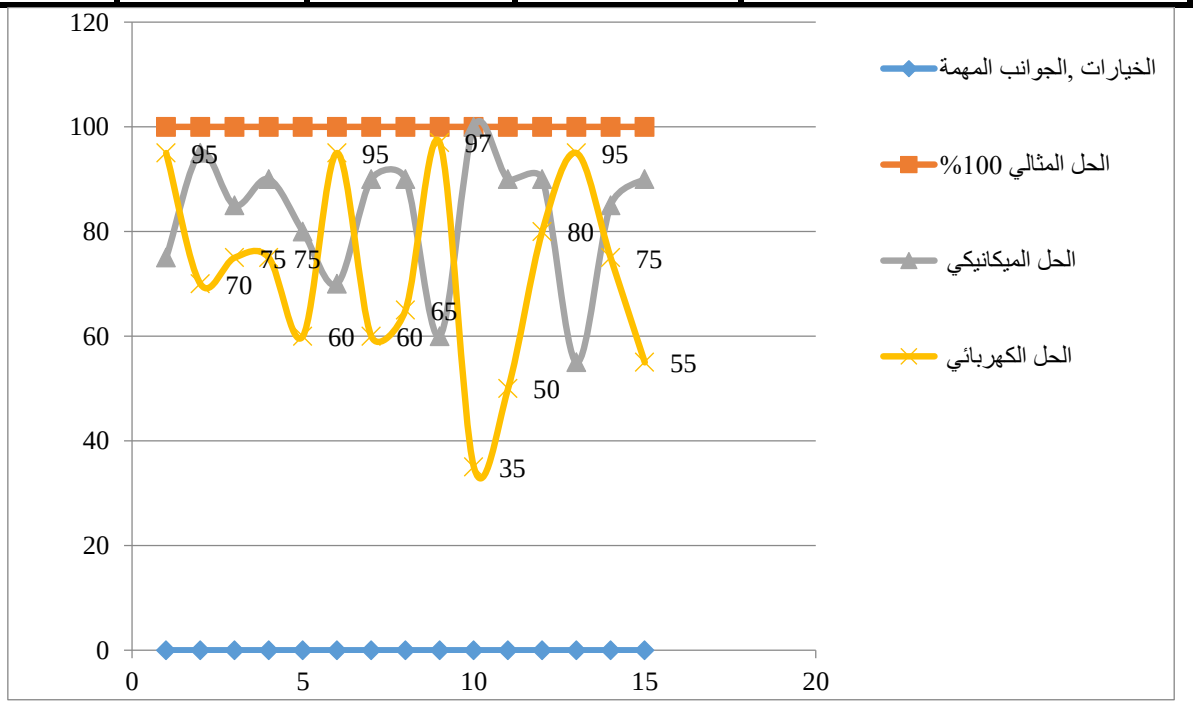
يمكن استخدام منظومة هيدروليك جاهزة (مكبس) واضافة وحده هندسية (5 وحدات) وتجمع بواسطة المسامير وحيث يتم استغلالها او استخدامها في جميع تطبيقات وهي سهلة النقل والحركة.



2.3.4 المقارنة بين الخيارات Compare the solutions:

الرقم	الخيـــــارات / الجوانب المهمة	الخيار المثالي 100%	الخيار (1) الميكانيكي	(2) الكهربائي	الخيار (3) الهيدروليكي
1	تأدية المهام	100	75	95	90
2	سهولـــة التصنيع	100	95	70	80
3	سهولـــة التشغيل	100	85	75	80
4	سهولـــة الصيانة	100	90	75	80
5	العمر الافتراضي	100	80	60	75
6	الحساسية ودقة النتائج	100	70	95	85
7	قلة التكاليف	100	90	60	70
8	سهولة التركيب	100	90	65	80
9	كفاءة المنظومة النظرية	100	60	97	95
10	قلة استهلاك الطاقة	100	100	35	95

11	المواد الاضافية للتشغيل	100	90	50	65
12	الملائمة لتدريب الطلاب	100	90	80	85
13	المظهـــــــر	100	55	95	80
14	السلامـــــــة	100	85	75	80
15	سهولة النقل والترحيل	100	90	55	75
	المجمـــــــــــــوع	1500	1255	1082	1215



2.3.5 اختيار الحل الافضل:-

اختيار الحل الافضل هو الخيار الاول الميكانيكي حيث تتوفر فيه متطلبات التصميم من قلة التكاليف وعمليات التصنيع وسهولة التشغيل والصيانة وملائمته لتدريب الطلاب والسلامة فيه وسهولة نقله وترحيله.وغيرها.

2.3.5.1 مفاضلة لنوعيات مختلفة للجهاز:

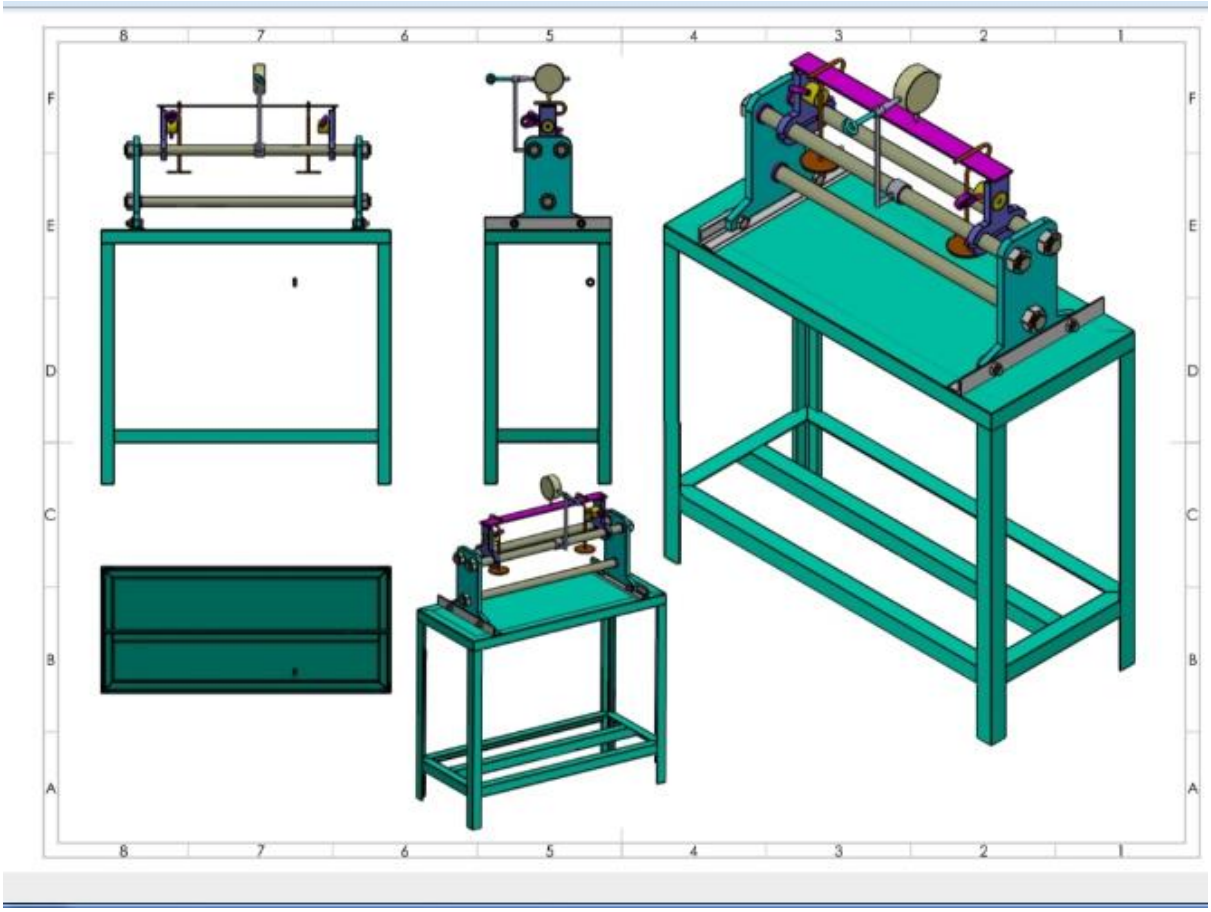
After selecting it. A comparison can also be made for different qualities in Terms of

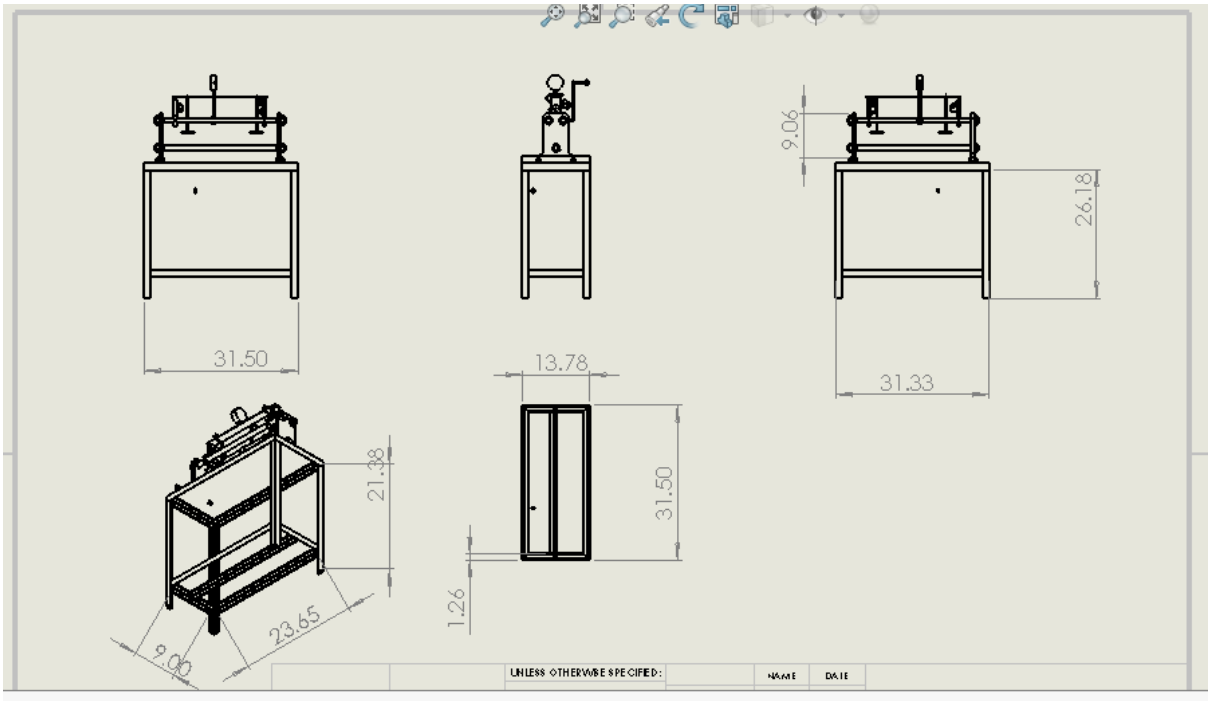
من حيث

*وضعية الجهاز (راسي وافقي) والمواد الهندسية المستخدمة في تصنيع الجهاز ومنها أن الجهاز به دعائم افقية يمكن أن تصمم من العديد من الاشكال مثل: (الاعمدة والمواسير والقضبان).

*انواع متعددة من المواد(الفولاذ – الزهر – الالمونيوم وغيرها)

- .* استخدامه برنامج السولدو وركس في تصميم الجهاز وأجري عليه بعض التجارب لجهاز موضحه الحمولات لعينه ولجهاز وتم به رسم الرسومات الخاصة بجهاز مصحوبا بعروض التوضيحية .





