

تأثير سرعة القطع ومعدل التغذية على خشونة السطوح المنتجة بالتفريز المحيطي للفولاذ المتوسط الكربون (CK₄₅)

١. م.م. يونس فاخر عودة
ماجستير هندسة قوالب / المعهد التقني في الناصرية

الخلاصة:

يهدف البحث إلى دراسة تأثير خمس قيم من سرعة دوران سكين التفريز (50، 170، 450، 750، 1200 r.p.m) باعتبارها دالة لسرعة القطع في التفريز المحيطي لخمس قيم من معدل التغذية (0.2، 0.4، 0.6، 0.8، 1.0 mm) على خشونة السطوح المنتجة بالتفريز المحيطي للفولاذ المتوسط الكربون (CK₄₅)، حيث تم حساب درجة الخشونة عملياً بالاعتماد على نظرية القمة / القاع (Peak / Valley) لـ (٧٥) عينة اختبار. أوضحت نتائج البحث بأن زيادة سرعة القطع يصاحبها انخفاض مستوى خشونة السطح المشغل مما يؤدي إلى جودة الإنهاء السطحي لمنتجات التفريز المحيطي. كما إن زيادة معدل التغذية تؤدي إلى زيادة في خشونة السطح المشغل الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض في جودة الإنهاء السطحي. وقد بينت النتائج أنه بالإمكان الحصول على درجة خشونة أقل للسطوح المنتجة بالتفريز المحيطي للفولاذ المتوسط الكربون (CK₄₅) من خلال أعلى سرعة قطع وأقل معدل تغذية.

التغيير النوعي في خواص المشغولات الناتجة من تغييرات علمية في جودة الإنهاء السطحي إضافة إلى خواص المنتج الأخرى مثل المتانة ومقاومة التآكل وغيرها [٣].

لذا اهتم الباحثون في مجال عمليات التصنيع اهتماماً كبيراً بمتغيرات عمليات التشغيل الميكانيكي وظروف التشغيل مثل سرعة القطع (Cutting Speed) ومعدل التغذية (Feed Rate) وعمق القطع (Cutting Depth) إلى جانب الاهتمام باختيار نوع عدة التشغيل ذات العمر الأطول، وقدرة أدوات التشغيل على الإنتاجية النوعية بما يقلل من كلف الإنتاج ويزيد من الفترة الزمنية لأستخدام منظومات القطع (الشغلة - العدة) ذات العلاقة بعملية التشغيل [٤]، الأمر الذي أدى إلى زيادة في عدد البحوث العلمية في مجال تشغيل المعادن خلال القرنين الأخيرين بهدف الوصول إلى الفهم الصحيح

- المقدمة والدراسات السابقة :

تعد عمليات التشغيل من أهم عمليات التصنيع الأساسية، إذ أن عمليات التصنيع الأساسية تتضمن عمليات التشكيل، التي تتمثل بعدم إزالة ريش مثل البثق والدفلة والسحب وعمليات التشغيل التي تتمثل بإزالة جزء من المادة على شكل ريش مثل الخراطة والتفريز والقشط [١]، كما وتصرف الملايين من الدورات سنوياً على الاتجاز الدقيق والنوعي لمنتجات عمليات التصنيع بشكل عام، وأصبح الاهتمام كبيراً بنوعية الإنتاج إضافة إلى كميته من خلال التركيز على طرق التصنيع العلمية التي تستند على التجربة والتحليل والتطابق مع رغبة المستهلك المطلوبة [٢]، وفي واقع الأمر، فإن عمليات التصنيع بشكل عام يمكن أن تتغير من فترة إلى أخرى تبعاً للحاجات الآتية للمستهلك اعتماداً على

نتائج الباحث (Oxley . L) [١١] الذي أوضحت دراسته أن الرايش سيصبح أكثر تقسيماً بزيادة السرعة مما يجعل الاهتمام بهذا الأمر كبيراً في التخلص من الرايش وخاصة في الحدود القاطعة للعدة ، وان زيادة سرعة القطع (Cutting Speed) ستؤدي الى إنهاء سطحي جيد .

