

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

Réalisation d'un système de sablage à chaud

Etudié par :

Hadj Laroussi Rayane Wafa

Dirigé Par :

Dr. O. Gridi

Devant le jury

Dr. Demouche

Dr. Betine

(Président)

(Examineur)

Soutenue le : 03/07/2023

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	II
Sommaire	III
Liste des figures	V
Résumé	VI
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Rappel bibliographique

I.1	Introduction.....	3
I.2	Définition d'érosion.....	3
I.3	Les types d'érosion	3
I.3.1	L'érosion par le vent ou éolienne	3
I.3.2	L'érosion hydrique (l'érosion par l'eau)	4
I.3.3	L'érosion de masse	4
I.4	Processus d'érosion par sablage	4
I.5	Principe d'érosion.....	5
I.6	Mécanismes d'érosion	6
I.6.1	Matériaux ductiles :.....	7
I.6.2	Matériaux fragiles.....	7
I.6.3	Particules arrondies.....	7
I.6.4	Particules anguleuses	8
I.6.5	Erosion par abrasion (coupe)	9
I.6.6	Fatigue de surface	9
I.6.7	Déformation plastique	10
I.6.8	Rupture fragile.....	10
I.7	Paramètres influençant l'érosion	11
I.7.1	Angle d'impact.....	11
I.7.2	Vitesse des grains érosifs.....	13
I.7.3	Effet de la taille de l'érodant	13
I.7.4	Effet de la forme des particules	13
I.7.5	Effet de la masse d'érodant projeté.....	14
I.7.6	L'effet de température sur l'érosion des matériaux	15

I.8	Principaux types de dispositifs de sablage	16
I.8.1	Technique « jet impingement ou gas blast » :	17
I.8.2	Technique « recirculatingloop » :	17
I.8.3	Technique « whirling arm » :	18
I.8.4	Technique « centrifugal Accelerator » :	18
I.9	Description de simulateurs d'érosion	19

Chapitre II :conception

II.1	Introduction.....	21
II.2	Présentation du choix d'un dispositif de sablage à chaud	21
II.3	Démarche de conception	21
II.4	Cahier des charges.....	21
II.4.1	L'étude du marché.....	21
II.4.2	Diagramme bête à corne	22
II.5	L'analyse fonctionnelle.....	22
II.5.1	Diagramme de Pieuvre	23
II.6	Fonctionnement d'un dispositif de sablage à chaud.....	23
II.7	Conception d'un dispositif de sablage à chaud.....	23

Chapitre III : réalisation d'un dispositif de sablage à chaud

III.1	Introduction.....	33
III.2	Description d'un dispositif de sablage à chaud	33
III.3	Les éléments de sable à chaud	33
III.3.1	Souffleur/compresseur.....	33
III.3.2	Tuyaux en acier.....	34
III.3.3	Réservoir.....	35
III.3.4	Tuyaux en cuivre.....	35
III.3.5	Robinet male	35
III.3.6	Porte échantillons.....	35
III.4	Tableau empirique.....	37
III.5	Conclusion	37
	Conclusion générale	39
	Référence	40