2.4 برنامج السولدووركس Solid works : -

هو عبارة عن برنامج (تطبيق) تصميم ميكانيكي ثلاثي الابعاد (التصميم بمساعدة الكمبيوتر) يعمل هذا البرنامج تحت بيئة مايكروسوفت ويندوز , ويمتاز السوليدووركس بسهولة المنمذجه وتحريك النموذج

واختباره. هذا البرنامج الاول في مجاله وللذي يختص بتصميم المجسمات الهندسية ثلاثية الابعاد. يقدم حلا متكاملا. استخدامه برنامج السولدو وركس في تصميم الجهاز وأجري عليه بعض التجارب لجهاز . موضحه الحمولات لعينه ولجهاز وتم به رسم الرسومات الخاصة بجهاز مصحوبا بعروض التوضيحية

لمشاهدة التصميمات الهندسية بشكل ثلاثي الابعاد وواقعي إلى اقصى حد. فهو يعتبر المحاكي الأمثل والذي سيساعد في خلق رؤية واضحة للتصاميم والاختراعات الهندسية

2.4.1 جدول يبين تصميم لا جزاء الجهاز

الجزء	القوةKN	الحمولةkg
مسند الاجهاد	F max = 50KN	25.48tan
مسند عزم الالتواء	Mt=1381.54110$^{6}N.m$	F=1514.3 Kg
منطقه الكبس لمسند الثابت	265N.m	F max=290.5Kg
ماسورتي الفرشة	F max=50KN Mb=14.09*10$^{6}N.m$ يعني5.1Kg	Mt=9.1610$^{6}Nm.$ تتحمل لوحده4.58*10$^{6}N.m$
حامل المسند	F max=50KN =0.03*4* 10^{-3}	F=1.02Kg

	=1KN for سماكه80mm	
زراع العزم	Mt max=58.9$N.m$	M g=46.2Kg
مسامير ربط العينة وايضا مسامير الحامل	Mt1=3.14Nm.	Mt2=1.57$N.m$
للعينه	Mt=16.93$N.m$	$\theta max = 11rad$
$\theta max\ t = 1784.16rad$		

ما ان اضعف جزء F max=290.5Kg وايضا حامل الاسناد ب1KN, الحمولة القصوى للجهاز اقل من 0.1tan اكثر ومن لفتين تصميم الالتواء في ربع لفه العينة أي 55ضعف بالجهاز يتحمل

القوي التشغيلية يجب لا تتعدي 5كجم وذلك بوضع عامل امان مناسب في التجارب المعملية (عامل الامان للحديد 5)ويعني بقوه واحد كجم وبما الحمولة القصوى للجهاز102كجم (وبعامل امان وبعد التعديلات مناطق الضعف تكون20كجم.

الفصل الثالث

عمليات التصنيع والتجميع والتكاليف المالية

3.عمليات التصنيع والتجميع والتكاليف المالية

3.1مراحل التصنيع Manufacturing stages:

1/ بعد اخذ المقاسات من التصميم تم عمل فورمات (نماذج) للشكل المطلوب (باستخدام الورق المقوى والاشعة والصاج).

2/ تحديد نوعية المواد الخام والمعدات المستخدمة والاليات والمكائن.

3/ تحديد عمليات التصنيع المتاحة.

4/ استخدام وسائل التجميع الاولي والنهائي.

5/ استخدام وسائل التشطيب والطلاء المتاحة.

6/ التركيب النهائي مع التعديل.

7/ عمل شبكة عمل لإدارة المشروع.

3.1.1مراحل تصنيع الجزء الهندسي للجهاز:-

3.1.1.1 الهيكل الرئيسي Main structure:

1/ المادة: حديد صلب (ASTMA 36 steel).

2/ عدد الوحدات: (2)

3/ الابعاد: (الأعلى: 140mm القاعدة: 230mm الارتفاع: 250mm السماكة: 8mm).

4/ الوظيفة: حمل جميع الاجزاء الهندسية بمنظومة الجهاز.

5/عمليات التصنيع Manufacturing Processes:

قطع بواسطة الدسك وحجر النار اليدوي وبمساعدة لحام (القوس الكهربي) في بعض المناطق، ثقب ثلاثة ثقوب بواسطة مثقاب مقاس 35mm (مثقاب دف)، وايضا ثقبين مقاس 8mm لتثبيته علي حامل الجهاز (البنك)، واجريت عليه عمليات (تشطيب وصنفرة وطلاء).

3.1.1.2 المواسير الافقية (الفرشة) Horizontal pipes:

1/ المادة: مواسير (جلفانيز). 1بوصه

2/ عدد الوحدات: (3).

3/ / الابعاد مقاسات بطول لكل وحدة 680mm . وقطر 1بوصه داخليا_ السماكة: .4mm

4/ الوظيفة: حمل وحدتي حامل الاسناد في التجربتين وتحديد طول عينة الاختبار حيث تزلق عليه وحدتي حامل الاسناد.

5/عمليات التصنيع Manufacturing Processes

قطع بواسطة الدسك بطول كليmm 680 كل ماسورة قلووظ باستخدام لمساحة 40mm من جانبي كل ماسورة لتصبح المسافة داخل الجهاز 650mm، وربط بالهيكل الراسي بواسطة جلب ماسورة 1بوصة والتي قطعت كل جلبة لجزئيين بطول 12mm بالمخرطة وعددهم (6 جلب) حيث يكون الهيكل بين الجلبتين من الجانبين.

3.1.1.3حامل الاسناد Attribution holder:

1/ المادة : حديد صلب (ASTMA 36 steel).

2/ عدد الوحدات : (2) .

3/ الابعاد مقاسات :الجزء الاسفل: بارتفاع 100mm من مركز الماسورة – عرض 140mm

الجزء العلوي: بارتفاع 80mm – عرض 50mm وبه جزئيين اعلي واسفل). .

4/ الوظيفة: يركب عليه وحدات اسناد العينات في تجربة انحناء العارضات ومسندين الثابت والمتحرك بتجربة عزم التواء الاعمدة.

5/عمليات التصنيع Manufacturing Processes:

قطع بواسطة الدسك وحجر نار يدوي (طاره قطعية) بمساعدة لحام قوس كهربي في بعض الاماكن، ثقب بواسطة مثقاب(دف) ، ثقبين بمقاس مثقاب 35mm (ثقب تدريجيا بأقطار مثاقيب اصغر) لكل ثقب ، واخر كبس البلي عليه باستخدام جداول كبس الازدواج بنظام (ISO) علي اساس العمود او الثقب ، وكبس ايضا المسند الثابت علي الجزء الثاني باستخدام نفس الجداول ولزيادة مساحة التحميل والربط وموازنة الجزئيين لحمت عليه وحدات نصف دائرية بكل جزء فوق وتحت وعددها (8) شكل وحدة ربط الجزئيين بواسطة مسمارين 4mm وبمقاس بلي حسب مواصفات (6020).بقطر خارجي35mm وداخلى15mm وعرض 8mm.

3.1.1.4 وحدات الاسناد لتجربة انحناء العارضات :

1/ المادة : قطعة فولاذ سبائكي (APIA 514 steel).

2/ عدد الوحدات : (2) .

3/ الابعاد : (الطول: 50mm – ارتفاع: 20mm– سماكة: 4mm).

4/ الوظيفة: اسناد عينة الاختبار عليه.

5/عمليات التصنيع Manufacturing Processes:

خضع الي عمليات قطع بواسطة الدسك وعمليات تسوية وتشطيب وسن لطرفه العلوي بزاوية حادة 16 لتوضع عليها العينة لتحديد نقطة الاسناد. بعرض العينة ثم ثقب ثقبين وقلوظ لتربط علي وحدة الاسناد بالجزئيين.

3.1.1.5وحدات الاسناد لتجربة عزم التواء الاعمدة

Reference units to test the torsion torque of the columns

1/ المادة: حديد صلب (ASTMA 36 steel).

2/ عدد الوحدات : (2) .

3/ الابعاد المقاسات : مسند حر الحركة(بقطر: 26mm – طول: 25 mm –11x15) / مسند ثابت (جانبي): (26x25 – 8x18)mm .

4/ الوظيفة: تثبيت عينة الاختبار عليه.

5/عمليات التصنيع Manufacturing Processes:

خضع لعمليات خراطة (بمخرطة افقية) ثم خرط جزئيين وتثقيب ثقبين بثقب 6ملم لعينة ، وثقبين بمثقاب 7ملم ولقلوظه ليربط عليه زراع تحميل العينة، أما الجزء الاخر خرط وثقب وقلووظ لربط العينة عليه وكبس علي حاملي الاسناد.

3.1.1.6 زراع عزم الالتواء Torsion cultivator:

1/ المادة: حديد صلب (ASTMA 36 steel).

2/ عدد الوحدات : (1) .

3/ الابعاد : (8 x 100)mm .

4/ الوظيفة: تحميل عينة الاختبار عليه (زراع عزم) حيث توضع علامة تحدد مسافة تعلق عليها خطافة يتم ربطة علي المسند حر الحركة وتحمل عليه اوزان متدرجة وتقرأ مدي زاوية الانحراف من وضعه الاصلي.

5/عمليات التصنيع Manufacturing Processes:

قطع بواسطة المنشار وقلوط وحملت عليه صامولة من طرفه الاخر لتسهيل عملية الربط والحل.

3.1.1.7 حامل مبين ذو القرص Disc indicator holder:

1/ المادة: حديد صلب (ASTMA 36 steel).

2/ عدد الوحدات : 5 وحدات .

3/ الابعاد : مختلفة جلبة بطول 5mm بقطر35mm / سيخه (بطول180mm– بقطر10 mm) وسيخه اخري (بطول 150mm – وقطر8 mm) /جلبتين بقطر: 25mm) حسب الشكل الموضح بالرسم

4/ الوظيفة: حمل وتحديد مسافة (مبين ذو القرص في وضعه الراسي والافقي من عينة الاختبار في الاختبارين).

5/عمليات التصنيع Manufacturing Processes:

خضع لعمليات خراطة وتثقيب وقلوطه ولحام وتشطيب وطلاء بعض الاجزاء .

- *طريقة عمله:

بحركة الجلبة علي (الفرشة) ماسورة (جلفانيز) حركة افقية يتم تثبيتها علي المنطقة المراد القياس فيها بواسطة استخدام مسمار تثبيت ويلحم عليها سيخه مقاس 10mmراسي وبطول 180mm وباستخدام جلبة (من عمود) تعمل كمحدد حركة لقياس الراسي وايضا الافقي (مبين ذو القرص) وتربط ايضا بمسمارين لتحديد البعد المناسب ، ويوجد عمود بقطر 8mm وطول 150mm وهو الذي يحدد المسافة الافقية لمقياس حيث يتحرك حركة افقية داخل الجلبة وفي طرفه الاخر تثبت (مبين ذو القرص) وبزاوية ميلان مبين ذو القرص .

3.1.1.8 الخطافات Hooks:

1/ المادة: حديد صلب (ASTMA 36 steel).

2/ عدد الوحدات : (2) .

3/ الابعاد : بطول كلي 200mm (سيخه + وردة) .وحسب المقاسات بالشكل .

4/ الوظيفة: حمل الاوزان (كتل) وتحميلها علي العينات (مباشرة) ثم تجربة انحناء العارضات وعلي زراع التحميل في تجربة التواء الاعمدة.

5/عمليات التصنيع Manufacturing Processes:

قطع بالمنشار واجريت عليه عمليات حداديه ولحمت عليه وردتين لوضع الكتل وشطب وقيس وزنه ب (130g) لكل خطافة .

3.1.1.9 الاوزان (الكتل) Weights and masses:

1/ المادة : رصاص .