كما أن هناك بحوث أخرى ركزت على بناء نماذج من منظومات القطع هدفها زيادة استقرارية القطع والتنبؤ بنتائج تأثير متانة المعدن وعدة القطع وخواص امتصاص الصدمة في المعدن والعدة ، والاهتزازات الناتجة من عمليات القطع إضافة الى تلافي نشوء الحد القاطع الناشيء الذي يؤثر بدوره على خشونة السطح المشغل وقلة عمر أداة القطع . ولم تكن الدراسة الحالية لتختلف عن سابقتها في مجال عمليات التشغيل الميكانيكي ألا أنها ركزت على إيجاد العلاقة بين سرعة القطع (Cutting Speed) ومعدل التغذية (Feed Rate) وتأثيراتهما على خشونة السطوح المنتجة بالتفريز المحيطي للفلوآذ المتوسط الكربون (CK45) ، أي أنها كانت أكثر تركيزاً على اختيار ظروف القطع وتحديد نوع التأثير على نوع محدد من المعادن .

٢ - الجانب النظري :

تعد عملية التفريز واحدة من عمليات التشغيل ، وفيها يتم قطع المعدن بواسطة عدة متعددة الحدود القاطعة تدعى (سكينة التفريز) مثبتة على محور دوران يسمى عمود إدارة ماكينة التفريز (الشياق) ، واستناداً الى اتجاه التغذية ، فان عملية التفريز تقسم الى نوعين : التفريز الصاعد ، وفي هذه العملية تدور عدة القطع باتجاه معاكس للتغذية أما التفريز النازل فان عدة القطع في هذه العملية تدور بنفس اتجاه التغذية .

لذا فان سرعة القطع (Cutting Speed) تعني المسافة الخطية التي يقطعها الحد القاطع للعدة بالنسبة الى السطح المشغل في اتجاه الحركة الرئيسية في وحدة الزمن ، وتعتمد على قطر الشغلة ، وعدد دورات عدة القطع وحسب الصيغة الرياضية الآتية [١] :

$$Vc = \frac{\pi DN}{1000} \quad m / min \quad (1)$$

حيث أن :

Vc = سرعة القطع (Cutting Speed) ،
وحداتها (m / min) .

N = عدد الدورات بالدقيقة (r . p . m) .

لأساسيات التشغيل مع بناء نماذج تشكيل تعطي تفسيراً واضحاً لأي ظاهرة تحدث أثناء عمليات التشغيل سواء منها ما يتعلق بالشغلة أو العدة المستخدمة أو كلاهما معا [٤] اعتماداً على حقيقة واضحة وهي أن اختيار ظروف التشغيل الجيدة مع اختيار العدد والأدوات التي تمتاز بسرعة قطع عالية يمكن أن تؤدي الى إنهاء سطحي جيد وتخفيض لقوى القطع المطلوبة الى جانب أدنى استهلاك للطاقة [٥] . ففي عمليات التفريز مثلاً ، التي تعد واحدة من عمليات التشغيل ، فقد توجه الباحثون الى دراسة متغيرات وظروف القطع ، ودراسة سلوك العديد من المعادن مثل الفلوآذ والألمنيوم وحديد الزهر وغيرها من عمليات التشغيل السريعة مع وضع الحلول والمعالجات لمشاكل اهتزاز الماكينات واستقرارية القطع ، إضافة الى وجود دراسات متقدمة في مجال الإنهاء السطحي الناتج من عمليات القطع السريعة في الظروف الصناعية المختلفة ولسبائك مختلفة [٦]

الباحث (C . Arcona) [٧] درس تأثير تغيير ظروف القطع في عمليات الخراطة باستخدام نموذج نظري مصمم من قبله لمنظومة القطع ولاحظ إن سرعة القطع (Cutting Speed) لها تأثير كبير على درجة الإنهاء السطحي الجيد .

كما إن الباحث (E . J Amarego) [٨] اهتم بدراسة تقييم ظروف القطع في عمليات القطع العمودي وعلاقتها بالتصليد الانفعالي لمنتجات البثق والسحب .

وقام الباحث بتطبيق نظرية القطع في نمذجة أداء منظومة القطع ذات الإنتاج الكمي الواسع ، ووجد أن اختيار ظروف القطع وخاصة سرعة القطع (Cutting Speed) ومعدل التغذية (Feed Rate) لهما أثر كبير في إنتاج المشغولات ذات الإنهاء السطحي الجيد ، وقد أوصى بأعتماد ذلك التطبيق في عمليات تشغيل أخرى مثل التفريز والتجليخ .

