تأثير سرعتي القطع والتغذية على معدل الانفعال ودرجة الحرارة المتولدة في عمليتي التفريز المتماثل والعكسي

صباح عبد الصمد محمود

قسم التقنيات الميكانيكية – المعهد التقني في البصرة

ISSN –1817 –2695

الاستلام 2006/8/27, القبول 2006/10/16

الخلاصة: Summary

تم في هذا البحث دراسة تأثير كل من سرعة القطع cutting speed وسرعة التغذيةfeed velocity على معدل الانفعال strain rate ودرجة الحرارة المتولدة أثناء التشغيل heat generated في عمليتي التفريز المتماثل والعكسي . وقد قام الباحث بأجراء تجارب عملية بلغت (72) عملية قطع مختلفة عناصر القطع (التغذية ,عمق القطع , عدد الدورات . مائع التبريد) على عينات من الصلب متوسط الكربون medium carbon steel . مستخدما مائع تبريد coolant مرة , وأخرى بدونه , وسجلت النتائج فظهر أن عملية التفريز تقع ضمن عمليات التشكيل المتوسطة – العالية intermediate-high rate strain rate process وذلك لتراوح معدل الانفعال الناتج ما بين (10^{-4} -10^{0}) ثانية , ولوحظ أن تأثير سرعتي القطع والتغذية على معدل الانفعال كان طرديا , مع ملاحظة أثبتها البحث وهي زيادة معدل الانفعال كثيرا في حالة عدم استخدام مائع تبريد , كما لوحظ عدم تولد حرارة عالية في العمليتين مقارنة بأي عملية قطع أخرى وذلك يعود إلى أن معدل الانفعال العالي يحدث بسرعة كبيرة لا تسمح بانتقال الحرارة من منطقة القطع (مستوي القص shear plane) فضلا عن أن أسنان سكينة التفريز تمر بفترة فراغ وتبريد هوائي لها بعد مغادرتها الشغلة المقطوعة .
لقد اثبت البحث انه عند التفريز العكسي الجاف (بدون استعمال مائع تبريد) تحصل زيادة معدل الانفعال عند سرع القطع (7.85 - 48.6 m/min.) وعند سرع تغذيات (6.8 - 21.5 mm/min) مع بقاء درجة الحرارة ثابتة تقريبا . وعند استخدام مائع تبريد تحت نفس الظروف حدث انخفاض في درجة الحرارة بلغ (7 ċ) تبعها انخفاض في معدل الانفعال. كما اثبت البحث انه عند التفريز المتماثل باستخدام مائع تبريد أو بدونه لم يتأثر معدل الانفعال إلا قليلا وتم الحصول على أعلى معدل انفعال عند التغذيات (6.8 - 14.3 mm/min) فقط أما إذا زادت عن ذلك فينخفض .

الكلمات المفاتيح: (االتفريز – سرعة القطع – سرعة التغذية – معدل الانفعال – درجة الحرارة) .

المقدمة : Introduction

يعد التفريز milling من العمليات المهمة في الصناعة إذ يمكن بوساطته إنتاج سطوح مستوية أو ذات أشكال هندسية معقدة والمسننات وغيرها , وهي من العمليات ذات الإنتاجية العالية نظرا لتعدد حدود سكينة التفريز القاطعة cutter يمكن إزالة حجم كبير من الرايش chips من الشغلة في قطعية واحدة كما تتمتع السطوح المنتجة بجودة ونعومة جيدة , وهناك نوعان من التفريز هما[1] :