2/ عدد الوحدات : (6) .

3/ الابعاد : حسب العينات .

4/ الوظيفة: اوزان لتحمل عينات الاختباريه في الاختبارين .

5/عمليات التصنيع Manufacturing Processes:

صنع من بطارية خردة عن طريق اخراج الرصاص وتنظيفه وصهره وصبه في قوالب وتثقيبه وتشطيبه وقيست اوزانه علي: (2 x 130g/ 2 x 140g / 2x200g) .

3.1.2 مبين ذو القرص Show disk:

جهاز يعمل بمبدأ تكبير ميكانيكي لتكبير مقدار الازاحة (الانحراف).ويعتمد علي دقته ومدى (دقه-0.001mm ومدي1mm)

3.1.2.1 مسامير الربط Connection space: +والمعدات المساعده

*مايكرو ميز دقة (0.02mm) – *مسطرة مقاس (500 mm) –* ميزان ماء

31.2.2 البنك The bank :

1/ المادة: عدة اشكال من حديد صلب (ASTMA 36 steel).والاخشاب.

2/. عدد الوحدات : (2) .

3/ الابعاد : حسب الرسم المرفق .

4/ الوظيفة: ربط وتحميل الجهاز عليه وحفظ الأدوات والمعدات واجهزة القياس والوحدات المساعدة في التجربتين .

5/عمليات التصنيع Manufacturing Processes:

قطع باستخدام الدسك وحجر نار يدوي واجنة وشاكوش وخضع لعدة عمليات شنكره من قطع وتسوية ولحام وتشطيب وطلاء

3.2.1 عمليات التصنيع والتجميع المتاحة وهي وسائل تقليديه

عمليات التصنيع بالورش الوسائل	الأدوات / المعدات	المكائن / الاليات	معدات السلامة	معدات قياس	معدات تثبيت	معدات مساعدة	من الورش الأخرى	الملحوظـــات
البردة	مبرد مسطح دائرة	مخرطة ذنبة افقية طول 1 متر	كمامة	ميكروميتر 0.01mm	سندان	مفتاح انجليزي	وصله كهرباء	عمليات التصنيع عمليات التشعيل والتشكيل
المخار ط	منشار حديدي	كور حدادي	نظارة لحام	فدنية 0.02mm	منجلة مواسير	مفكات	هوفر	
النجارة	اجنة ومقص صاج	مثقاب يدوي	مريلة جلدية	براجل داخلي وخارجي	منجلة حديد	مياه	زرديه	
الحدادة	صنفرة ورقية	مثقاب تزجه ودف	جونتي	زاوية قائمة	ملقط	جاز		
الحام	ذكر قلووظ 8سم	دسك 16بوصة	حذاء واقي	متر شريط5m	زرقينة	بنزين		
طلاء	مدريتيه 8-10ملم	حجر نار يدوي كمبرسون هواء	ابرول	ميكروميتر دقة.02mm ;0	سندان	صابون		

3.2 التكاليف المالية للمشروع Project financial cost :

3.2.1 جدول يوضح الاسعار بسعر يوم 2021/11/21 بالجنيه السوداني

الرقم	الصنف	الابعاد الكلية طول *عرض*ارتفاع	سعر الوحدة	السعر الكلي	ملحوظات
1	مواسير 1x1	0.2x1.2x1	100	100	ماسورة 6 متر
2	صاج 8 ملم	0.8x80x50	10000	10,000	لوح 200x100سم
3	مواسير جلفا نير 1 بوصة	0.4 x215x1	2700x $\frac{3}{2}$	2700	2.15سم من الالواح
4	سيخ + مواسير 2 بوصة	اعمدة اجزاء 3 ملم	50	50	قيمة الشراء 450 جنية
5	مواسير 6x3	اعمدة اجزاء	4000	4000	6x6x3 بسعر 6000ج
6	مواسير 2x1	مجموعة عدد اجزاء	200	200	$\frac{1}{2}$ ماسورة 4.000ج
7	عمود		100	100	وزن
8	عمود زاوية 2x2	مجموعة اجزاء	6000	6000	سعر جلفا نير 3.500ج
9	صاج 3 ملم	0.3x100x25	1850	1850	لوح 240x120 سعر5.500ج
10	صاج 1 ملم	0.1x80x25	4800	4800	لوح 240x120 x3ملم بسعر 7.500
11	جلب مواسير 1 بوصة	26.7x33.5x12	300	1800	قسم الجلب الي نصفين بمقاس 12ملم
12	اوزان	تصنع من الرصاص	250	1600	من خردة
13	مبين ذو القرص	دقة 0.001mm ميكانيكي	35000	35000	استخدم في التجارب ميبنن زو القرص 2من الف
14	مسامير + ورد	8ملم x 60سم	100 -70	2500	
15	عجلات $2\frac{1}{2}$	قطر $2\frac{1}{4}$ بوصة	700	2800	
16	بلي		2000	2000	6020
17	بهية	علبة	350	700	
18	فرشة بهية		250	500	
19	خشب + عمود 1 بوصة	2x30x90سم	6000	12000	من خردة بلاسيد
20	لحام	نمرة 12	2000	2000	باكو
21	طاره قطع 14 بوصة	14بوصة x 6ملم	750	1500	طارة الاصلية
22	طاره نظافة 14 بوصة	14بوصة x 6ملم	750	750	طارة اصلية
23	طاره دسك 16 بوصة		1500	3000	
24	صنفرة ورقية		150	150	
25	صفائح منشار		200	1600	
26	كعبات مواسير 4 بوصة		50	300	عمود 1 بوصة 18.000ج

27	خوصة 5x0.7x3		0.7x12x3	25	100	
الجمله					89.000	

3.2.2 التكاليف الكلية لمشروع لعمليات التصنيع والتجميع:

التكاليف المباشرة + المواد المساعدة + استهلاك الطاقة + الترحيل والنقل + اجور العمال + الربحية

التكلفة الأعلى في الجهاز : الاوزان ومبين ذو القرص.

بالاتصال بهيئة المواصفات والمقاييس بعطبرة

*التكلفة الاصلية: الاوزان درجة اولي (class one) A مليون جنية

الاوزان مصنعة تجارية (class two) B (300-250) الف جنية

*تكلفة مبين ذو القرص من الخرطوم 35.000 جنية

*نسبة التكلفة الحقيقية لمبين ذو القرص في التكلفة الكلية 44.4%

*التكلفة الحقيقية باستخدام الاوزان الأصلية 1.089.000 بنسبة 99 %

*التكلفة الحقيقية بأوزان تجارية 398.000 بنسبة 75.4% من تكلفة المواد والمواد المساعدة.

*التكلفة الاعلي بالمشروع (الاوزان + مبين ذو القرص)

*تكلفة المشروع: (اكبر 98.000 الي اكبر من 1.098.000)

بدون استخدام وسائل تصنيع ذات دقة عالية واستهلاك الطاقة واستهلاك المواد واجور العمالة والنقل والترحيل وغيره من التكاليف غير المباشرة والربحية.

الفصل الرابع

اجراء التجــارب

Experiments Conduct

4.اجراء التجــارب

Experiments Conduct

4.1 شرح تجربة التواء الاعمدة Explanation of the torsion column experiment:

4.1.2 اسم التجربة : التواء الاعمدة.

4.1.3 الغرض: ايجاد معايير الجساءة (G) للمادة المصنوع منها عمود الدائري الخاضع عزم التواء .

4.1.4 الجهاز الالتواء: يتم تثبيت العمود الدائري علي احد اطرافه علي المسند الجاسئ بإحكام ويثبت طرفه الاخر علي مسند يمكنه الدوران بحرية ، يثبت زراع التحميل بإحكام ويتم تعريض العمود الي عزم التواء باستخدام المعالق والوزن لعزم وقياس مدي انحراف زراع التحميل (خطاف) باستخدام (مبين ذو القرص) وبالتالي زاوية التواء العمود.

4.1.5 طريقة العمل The method of work

1- ضبط موضع المساند لمسافة مناسبة.
2- وضع عمود بقياس معلوم (d) قبل الحد ثم ثبت بإحكام الطرف الاخر.
3- قياس المسافة بين المسند المثبت وزراع التحميل.
4- وضع خطاف في نهاية زراع التحميل بالمسافة الموضحة.
5- قياس المسافة بين الخطاف ومركز العمود.
6- تثبيت محدد القياس علي الخطاف وضبطه علي الصفر.
7- تسليط الحمل بالتدريج وملاحظة مدي الانحراف.
8- تسجيل الحمل والانحراف المقابل.
9- التأكد من عدم انزلاق زراع التحميل وطرف العمود المثبت خلال التجربة.

4.1.6 المعدات الملحقة Accessory equipment:

1-مسطرة قياس (500mm).
2-قدمه ذو ورانيه(Universal venire 0.02mm).
3-مبين ذو القرص دقة(0.01mm).
4- ميزان ماء

4.1.7 المرفقات:

1- خطوات اجراء لتجربة التواء الاعمدة.

2- جدول المشاهدة.

اجراء الحسابات النتائج واجراء المقارنة والتعليق علي التجربة

Calculation results comparison comments on the experience.

4.2 شرح تجربة انحناء العارضات

Explanation of the mannequin bending experiment

4.2.1 اسم التجربة : انحناء العارضات.

4.2.2 الغرض من التجربة: ايجاد معايير المرونة (E) لمادة العارضة الخاضعة لإجهاد انحناء محض

4.2.3 طريقة العمل The method of work :

1- ضبط المسندين علي المسافة المناسبة.
2- قياس عرض مقطع العارضة وعمقها علي التوالي .
3- تركيب العارضة علي المسندين ووضع الخطافين بحيث تكون المسافة بين الخطاف والمسند القريب منه متساوية.
4- تثبيت محدد القياس عند منتصف العارضة وضبطه علي الصفر.
5- اضافة احمال علي الخطافين بالتزامن وبمقادير متساوية.
6- تكرار ذلك عدة مرات وتسجيل الحمل والانحراف في كل مرة.