بينما تناول الباحث (M . C . Shaw) [٩] دراسة العوامل الرئيسية التي تؤثر في منظومة القطع في التفريز الطرقي مع توضيح للعوامل ذات العلاقة مثل معدن عدة القطع وشكلها الهندسي وطريقة تغليفها ... الخ

كما أن الباحث (S . G . Kapoor) [١٠] أوضح في دراسته التي تناولت عمليات القطع في التفريز المحيطي أن عمليات القطع السريعة ستؤدي الى نشوء نوع جديد من الحدود القاطعة وان ٨٠% من الطاقة الحرارية المتولدة في عملية القطع ناتجة من تشكيل الرايش وتتركز في مستوى القص مما تؤدي الى إعاقة عملية القطع ، وان ما توصل إليه يتفق مع

$D =$ قطر سكين التفريز (mm) .

أما التغذية (feed) تعني حركة العدة القاطعة بالنسبة الى الجزء المشغل ، أو حركة الجزء المشغل بالنسبة الى العدة في اتجاه التغذية في فترة زمنية معينة ، وتقاس بـ (mm / rev) ، وفي عملية التفريز ، فإن معدل التغذية (Feed Rate) (fz) يمكن حسابه من المعادلة الآتية [١] :

$$f_z = \frac{V_f}{N * Z} \quad \dots\dots\dots (2)$$

حيث أن :

f_z = معدل التغذية (feed rate)

V_f = سرعة التغذية (feed speed)

Z = عدد أسنان سكين التفريز

N = سرعة الدوران (r . p . m)

مع الأخذ بنظر الاعتبار أن معدل سرعة الدوران العالية لأكثر من (1500 r . p . m) يفرض شروطاً إضافية لعملية القطع تتعلق بطبيعة محور الدوران وصلابة عدة القطع ونوعية المشغولة بالإضافة الى متطلبات السلامة والأمان في العمل وصولاً الى تخفيض الاهتزازات في محور الدوران مما يؤثر بشكل ايجابي على جودة الإنهاء السطحي مع المحافظة على شروط عملية القطع الأساسية . إذ أن هذه التقنية المترابطة لها صعوباتها التي ترتبط بحركة الماكينة وسلوك عدة القطع واتزان منظومة القطع وملحقاتها . [١]

ولأغراض تبسيط الحسابات للحصول على معدل التغذية أو سرعتها يمكن اعتبار عدد أسنان سكين التفريز مساوياً الى الواحد الصحيح لأن كل سن من أسنان سكين التفريز يعتبر حداً قاطعاً يعمل بمفرده . [٣]

كما أن معدل التغذية (f_z) يمكن استخدامه بشكل مباشر من لوحة مثبتة على بدن ماكينة التفريز

لكي نحصل من خلاله على سرعة التغذية (V_f) التي تعد من عناصر القطع الرئيسية في عمليات التشغيل كونها تؤثر بشكل مباشر على درجة خشونة السطح المنتج بعملية التفريز التي تعتبر دالة فيزيائية لدرجة الإنهاء السطحي ، إذ يمكن حساب درجة خشونة السطح المشغل نظرياً من المعادلة التالية [١] :

$$Ra = \frac{0.0642}{D} (\frac{V_f}{N})^2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

حيث أن :

Ra = درجة خشونة السطح المنتج في عمليات التفريز .

وبتعويض المعادلة (٢) في المعادلة (٣) نحصل على :

$$Ra = \frac{0.0642}{D} (f_z)^2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

ويتضح من المعادلة (٤) أن هناك عاملين يؤثران في درجة خشونة السطح المنتج بالتفريز هما معدل

التغذية (f_z) وقطر سكين التفريز (D) ، ولثبات العامل الثاني في هذه الدراسة ، فإن العامل الأول سيبقى المؤثر الوحيد في المعادلة في الجانب النظري فقط ، الجدول (١) يبين رقم الخشونة للسطح المنتج بالتفريز المحيطي لكل معدل تغذية طبقاً للمعادلة (٤) .