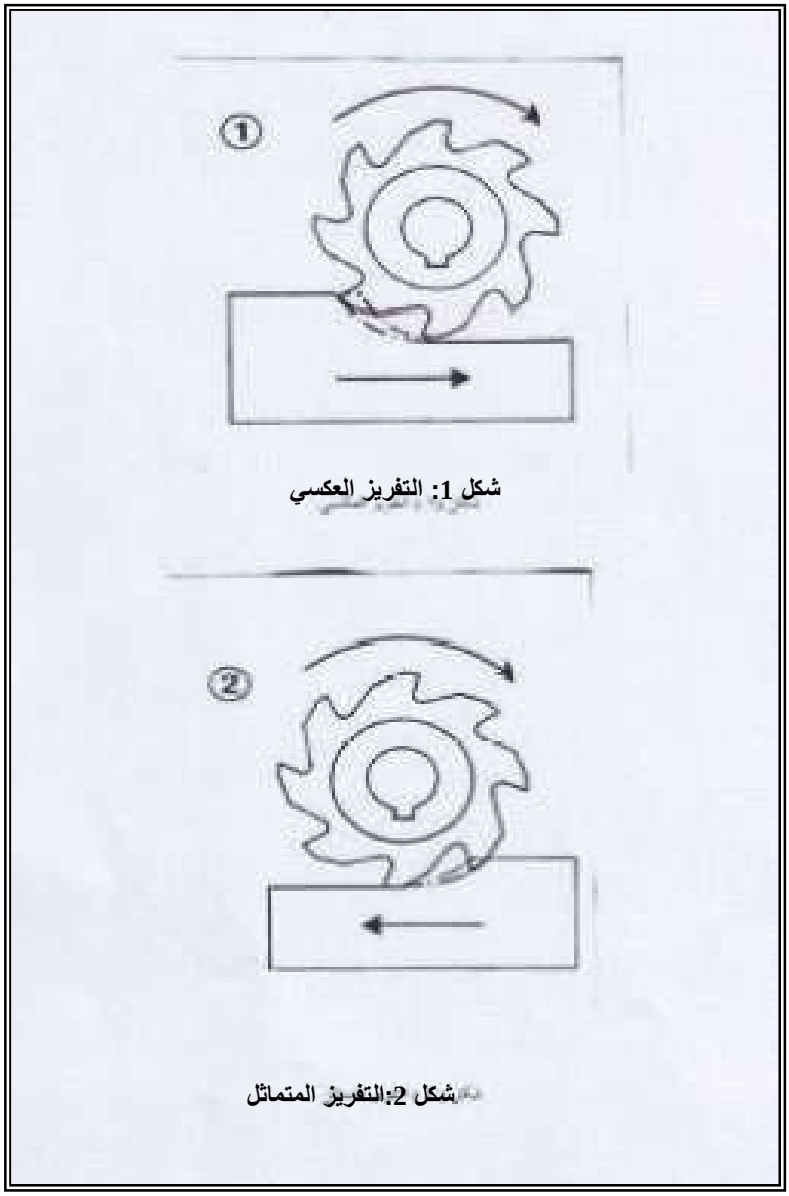
1- التفريز العكسي Convential up milling

حيث يتم تغذية الشغلة (تقدمها) بعكس دوران سكينة التفريز حيث تبدأ السكينة بالقطع من اقل سمك للرايش وتتدرج حتى تصل إلى اكبر سمك له عند مغادرة السكينة للشغلة , ونتيجة لطريقة إزالة الرايش هذه تتغير قوة القطع حسب سمك الرايش فتبدأ من الصفر حتى تصل إلى اكبر قيمة لها عند أقصى سمك للرايش [1] ويمكن بهذه الطريقة الحصول على سطوح ناعمة لانتظام حركة التغذية حيث تتميز هده الطريقة بأنها تحقق انتظام حركة التغذيةودلك لأن قوة القطع تدفع الطاولة والشغلة المثبتة عليها إلى الأمام , ولكن من عيوبها أن قوة القطع هده تعمل على رفع الشغلة من طاولة ماكنة التفريز وهدا يتطلب قوة تثبيت الشغلة على الطاولة [1] .(شكل 1)

2-التفريز المتماثل Climb-down milling

يتم في هذه الطريقة تغذية الشغلة بنفس اتجاه دوران سكينة التفريز فتبدأ السكينة بعملية القطع بأكبر سمك للرايش حتى اقل سمك له وبذلك تكون قوة القطع كبيرة في البداية ثم تقل قيمتها للصفر وتكون السطوح المنتجة اقل جودة من الطريقة السابقة .اد تعمل قوة القطع على ضغط الشغلة إلى الأسفل مما يؤدي إلى تبسيط الترتيبات المستعملة في تثبيت الشغلة على الطاولة , لدلك تستعمل في تفريز الشغلات الرقيقة نسبيا وفي العمليات التي تتطلب عمق كبير , إلا أن من عيوبها تعرض الماكنة إلى اهتزازات عنيفة بسبب وجود قوة قطع متقطعة وصادمة مما يؤدي إلى تلف أسنان سكينة التفريز . (شكل 2)

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com



شكل 1: التفريز العكسي

شكل 2:التفريز المتماثل

معدل الانفعال $\dot{\varepsilon}$ *Strain rate*

هو دالة للانفعال مع الزمن , حيث يعد الانفعال مؤشرا واضحا لبيان تأثير عملية القطع , وهو أحد مقومات نشوء الحرارة.عند قطع المعادن , يؤخذ الانفعال القصي الهندسي Engineering shear strain الذي يساوي طول الانحراف مقسوما على الطول قبل الانحراف , ولهذا فأن المعدن تحت أحسن ظروف القطع يتعرض إلى انفعال شديد جدا مؤديا, إلى تصلد المعدن تشكيليا (work hardening) والى تغيرات في البنية (structural changes)[2] , لذلك كلما كان معدل الانفعال عاليا تقع عملية القطع ضمن عمليات التشكيل السريعة ذات الإنتاجية العالية .

