مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية
المجلد 39- العدد 4 (2023) 29-34

Damascus university Journal for engineering sciences
Vol 39 No.4 (2023) : 29-34

"تأثير مجاري تكسير الرايش على اهتراء وعمر أداة القطع في عمليات الخراطة الطولية للأعمدة"

د.م. عصام قرقوط[1]

[1]قسم هندسة التصميم الميكانيكي- كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية- جامعة دمشق.

الملخص:

- يتناول هذا البحث دراسة اهتراء وثبات أداة القطع وتحديد عمرها (مدة خدمتها) في عمليات الخراطة الطولية للأعمدة الفولاذية والتي سبق وتم تشكيل مجاري حلزونية بخطوة كبيرة على السطح المراد تشغيله من أجل تقطيع الرايش المعدني الناتج عن عملية الخراطة.
- في هذا البحث تم دراسة الأثر الذي يمكن أن يتركه مجرى تكسير الرايش المشكل على سطح المشغولة على سرعة اهتراء أداة القطع وعلى عمرها، كون هذه المجاري يمكن أن تسبب تولد حركة اهتزازية قسرية للنظام التكنولوجي (المشغولة، أداة القطع، الآلة)[1].
- من أجل ذلك تم إجراء عدة تجارب خراطة على مشغولات فولاذية بعضها تم تشكيل مجاري تكسير الرايش على سطحها ومشغولات غيرها لا تحتوي على هذه المجاري، وفي كلا الحالتين تم قياس مقدار اهتراء أداة القطع ورسم منحنيات الاهتراء الموافقة تبعاً لزمن التشغيل وتحديد عمر أداة القطع.

الكلمات المفتاحية: عمليات الخراطة، أداة القطع ،عمر أداة القطع.

Effect Of Chip-Breaking Flutes In The Turning Shafts Processes On Tool Wear And Tool Life

Dr. Essam Karkout[1]

[1]Mechanical Design Department- Faculty of Mechanical and Electrical Engeeniring- Damascus university

Abstract

- This research is studing wear and darability of cutting tool and tool life during turning works the steel shefts. On the surface of the workpiec formed spiral flutes with big pitch for breaking the chip.
- The research studied, the effect of chip-breaking flute on the tool wear speed and the tool life, which cause generating a forced vibrations in the technological, system (workpiec, tool, machine).
- So, with regard to this research many experiments have been done. Implemented for some workpieces which have a chip breaking flutes on working surface, and another without flutes and measurement the tool wear in both situations. According to the results, the wear-time diagram was planed and the tool life determined.

Key Words: Turning Works, Tool, Wear Tool Life.

1. المقدمة:

تتعرض أداة القطع أثناء التشغيل لضغط كبير وحرارة مرتفعة على سطحها تسرِّع من اهتراء أداة القطع (Tool wear) وخروجها من العمل. وإن سرعة وشدة عملية الاهتراء تتوقف على عدة عوامل أهمها نظام القطع المستخدم (v,s,t)، نوع المادة المشغلة، ومادة أداة القطع واستخدام سوائل التبريد وغيرها.

من المعروف أن عملية تكسير الرايش المعدني (Chip-Breaking) في عمليات الخراطة تشكل واحدة من المسائل التقنية الهامة لما يسببه تجمع الرايش والتفافه حول أداة القطع والمشغولة من مشاكل وصعوبات تشغيلية واحتكاك شديد بالإضافة إلى خطر على سلامة العاملين أحياناً.

ولقد تناول العديد من الباحثين دراسة هذه المشكلة وتم التوصل إلى العديد من الطرائق المعروفة لتكسير الرايش إلى قطع صغيرة مما يسهّل إبعادها عن منطقة القطع.

إن تشكيل مجرى حلزوني مسبقاً على سطح المشغولة المراد خراطتها تشكل واحدة من الطرق اللاحركية (اللاكينماتيكية) والفعالة لتكسير الرايش[1] .

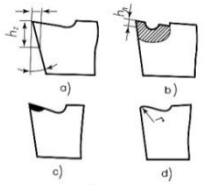
حيث لا تتطلب إدخال أجهزة إضافية تثبت على أداة القطع من أجل تكسير الرايش.

2 . منهج أو أسلوب الدراسة:

من أجل دراسة أثر مجاري تكسير الرايش على شدة اهتراء أداة القطع وعلى مدة خدمتها T (عمرها) فقد اتبعنا منهج دراسة تجريبية مقارنة بين حالتين: قياس معدل اهتراء أداة القطع عند تشغيل دفعة مشغولات تحتوي على سطحها مجرى واحد أو مجريين لتكسير الرايش، وقياس اهتراء أداة القطع عند تشغيل دفعة مشغولات لا تحتوي مجاري لتكسير الرايش وتم إنشاء منحنيات الاهتراء تبعاً لزمن التشغيل في كلتا الحالتين وتحديد مدة خدمة أداة القطع.