جدول (١) رقم الخشونة للسطح المنتج بالتفريز المحيطي لكل معدل تغذية

معدل التغذية Feed rate (mm)	خشونة السطح المشغل Ra (μ m) x 10
0.2	0.5136
0.4	2.0544
0.6	4.6224
0.8	8.2176
1.0	12.84

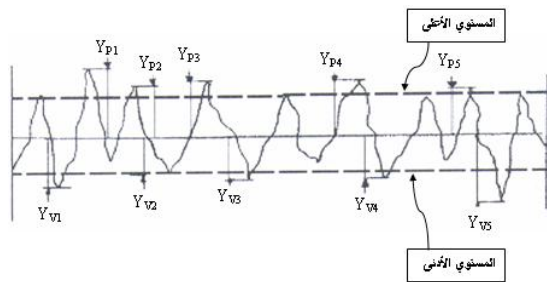
٣ - الإجراءات العملية :

٣ - ١ : تهيئة ظروف الاختبار :

أجريت عمليات التفريز المحيطي الصاعد على ماكينة التفريز الجامعة نوع (IWASHITAN-K.65) ذات السرعة الدورانية القصوى (2000r.p.m) والقدرة الحصانية (24 KW) وان أقصى سرعة تغذية فيها على المحورين المتعامدين (45 mm / min) باستخدام عدة قطع (سكين تفريز) بقطر (50 mm) ، زاوية الخلوص فيها (8°) بينما كانت زاوية الجرف (10°) بما يتناسب ونوع المعدن

التغذية mm / teeth (0.2 ، 0.4 ، 0.6 ، 0.8 ، 1) ، وان كل معدل تغذية يصاحبه تغيير في عدد الدورات (50 ، 170 ، 450 ، 750) r.p.m (1200) وبمعدل ثلاث مرات لكل قيمة مفردة من التغذية وعدد الدورات، أي إن عملية التفريز المحيطة تضمنت (٧٥) تجربة قطع ، (خمس قيم من التغذية X خمس قيم لعدد الدورات X ثلاث عينات لكل قيمة) .

المرحلة الثانية : بعد اكتمال تفريز كافة عينات الاختبار ، أجريت عملية فحص السطح المشغل لكل عينة على جهاز قياس الخشونة (Roughness gauge) نوع (Optical R.2700 L . I) ، إذ أن الجهاز يحتوي على ذراع متحسس وظيفته نقل الإشارة الى شاشة الجهاز الرئيسية مع تخطيطها على شريط ورقي ، ويوضح الشكل (٢) شكل السطح المشغل على الشريط الورقي باستخدام نظرية القمة / القاع (Peak / Valley) [١] .



شكل (٢) : يوضح نموذجاً للتخطيط على الشريط الورقي للسطح المشغل باستخدام نظرية القمة / القاع (Peak \ Valley)

ومن خلال الشريط الورقي الناتج من جهاز قياس الخشونة لكل عينة من عينات الاختبار ، تم حساب خشونة السطح المنتج بعملية التفريز المحيطة باستخدام العلاقة التالية عملياً :

$$Ra = \frac{\sum YPi + \sum YVi}{5}$$

حيث أن :

YPi : يمثل القمة (Peak) ، مقدار الزيادة فوق المستوى الأعلى .

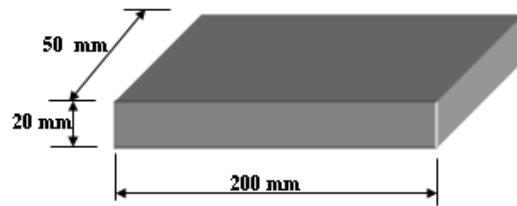
YVi : يمثل القاع (Valley) ، مقدار الزيادة تحت المستوى الأدنى .

المستخدم في البحث حسب توصيات المصدر [١] ويوضح الجدول (٢) التحليل الكيماوي للفولاذ المتوسط الكربون (CK45) المستخدم في البحث والذي تم تحليله في المعهد المتخصص للصناعات الهندسية .

جدول (٢) التحليل الكيماوي للفولاذ المتوسط الكربون (CK45) المستخدم في البحث

العنصر	C	Mn	Si	S	P	Mo	Cr	W	V	Cu	Ni	Fe
القيمة القياسية	0.42-0.5	0.5-0.8	٠.٤	٠.٢	٠.٠٣٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	Rem
القيمة الفعلية	٠.٤٥٨	٠.٦١	٠.٢٧٧	٠.٠٥	٠.٠٥	٠.٠٢٧	٠.٠٥	٠.٠٤	٠	٠.٢	٠.١٥٧	٩٨.١

وبين الشكل (١) أبعاد العينة المستخدمة في البحث ، التي تم تحضيرها على شكل لوح من الفولاذ المتوسط الكربون (CK45) بعدد ٧٥ عينة اختبار ، وقد أجريت لها معالجة الحافات وتنظيف الزوائد العالقة من عملية القص مع تنظيف جيد لسطح العينة من الأكاسيد ، مع الأخذ بنظر الاعتبار التناسب بين طول سكين التفريز وعرض المشغولة لكي تتم عملية التفريز المحيطة بشكل متكامل ، إذ أن هذا التناسب يساعد على تغطية سكين التفريز لوجه العينة المطلوب تشغيلها [١٢] . وقد أجريت عملية التفريز باستخدام سائل تبريد .