Liste des figures

Chapitre I

Figure I. 1 : Schéma illustrant le principe d'essai d'érosion par des particules solides projetées sur une cible fixe incliné	5
Figure I. 2: Fissures générées par impact de particules.....	6
Figure I. 3: Mécanismes d'érosion pour les matériaux ductiles.....	7
Figure I. 4: Influence de l'énergie cinétique des particules arrondies Sur le processus d'érosion.....	8
Figure I. 5: Influence de l'énergie cinétique des particules anguleuses Sur le processus d'érosion	8
Figure I. 6: Mécanismes d'érosion par des particules du sable	9
Figure I. 7: Les mécanismes d'érosion possibles par des particules solides : (a) abrasion à faibles angles d'impact, (b) fatigue de la surface à basse vitesse, angle d'impact élevé, (c) rupture fragile ou déformation plastique multiple à une vitesse moyenne, angle d'impact élevé, (d) fusion superficielle à des vitesses d'impact élevées, (e) érosion macroscopique à effets secondaire	10
Figure I. 8: Définition de l'angle d'impact α durant le processus d'érosion.....	11
Figure I. 9: Processus d'usure érosive sous différents angles d'impacts	12
Figure I. 10: Représentation schématique de l'érosion en fonction de l'angle d'impact, pour les matériaux fragiles et ductiles.....	12
Figure I. 11: Le taux d'érosion présenté en fonction de la vitesse d'impact pour une vitrocéramique de silicate érodée à un angle d'impact de 30° par des particules de silice de deux formes différentes : angulaire et arrondie	14
Figure I. 12: Effet de la masse projetée sur le taux d'érosion à différents angles d'impacts	15
Figure I. 13: Effet de la température sur l'érosion de l'aluminium 2024. Angle d'impact (°) : (a) 20, (b) 60, (c) 90. Taille des particules (pm) : (a) 164, (b) 164, (c) 164. Vitesse des particules (ft ⁻¹) : (a) 410, (b) 384, (c) 399.....	15
Figure I. 14: Photomicrographies électroniques à balayage des surfaces érodées après 2 min pour les échantillons stationnaires d'Al-99.92 à différentes températures	16
Figure I. 15: Technique « jet impingement ou gas blast »	17
Figure I. 16: Technique « recirculatingloop ».....	18
Figure I. 17 : Technique <<Whirling arm>>	18
Figure I. 18: Technique « centrifugal Accelerator »	19
Figure I. 19: Simulateur Horizontal réalisé par Chevalier et Vannes	20

Chapitre II

Figure II. 1 : Diagramme bête à corne	22
Figure II. 2: Diagramme de Pieuvre	23

Chapitre III

Figure III. 1 : souffleur	34
Figure III. 2: tuyaux en acier	34
Figure III. 3: tuyaux en cuivre	35
Figure III. 4: porte d'échantillons.....	36
Figure III. 5 : l'érosion par sablage sur un échantillon en verre.	37

Résumé

Notre projet consiste à concevoir et développer un dispositif de sablage à chaud spécifiquement dédié à l'étude de l'érosion. Pour cela, nous utiliserons un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) tel que SolidWorks pour réaliser une modélisation en trois dimensions du dispositif. Il sera conçu avec précision, en prenant en compte tous les éléments nécessaires pour mener des études expérimentales approfondies sur le phénomène d'érosion. Nous intégrerons des caractéristiques spécifiques permettant de contrôler et de mesurer les paramètres essentiels tels que la vitesse de projection des particules abrasives, la pression d'air, le débit d'abrasif et l'angle de projection. Grâce à cette approche expérimentale, nous voulons contribuer à l'avancement des connaissances dans le domaine de l'érosion, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives pour la recherche, l'innovation et le développement de solutions plus efficaces pour la protection des surfaces contre ce phénomène.

Mot clé :

Erosion, sablage, matériaux fragile, abrasion

Abstract

Our project consists of designing and developing a hot sandblasting device specifically dedicated to the study of erosion. To achieve this, we will use computer-aided design (CAD) software such as SolidWorks to create a three-dimensional model of the device. It will be precisely designed, taking into account all the necessary elements to conduct in-depth experimental studies on the erosion phenomenon. We will incorporate specific features that allow for the control and measurement of essential parameters such as abrasive particle velocity, air pressure, abrasive flow rate, and projection angle. Through this experimental approach, we hope to contribute to the advancement of knowledge in the field of erosion, thereby opening up new perspectives for research, innovation, and the development of more effective solutions for surface protection against this phenomenon.

Keywords:

Erosion, Sandblasting, Fragile materials, Abrasion.

