

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Ferhat Abbas- Sétif 1
Institut : Optique et Mécanique de Précision
Département : Mécanique de précision
Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Optique et Mécanique de Précision
Spécialité : Mécanique fine

Mémoire de Master

Conception et réalisation d'un dispositif de Flexion 4 points

Étudié par : ABDELLI Aya

Dirigé Par : Dr. YOUNES Leyla

Dr. MOUHOUBI Sabira

Devant le jury :

Dr. BOURAHILI Mohamed ElHadi	(Président)
Mr. RAHMANI Mohamed	(Examineur)

Soutenue le : .../07/2023

Sommaire

Table des matières

Liste des figures	5
Liste des tableaux	6
Résumé	7
Introduction générale.....	1
I.1. Introduction :	3
I.2. Déformation élastique :	4
I.3. Rupture :	5
a) Mode de rupture :	5
I.4. Propriétés mécaniques :	7
I.4.1. Essai de traction :	7
I.4.2. Essai de compression :	9
I.4.3. Essai de dureté :	10
I.4.4. Essai de résilience :	12
I.4.5. Essai de fluage :	12
I.4.6. Essai de fatigue :	13
I.4.7. Essai de flexion :	13
Chapitre II.....	19
II.1. Introduction :	20
II.2. Objectif du dispositif :	20
II.3. Analyse fonctionnelle :	20
II.3.1. Diagramme (A-0) :	20
II.3.2. Diagramme bête à corne :	21
II.3.2. Diagramme de pieuvre :	22
II.4. Fonction du dispositif :	23
II.5. Cahier des charges fonctionnel :	24
II.6. Critère de choix de la solution de conception proposée :	24
II.7. Description du dispositif :	25
II.8. Choix des matériaux :	28
II.9. Dimensionnement des éléments du dispositif et contrôle de résistance :	30
II.9.1. Dimensionnement de l'enclume :	30
1- Vérification de la résistance de compression de l'enclume :	30
2- Vérification de la résistance de flambement de l'enclume :	30
II.9.2. Dimensionnement de la vis de serrage :	30

1- Calcul des diamètres des vis :	30
2- Calcul de la contrainte de cisaillement dans les filets :	31
II.10. Conclusion :	32
<i>Chapitre III</i>	33
III.1. Introduction :	34
III.2. Gamme d'usinage :	34
III.2.1 Pièce 1 :	34
a) Analyse préparatoire :	34
b) Analyse de fabrication :	36
III.2.2 Pièce 2 :	37
a) Analyse préparatoire :	37
b) Analyse de fabrication :	38
III.2.3 Pièce 3 :	39
a) Analyse préparatoire :	39
b) Analyse de fabrication :	40
III.2.4. Pièce 4 :	42
a) Analyse préparatoire :	42
b) Analyse de fabrication :	43
III.2.5 Pièce 5 :	44
III.3. Fabrication du dispositif de flexion 4 points :	46
III.4. Vérification de dispositif :	47
III.5. Conclusion :	51
<i>Conclusion générale</i>	52
Conclusion générale	54
<i>Référence bibliographiques</i>	55

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1: Mode I de rupture (ouverture).	6
Figure I.2 Mode II de rupture (glissement de translation)	6
Figure I.3 : Mode III de rupture (glissement en rotation)	6
Figure I.4 Courbe de traction.....	7
Figure I.5 Courbe de traction à comportement non linéaire.....	8
Figure I.6 : I.Diagramme contrainte-écrasement	9
Figure I.7 Principe de l'essai de dureté Brinell.	10
Figure I.8 Principe de l'essai de dureté Vickers.	11
Figure I.9 Principe d'essai de dureté Rockwell	11
Figure I.10: Principe de l'essai de résilience.	12
Figure I.11 : Courbes l'essai de fluage.	13
Figure I.12: Schémas du dispositif de flexion anneaux concentriques	15
Figure I.13 Schémas du dispositif de flexion biaxiale	16
Figure I.14 Moment fléchissant lors d'un essai de flexion 3 points.....	16
Figure I.15 : Moment fléchissant lors d'un essai de flexion 4 points.....	17
Figure II-1 <i>Diagramme (A-0)</i>	21
Figure II-2: Diagramme de bête a corne.	22
Figure II-3: Diagramme de pieuvre.	22
Figure II .4 vu éclater du dispositif flexion 4 points	Erreur ! Signet non défini.
Figure II.5 <i>Vis à tête fraisée</i>	Erreur ! Signet non défini.
Figure II.6 <i>Filetage métrique ISO à filet triangulaire</i>	Erreur ! Signet non défini.
Figure III.1 Erou de fixation.	34
Figure III.2 Dessin de l'écrou de fixation avec repérage.	35
Figure III.3 Téton.....	37
Figure III.4 Glissière supérieure.	39
Figure III.5 Dessin de la glissière supérieure avec repérage.....	40
Figure III.6 : Cale.....	42
Figure III.7 Dessin de la cale avec repérage.	42
Figure III.8 Enclume appuie supérieure.....	44
Figure III.9 : Trajectoire de l'outil.....	45
Figure III.10 Trajectoire de l'outil.	Erreur ! Signet non défini.
Figure III.11 Trajectoire de l'outil.	45
Figure III.12 Trajectoire de l'outil	46
Figure III.13 Différentes machines utilisées.	46
Figure III.14 Vue générale du dispositif réalisé.....	47
Figure III.15: Essais de flexion 4 points de l'éprouvette en verre et la courbe force-déplacement. ...	48
Figure III.16 Essais de flexion 4 points de l'éprouvette en plâtre et la courbe force-déplacement	49
Figure III.17: Essais de flexion 4 points de l'éprouvette en plâtre composite et la courbe force-déplacement.....	50