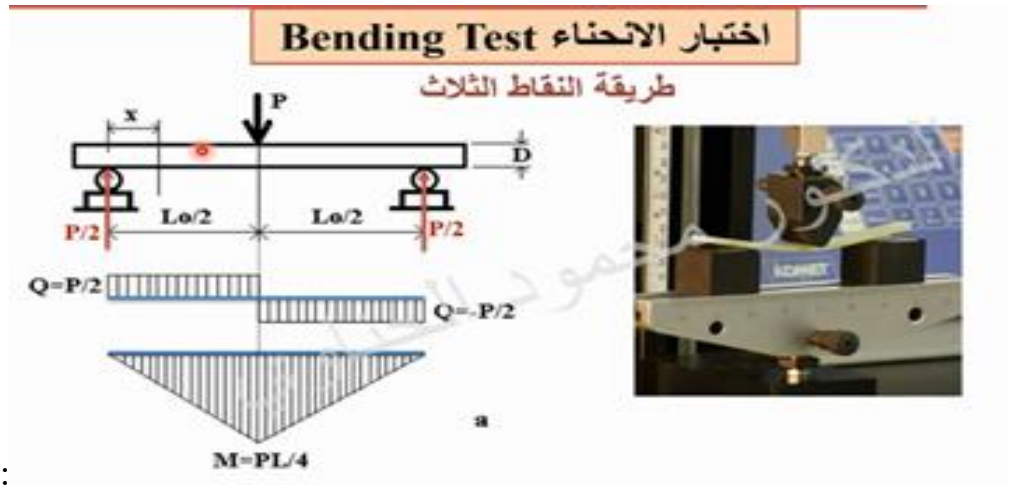
4.2.4 المعدات الملحقة Accessory equipment:

1-مسطرة قياس. (500mm)
2- قدمه دقه(0.02mm).
3- مبين ذو القرص (0.01mm)
4-ميزان ماء

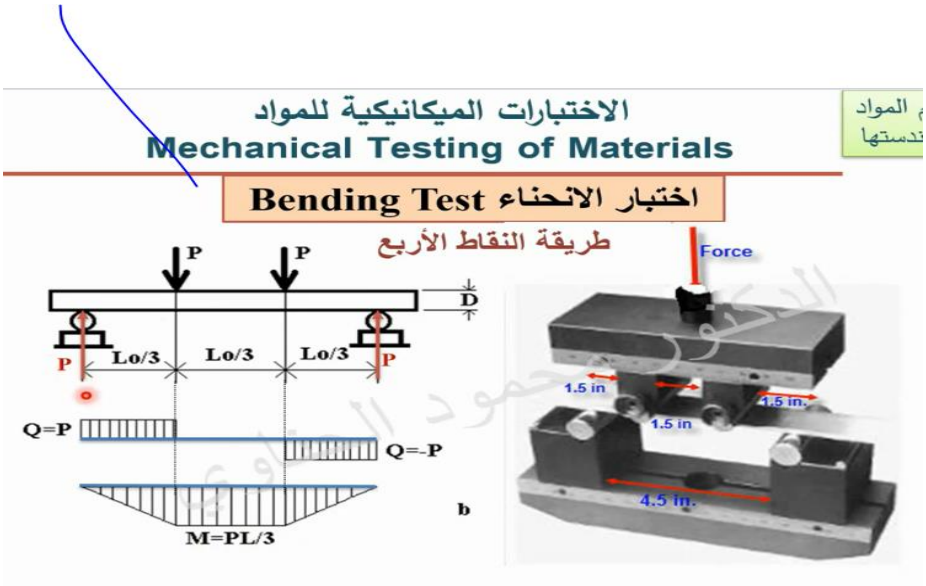
4.2.5 المرفقات:

1/التجربة انحناء العارضات.
2/جدول المشاهدة النظرية

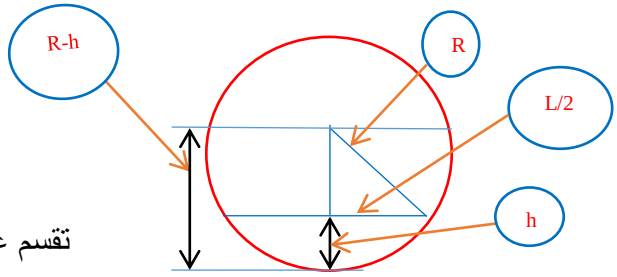
4.2.6 النظرية



:



عارضة لعزم انحناء في الجزء الاوسط لهذا السبب ينحني الجزء في شكل قوس دا ئري



$$R^2 = (L/2)^2 + (R-h)^2$$

$$R^2 = (L/4)^2 - 2Rh - h^2$$

تقسم علي 2:

$$\frac{L^2}{8} - Rh - \frac{h^2}{2} = 0$$

ولكن قيمة h/2صغيره جدايمكن تجاهلها وعليه تصبح المعادله

$$R = L^2/8h \qquad (1)$$

- حيث أن L : المسافة بين المحملين او المسندين.
- حيث أن h : الانحراف في الوسط الجزء الهندسي

ومن معادلة الانحناء :

$$\frac{M}{I} = \frac{E}{R}$$

وبتعويض قيمة R في (1):

$$R = \frac{Mt}{E} - \frac{L}{8h}^{2} = CM/h$$

وبالتالي فان ميلان المنحني لعزم الانحناءMt N .m مع مقدار الانحراف h m حيث أن :

$$S = tan\theta = {}^{AB}/_{BC}$$

حيث أن C ثابت فان:

$$C = {}^{L^2}/_{8I}$$

$$I = {}^{bd^3}/_{12}$$

معامل المرونة للمادة الاختبار: $E = CS \qquad MN/m^2$

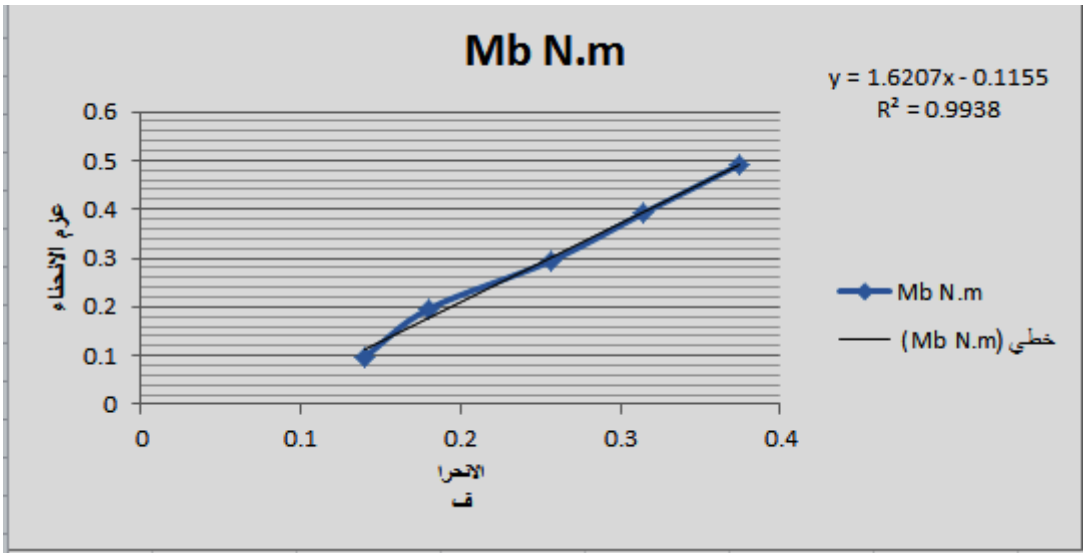
4.3 اجراء الحسابات والنتائج واجراء المقارنة والتعليق علي التجربة

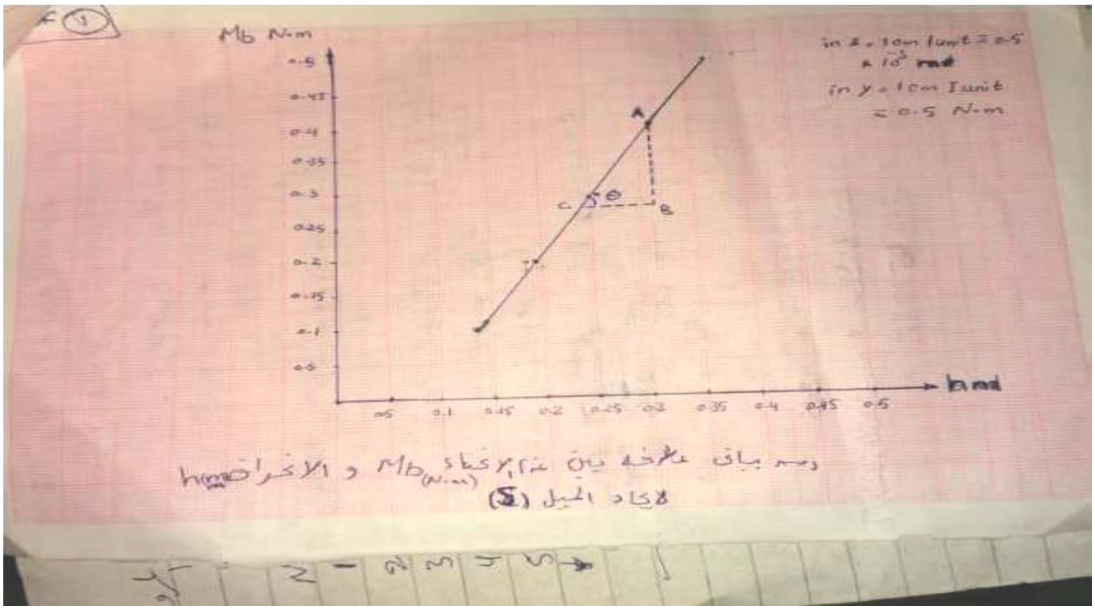
Calculation results comparison comments on the الانحناء

. experience

-*حساب معامل مرونة (E) للمقطع العرضي يحسب حسب نوعية ماده العينة حديد صلب (ASTMA 36 steel). نتائج لجدول لقراءة من التجربة لعينه بطول518mm والبعد بين المركزين 480mm وقطر عينه 6mm والبعد علي زراع التحميل بين مركز اللعينة ونقطه تحميل الخطاف93mm.

NO	m g	h mm	Mb N.m
1	100	0.14	0.0981
2	200	0.18	0.196
3	300	0.256	0.294
4	400	0.314	0.392
5	500	0.374	0.491
6	0		
7	0	0	





المعطيات L=0.47m d=0.004m b=0.036m a=0.1m

Mb=m*g* a

=0.1*9.81*0.1

=0.0981N.m

العزم الثاني للمساحة لمقطع مستطيل $I=bd^3/12$

$$I = \frac{0.036*0.004^3}{12} = 1.92 * 10^6 m^4$$

$$C = {}^{L^2}/_{8I}$$

$$C = {}^{0.47 * 0.47}/_{8 * 6.75x10^6}$$

= 143815104.2

لإيجاد قيمه S ميل منحني بين عزم الانحناءMb m والانحراف h m

$$S = tan\theta = {}^{AB}/_{BC}$$

قيمته من الرسم البياني اليدوي

2/1.4*0.5/0.5=1.4286

معاير المرونة يساوي .

E= SC

=1.4286*143815104.2

=205.45MN/m^2

وقيمه الميل باستخدام برنامج الاكسيل y=1.6207x-0.1155

معاير المرونة يساوي

E=SC

=1.5052*143815104.2

=216.47MN/m^2

4.4 اجراء الحسابات والنتائج واجراء المقارنة والتعليق علي التجربة لعزم التواء الاعمدة Results Torsion columns:

*الحسابات

$$\frac{\tau}{r} = \frac{Mt}{J} = \frac{G\theta}{L}$$

حيث:

Mt :عزم الالتواء المسلط N.m.

τ : اجهاد القص N/m^2 .

L : طول العمود m.

القوه =

J : العزم القطبي m^4

θ : زاوية الالتواء rad.

r :نصف قطر النموذج m

w = kg x 9.81

العزم الالتواء Mt.=

$$\mathrm{Mt} = mgR$$

حيث ان:

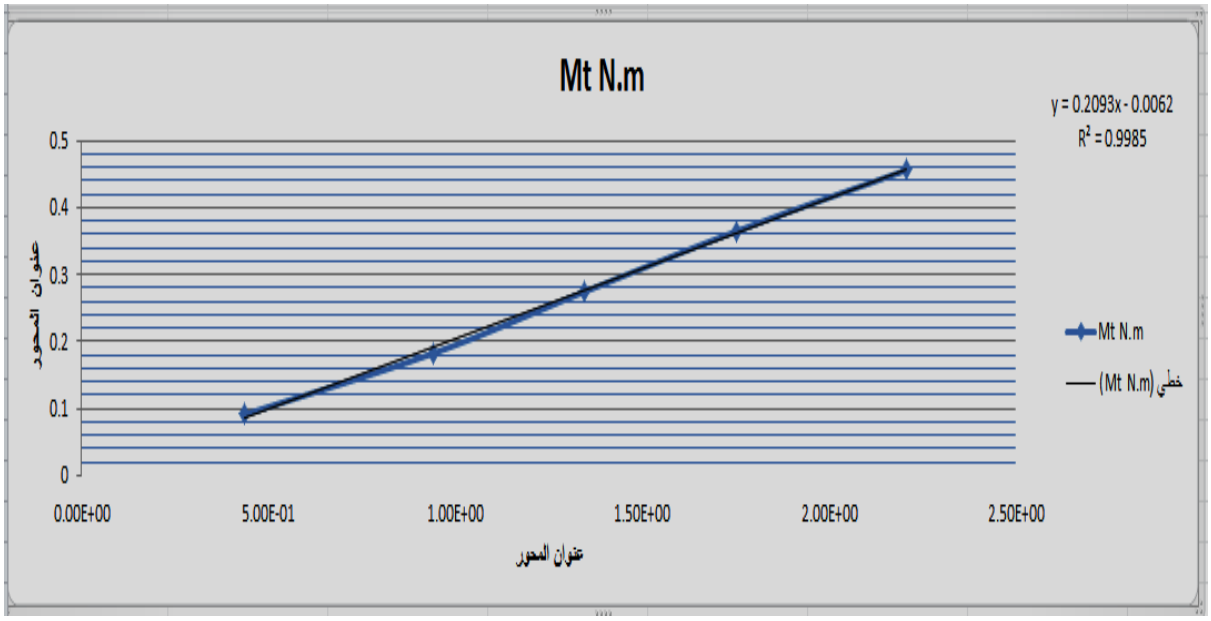
R تمثل طول زراع التحميل من مركز m m. : تمثل الكتلة Kg.

