

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Ferhat Abbas - Sétif 1

Institut : Optique et Mécanique de Précision

Département : Mécanique

Domaine : Sciences et technologies

Filière : Optique et Mécanique de Précision

Spécialité : Mécanique des matériaux

Mémoire de Master

Optimisation des paramètres de coupe dans le processus de tournage par la méthode de taguchi des deux métaux différents « Etude comparative »

Présenté par : **BENHAMLA RANIA**

Dirigé par :

Dr. FACI ABD ELAZIZ

Dr. BENTERKI SMAIL

Soutenue devant le jury :

(Président) : **Dr. DRIDI**

(Examineur) : **Dr. TEBBANE**

Soutenue le : 03 / 07 /2023

SOMMAIRE

Introduction Générale.....	1
----------------------------	---

PARTIE I : RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE I

RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES SUR L'ACIERS, L'ALUMINIUM ET L'USINAGE

I-Introduction	3
I-1-1-Introduction sur l'acier.....	3
I-1-2-Définition d'acier	3
I-1-3- Propriétés d'acier	3
I-1-4- Différentes classifications d'acier	4
I-1-4-1-Aciers non alliés	4
I-1-4-2-Aciers faiblement alliés	4
I-1-4-3-Aciers fortement alliés	4
a-Aciers inoxydables	4
b-Aciers rapides	4
I-2-L'aluminium.....	5
I-2-1-Introduction sur l'aluminium	5
I-2-2-Définition de l'aluminium	5
I-2-3-Propriétés de l'aluminium.....	5
a-Propriétés physiques	5
b-Propriétés mécaniques	5
c-Propriétés de mise en forme	6
d-Résistance à la corrosion	6
I-2-4-Types d'alliages d'aluminium	6
I-2-5-Alliages à durcissement structural de la série 6XXX	7
I-2-6-Utilisation d'aluminium et de ses alliages	7
I-3-L'usinage.....	7
I-3-1-Généralité sur L'usinage	7
I-3-2-Le tournage	8
a- Le tournage intérieur	8
b- Le tournage extérieur.....	8
I-3-3-Les paramètres de coupe	9
a- La vitesse de coupe N	9

b-La profondeur de passe P[mm]	9
c- L'avance a [mm/tour]	9
I-3-4-Réglage des conditions de coupe en tournage	10
I-3-5-L'arrosage et la lubrification dans l'usinage	10
I-4 –La rugosité	10
I-4-1-Introduction sur la rugosité	10
I-4-2-Définition de la rugosité.....	10
I-4-3-Défauts de rugosité	11

Chapitre II

Les plans des expériences

II-1- Introduction	12
II-2- Définition des plans d'expériences	12
II-3- L'intérêt des plans d'expériences.....	12
II-4- Généralités sur les plans d'expériences	12
II-4-1- Réponse	12
II-4-2-Facteur	12
II-4-3-Domaine expérimental	12
II-4-3-1- Domaine expérimental continu	13
II-4-3-2- Domaine expérimental discret	13
II-5-Notion d'espace expérimentale	14
II-6-Méthodologie expérimentale	14
II-7- Notion de modélisation mathématique	14
II-8- Plan de Taguchi L9	15
II-9- Méthode de Genichi Taguchi	15
II-9-1-Introduction	15
II-9-2-Définition de méthode de Taguchi	16
II-9-3-L'intérêt de méthode de Taguchi	16
II-10- Analyse de Variance ANOVA	16
II-10-1-Définition d'ANOVA	16
II-10-2-Types d'ANOVA.....	16

PARTIE II

ETUDE EXPERIMENTALE, RESULTATS ET DISCUSSIONS

III-1- Objectif de travail	18
III-2- Matériels utilisés	18
III-2-1- Machine-outil	18
III-2-2- Outils de coupe.....	18
III-2-3- Profilomètre	19
III-2-3-Balance	19
III-3- Matériaux Utilisés	20
a- Acier	20
b- Aluminium.....	20
III-4- Méthodes expérimentales	21
a- Méthodologie d'analyse	21
a-1- Méthode de Taguchi	21
a-2- Les facteurs et leurs niveaux.....	22
a-3- Plan expérimentale	22
III-4- Résultats et discussion	26
III-4-1- L'effet des paramètres de coupe (N, a, p) sur la rugosité de surface (Ra)	26
A- L'acier	26
B- L'aluminium	26
III-4-2- L'effet des paramètres de coupe (N, a, p) sur la matière enlevée (Me)	27
A- L 'acier	27
B- L'aluminium	28
III-4-3- Analyse des effets principaux du rapport (S/B) sur la rugosité de surface (Ra)	28
A- L 'acier	28
B- L'aluminium	29
III-4-4- Analyse des effets principaux du rapport (S/B) sur la matière enlevée (Me)	30
A- L'acier.....	30
B- L'aluminium	31
III-4-5- Optimisations des réponses Ra et Me	32
A- L 'acier	32
B- L 'aluminium	33
III-4-6- Modélisation mathématique	34
A- L'acier.....	34

Introduction Général

L'industrie est l'un des secteurs économiques les plus importants et les plus diversifiés dans le monde entier. Cependant, l'augmentation des besoins des consommateurs pour des produits de meilleure qualité liés à l'usinage des métaux en termes de tolérance plus précise et de meilleure finition de surface a poussé l'industrie de l'usinage des métaux à améliorer continuellement le contrôle de la qualité des processus d'usinage des métaux. La qualité de la rugosité de surface est une exigence importante pour les pièces finies dans les opérations d'usinage. Dans le même temps, un taux d'enlèvement de matière (Me) plus élevé est souhaité par les industries pour faire face à la production de masse sans sacrifier la qualité du produit dans un court laps de temps. Un taux d'enlèvement de matière plus élevé est obtenu en optimisant les paramètres du processus tels que la vitesse de coupe, l'avance et la profondeur de passe. Il est donc nécessaire de sélectionner des paramètres de processus appropriés pour l'efficacité, l'efficacité et l'économie globale de la fabrication par usinage afin d'atteindre ces objectifs (Me plus élevé et qualité du produit).