Figure III.18 : Essais de flexion 4 points de l'éprouvette en matériaux sandwich et la courbe force-déplacement.....	50
---	----

Liste des tableaux

Tableau I.1 Contrainte σ et la déformation ε selon la forme de l'éprouvette.....	17
Tableau II.1 différentes fonctions principales et complémentaires	23
Tableau II.2 Composition chimique de l'acier XC 48 en %	Erreur ! Signet non défini.
Tableau II.3 Composition chimique de l'acier XC 48 en %	28
Tableau II. 4 <i>Caractéristiques mécaniques de l'acier XC 48.</i>	28
Tableau II. 5 Composition chimique de l'acier Z200 en %	29
Tableau II. 6 Caractéristiques mécaniques de l'acier Z 200.	29
Tableau II .7 Composition chimique de l'acier 42CD4 en %	29
Tableau II. 8 Composition chimique de l'acier 42CD4 en %.	29
Tableau II .9 Caractéristiques mécaniques de l'acier 42 CD 4 (état trempé : revenu).	29
Tableau III. 1 Gamme d'usinage écrou de fixation.....	Erreur ! Signet non défini.2
Tableau III. 2 Gamme d'usinage du téton.	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 11.3 Gamme d'usinage de la glissière supérieure	41
Tableau III .4: Gamme d'usinage de la cale.	44

Résumé

L'objectif de ce mémoire est de concevoir un dispositif de flexion 4 points afin d'évaluer la résistance, la rigidité et la déformation d'un matériau. Ce travail aborde les généralités des propriétés mécaniques des matériaux ainsi que les différents types de flexion. Nous présentons également les dimensions des éléments du dispositif et donnons des informations générales sur la fabrication mécanique. Pour le dimensionnement du dispositif, nous avons respecté la condition de résistance en nous assurant que la contrainte maximale reste inférieure à la contrainte admissible. Enfin, nous terminons ce travail avec une étude de fabrication comprenant des tableaux de gamme d'usinage et la réalisation du dispositif. Nous avons également effectué des essais de flexion 4 points pour vérifier le bon fonctionnement du dispositif.

Abstract :

The aim of this thesis is to design a 4-point bending device to evaluate the strength, stiffness and deformation of a material. This work covers the generalities of the mechanical properties of materials, as well as the different types of bending. We also present the dimensions of the device's components and give general information on mechanical manufacturing. For the sizing of the device, we have respected the strength condition, ensuring that the maximum stress remains below the permissible stress. Finally, we conclude this work with a manufacturing study including machining range tables and device realization. We also carried out 4-point bending tests to check that the device was working properly.

المخلص :

الهدف من هذه الأطروحة هو تصميم جهاز ثني من 4 نقاط من أجل تقييم المقاومة والصلابة والتشوه للمادة. يتناول هذا العمل عموميات الخواص الميكانيكية للمواد وكذلك الأنواع المختلفة من الانحناء. نقدم أيضاً أبعاد عناصر الجهاز ونقدم معلومات عامة عن التصنيع الميكانيكي. بالنسبة لحجم الجهاز ، فقد احترمنا حالة المقاومة من خلال ضمان أن يظل الضغط الأقصى أقل من الضغط المسموح به. أخيراً ، أنهينا هذا العمل بدراسة التصنيع بما في ذلك جداول نطاق التشغيل وإدراك الجهاز. أجرينا أيضاً اختبارات ثني من 4 نقاط للتحقق من الأداء السليم للجهاز.

Introduction générale

Introduction générale

L'essai de flexion est largement utilisé dans divers domaines tels que l'ingénierie des matériaux, l'industrie de la construction, l'aérospatiale et l'automobile. Il s'agit d'une méthode couramment utilisée pour évaluer les propriétés mécaniques des matériaux. L'essai de flexion permet de déterminer la résistance à la flexion, la rigidité et la déformation d'un échantillon soumis à une charge appliquée. Cet essai peut être réalisé sur une variété de matériaux.

Différents types de l'essai de flexion peuvent être utilisées, telles que la flexion à trois points, la flexion à quatre points ou la flexion biaxiales. Le choix de l'essai de flexion dépend des spécifications et des exigences du matériau à tester.

La flexion 4 points est une méthode spécifique de l'essai qui permet d'évaluer les propriétés mécaniques d'un matériau. Contrairement à d'autres types, telle que la flexion 3 points, la flexion 4 points offre une répartition plus uniforme de la charge appliquée sur l'échantillon.

Pour appliquer une flexion contrôlée sur des échantillons, nous utilisons un dispositif de flexion qui permet de mesurer leurs propriétés à la flexion, leur résistance ou leur comportement sous des charges spécifiques.

L'objectif principal de notre travail est de concevoir et de réaliser un dispositif de flexion 4 points. Ce dispositif sera adapté sur la machine de traction Zwick Roell Z050. Il nous permettra d'exécuter des essais de flexion sur des éprouvettes de forme parallélépipédique.

Ce travail est subdivisé en trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à l'étude bibliographique des propriétés mécaniques des matériaux et les notions de base de l'essai de flexion.
- Le deuxième chapitre présente la conception du dispositif de flexion 4 points. Cette conception est réalisée à l'aide du logiciel SolidWorks, en se basant sur les exigences techniques du cahier des charges. Le chapitre inclut également le dessin d'ensemble et les dessins de définition des éléments du dispositif.
- Dans le troisième chapitre, nous aborderons les aspects généraux de l'étude de fabrication des différentes parties du dispositif, y compris leurs traitements thermiques. De plus, nous avons effectué des vérifications du dispositif après son assemblage avec divers échantillons.

Le travail s'achève par une conclusion générale.