3. مؤشرات اهتراء أداة القطع:

إن الاحتكاك الشديد الذي تتعرض له أداة القطع على السطح المشغل وعلى الرايش يعتبر السبب الرئيسي لاهتراء الحد القاطع.

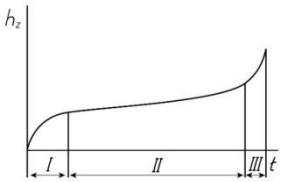


الشكل (١) أشكال اهتراء قلم الخراطة. h_z الاهتراء على السطح الخلفي

في عمليات الخراطة يتعرض الحد القاطع للاهتراء على الوجه الأمامي للقلم h_n والاهتراء على السطح الخلفي الرئيسي h_z [4,6] كما في الشكل (1).

وقد بينت الأبحاث في مجال اهتراء أدوات القطع أن الاهتراء على السطح الخلفي h_z هو الأكثر تأثيراً على دقة التشغيل.

ويعتبر المعيار الأساسي لتحديد مقدار اهتراء أداة القطع وتحديد عمرها T [4,5] .



الشكل (٢) منحني اهتراء أداة القطع

حسب الدراسات ذات العلاقة يمر اهتراء أداة القطع h_z تبعاً للزمن بثلاث مراحل [5,3] كما هو مبين على الشكل(2).

المرحلة الأولى I: تسمى مرحلة الاهتراء الأولي حيث تتعرض أداة القطع لاهتراء شديد وسريع نسبياً خلال فترة تشغيل قصيرة.

المرحلة الثانية II: مرحلة الاهتراء الطبيعي وتوافق مرحلة الاستثمار والتشغيل الأساسية لأداة القطع ويمكن تقريبها إلى

خط مستقيم ذو ميل ثابت∝، أي أن سرعة الاهتراء في هذه المرحلة ثابتة تقريباً.

المرحلة الثالثةIII: مرحلة الاهتراء الشديد حيث يلاحظ حدوث اهتراء شديد وتثلُّم الحد القاطع وخروجه من العمل.

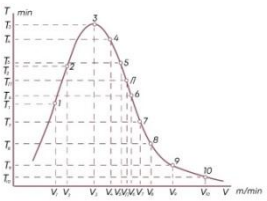
نهاية المرحلة الثانية توافق الاهتراء الحدي (الأعظمي) (Wear Critical) المسموح به لأداة القطع ($h_{z,cr}$) والذي يوافق عمر أداة القطع T والتي تتحدد تبعاً لعدة عوامل هي: نظام القطع المستخدم (v,s,t)، مادة أداة القطع، المادة المشغلة، دقة التشغيل المطلوب (تشغيل أولي أو إنهائي)، استخدام سوائل التبريد وغيرها من العوامل [7].

إن وجود مجاري تكسير الرايش على سطح المشغولة يؤدي إلى تغيير عمق القطع وعدم استمرارية عملية القطع مما يؤدي إلى قطع شريط الرايش المتشكل بأطوال مناسبة تبعاً لقطر المشغولة وخطوة المجرى الحلزوني.

هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإن وجود هذا المجرى يؤدي إلى تغيير دوري في قوة القطع مما يؤدي إلى تحريض اهتزازات قسرية في النظام التكنولوجي [1]. وهذا ما يجعل عملية اهتراء أداة القطع وعمرها T سيكون تابعاً لسعة وتردد الاهتزازات القسرية المتولدة(W, A) بالإضافة إلى نظام القطع المستخدم (سرعة القطع v، التغذية s، عمق القطع t) [2]، أي أن:(1) $$T = F(v, t, s, A, w)$$

هذا مع الإشارة إلى أن سرعة القطع تمتلك تأثيراً واضحاً على شدة الاهتراء وبالتالي على ثبات أداة القطع ومدة خدمتها.

كما هو مبين على الشكل (3) هذه العلاقة ليست خطية [6]، في البداية تزداد مدة خدمة أداة القطع T مع زيادة السرعة حتى الوصول إلى قيمة سرعةV_3 توافق مدة خدمة عظمى، ثم يبدأ عمر أداة القطع بالتناقص من أجل$V > V_3$ ويصبح عمرها قليل جداً من أجل السرعات العالية جداً بسبب الاحتكاك الشديد للحد القاطع على السطح المشغل والرايش.