درجة الحرارة المتولدة *Heat generated*

عند قطع المادة بصورة لدنة (deformed plastically) تتعرض المادة إلى انفعالات عالية جدا تتحول إلى حرارة , ويحصل هذا التحول في المنطقتين الرئيسيتين للتشكيل اللدن وهما منطقة القص (أو منطقة التشكيل الأولي) (primary deformation zone) ومنطقة التشكيل الثانوي secondary deformation zone) [3] .كذلك تتولد حرارة نتيجة للاحتكاك بين السكينة وسطح الشغلة المقطوع حديثا .

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

الجانب العملي Experimental producer

أجريت الاختبارات على ماكنة التفريز الأفقية horizontal milling machine نوع (Iwashita NK- 65) يابانية الصنع تتراوح سرع تغذياتها ما بين (0.136 - 0.922 mm/rev.) وسرع عمود الدوران فيها (18) سرعة تتراوح ما بين (50 - 1500 rpm.).
وأجريت التجارب على عينات من الصلب متوسط الكربون(0.25 - 0.5 c ٪)بأبعاد (100 *50* 10 mm) وتم القطع بسكينة تفريز من صلب السرعات العالية (high speed steel) وبأستخدام مائع تبريد نوع زيت قطع معدني .
ولإجراء عمليات القطع المختلفة تم تحديد نوع العملية المطلوبة أولا(متماثلة – عكسية) وتم تحديد شروط القطع المتغيرة في كل عملية قطع بدون استخدام مائع تبريد ثم أعيدت العمليات نفسها وبالشروط نفسها ولكن بأستخدام مائع تبريد .حيث تم إنجاز (18)عملية قطع متماثل بأستخدام مائع تبريد و (18) أخرى بدون مائع تبريد وأعيدت الطريقة نفسها في عملية التفريز العكسي وتم تسجيل النتائج .

النتائج :

أولا : التفريز العكسي بدون استخدام مائع تبريد :

لوحظ زيادة معدل الانفعال طرديا وبصورة كبيرة عند السرع (48.6 m/min - 7.85) وللتغذيات (6.8 - 21.5mm/min) مع بقاء درجة الحرارة شبه ثابتة كما لوحظ عند زيادة سرعة التغذية وللحدود (38.4-57.6 mm/min) زيادة معدل الانفعال بصورة طردية أيضا ولكن بقيم أقل من السرع الأولى وذلك لزيادة الشغل في عملية القطع نتيجة لزيادة سرعة التغذية , ونظرا لعدم انتقال الحرارة المتولدة بسرعة من منطقة القطع ازداد معدل الانفعال طرديا [4].(الاشكال 3–5–9).

ثانيا : التفريز العكسي بأستخدام مائع تبريد:

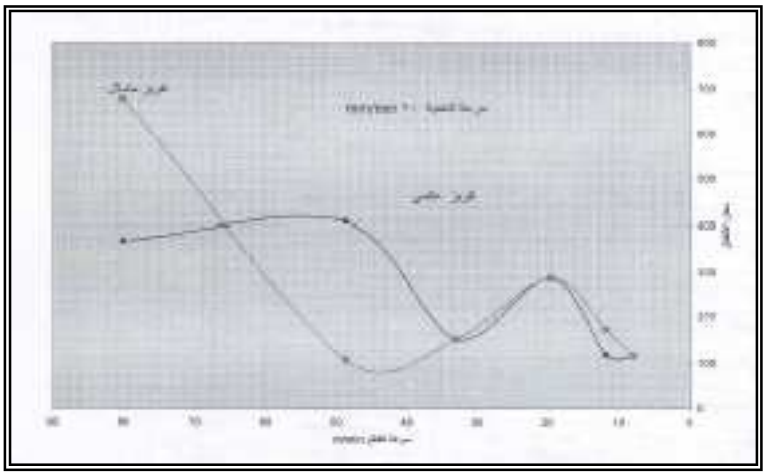
بقيت علاقة معدل الانفعال مع سرعة القطع وسرعة التغذية طردية ولكن بصورة اقل منها تحت الظروف نفسها وحصل انخفاض طفيف في درجة الحرارة بلغ (7 Ċ) فأصبحت بحدود (15 - 19 Ċ) (الشكلين 4–8)