الشكل (١) أبعاد العينة المستخدمة في البحث من الفولاذ المتوسط الكربون (CK45)

٣ - ٢ : طريقة إجراء الاختبار :

المرحلة الأولى : مع الاحتفاظ بقيمة ثابتة لعمق القطع وقطر سكين التفريز المستخدمة في الاختبار مما يؤدي إلى ثبات سمك الرايش الناتج ، فقد أجريت عملية التفريز لخمس قيم مختلفة من معدلات

جدول (٣) أرقام خشونة السطح المنتج بالتفريز المحيطي إزاء كل معدل تغذية

متوسط خشونة السطح المشغل Ra(μ m) x 10	Ra(μ m) x 10 * خشونة السطح المشغل	سرعة القطع (Cutting Speed) Vc(m/sec)	السرعة الدورانية N(rev/min)	معدل التغذية Feed rate (mm)
1.838	3.33	0.1570	50.0	0.2
	3.15	0.5338	170	
	1.31	1.4130	450	
	0.80	2.3550	750	
	0.60	4.7100	1200	
2.766	4.28	0.1570	50.0	0.4
	4.07	0.5338	170	
	2.46	1.4130	450	
	1.56	2.3550	750	
	1.46	4.7100	1200	
4.53	6.20	0.1570	50.0	0.6
	6.08	0.5338	170	
	4.80	1.4130	450	
	2.96	2.3550	750	
	2.61	4.7100	1200	
6.484	8.56	0.1570	50.0	0.8
	8.44	0.5338	170	
	6.13	1.4130	450	
	4.97	2.3550	750	
	4.32	4.7100	1200	
8.402	10.70	0.1570	50.0	1.0
	10.59	0.5338	170	
	9.09	1.4130	450	
	6.43	2.3550	750	
	5.20	4.7100	1200	

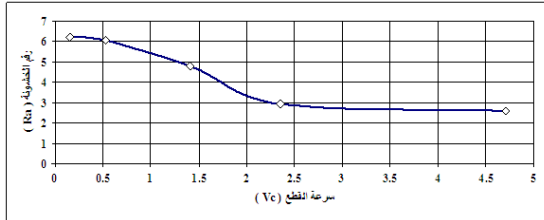
* رقم الخشونة الوارد في أي حقل من الجدول يمثل معدل ثلاث عينات

النتائج والمناقشة :

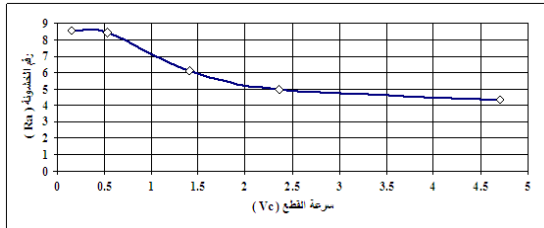
١ - النتائج النظرية :

من البيانات الموضحة في جدول (١) أمكن رسم العلاقة بين معدل التغذية (f_z) على المحور (X) ورقم خشونة السطح المشغل (Ra) على المحور (Y) لكل معدل تغذية (Feed Rate) وكما موضح بالشكل (٣) .

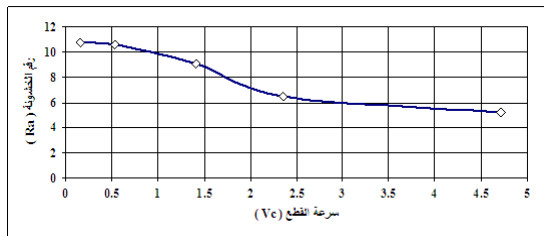
وتسجيل أرقام الخشونة إزاء كل قيمة لمعدل التغذية وسرعة الدوران مع حساب سرعة القطع (Cutting Speed) التي تعتبر دالة للسرعة الدورانية ، الجدول (٣) يوضح أرقام خشونة السطح المنتج إزاء معدل التغذية والسرعة الدورانية وسرعة القطع .