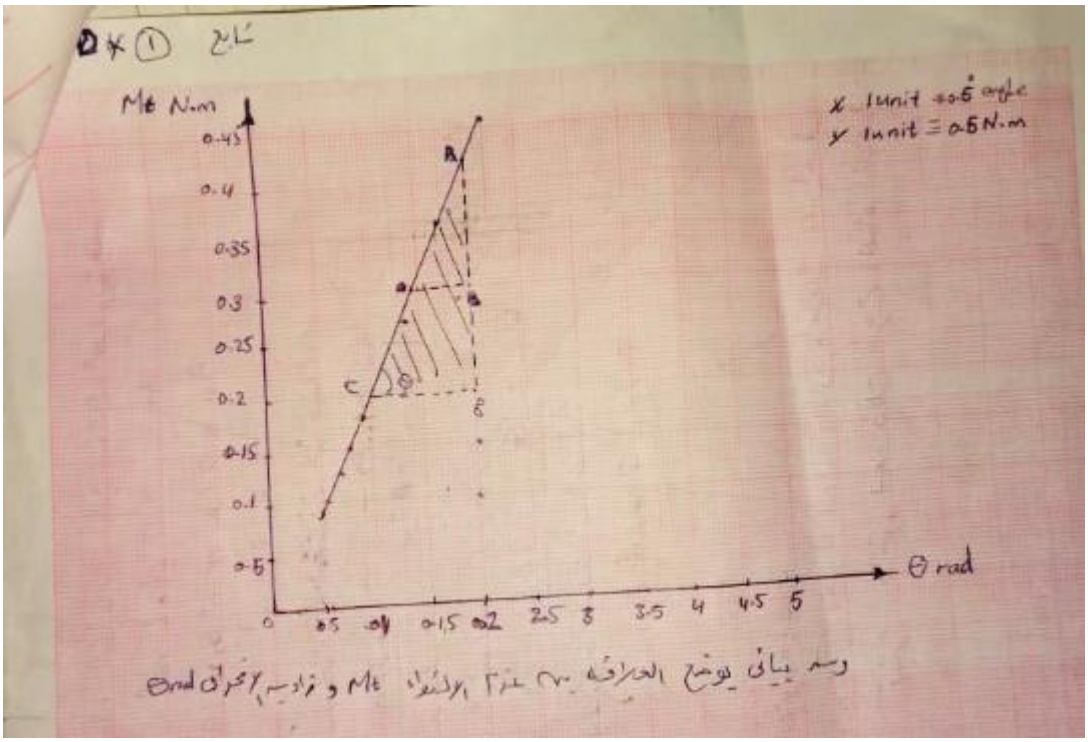
G تمثل عجلة الجاذبية الارضية

4.4.1 حساب المعامل الجساءه للمقطع يحسب حسب نوعية مادة العينة الفولاذ طري

نتائج لجدول للقراءة من التجربة لعينه بطول500mm والبعد بين المركزين 470 mm وعرض العينة 36 mm وسماكه عينه4 mm البعد بين اسناد العينة والخطاف(الكتلة)100 mm.

A	B	C	D	E
NO	Mg	hmm	Θred	Mt N.m
1	100	0.21	0.437	0.091
2	200	0.45	0.94	0.182
3	300	0.646	1.345	0.274
4	400	0.842	1.754	0.365
5	500	1.06	2.208	0.456
6	0	0		
7	0	0		
8	0			





المعطيات R=0.93m d=0.006m L=0.48m

Mt=mgR

=0.1*9.81*0.093

=0.0912N.m

العزم االقطبي لمقطع دائري

$$J=\frac{\pi d^4}{32}$$

$$J = \frac{\pi 0.006^4}{32} = 1.27 * 10^{-10} m^4$$

$$K = L/J$$

$$K = {}^{0.48}/_{1.27 * 10^{-10}}$$

=3779527559

لإيجاد قيمه S ميل منحني بين عزم الانحناء Mt(N .m) الانحراف θ rad

قيمته من الرسم البياني

S=tan=AB/CB

4.5/2*0.5*10/0.5*1000=0.0225

معاير الجساءه

G=KS

=0.0225*3779527559

=85.04MN/m^2

وقيمه الميل باستخدام برنامج الاكسيل y=0.2093x-0.0062

معامل الجساءه يساوي

G =KS

=0.02031*3779527559

=76.76MN/m^2

4.5 رصد لنتائج :-

4.5.1. تجربة انحناء العارضات

معاير المرونة E في المراجع والكتب يتروح بين MN/m^2 (220-200)لمعدن الفولاذ

معاير المرونة في التجربة باستخدام الرسم البياني اليدوي = $205.45\ MN/m^2$

معاير المرونة في التجربة باستخدام برنامج الاكسيل = $216.1\ MN/m^2$

4.5.2 تجربة عزم الالتواء الأعمدة

معامل المرونة G في المراجع والكتب يتروح بين MN/m^2 (100-80)لمعدن الفولاذ

معايرا لجساءه في التجربة باستخدام الرسم البياني اليدوي = $85.04\ MN/m^2$

معاير الجساءه في التجربة باستخدام برنامج الاكسيل = $76.76\ MN/m^2$

الفصل الخامس

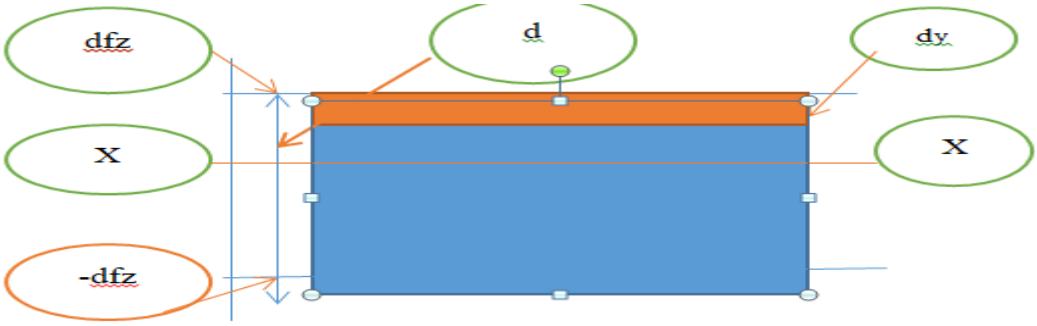
اثبــات المعــادلات

Proving Equations

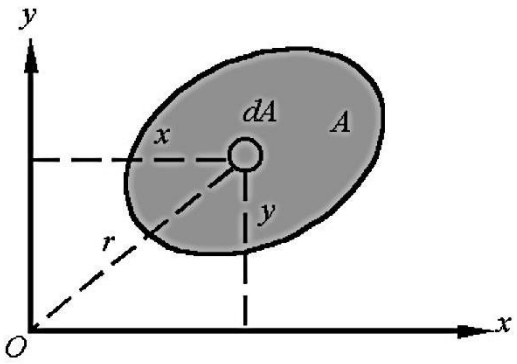
5.اثبــات المعــادلات

Proving Equations

5.1 العزم الثاني للمساحة :The second moment of space



يرمز للعزم الثاني للمساحة بالرمز (I) حول المحور الافقي: $Ix = \int_A Y^2\, dA$



حول المحور الراسي:

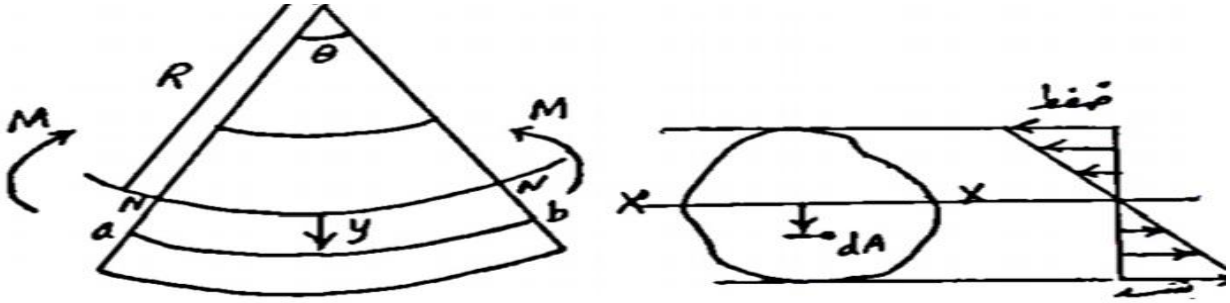
$$1x = \int_{d/2}^{d/2} y^2(bdy) = b\left[\frac{y^3}{3}\right]^{d/2}$$

$$b = \left[\frac{(d/2)^3}{3} - \frac{(-d/2)^3}{3}\right]$$

العزم الثاني لمساحة حول المحور الافقي: $Ix = \frac{bd^3}{12}$

العزم الثاني لمساحة حول المحور الراسي: $Iy = \frac{b^3 d}{12}$

5.2 اجهاد الانحناء Bending stress:



الرسم (4.1)

$$tan\theta = \frac{ab}{R+y}$$

$$a^-b^- = (R+y)\theta$$

a^-b^- نصف قطر التقويسة الوهمي R بعد (التقويسه) الطولي مع سطح التعادل:y

$$E = \frac{\delta}{\epsilon}$$

$$\epsilon = \frac{\delta}{E} = \frac{x}{L}$$

$$\delta/E = a^-b^- - ab/_{ab}$$

ab = NN

$$\delta/E = ab - NN/NN \qquad NN = P\,\theta \qquad (*3)$$

$$\delta/E = (Ry)\theta - R\theta\ /R\theta = y\theta$$

$$\delta/E = {}^{E}/_{R} \qquad (1)$$

نلاحظ ان القوي العموديه علي المقطع تساوي صفر و هذا يعني

$$P = \delta A$$

$$p = \int_A \delta dA = 0$$

من المعادله (1)

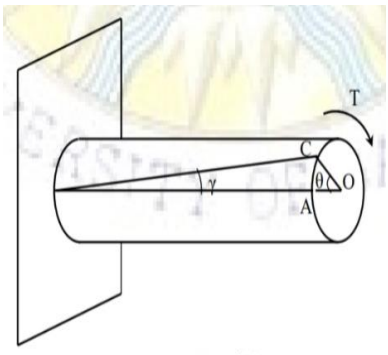
$$M = \int_A \frac{E * y}{R} dAy$$

$$M = \frac{E}{R} \int_A y^2 \, dA = [y^3 dA] = I$$

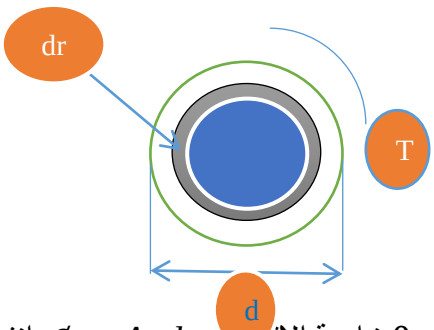
$$M = E/R$$

$$M/I = E/R \qquad (3)$$

5.3 عزم الالتواء Torque:



شكل (2-4)



حيث أن : θ زاوية الالتواء And ∅ انفعال القص

$$G = \frac{\tau}{\theta}$$

$$tan\theta = {AB}/{r} \qquad AR = \theta r$$

θ صغيره جدا

$$tan\emptyset = \frac{AB}{L} = AB = \emptyset r \qquad (A)$$

$$tan\emptyset = \frac{AB}{L} = AB = L\emptyset$$

$$r\theta = L\emptyset$$

$$\emptyset = \frac{r\theta}{L}$$

$$\emptyset = \tau l / r\theta$$

$$\frac{\tau}{r} = \frac{G\theta}{L}$$ ⟶ 1

$P = \tau * A$ $\qquad \tau = P/A$

$$T = (\tau * A)r$$

$$T = \int_{d/2}^{d/2} \tau(2\pi r\, dr) * r$$

$2\pi r$ شريحة صغيرة $\qquad dr$ سمك

لكن من المعادلة (1) يمكن الحصول علي

$$T = \frac{G\theta r}{r\theta}$$

$$T = \int_{d/2}^{d/2} \frac{G\theta r}{L} * (2\pi r dr) * r$$

$$T = \frac{G\theta}{L} \int_{d/2}^{d/2} (2\pi r^3) dr \quad = \int_{d/2}^{d/2} (2\pi r^3) dr = J$$

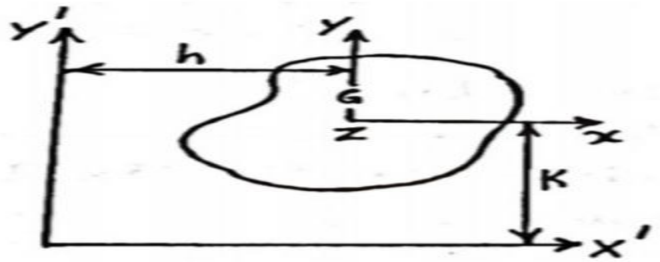
$$T = \frac{G\theta}{L} \cdot J$$

$$\frac{T}{J} = \frac{G\theta}{L} \longrightarrow (2)$$

$$\frac{T}{J} = \frac{\tau}{r} = \frac{G\theta}{L} \qquad (3)$$

5.4 العزم القطبي Polar moment:

اثبات العزم القطبي



(3.2) الرسم

$$Ix = \int_A y^2 dA$$

$$Iy = \int_A x^2 dA$$

$$Iz = \int_A z^2 dA = (x^2 + y^2) dA$$

$$Iz = Ix + Iy$$

$$J = Ix + Iy$$

يسمي هذا العزم بالعزم القطبي ويرمز له بالرمز (J)

$$J = \frac{\pi d^4}{64} + \frac{\pi d^4}{64}$$

$$J = \frac{\pi d^4}{32}$$

الفصل السادس

الخاتمة والتوصيات

6. الخاتمة والتوصيات

6.1 الاستنتاجات والتعليق على التجربتين

تتروح معاملات المرونة ومعاملات الجساءه في المواد خاصه في الفولاذ وذلك الي :

1-نسبة الكربون في الفولاذ وخاصه الفولاذ الطري %(0.2 الي2.1) تختلف حسب معاير الاختبار والمواد المضافة اليه .

2-دقة عمليات التصميم وعمليات التصنيع والتجميع في تصنيع الجهاز.

3- دقة وسيلة ادة القياس مداه حيث استخدمت مبين ذو القرص بدقة (0.002mm) ومدي (5mm).

*المحدد الاساس في تجربة الأعمدة انه تنفيز في اقل من ربع دائرة مما يؤثر في اقصي قيمه لقوي المستخدمة (الكتلة حيث انا مادة العينة تتحمل الي قوة عزم دوران في عداد من الدورات حتي يحدث او اكثره .

*يمكن تحميل العينة حتي القيم قصوي لها يمكن الحصول منها علي دقة كبيره في التجربة ولكن يراعاه التحميل الأمن لعينه وجهاز .

*في هنالك عدة اخطاء بشريه وتقريب في الرسومات ومعادلات ونتائج مما يؤدي الي الحصول علي نتائج مخادعه .

*استنتاج من الرسوم البيانية باستخدام برنامج الاكسيل يتضح انا هنالك عدم دقه في التحميل الثانية

ل(200 g) في كل من التجربتين .

*المواد الهندسية عموما تخضع لعمليات التصنيع للحصول علي مواصفات معينه مما يؤثر زالك علي معامل المرونة ومعامل الجسأة (ماده مطلية أو مصلده).

6.2 الخاتمة Conclusion:

تم تصميم وتصنيع جهاز قياس عزم الالتواء والانحناء وايجاد معامل الجساءة ومعامل المرونة اجريت عليه العديد من التجارب والتعديلات لمقاطع حديد فولاد منخفض الكربون وقورنت القيم من التجربة مع القيم معاير الجساءة ومعاير المرونة التي توجد في المراجع خواص المواد
وحيث حقق الجهاز نتائج بنسبه 80% لمقارنه بين معاير المرونة ومعاير الجساءه النظري والعملي لمعدن الحديد.

6.3 التوصيات والمقترحات Recommendations and Suggestions:

هناك العديد من التوصيات اهمها :

1/ اجراء التجارب علي معادن اخري وايجاد معامل الجساءة ومعامل المرونة لها مثل (النحاس – المونيوم – القصدير – النيكل) وغيرها.

2/ ادخال البرامج الحاسوبية في الحسابات وفي تحليل الاجهادات والعزوم.

3/ تطوير الجهاز باستخدام وسائل كهربية (حساسات) في قراءة عزم الالتواء وزاوية الانحراف وايضا قراءة الانحراف في اجهاد الانحناء (بطرح المشروع كمشروع تخرج لطلاب الهندسة الكهربية).

4/ ادخال البرامج الحاسوبية في اخذ القراءات من الجهاز مباشرة. .plcاو تقنيات احدث.

5/ ادخال تعديلات في الجهاز ليسع مدي واسع من المعادن تختلف من ناحية المقطع والابعاد.

6/ الزام لبس اللاب كوت للمتدربين علي الجهاز (من ناحية سلامة).

7/شراء اداة قياس (مبين ذو القرص) ذو دقة اكبر. (مبين ذو القرص) بدقة (0.002mm) ومدي (5mm).

8/ تغليف الاوراق الخاصة بالتجارب المعملية.

9/ شراء اوزان بمواصفات قياسية بدرجات جودة عالية.

ملحـــوظة4*Noticeable-

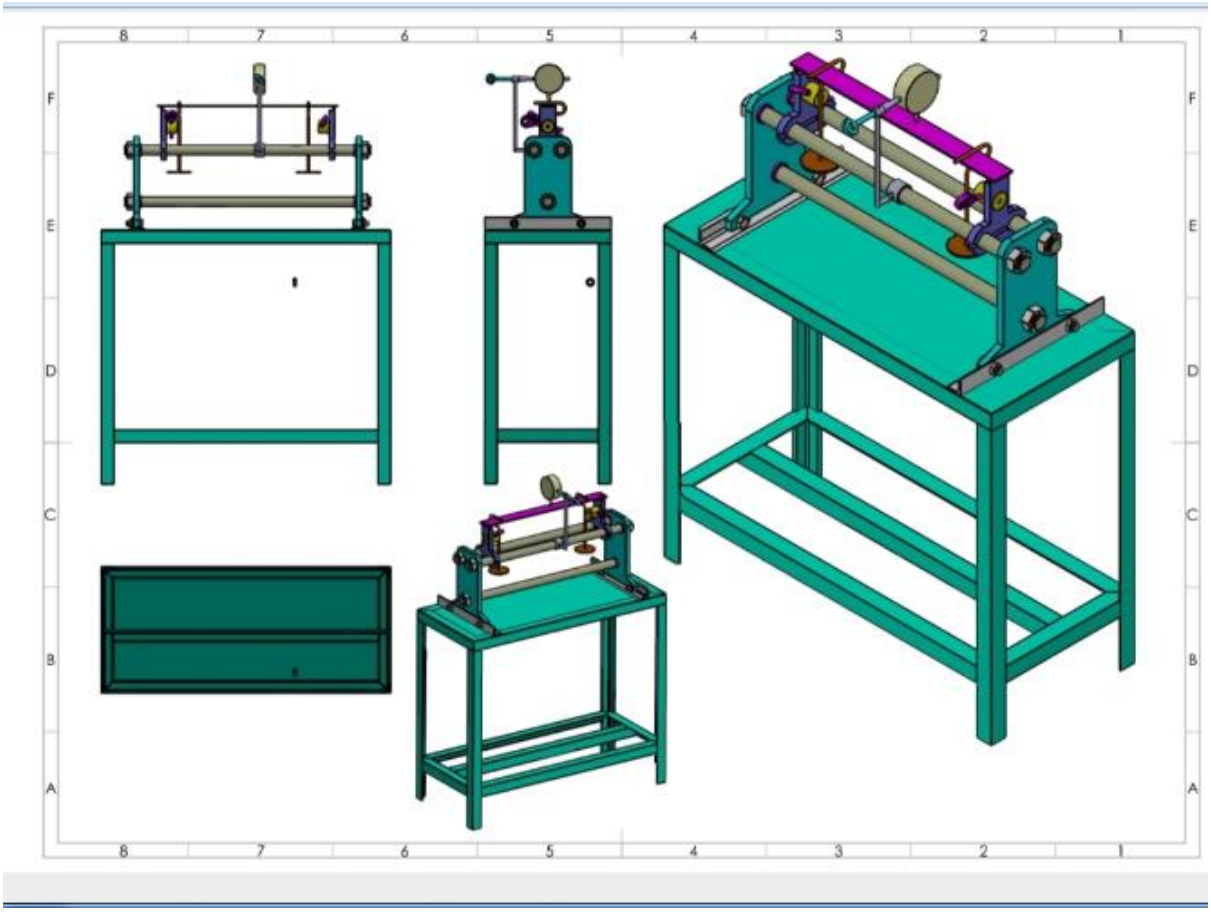
جهاز اختبار الشد والضغط الخاص بالجامعة الشيخ عبدالله البدري الموجود بمعامل الهندسة المدنية مخصص لأجراء اختيار الانحناء للعارضات لا نواع مختلفة من المواد الهندسية وبأشكال مقاطع مختلفة ولكن يحتاج لمعايره وتصليح وسيله الرسم وهو مكتمل من جميع الوسائل والمعدات وحديث ويجري عليه اختبار عملي ومعملي .