ثالثا : التفريز المتماثل (مع أو بدون استخدام مائع تبريد)

لوحظ أن علاقة معدل الانفعال مع كل من سرعتي القطع والتغذية في التفريز المتماثل وللحالتين هي علاقة طردية وأن معدل الانفعال لم يتأثر بأستخدام مائع تبريد من عدمه عند تغيير سرع القطع , أما عند تغيير سرع التغذيات لم يتأثر معدل الانفعال بالحالتين ولكن عند زيادة السرعة لغاية (48.07 m/min) سجل زيادة في معدل الانفعال , أما إذا زادت السرع عن ذلك فسينخفض .
كذلك انخفضت درجة الحرارة المتولدة نتيجة استخدام مائع التبريد بحدود (7 - 8 Ċ) ولم يتأثر معدل الانفعال بتغيير سرعة التغذية (الأشكال 4–5–6–7–8).

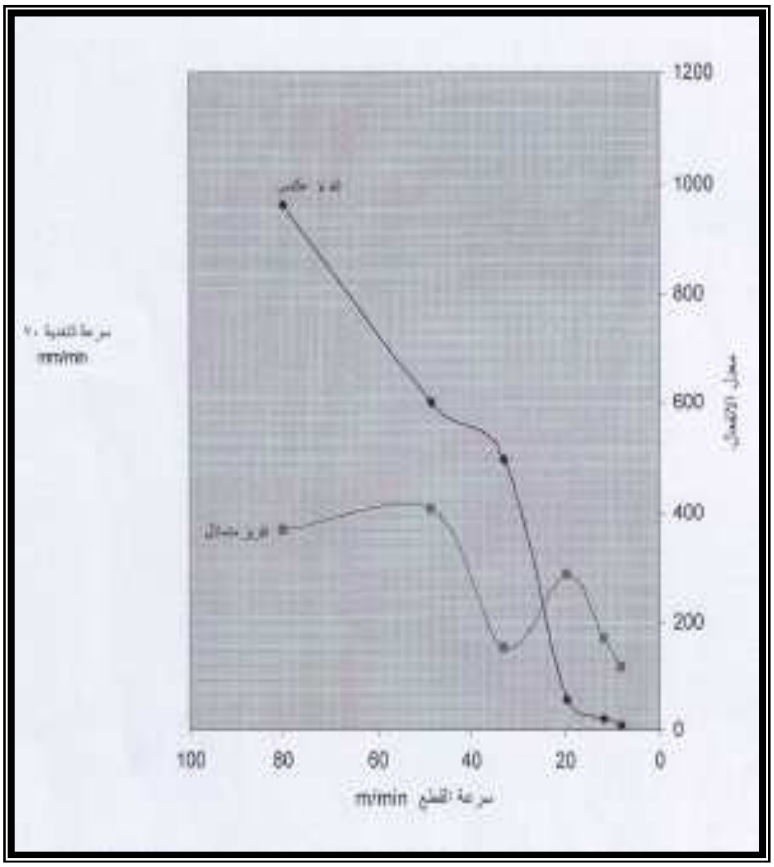
رابعا : درجة الحرارة المتولدة :

لوحظ انه خلال عملية التفريز تتحول العملية من ثابت درجة الحرارة (isothermal) إلى ثابت كمية الحرارة (adiabatic) بزيادة سرعة القطع ومعدل الانفعال وسرعة التغذية لكونها علاقة طردية بغض النظر عن خفض الحرارة الناتج عن استعمال مائع التبريد , حيث أن ارتفاع درجة الحرارة ناتج عن كمية الشغل المبذول في القطع إذ يزداد كلما زادت سرعة التغذية . وهذه الحرارة الناتجة لا تنتقل للشغلة والرايش كون معدل الانفعال عاليا أي أن عملية القطع تحدث بسرعة لا تسمح بأنتقال الحرارة من منطقة القطع أليهما . (لاحظ الأشكال 5–6–9–10)