شكل (٦) العلاقة بين سرعة القطع (Vc) ورقم الخشونة (Ra) عند معدل التغذية ٠.٦



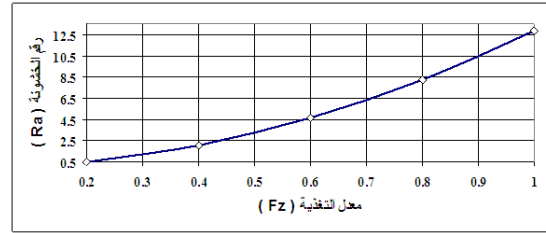
شكل (٧) العلاقة بين سرعة القطع (Vc) ورقم الخشونة (Ra) عند معدل التغذية ٠,٨



شكل (٨) العلاقة بين سرعة القطع (V_c) ورقم الخشونة (R_a) عند معدل التغذية ١.٠

ويمكن أن نلاحظ في الأشكال أن الزيادة في سرعة القطع عند أي معدل تغذية تؤدي الى انخفاض رقم الخشونة (أي أن سطح المشغولة سيصبح أقرب الى النعومة) وهذا يعني زيادة في جودة الإنهاء السطحي لسطح المشغولة .

فبعد أقل سرعة قطع وأقل قيمة تغذية نحصل على رقم خشونة (٣.٣٣) مايكرون ، وبزيادة سرعة القطع الى أقصاها (٤.٧١ m / sec) ينخفض رقم الخشونة الى (٠.٦) مايكرون ، وهذه القيمة الأخيرة لرقم الخشونة هي اقل من رقم الخشونة عند أقصى سرعة قطع بمعدل تغذية اكبر من السابق ، وهكذا لبقية قيم التغذية الأعلى ، إذ أن أفضل خشونة يمكن الحصول عليها من خلال عدم وجود الحد القاطع ويلاحظ من الشكل (٩) الذي يوضح العلاقة بين سرعة القطع ورقم خشونة السطح ، أن زيادة سرعة القطع تؤدي الى انخفاض واضح في خشونة السطح ، وهذا الانخفاض يعني جودة الإنهاء السطحي لعينات الفولاذ المتوسط الكربون (CK₄₅) .

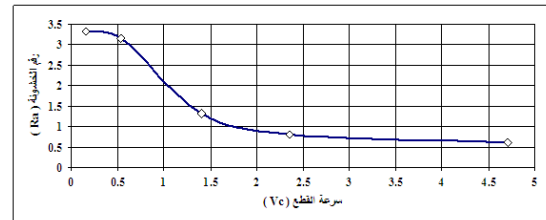


شكل (٣) العلاقة بين معدل التغذية (f_z) ورقم خشونة السطح المشغل (Ra)

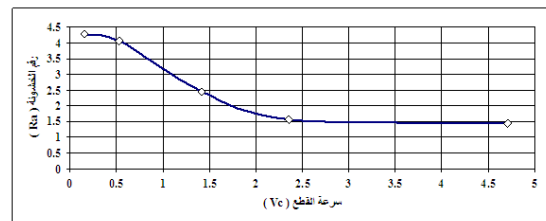
وتجدر الإشارة هنا الى أن رقم خشونة السطح المشغل يرتبط بمعدل التغذية (كمؤثر وحيد في الجانب النظري فقط) طالما أن قطر سكينه التفريز ثابتاً دون أن يكون أي تأثير لسرعة القطع ، والأمر يعود الى أن معدل التغذية مرتبط أساساً بالسرعة الدورانية ، إذ أن زيادة معدل التغذية يتناسب طردياً مع زيادة الحد القاطع الناشيء لعدة القطع وبالتالي فإن الحد القاطع الناشيء سيؤثر بشكل مباشر على خشونة السطح المشغل . كما أن الزيادة في معدل التغذية تؤدي الى زيادة في درجة حرارة القطع وبالتالي فإن أداة القطع تتعرض الى الانهيار السريع الأمر الذي يزيد من خشونة السطح المشغل .

٢ - النتائج العملية :

من البيانات الموضحة في جدول (٣) أمكن رسم العلاقة بين سرعة القطع (Cutting Speed) على المحور (X) ورقم خشونة السطح المشغل (Ra) على المحور (Y) لكل معدل تغذية (Feed Rate) وكما موضح بالأشكال (٤) ، (٥) ، (٦) ، (٧) و (٨) .



شكل (٤) العلاقة بين سرعة القطع (Vc) ورقم الخشونة (Ra) عند معدل التغذية ٠.٢



شكل (٥) العلاقة بين سرعة القطع (Vc) ورقم الخشونة (Ra) عند معدل التغذية ٠.٤

التفريز) وبالتالي فإنه يؤثر بشكل سلبي في درجة خشونة السطح المشغل .