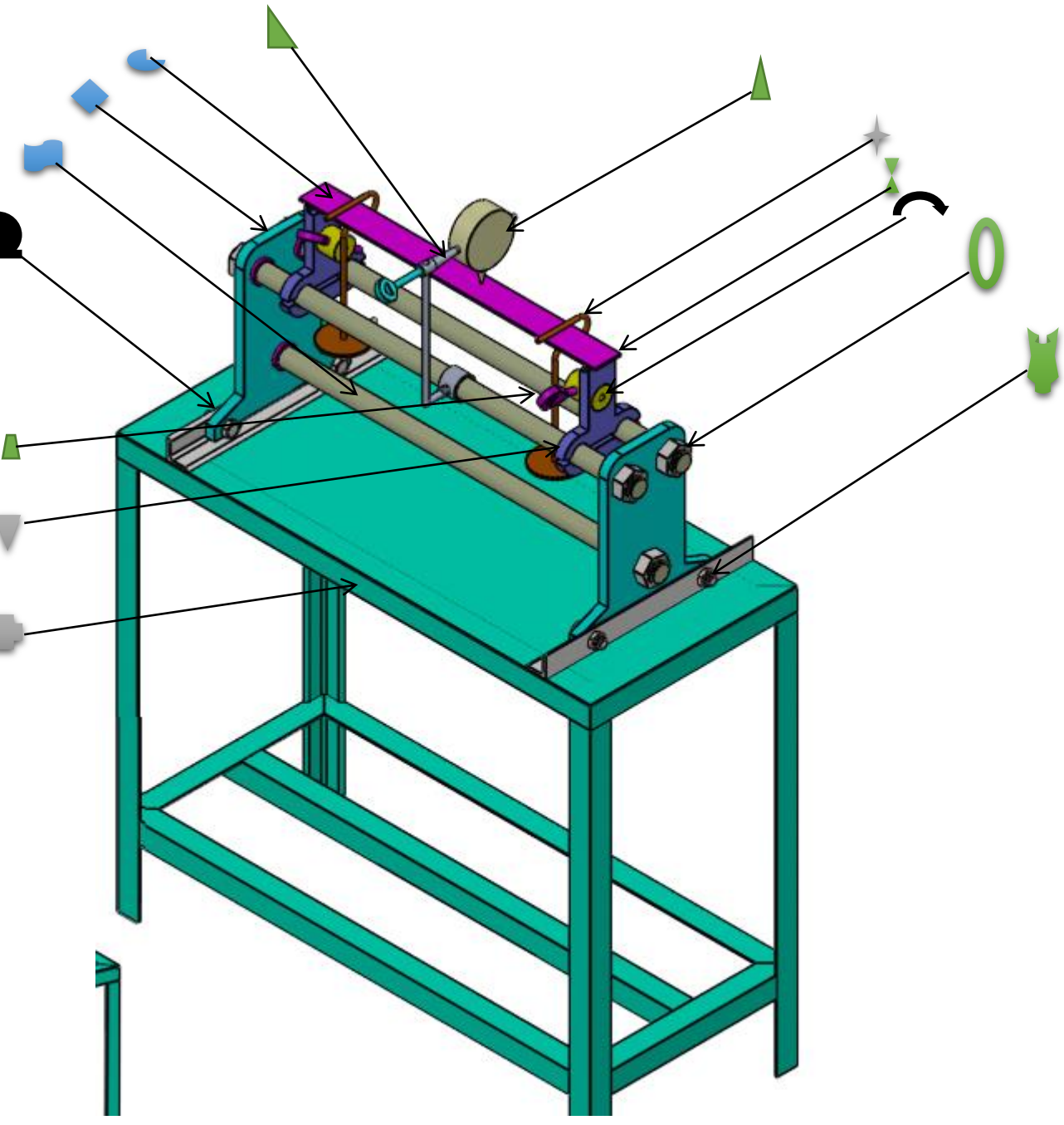
الفصل السابع

الرسومات والملاحق

7.1الرسومات

جامعة الشيخ عبد الله البدري
كلية الهندسة
جهاز الانثناء والانضغاط (الضغط)


8
7
6
5
4
3
2
1
F
E
D
C
B
A



No	Symbols	Part Name	Materials Type	No
1		Indicator gauge	Many materials	1
2		Torsion cultivator	Mild steel	1
3		Disc indicator holder	Mild steel	1
4		Main structure	(ASTMA 36 steel)	2
5		Iron wicker	Mild steel	1
6		Horizontal pipes	Galvanese	3
7		Attribution holder	(ASTMA 36 steel)	2
8		The bank	Various shapes of Mild steel	1
9		Hooks	Mild steel	3
10		Attribution alone	Mild steel	2
11		Nut	Galvanize	6
12		Nut	Mild steel	8
13		Bearing ring	6202	1
14		Angle iron for fastening	Mild steel	2

*مرفق كتيب لرسومات للجهاز

7.2 الملاحق

7.2.1 ارشادات اجراء التجربة بجهاز الالتواء والانحناء

Instructions for performing the Experiment with the device for twisting and bending

1/ اتبع ارشادات السلامة في العمل اثناء التجربة وقف في مكان مناسب من حيث التهوية والاضاءة ولا تقم بعمل غير مسؤول كـ(تحميل الجهاز بقوة كبيرة – الجلوس عليه وغيرها) .

2/ اتبع ارشادات وتوجيها المدرب (المسئول).

3/ اجراء الاختبار عدة مرات للتأكد من المقاسات والتعامل مع الجهاز بحساسية ودقة وعدم التسرع والتأكد من الربط المحكم للأجزاء واتزانها والاهتمام بصيانتها.

4/ رفع مسامير التعلية الي اعلي في حالة تحريك الجهاز ، وانزالها الي الاسفل قليلا في حالة اجراء التجربة لتقليل الحمولة علي العجلات.

5/ لوضع الوحدات الملحقة بالتجربة (ادوات قياس – كتل – خطافات وغيرها) ارفع الرف الجانبي وقم بفك احد جوانبه ثم ادره الي اعلي واربطه ،واذا لم تكن بحاجة اليه ارجعه الي وضعه الاصلي وذلك للمحافظة علي محتويات الرفوف.

6/ بعد الانتهاء من اداء التجربة يجب اعادة الاشياء (من معدات وادوات وغيرها) الي مكانها الاصلي (في الادراج او الرفوف) وتنظيف الجهاز إذا لزم الامر.

7/ تغطية الجهاز بالغطاء.

8/ في حالة رفع وترحيل الجهاز الي مكان اخر فمن الضروري فك اجزاء الجهاز الي جزئيين او اثلاث وتفريغه من محتوياته.

العمر /سنه	ذكـــر	انثـــي	ملحوظات
16-11	15	10	
18 – 16	19	12	
20 – 18	23	14	
35 – 20	25	15	طلاب الجامعات

50 – 35	21	13	يعني بعمر بين (18– 20)
اكبر من 50	16	10	يعني بعمر بين (11– 16)

جدول يبين الحمولة القصوى المتداولة يدويا ب (Kg)

7.2.2 مواصفات الجهاز Device specifications:

- اسم الجهاز: جهاز قياس الالتواء والانحناء لإيجاد معامل المرونة ومعامل الجساءة.
- موديل: MHA ميكانيكي(حريقا) الرقم المتسلسل: (1).
- سنة التصنيع: 2022م.

- الابعاد الكلية للجهاز The overall dimensions of the device:

الابعاد cm	الطول	العرض	الارتفاع
ابعاد الجهاز الكلية بالحامل والبنك	102	50	87
ابعاد الجزء الاول (الحامل)	102	50	21
ابعاد الجزء الثاني (البنك)	96	48	86

- الوزن الكلي للجهاز The total weight of the device:

وزن الجهاز	10.8 kg
وزن الحامل للجزء الاول	14.85 kg
وزن الجهاز وحامل الخطافات والاوزان	12.5 kg
وزن الجهاز بالإضافة لحامل الجزء الاول	25.65 kg
وزن الجهاز بدون حامل الخطافات والاوزان	23.3Kg

*الحمولة القصوى للجهاز في التجارب : اقل من 1Kg.

*المدي البعدي للجهاز في عينات الانحناء اقل من 600mm.

*المدي البعدي للجهاز في عينات الالتواء من 6 mm واقل.

7.3.3 جداول المشاهدة

7.3.3.1 تجربة التواء الاعمدة (لإيجاد معامل الجساءة G)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

جامعة الشيخ عبدالله البدري

معمل ميكانيكا المواد

تجربة التواء الاعمدة (لإيجاد معامل الجساءة G)

التاريخ:..... الطالب/ المجموعة:.....

الرقم	الكتل m(g)	عزم الالتواء Mt(Nm)	زاوية الانحراف θ rad
1			
2			
3			
4			
5			
6			

*الابعاد المطلوبة:

1- قطر العمود.....d (m).

2- طول العمود.....L (m).

3- طول زراع العزم.....R (m).

*مطلوب من التجربة:

1- رسم العلاقة بين عزم الالتواء وزاوية الالتواء لإيجاد قيمة الميل.

2- ذكر امثلة تتعرض لالتواء في حياتنا اليومية واهمية هذا الاختبار.9

3- مقارنة معامل الجساءة من التجربة مع القيم الموجودة بالمراجع والكتب.

4- التعليق علي التجربة.

5- هل هنالك اجهادات اخري تتعرض لها العينة غير اجهاد القص.

6- استخدام البرامج الحاسوبية في اجراء التجربة.

7- هل هنالك معلومات اضافية يمكن معرفتها من هذه التجربة.

اشراف الاستاذ / الفاضل عمر الحسين(حري

7.3.3.2 تجربة انحناء العارضات (لإيجاد معامل المرونة E)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

جامعة الشيخ عبدالله البدري

معمل ميكانيكا المواد

تجربة انحناء العارضات (لإيجاد معامل المرونة E)

التاريخ:..... الطالب/ المجموعة:.....

الرقم	الكتل m (g)	عزم الانحناء Mb(Nm)	زاوية الانحراف hm
1			
2			
3			
4			
5			
6			

*الابعاد المطلوبة:

1- سمك العارضة.....d (m).

2- عرض العارضة.....b (m).

3- طول العارضة.....L (m).

4- المسافة بين الخطاف واقرب مسند.....a (m).

*مطلوب من التجربة:

1- رسم العلاقة بين عزم الانحناء Mb والانحراف h لإيجاد قيمة الميل.

2- ذكر امثلة تتعرض لعزم الانحناء في حياتنا اليومية واهمية هذا الاختبار.

3- مقارنة معامل المرونة E من التجربة مع القيم الموجودة بالمراجع والكتب.

4- التعليق علي التجربة.

5- هل هنالك اجهادات اخري تتعرض لها العينة غير اجهاد الانحناء.

6- استخدام البرامج الحاسوبية في اجراء التجربة.

7- هل هنالك معلومات اضافية يمكن معرفتها من هذه التجربة.

اشراف الاستاذ / الفاضل عمر الحسين(حريقه)

7.2.4.1 المواصفات والخواص الميكانيكية القياسية للمواد الهندسية

Specifications and mechanical properties measurement engineering materials:

1/ حد التناسب Properties limit:

هو اكبر اجهاد يكون عندها الاجهاد والانفعال متناسبين.

2/ حد المرونة Elastic limit:

هو اكبر اجهاد تتحمله المادة بشرط عدم بقاء الاستطالة دائمة بعد زوال الاجهاد منها.

3/ اجهاد الخضوع Yield Stress:

هو الاجهاد الذي يحدث عنده زيادة ملحوظة في الاستطالة بدون زيادة في الاجهاد ويستخدم اجهاد الخضوع لتحديد اجهاد التشغيل لمعادن المطيلية.

- ### 7.2.4.2 المصطلحات العامة المتداولة في اختبارات ميكانيكا المواد

General terms used in mechanics tests

1/ الانفعال Strain:

هو التغير في طول او حجم او كلاهما نتيجة التعرض لإجهادات ويوصف الانفعال بنسبة التغير في الطول الاصلي.

2/ المرونة Elasticity:

هي قدرة المادة علي الرجوع الي الشكل الاصلي بعد زوال القوة الخارجية، ار زوال الانفعال الحادث في المادة بعد زوال الاجهاد وتوصف بـ (معامل المرونة E).