الشكل (٣) عمر أداة القطع T تبعاً لسرعة القطع V

إن تردد الاهتزازات القسرية w المتولدة بسبب وجود مجاري تكسير الرايش تتعلق بعدد دورات عمود المخرطة (n) وبعدد المجاري (k) المشكلة على سطح المشغولة [1]، وتعطى بالعلاقة:

$$W = k.n/60 \ldots \quad H_Z \qquad (2)$$

حيث n: عدد دورات عمود المخرطة في دقيقة.

k: عدد المجاري المشكلة على سطح المشغولة.

4- الدراسة التجريبية لاهتراء أداة القطع

من أجل دراسة تأثير مجاري تكسير الرايش على مقدار اهتراء أداة القطع وتحديد مدة خدمتها T (عمرها) بما يوافق العلاقة (1) ووفقاً لمنهج الدراسة الذي سبق ذكره فقد تم إجراء ثلاث تجارب خراطة على ثلاث مجموعات من المشغولات الفولاذية ماركة $st45$ أبعادها جميعا القطر $d = 30mm$ ، وأطوالها $l = 150mm$:

- **المجموعة الأولى** ست مشغولات تم مسبقاً تشكيل مجرى حلزوني واحد $(k = 1)$ على سطحها ذو شكل مثلثي زاويته $\propto = 60^{\circ}$ وبعمق $t_x = 0.8mm$ وبخطوة $p = 20mm$، كما في الشكل(4).
- **المجموعة الثانية** أيضاً ست مشغولات تم تحضير مجريين حلزونيين على سطحها بنفس الأبعاد$(k = 2)$.

الشكل (4) مشغولات تم تحضير مجاري تكسير الرايش على سطحها

المجموعة الثالثة أيضاً ست مشغولات لا تحتوي على سطحها أية مجاري($k = 0$).

- نظام التشغيل المستخدم في التجارب المذكورة أعلاه:
V=37.7m/min (n=400r.p.m)
t=1mm , s=0.16mm/r
- وأداة القطع المستخدمة في الفولاذ سريع القطع $H.S.S$ ماركة P_{18} زواياه: $^{\circ}75 = \varphi$، وزاوية الخلوص $^{\circ}8 = \propto$

هذا مع العلم أن زاوية الاقتراب الرئيسية φ تملك تأثير واضح على ثبات وعمر أداة القطع، فكلما صغرت φ زاد عمر أداة القطع.

وطبقاً للعلاقة (2) فإن تردد الاهتزازات القسرية المتولدة بفعل مجاري تكسير الرايش يساوي:

H_Z $W = 6.6$ من أجل $K = 1$

H_Z $W = 13$ من أجل $K = 2$

أثناء عمليات التشغيل تم قياس قيمة الاهتراء على السطح الخلفي h_Z لأداة القطع كل خمس دقائق تشغيل تقريباً باستخدام جهاز قياس الاهتراء ماركة $YUM - 21$ دقته $0.05mm$، ونتائج القياس مبينة في الجدول (1) للمجموعات الثلاثة المشغلة (من أجل $k = 2, k = 1$ و $k = 0$).

الجدول (1) قيم الاهتراء h_Z ($mm.$)

زمن التشغيل $T_0(min)$	5	10	15	20	25	30	عمر أداة القطع T, min
$h_Z, K = 2$ (mm)	0.10	0.15	0.2	0.25	0.30	0.35	48
$h_Z, K = 1$	0.1	0.13	0.17	0.22	0.26	0.29	53
$h_Z, K = 0$	0.1	0.12	0.17	0.2	0.25	0.27	58

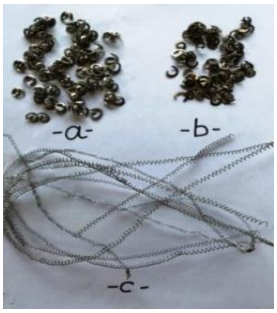
في التجربة الأولى تم تشغيل ست مشغولات سبق وحُضِّر على سطحها مجريين($K = 2$) ووفق نظام القطع المذكور تم تشغيلها وكل خمس دقائق قياس قيمة h_Z والنتائج في الجدول (1).

في التجربة الثانية تم تشغيل ست مشغولات مماثلة وبنفس نظام التشغيل وتحوي على سطحها مجرى واحد $K = 1$.

التجربة الثالثة كانت مخصصة لتشغيل ست مشغولات مماثلة وبنفس نظام القطع ولكن لا تحوي مجاري لتكسير الرايش وبنفس الأسلوب تم قياس الاهتراء h_Z والنتائج في الجدول (1) أيضاً.

وفقاً للدراسات المتعلقة بقطع المعادن فإن قيمة الاهتراء الحدي $h_{Z,cr}$ المسموح به لأداة القطع يقع في حدود $h_{Z,cr} = (0.4 \div 0.6)mm$[3]، بناء عليه سوف نعتمد في دراستنا هذه $h_{Z,cr} = 0.5mm$ كقيمة حدية لاهتراء أداة القطع وخروجها من العمل.