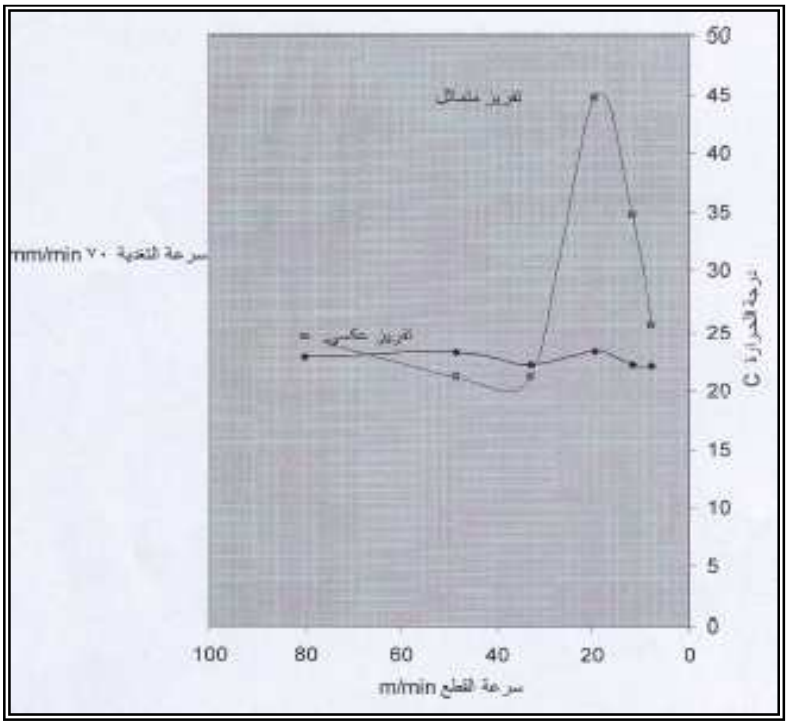


شكل 3: تأثير سرعة القطع على معدل الانفعال في التفريز بدون تبريد (عكسي - متماثل) بثبوت سرعة التغذية

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

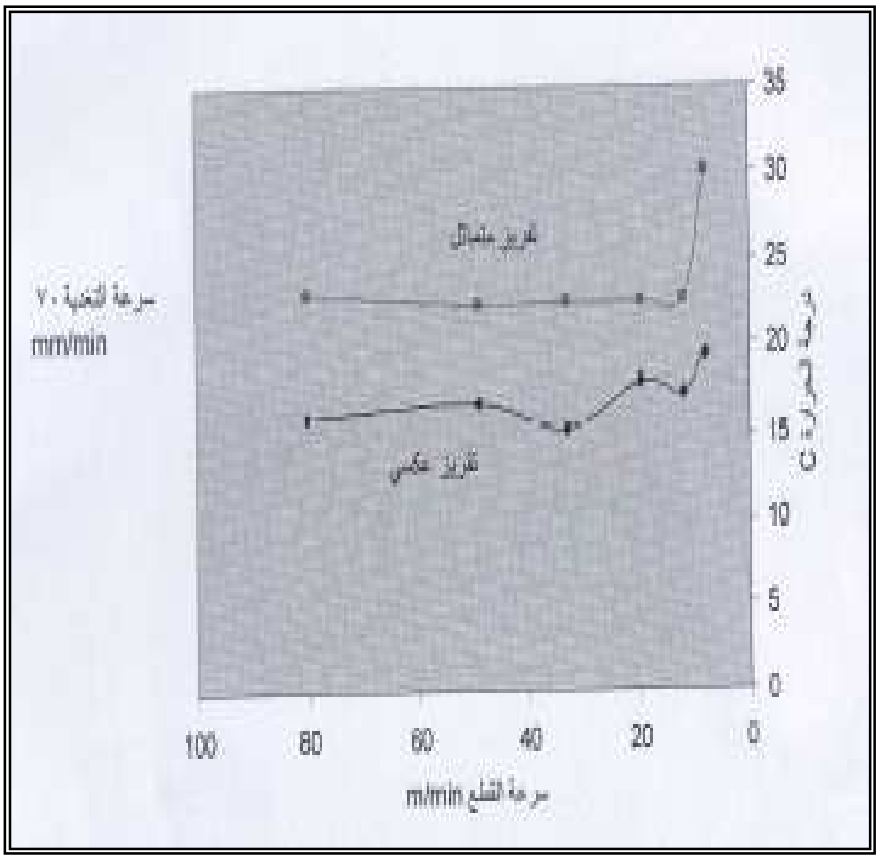


شكل 4:تأثير سرعة القطع على معدل الانفعال في التفريز بالتبريد (عكسي-متماثل)بثبات سرعة التغذية