الاستنتاجات :

في ضوء نتائج الدراسة الحالية يمكن التوصل إلى الاستنتاجات التالية :

١ - إن زيادة سرعة القطع التي تمثل دالة لعدد دورات سكين التفريز تؤدي إلى زيادة في جودة الإنهاء السطحي لنوع المعدن المحدد بالدراسة .
٢ - الزيادة في معدل التغذية تؤدي إلى زيادة في خشونة السطح وبالتالي إلى انخفاض جودة الإنهاء السطحي .

٣ - يمكن القول إن سرعة التشغيل العالية مع انخفاض معدل التغذية ينتج مشغولة ذات إنهاء سطحي جيد في التفريز المحيطي للفولاذ المتوسط الكربون (CK₄₅) .

٤ - تتطابق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسات أخرى إلى حد كبير ، وخاصة مع النتائج التي توصل إليها الباحثان (J.D. Thiele) و (J . Barry) [٦] لمعادن أخرى ، كما موضح بالجدول (٤) .

الباحث	المعدن	التغذية	السرعة الدورانية	رقم الخشونة *
J . D. Thiele	المنيوم	٠.٢	٢٥٠	١.٦٢٥
		٠.٤	١٠٠٠	٢.٤٧١
	فولاذ ٦٠	٠.٢	٢٥٠	١.٧٩٤
		٠.٤	١٠٠٠	٢.٩٨٢
J . Barry	فولاذ ٦٠	٠.٢	٥٠٠	٢.٠١
		٠.٤	١٠٠٠	٣.١٤
	فولاذ ٥ - ٦ - ٢	٠.٢	٥٠٠	٢.٢٢
		٠.٤	١٠٠٠	٣.٦٥
		٠.٤	١٠٠٠	٣.٦٥
الدراسة الحالية	فولاذ متوسط الكربون CK ₄₅	٠.٢	170	1.31
	الكاربون CK ₄₅	٠.٤	450	2.46

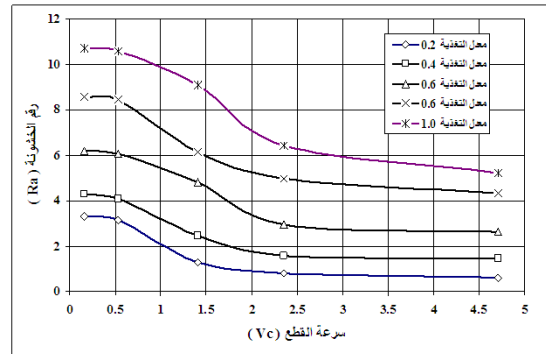
جدول (٤) مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسات أخرى لمعدنين

ولسرعتي دوران

٥ - تتطابق نتائج الدراسة الحالية للفولاذ المتوسط الكربون (CK₄₅) مع النتائج النظرية والعملية وللمعادن الأخرى الواردة في توصيات المصدر [١] أذ إن أفضل معدل تغذية هو (٠.٦) ، الذي يحصل عنده التطابق بين النتائج النظرية والعملية ، وهذا ماتحقق فعلاً في نتائج الدراسة الحالية .

التوصيات :

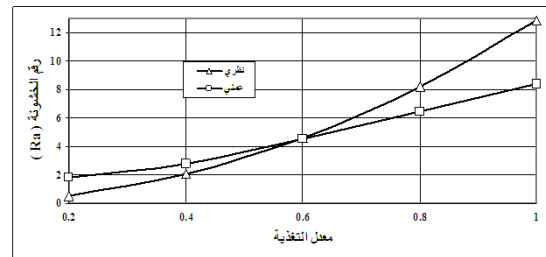
١ - يمكن اعتماد خطوات الدراسة الحالية في حساب درجة الإنهاء السطحي للمعادن اللاحديدية .



شكل (٩) العلاقة بين سرعة القطع (Vc) ورقم الخشونة (Ra) عند معدلات تغذية مختلفة

٣ - مقارنة النتائج :

اعتماداً على النتائج النظرية التي حصلنا من خلالها على رقم الخشونة لكل معدل تغذية ، ومتوسط رقم الخشونة لكل معدل تغذية من النتائج العملية ، أمكن رسم العلاقة بين معدل التغذية ورقم الخشونة لغرض مقارنة النتائج النظرية والعملية ، الشكل رقم (١٠) يوضح المقارنة بين النتائج النظرية والعملية لرقم خشونة السطوح المنتجة بالتفريز المحيطي .