الشكل (5) يبين أشكال الرايش المعدني الناتج عن عمليات التشغيل المذكورة باستخدام مجاري تكسير الرايش، وكما هو واضح من الشكل $(5 - c)$ فإن الرايش الناتج عند تشغيل مشغولات لا تحتوي على سطحها أي مجرى فإن الرايش الناتج على شكل شريط مستمر يلتف على المشغولة وأداة القطع ويزيد من الاحتكاك على السطح المشغل ويسيء لنعومته، كما ويشكل خطر على سلامة العاملين، أما الرايش الناتج في حال استخدام مجاري تكسير الرايش فكان كما هو مبين على الشكل$(5 - a, b)$ على شكل قطع حلقية صغيرة مما يسهل إبعادها عن منطقة القطع.



الشكل (5) أشكال الرايش الناتج عند الخراطة بوجود مجاري تكسير الرايش(b, a) وبدون مجاري (c)

بناء على نتائج التجارب المبينة في الجدول(1) واعتماداً على فرضية أن منحني اهتراء أداة القطع في مرحلة الاهتراء

الطبيعي يقارب خط مستقيم ذو ميل ثابت الشكل(2)، فقد تم رسم المنحنيات البيانية المبينة على الشكل(6).

والتي تمثل منحنيات اهتراء أداة القطع لمشغولات تحتوي مجموعتين حلزونيتين لتكسير الرايش على سطحها $(K = 2)$ ومشغولات تحتوي مجرى واحد لتكسير الرايش $(K = 1)$ ومشغولات لا تحتوي على سطحها أي مجرى $(K = 0)$.

حيث تم مقاربة هذه النقاط التجريبية في كل حالة إلى خط مستقيم وتمديده للوصول إلى قيمة الاهتراء الحدي المسموح به $h_{Z,cr} = 0.5mm$، وبالتالي تحديد عمر أداة القطع T في كل من التجارب الثلاثة المذكورة أعلاه.

من الشكل (6) نجد أن:

$T_0 = 58min$ عمر أداة القطع بدون استخدام مجاري تكسير الرايش $(K = 0)$.

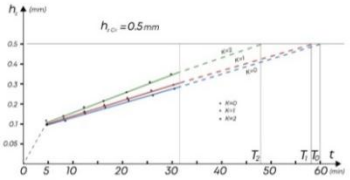
$T_1 = 53min$ عمر أداة القطع بوجود مجرى واحد $(K = 1)$.

$T_2 = 48min$ عمر أداة القطع بوجود مجريين $(K = 2)$.

5. الخاتمة:

تبين من هذا البحث أن عمر أداة القطع عند التشغيل باستخدام مجرى واحد لتكسير الرايش $(K = 1)$ يساوي $53min$ وقد انخفض بمقدار خمس دقائق فقط بالمقارنة مع حالة التشغيل بدون مجرى حيث $T_0 = 58min$، وهذا مقبول ومناسب من أجل التخلص من مشكلة تجمع الرايش وتقطيعه إلى قطع صغيرة لا يتجاوز طولها $8mm$.

أما وجود مجريين فهو غير مناسب كونه أدى لانخفاض عمر أداة القطع بدرجة كبيرة بحدود 20%، خاصة وأن مجرى واحد كان كافياً تماماً لحل مشكلة الرايش المستمر الشكل (5,c).



الشكل (٦) منحنيات الاهتراء تبعاً للزمن ($h_z - t$)

هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

المراجع Reference

1. د. عصام قرقوط، "الاهتزازات القسرية للنظام التكنولوجي في عمليات الخراطة الطولية باستخدام مجاري تكسير الرايش"، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، 2021.
2. "استقرار النظام التكنولوجي في عمليات الخراطة الداخلية باستخدام الطرق اللاحركية لتقطيع الرايش"، أطروحة دكتوراه.
3. د. محمد غانم، د.عصام قرقوط، "صيانة وسائل الإنتاج"، منشورات جامعة دمشق، 2020 .
4. В.Н.Фещенко, Р.Х.Махмутов, "Токарная обработка", Выщая школа, 1991.
5. "Режушие инструменты, оснашенные сверхтверлыми и керамическими материалыми и их применение", справчник, МАШИННОСТРОЕНИЕ, 1990,
6. Г.И.Грановский, В.Г.Грановский, "РЕЗАНИЕ МЕТАЛЛОВ", Выщая школа, 1991.
7. Herbert W.Yankee. "Manufacturing Processes". United States of America, 1998.