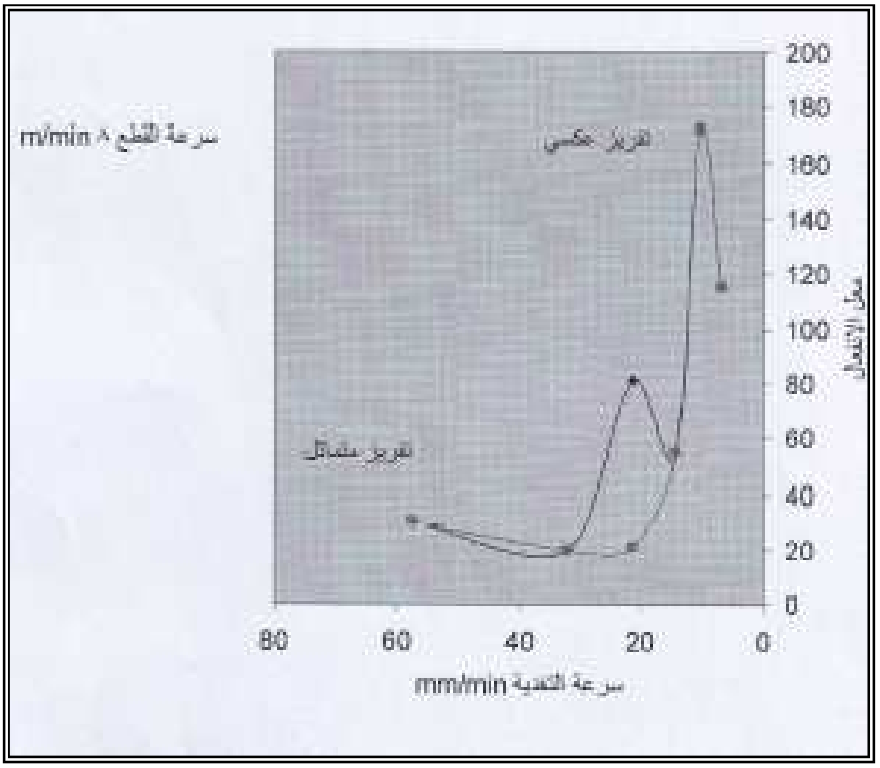


شكل 5: تأثير سرعة القطع على درجة الحرارة في التفريز بدون تبريد (عكسي - متماثل) بثبات سرعة التغذية

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

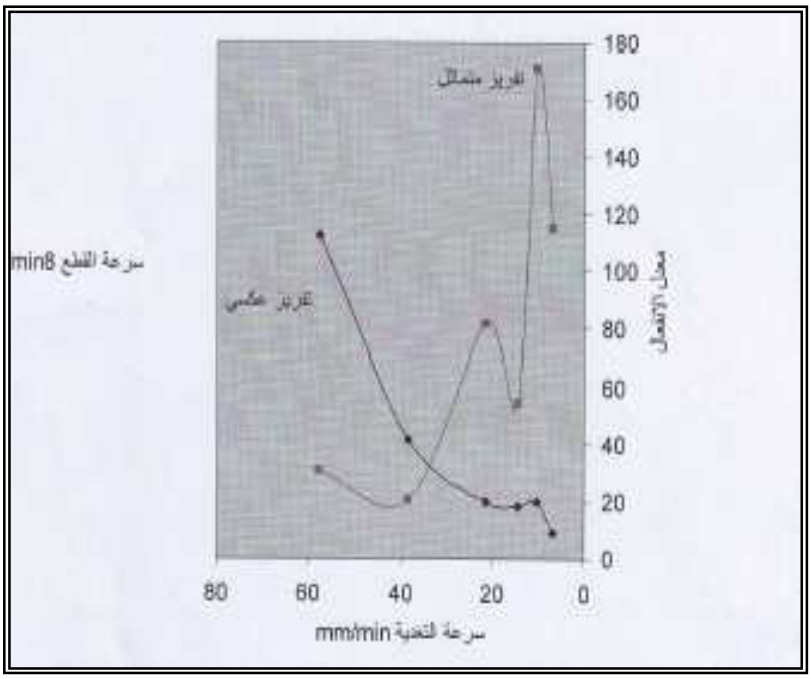


شكل 6: تاثير سرعة القطع على درجة الحرارة في التفريز بالتبريد (عكسي - متماثل) بثبات سرعة التغذية