شكل (١٠) مقارنة بين النتائج النظرية والعملية لرقم الخشونة عند معدلات تغذية مختلفة

ومن خلال الشكل (١٠) نلاحظ وجود التفاوت البسيط بين القيم النظرية والقيم العملية خاصة عند معدلات التغذية أكبر أو أصغر من (٠.٦) ، وهذا التفاوت يعزى إلى عوامل عديدة في الجانب العملي منها ظهور الحد القاطع الناشئ (Build-up edge) ، اهتزاز الماكينة ، إذ إن الاهتزاز يؤثر بشكل مباشر على آلية التغذية كون معدل التغذية يرتبط باستقرارية ماكينة التفريز وعدة القطع إضافة إلى ذلك فإن الفولاذ المتوسط الكربون يعتبر هشاً بالقياس إلى بقية أنواع الفولاذ ، مما يسبب توليد رايش متقطع تلتصق جزيئاته الدقيقة على الحد القاطع للعدة (سكين

Abstract :

The aim of this research is to study the effect of five values of rotational speeds of milling cutter (50 , 170 , 450 , 750 , 1200) r.p.m , which are a represent the cutting speed in milling operations against five values of feed rates (0.2 , 0.4 , 0.6 , 0.8 , 1) mm on surface roughness produced by slab – milling of medium carbon steel (CK₄₅). The surface roughness was computed by experimental tests for (75) samples of milling process .

The experimental results showed that an increasing of cutting speed produces decreasing in roughness level which lead to high quality of surface roughness .

So , an increasing of feed rate produces decreasing in quality surface roughness .

Also , it was found that lowest surface roughness produced by slab – milling for medium carbon steel (CK₄₅) is obtained from high cutting speed as well as lower feed rate .

المصادر

- 1- Geoffrey Boothroyd , *Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools* , MC Graw – Hill International Book Company , 1975 .
- 2- M . B . Larmmy , *Machining Processes – Turning & Milling* , Vol . 7 , No.2 , pp 72 – 74 , 1988 .
- 3- B . H . Amstead , Phillip F . Ostwald , Myron L . Begeman , *Manufacturing Processes* , John Wiley & Sons , 7th Edition , 1984 .

- ٢ - دراسة تأثير عوامل أخرى مثل عمق القطع وزمن القطع على خشونة السطوح المنتجة بالتفريز المحيطي .
- ٣ - دراسة تأثير نفس العوامل الواردة في الدراسة الحالية (سرعة القطع ومعدل التغذية) على خشونة السطوح المنتجة بالتفريز الجانبي أو التفريز الطرفي (End-Milling) .

- 4- M . M . Tagi ، S . R . Rama " processes of Metal Cutting " *Industrial production* ، vol . (38) ، No . 4 August 1985 ، pp . 250 – 372 .
- 5- J . D .Thiele " Effect of cutting geometry and work piece hardness on surface generation in the finish hard turning " *Metal process Technology* 94 : 216-226 ، 1999 .
- 6- J . Barry " Experimental Work to Evaluate a surface in end-milling process " SME، Technical paper ، *Proceedings of 1st International Machining and Conference* ، 1995 ، pp 951-960 .
- 7- C . Arcona ، " An Empirical Tool Force Model for Precision Machining " *Journal of Manufacturing Science and Engineering* ، Vol . 120 ، pp 700 – 707 ، 1998 .
- 8- E . J Amarego " AGeneric Mechanics of Cutting Approach to Predictive Technological Performance Modeling of Machining Operations " *Machining Science and Technology* ، Vol . 2 ، pp 191-211 ، 1998 .
- 9- M . C . Shaw، Principles of Abrasive processing ، 1st Edition ، www.Clarendon.com press – Oxford .
- 10- S . G . Kapoor " Development of Mechanistic Models for the Prediction of Machining Performance" *Machining Science and Technology* ، Vol . 2 ، N . 2 ، pp 213-238 ، 1998 .
- 11- L .Oxley " Study of Shear Plane in Milling Operation Systems " *Machining Science and Technology* ، Vol . 3 ، N . 5 ، pp 177-182 ، 2000 .
- 12- *Metals Handbook ، Machining processes* ، ASM ، Ninth Edition ، Vol .9 ، N . 4 ، pp .322 ، 2002 .