L'objectif de l'optimisation est de répondre à la demande croissante d'amélioration de la qualité des produits, de réduction des coûts de production et d'accélération de la production. Pour faire face aux industries manufacturières mondiales des pièces à usiner hautement fonctionnelles. L'opération d'usinage est un processus de fabrication important qui contribue à une fabrication économique et de meilleure qualité. La rugosité de surface et le taux d'enlèvement de matière jouent un rôle très important dans la détermination de la productivité dans la fabrication globale. La rugosité de surface est l'un des paramètres de contrôle de la qualité les plus importants pour l'évaluation du processus de production. La présente étude utilise la vitesse de coupe, l'avance, la profondeur de coupe comme paramètres d'usinage et l'objectif est d'optimiser ces paramètres afin de trouver la rugosité de surface minimale et le taux d'enlèvement de matière maximal (Me).

Le processus de tournage a été réalisé avec un tour conventionnel sur deux types de matériaux à savoir un alliage d'aluminium au silicium magnésium A6060 et un acier faiblement allié XC25. Pour l'optimisation des paramètres du processus de tournage la méthodologie du plan d'expérience de Taguchi et l'analyse d'ANOVA ont été appliquées. L'expérience a été menée sur la base d'un plan à réseau orthogonal standard L9 avec trois paramètres de processus, à savoir la vitesse de coupe, la vitesse d'avance et la profondeur de coupe pour la rugosité de surface et le taux d'enlèvement de matière. L'analyse du rapport S/N a été effectuée pour obtenir la combinaison optimale des paramètres d'entrée.

Résumé

Les paramètres du processus de tournage d'un alliage d'aluminium au silicium magnésium A6060 et d'un acier XC25 pour un taux d'enlèvement de matière élevé avec une faible rugosité de surface ont été étudiés et optimisés en utilisant la table L9 de Taguchi . L'expérience a été menée avec trois paramètres de processus, à savoir la vitesse de coupe (N), la vitesse d'avance (a) et la profondeur de passe (P). L'influence des paramètres de coupe sur la rugosité de surface (Ra) et le taux d'enlèvement de matière (Me) ont été résolus à l'aide de l'ANOVA qui montre clairement que la vitesse de coupe (N) et la vitesse d'avance (a) sont statistiquement les facteurs qui ont la plus grande influence sur la rugosité de surface avec les contributions 70,17% et 51,33% pour les deux matériaux respectivement, par contre le facteur profondeur de passe (P) est le paramètre influent la matière enlevée avec les contributions 47,09 %, et 92,12, % pour les deux matériaux respectivement . L'analyse d'ANOVA révèle que la combinaison optimale sont $N = 1120$ tr/min, $a = 0,6$ mm/tr et $p = 0,7$ mm et $N = 1400$ tr/min, $a = 0,2$ mm/tr et $p = 0,7$ mm pour l'usinage de l'acier et de l'alliage d'aluminium respectivement.

Abstract

The turning process parameters of A6060 silicon magnesium aluminum alloy and XC25 steel for high material removal rate with low surface roughness were investigated and optimized using Taguchi's L9 table. The experiment was conducted with three process parameters, namely cutting speed (N), feed rate (a) and depth of cut (P). The influence of the cutting parameters on the surface roughness (Ra) and the material removal rate (Me) have been resolved using ANOVA which clearly shows that the cutting speed (N) and the feed rate (a) are statistically the factors that have the greatest influence on the surface roughness with the contributions 70.17% and 51.33% for the two materials respectively, on the other hand the depth of pass factor (P) is the influential parameter the material removed with the contributions 47.09%, and 92.12% for the two materials respectively. ANOVA analysis reveals that the optimal combination are $N = 1120$ rev/min, $a = 0.6$ mm/rev and $p = 0.7$ mm and $N = 1400$ rev/min, $a = 0.2$ mm/rev and $p = 0.7$ mm for machining steel and aluminium alloy respectively.

ملخص

تم فحص عوامل عملية الخراطة لسبائك الألمنيوم والمغنيزيوم السيليكوني A6060 والفولاذ XC25 للحصول على معدل إزالة المواد المرتفع مع خشونة السطح المنخفضة وتحسينها باستخدام جدول Taguchi L9 أجريت التجربة بثلاث عوامل عملية وهي سرعة القطع (N) ومعدل التغذية (أ) وعمق القطع (P). تم حل تأثير معاملات القطع على خشونة السطح (Ra) ومعدل إزالة المادة (Me) باستخدام ANOVA الذي يوضح أن سرعة القطع (N) ومعدل التغذية (أ) من الناحية الإحصائية من العوامل التي لها التأثير الأكبر على خشونة السطح بمساهمات 70.17% و 51.33% للمادتين على التوالي ، ومن ناحية أخرى فإن عمق عامل التمرير (P) هو المعامل المؤثر للمادة التي تمت إزالتها بمساهمات 47.09% و 92.12% للمادتين. على التوالي. يكشف تحليل ANOVA أن التركيبة المثلى هي $N = 1120$ دورة في الدقيقة ، و $a = 0.6$ مم / دورة و $p = 0.7$ مم و $N = 1400$ دورة في الدقيقة ، و $a = 0.2$ مم / دورة و $p = 0.7$ مم لتصنيع الفولاذ وسبائك الألمنيوم على التوالي.