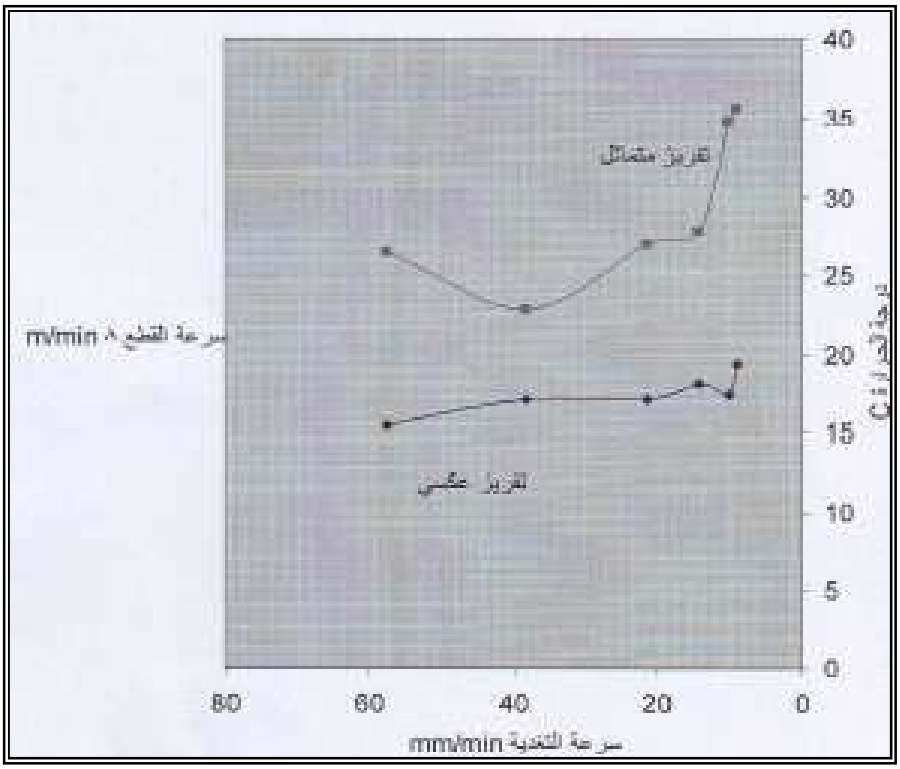


شكل 7: تأثير سرعة التغذية على معدل الانفعال في التفريز بدون تبريد (عكسي - متماثل) بثبات سرعة القطع

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

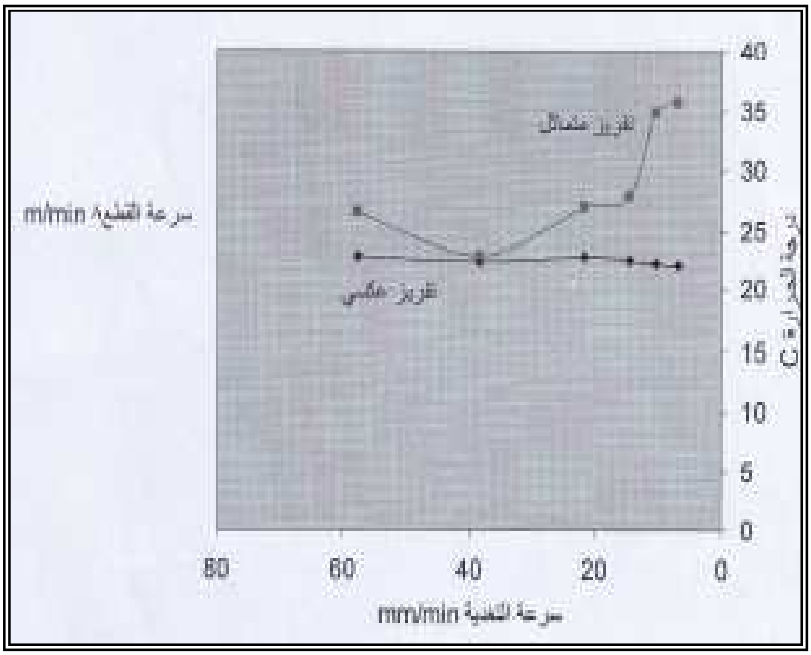


شكل 8: تأثير سرعة التغذية على معدل الانفعال في التفريز بالتبريد (عكسي -متماثل)بثبات سرعة القطع



شكل 9: تأثير سرعة التغذية على درجة الحرارة في التفريز بالتبريد (عكسي - متماثل) بثبات سرعة القطع

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com



شكل 10: تأثير سرعة التغذية على درجة الحرارة في التفريز بدون تبريد (عكسي - متماثل) بثبات سرعة القطع

العلاقات الرياضية المستخدمة :

لغرض الحصول على المعلومات المطلوبة في إجراءات البحث استخدم الباحث العلاقات التالية لإيجادها :

سرعة القطع	m/min.	$v = \pi D N /1000$
سرعة التغذية	mm/min	$f = fr * N$
أقصى سمك رايش	mm	$X\ max. = 2\ f / N * nt \sqrt{t (D – t)}$
عزم القطع	N m	$T = 60\ P / 2 \pi N$
قوة القطع	N	$F = 2\ T / D$
كمية الحرارة المتولدة	cal/min	$Q = F * V / J$
ارتفاع درجة الحرارة	K	$\Delta t = Q / m * c\ p$
درجة حرارة الرايش	ċ	$TEM = t\ a + \Delta t$
متوسط سمك الرايش	mm	$t\ c = X\ max. / 2$
لتغذية لكل سنة	mm/ tooth	$f\ t = f / N * t$
نسبة سمك الرايش		$rc = ft / t$
زاوية القص		$\varphi = \tan^{1}\ rc\ \cos\gamma / 1-\sin\gamma$