مُلَخَّصٌ

مشروعنا يتمثل في تصميم وتطوير جهاز للرملة الساخنة مخصص بالذات لدراسة التآكل. لذا، سنستخدم برنامج تصميم مساعد بالحاسوب (CAD) مثل SolidWorks لإجراء نمذجة ثلاثية الأبعاد للجهاز. سيتم تصميمه بدقة، مع مراعاة جميع العناصر اللازمة لإجراء دراسات تجريبية مفصلة حول ظاهرة التآكل. سندمج ميزات محددة تتيح التحكم والقياس في المعلومات الأساسية مثل سرعة إطلاق جسيمات التآكل، وضغط الهواء، ومعدل التدفق للمواد الكاشطة، وزاوية الإطلاق. من خلال هذا النهج التجريبي، نرغب في المساهمة في تقدم المعرفة في مجال التآكل، مما يفتح آفاقاً جديدة للبحث والابتكار وتطوير حلول أكثر فعالية لحماية الأسطح من هذه الظاهرة.

كلمات رئيسية: التآكل، التفريق، المواد الهشة، الاحتكاك

Introduction générale

La détérioration des matériaux fragiles est un défi majeur dans de nombreux domaines d'application, limitant considérablement la durée de vie des pièces et équipements exposés à l'impact de particules solides. Les dommages causés aux surfaces fonctionnelles ont un impact négatif sur les propriétés mécaniques et optiques. Des problèmes tels que les microfissures, les éclats et les rayures peuvent entraîner une diminution de la résistance mécanique et de la transmission optique.

L'érosion, un phénomène mécanique bien connu, est caractérisée par l'enlèvement de matière suite à l'impact entre un projectile solide et une surface cible donnée. Dans de nombreux cas, son caractère destructeur pose un problème significatif. Par exemple, les véhicules circulant dans des zones exposées à des tempêtes de poussière, telles que le sud du Sahara, subissent des dommages à leurs pare-brise, ce qui réduit considérablement la visibilité du conducteur en raison de la diffusion intense de la lumière entrante.

De nombreux scientifiques se sont intéressés à l'étude et à l'analyse des phénomènes d'érosion. Ils ont identifié plusieurs facteurs influençant l'érosion, tels que les propriétés des particules érosives (dureté, forme, ténacité, densité), les propriétés de la surface cible (densité, dureté) et les conditions d'essai (vitesse des particules, angle d'impact).

Dans le cadre de notre travail, nous nous proposons de réaliser un dispositif de sablage à chaud pour l'érosion, basé sur une conception en trois dimensions réalisée à l'aide d'un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) tel que SolidWorks. Ce dispositif nous permettra de mener des études expérimentales afin de mieux comprendre ce phénomène d'érosion et d'explorer les mécanismes qui y sont associés.

L'objectif de notre travail est de fournir un outil efficace pour l'étude de l'érosion par sablage à chaud. Nous espérons que les résultats obtenus grâce à ce dispositif nous permettront d'améliorer notre compréhension de ce phénomène complexe et de développer des stratégies pour atténuer les effets néfastes de l'érosion sur les matériaux fragiles.

Dans notre travail, nous nous attelons à concevoir un dispositif de sablage à chaud.

Dans le premier chapitre, nous avons introduit les concepts généraux de l'érosion par sablage, en expliquant les principes et les applications de cette technique.

Introduction générale

Ensuite, dans la deuxième partie, nous avons établi une conception détaillée pour ce dispositif, en prenant en compte les exigences spécifiques et les performances attendues. Nous avons également effectué une conception mécanique approfondie, en déterminant les composants nécessaires.

Le troisième chapitre est dédié à la réalisation pratique de ce dispositif. Nous décrivons en détail les étapes de fabrication, en mettant l'accent sur les choix des matériaux, les techniques d'assemblage et les procédures de sécurité. Nous avons veillé à respecter les normes appropriées pour garantir un fonctionnement fiable et sécurisé du dispositif de sablage à chaud.

Enfin, nous concluons ce travail en récapitulant les principales réalisations et contributions de notre projet. Nous soulignons l'importance du dispositif de sablage à chaud dans les opérations de préparation de surface et les applications diverses. Nous mettons en évidence les avantages de notre conception, tels que l'efficacité du sablage, la précision des résultats obtenus et la sécurité de l'utilisation.