3/ اللدونة Plasticity:

هي قابلية المادة للتشكيل بتأثير الاجهادات تشكيلا دائما دون العودة الي شكلها الاصلي بعد زوال تلك الاجهادات .

4/ الصلادة Hardness:

هي قدرة المادة علي مقاومة التغلغل او الخدش .

5/ المطيلية Ductility:

هي قدرة المادة علي الاستطالة بشكل لدن نتيجة لأحمال الشد دون حدوث كسر (عملية سحب الاسلاك

6/ معامل المتانة Modulus of Tongues:

هي عبارة عن مقاومة علي حجم عينة الاختبار وتقاس تحت منحني الاجهاد والانفعال.

7/ الرجوعية Mail cotoitlity:

هي عبارة عن مقاومة علي حجم عينة الاختبار وتقاس تحت منحني الاجهاد والانفعال.

8/ (الكلال) Fatigue:

هو كسر المواد المعرضة للأحمال ويتأثر باجهاد اقل بكثير من مقومة القصوى (كسر تعب) وهي تخص كل المواد الصلبة والموائع.

9/ الزحف Jeep:

يشكل المادة تحت تأثير الحرارة والزمن والاجهاد الثابت بدرجات الحرارة العالية مثل (الرصاص والقصدير) .

10/ اجهاد القص Shear Stress (T):

هو الاجهاد الذي يكون بنفس مستوي المقطع العرضي للمادة وتكون موازية لمقطع العرضي وتحليله البعدي $L^{-)}MT^2$.

7.2.5.1 معامل المرونة ومعامل الجساءة من المراجع:

معامل المرونة لبعض المواد Modulus of elasticity for some materials:

المادة	معامل المرونة MN/m^2
كلوريد التيتانيوم	310.2
التنجيتين	393
كاربيد السيلكون	344.7
بيركلاس	241.7
كوراندوم	356.4
الحديد	206.8
النحاس	110.3
الالمونيوم	66.9
المغنسيوم	41.4
الرصاص	15.2
البولي اثيلين	2.8
الذهب	82.8

7.2.5.2 عامل الجساءة لبعض المواد

المادة	معامل الجساءة G MN/m^2
المغنسيوم	17
النحاس	47
الالمونيوم	25.5
التيتانيوم	41.4

الحديد	85 والتجاري 82
الزجاج	26.2
متعددالاثيلين	0.117
المطاط	0.005

المادة	حد الخضوع (MPa)	حد القطع (MPa)	الكثافة g/cm³	Free breaking length km)
حديد صلب ASTM A36 steel	250	400	7.85	3.2
Steel, API [7]5L X65	448	531	7.85	5.8
فولاذ سبيكة ASTM A514	690	760	7.85	9.0
كابلات فولاذ مجدولة	1650	1860	7.85	21.6
سلك البيانو		2200—2482 [8]	7.8	28.7
ألياف الكربون (CF, CFK)		5650 [9]	1.75	
بولي إثيلين HDPE	26—33	37	0.95	2.8

معادن معاملة حراريا[12]

	معامل يونغ (GPa)	حد الخضوع (MPa)	حد القطع/ الكسر (MPa)
ألمونيوم	70	20–15	50–40
نحاس	130	33	210
حديد	211	100–80	350
نيكل	170	35–14	195–140
سيليكون	107	9000–5000	
تانتالوم	186	180	200
قصدير	47	14–9	200–15
تيتانيوم	120	225–100	370–240
تنجستن	411	550	620–550

المادة	معامل يونج (10^9 N/m²)	معامل القص (10^9 N/m²)	معامل المرونة الحجمية (10^9 N/m²)	حد المرونة (10^9 N/m²)	مقاومة الشد (10^9 N/m²)
ألمنيوم	70	23	70	0.13	0.14
نحاس أصفر	90	36	60	0.35	0.45
نحاس	110	42	140	0.16	
زجاج	55	23	37		
حديد (مليف)	90	70	100	0.17	0.32
رصاص (مدلفن)	16	6	8		0.02
بولي ستيرين	1.4	0.5	5		0.05
مطاط	0.004	0.001	3		0.03
صلب	200	80	160	0.24	0.48
تنجستن	350	120	20		0.41
بنزين (عطري)			1.0		
زئبق			28		
ماء			2.2		
هواء			1×10^{-4}		

المقطع المستعرض	إجهاد الالتواء الأقصى τ_{max}	زاوية الالتواء θ
مستدير Circular	$16\ M_t / \pi d^3$	$32 / \pi d^4 \cdot M_t \cdot \ell / G$
مستدير أجوف Hollow circular	$16\ M_t\ d_1 / \pi (d_1^4 - d_2^4)$	$32 / \pi (d_1^4 - d_2^4) \cdot M_t \cdot \ell / G$
قطع ناقص	$16\ M_t / \pi d_1 d_2^2$	$\frac{16 (d_1^2 + d_2^2}{\pi d_1^3 d_2^3} \cdot M_t \quad \ell / G$
مربع Square	$4.8\ M_t / d^3$	$7.11 / d^4 \cdot M_t \cdot \ell / G$
مستطيل Rectangle b>d & b< 6d	$(3 + 1.8 \frac{d}{b}) \frac{M_t}{bd^2}$	$\frac{60 \frac{b}{d}}{1.5\ b^3 d^3} \cdot M_t \cdot \ell / G$
مثلث متساوي الأضلاع Equilateral triangle	$20 / d^3 \cdot M_t$	$40 / d^4 \cdot M_t \cdot \frac{\ell}{6}$

$I_{xx} = I_{x'x'} + A\bar{y}^2, \quad I_{yy} = I_{y'y'} + A\bar{x}^2$ وتطبق نظرية المحاور المتوازية بالصورة

ويكون للصفيحة المستطيلة العزم الثاني بالصورة

الجسم : صفيحة على هيئة مستطيل أبعاده (a,b)	عزم القصور حول محور يمر بالطرف	عزم القصور حول محور يمر بمركز الثقل	عزم القصور حول محور يمر بالطرف الأخر المقابل
I_{xx} منسوبا للمحور	$I_{xx} = \frac{1}{3} a b^3$	$I_{x'x'} = \frac{1}{12} a b^3$	$I_{x''x''} = \frac{1}{3} a b^3$
I_{yy} منسوبا للمحور	$I_{yy} = \frac{1}{3} b a^3$	$I_{y'y'} = \frac{1}{12} b a^3$	$I_{y''y''} = \frac{1}{3} b a^3$
منسوبا لمحور عمودي على المستوى xoy	$I_{zz} = \frac{1}{3} ab(a^2 + b^2)$	$I_{z'z'} = \frac{1}{12} ab(a^2 + b^2)$	$I_{z''z''} = \frac{1}{3} ab(a^2 + b^2)$

بالنسبة للعزم الثاني لمساحة دائرية يعطى بالصورة $I_{xx} = \frac{1}{4}(\pi a^2)a^2 = \frac{\pi a^4}{4}$

ويكون العزم الثاني للصفيحة المثلثية بالصورة

الجسم : صفيحة على هيئة مثلث قاعدة a و ارتفاعه h	عزم القصور حول محور يمر بالطرف	عزم القصور حول محور يمر بمركز الثقل	عزم القصور حول محور يمر بالطرف الأخر المقابل
منسوبا للمحور I_{xx}	$I_{xx} = \frac{1}{12}ah^3$	$I_{x'x'} = \frac{1}{36}ah^3$	$I_{x''x''} = \frac{1}{4}ah^3$
منسوبا للمحور I_{yy}	$I_{yy} = \frac{1}{12}ha^3$	$I_{y'y'} = \frac{1}{36}ha^3$	$I_{y''y''} = \frac{1}{4}ha^3$
منسوبا لمحور عمودي على المستوى xoy	$I_{zz} = \frac{ah}{12}(a^2+h^2)$	$I_{z'z'} = \frac{ah}{36}(a^2+h^2)$	$I_{z''z''} = \frac{ah}{12}(a^2+3h^2),$ $I_{z''z''} = \frac{ah}{12}(3a^2+h^2)$

تقييم الأداء

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يتبع تعليمات المشرف المسؤول			
٢	يتعاون بين الطلبة لإنجاز الشغل المطلوب			
٣	يتقيد بإجراءات السلامة بنسبة عالية.			
٤	ينجز العمل المكلف به في الوقت المطلوب			
٥	يحدد حالة المواد الخام (صلبة، سائلة أو غازية)			
٦	يميز ويحدد أنواع المواد الهندسية المختلفة سواء المعدنية أو الغير معدنية منها			
٧	يفرق بين المواد من حيث كثافاتها			
٨	يرتب مكان العمل و يعيده الى حالته الأصلية			

المراجع

بنظامAPA

1-د/ عبدالوهاب محمد عوض و د/ ابراهيم علي الدرويش ، **مقاومة اختبار المواد** ، الجزء الاول طابعون شر كة دار الراتب الجامعية.

2-د/ عبدالكريم محمد عطا ود/ احمد علي ال ، **المواد الهندسية ومقاومتها واختباراتها** ، الجزء الثاني ،

4-د/ محمود سالم واخرون ، **خواص المواد واختباراتها** ، الجزء الاول كلية الهندسة جامعة المنصورة.

5-د/ نوري صابر 1994م ، **ميكانيكا المواد**، جامعة الخرطوم طابعون دار الجامعة للنشر.

6-الادارة العامة لشئون الفنية برنامج التلمذة الصناعية ، الامانة العامة ،**مادة المعلومات الفنية** 2008م. جمهوريه السودان

7-م/ عبدالوارث عبده علي 2010م، سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة مجموعة المهن، **ميكانيكا الانتاج** بوزارة التعليم الفني والتدريب المهني، جمهورية اليمن وزارة التربية والتعليم، قطاع المناهج والتعليم المستمر.

8-سلسلة الكتب السعودية 2012م ، **اختبار المواد** ، وزارة التربية والتعليم العالي السعودية.

9-هنادي ابو سرين 2012م، **تصميم الميكانيكي** ، قسم الميكانيكا مكتبة مجمع العربي للنشر والتوزي

10-م. ف اشبي ود/ جوتش ترجمة د/ جعفر طاهر الحيدري 1990م ، المواد الهندسية مدخل الخواص وتطبيقاتها، جامعة التكنلوجيا بغداد قسم هندسة الانتاج والمعادن وزارة التعليم والبحث العلمي والتكنلوجيا.

11-د/ وليم اناس PhD1989 ، مقاومة المواد، ترجمة د/ عمر عزت سلامة الطبعة الثانية ، مصر دار الدولية للنشر والتوزيع.

12-د/ خالد طه 2018م ، **مذكرة تصميم عناصر الالة**، جامعة الشيخ عبدالله البدري، كلية الهندسة الميكانيكية.

13-د/ هاشم حسن 2001م ، **مذكرة التصميم الهندسي** ، جامعة وادي النيل كلية الهندسة.

14-د/ مرتضي محمد عثمان (2017-2018) ، **مذكرات ادارة صيانة -البيئة وسلامة وادارة المشاريع الهندسية**،- جامعة الشيخ عبدالله البدري كلية الهندسة.

15-د/ محمد احمد المنصور 2022م، **مقرر ادارة المشاريع**، جامعة الشيخ عبدالله البدري كلية الهندسة.

(Machine Design) Eurasia puble Ashing House (PVT) LTD. Ram-16

-16 New 1100ss16Nagar

17-الدخول لمواقع النت:-

1-armwkipedia.com (مد الخضوع ويكيبيديا) Google.com ا

2-air neripe amerja.com (معامل يونغ) Google.com.

3-e3erabia.com (ما هو اجهاد القص) Google.com.

في يوم الاحد 2021/11/12مالساعه الثانية ظهرا