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

القدرة W $P = \sqrt{3} * V * I * \cos \varphi$

الانفعال $\sec^{-1}$ $\epsilon = \cos \gamma / \sin \varphi * \cos (\varphi - \gamma)$

معدل الانفعال $\epsilon' = \epsilon * v / l$

[5]

حيث :

D = قطر سكينة التفريز mm

N = عدد الدورات rpm

fr = التغذية لكل دورة mm/rev

n_t = عدد أسنان سكينة التفريز

J= ثابت جول 4.18 J/cal

ρ = الكثافة kg / cm^2

Cp. = الحرارة النوعية cal /kg k°

T a= درجة حرارة الغرفة Ċ

l = طول الشغلة mm

الاستنتاجات

يستنتج الباحث من النتائج التي توصل إليها ما يلي :

1- أن عملية التفريز ذات معدل انفعال عال وتقع ضمن عمليات التشكيل السريعة .

1- يزداد معدل الانفعال طرديا عند سرع القطع (7.85 - 48.6 m/min) للطريقتين.

2- يزداد معدل الانفعال طرديا عند سرع التغذيات (6.8 - 21.5 mm/min) للطريقتين .

3- تقل قيمة معدل الانفعال في التفريز العكسي عند استخدام مائع تبريد.

4- لا يتأثر معدل الانفعال في التفريز المتماثل بأستخدام مائع التبريد من عدمه على الرغم من تغيير سرع القطع.

5- عند سرع تغذيات اكبر من (21.5 mm/min) يبقى معدل الانفعال طرديا ولكن بقيمة اقل من السرع قبلها .

6- تحت شروط القطع نفسها , لا يختلف معدل الانفعال في التفريز العكسي بدون استخدام مائع تبريد عن التفريز المتماثل باستخدام مائع تبريد .

7- لا يخفض مائع التبريد درجة الحرارة المتولدة إلا بحدود ضيقة (7Ċ) وتأثيره قليل على معدل الانفعال .

المصادر المستخدمة :

1- د. محمد التورنجي وآخرون: العلوم الصناعية , وزارة التربية , العراق,1979

2- Dr. p.c. pandy and c.k. Singh, Production engineering sciences, Standard publishers distributors, Delhi, 1980

3 – د. محمد التورنجي و د. ضياء شنشل : قطع المعادن

الجامعة التكنولوجية – قسم المكائن - 1990

4- B.L. Juneja, Machining Processes 2nd. ed., CBS publishers and distributors , Delhi ,1984 .

5- V.Arshenov and B. Aleseev, Metal cutting theory and cutting tool design Mir publisher. Moscow, 1976

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

Effect of cutting speed and feed on strain rate and heat generated in convential up and climb down milling

Sabah Abdel Samad Mahmood
Mechanical Techniques Department- Basrah Technical Institute

Summary
In this research a study has done on the effect of cutting speed and feed on strain rate and heat generated during machining in convential up and down milling, with (72) cutting operation defers in its cutting conditions (feed, depth of cut, revolutions, coolant used,..) on medium carbon steel ,using coolant and without, the cutting speed and feed vary in every cut , to know the affect of these elements on strain rate and heat generated .
Strain rate and heat generated has been calculated at each cutting operation, the results showed that milling operation is in the range of intermediate- high strain process, it was noticed that the effect of cutting speed and feed in linear relation, a fact approved by the research that increase strain rate too much in case of dry cutting, and also noticed that heat generated was not high (22ºC) comparing with any other cutting operation, the reason referred that the high strain rate happens rapidly so its not possible to heat to transfer from the cutting zone (shear plane) in addition to the empty stork that the cuter teeth pass exposes it to air cooling after its relieving the work piece .
The research approved that in dry up milling increasing strain rate in the cutting speeds (7.85-48 m/min) and feeds (6.8 -21.5 mm/min) with constant temperature approximately and when using coolant under same conditions, reduce happened in heat generated (7° C) followed by reducing strain rate .The research approved that in down milling using coolant or dry, strain rate changed very little, higher strain rate obtained in the feeds (6.8-14.3 mm/rev) but it became higher, but it reduce if the feeds became higher.

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com