

تأثير إضافة (TaC, SiC) على أداء العدد الكربيدية ذات أساس ($Co, Ti-WC, WC$)

أ.د. قحطان الخزرجي،* أ.م.د. حيدر عبدالحسن الغفاري**

و م. مشناق طالب علي**

تاريخ التسلم: ٢٠٠٤/١٠/١٧

تاريخ القبول: ٢٠٠٥/٣/٢٢

الخلاصة

يهدف البحث الى دراسة تأثير إضافة مساحيق جديدة إلى تركيبة عدد القطع الكربيدية المصنعة في شركة بدر العامة، حيث أعدت خلطة أساسية من المساحيق ($WC, Ti-Co$) بنسب وزنية (6%, 32%, 62%) على التوالي واعتمدت كأساس فسي تصنيع نماذج أساسية شُكلت بضغط كيس مختلفة وليبت بدرجة حرارة ($1410^0 C$) لدراسة تأثير ضغط الكيس على الخواص الناتجة واعتمدها في تصنيع نماذج جديدة مضاف إليها نسب وزنية مختلفة (1%, 3%, 5%, 7%) من مساحيق (TaC, SiC) كلاً على حدة. قيمت النماذج المصنعة بإجراء الفحوصات الفيزيائية المتمثلة بفحص الكثافة الخضراء والنهائية وفحص النقل، وكذلك اختبارات الخواص الميكانيكية المتمثلة باختبار الصلادة المايكروية والعبائية ومقاومة الكسر المستعرض واختبار تقييم أداء القطع للعدد المصنعة من المزيج الأساسي والعدد المصنعة من المزيج الأساسي المضاف إليه النسب اعلاه حيث تم التقييم بقياس البلى الناشئ على رأس العدد عند خراطة مشغولة فولانئية ($Steel CK-45$) وقياس الخشونة السطحية للمشغولة في مجال واسع من ظروف القطع المختارة حيث تم تحديد عمر عدد القطع. وبعد مقارنة النتائج ظهر بان للعدد المضاف إليها ($4\% TaC$) عمراً أطولاً نسبة إلى باقي العدد وان للعدد المضاف إليها ($3\% SiC$) عمراً أقصراً نسبة إلى باقي العدد لجميع سرع القطع ولمعدلات التغذية المختارة.

Abstract

This investigation is aimed to improve the carbide tips by studying the effect of adding new powders to the composition of the carbide tips. So a basic mixture containing ($WC, Ti-WC, Co$) with weight percentage (62%, 32%, 6%) was prepared. This mixture was compacted with different pressures and sintered with ($1410^0 C$) to study the effect of compacting pressure on final properties of tools. The effect of adding different weight percentage (1%, 3%,

* الجامعة التكنولوجية/هندسة المواد

** جامعة بابل/ الهندسة/هندسة المواد

5%, 7%) of (TaC, SiC) to the basic mixture was studied. All samples were evaluated by: physical tests, such as bulk-density, green-density, shrinkage test and by mechanical tests, such as macro and micro hardness, transverse rupture strength and tool performance test. The results show that , the tools with an addition of (4% TaC) have the longer life relative to other tools, while the tools with (3% SiC) have the shorter life relative to other tools for all cutting speed and all feed rates.

كاربيدات حديد الصب (Cast Iron Carbides)^[١].

٢. الكاربيدات الحاوية على الحديد من الكاربيدات ومعدن الكوبلت (WC/ TiC/ TaC/ Co) وتسمى بالكاربيدات المتعددة (Multi-Carbide Grade) أو كاربيدات الفولاذ (Steel-Carbide)^[٢].

الكاربيدات من النوع الأول تتكون من كاربيد التتكتستن بمتوسط حجم حبيبي (0.5µm- 10µm) ومعدن الكوبلت بنسبة تتراوح بين (3%- 15%)^[٣] أما الكاربيدات من النوع الثاني فتتكون أساساً من جزئيات كاربيد التتكتستن ومعدن الكوبلت مضافاً إليها نسب من كاربيد التيتانيوم و/أو كاربيد التنتالوم أو كاربيد النيوبيوم وهذه الكاربيدات تتركب من (25% TaC+4-25% TiC+60-85% Co)^٤.

إن خواص العدد الكاربيدية تتأثر بعوامل عدة، لذا فقد اتخذت البحوث اتجاهات عدة منها:

— دراسة تأثير البنية والتركيب الكيميائي بواسطة تغيير نسب المكونات الأساسية للكاربيدات، أو بواسطة استبدال أو إضافة مساحيق جديدة إلى التركيبة الداخلة في صناعة العدد الكاربيدية أو من خلال تغيير بنيتها بواسطة تصغير الحجم الحبيبي لمكونات البنية^{٥-٧}.

مقدمة (Introduction)

تتكون الكاربيدات المسمتة^{١,٢} من جزئيات الكاربيدات الصلدة والمعدن الرابطة، فالكاربيدات الصلدة تتمثل بأنواع مثل (كاربيد التتكتستن، كاربيد التيتانيوم، كاربيد التنتالوم، كاربيد الفناديوم، وكاربيد الهافنيوم، وغيرها)، أما المعدن الرابطة الممكن استخدامها في ربط جزئيات الكاربيد فعدة منها (الكوبلت، النيكل، النيكل-كروم وغيرها). وتصنع عُدد القطع الكاربيدية بتقنية المساحيق وذلك بتشكيل المزيج الناتج من خلط مساحيق الكاربيدات مع مسحوق المعدن الرابطة بإعتماد تقنية الكبس بالقوالب ثم يلبد المكبوس في درجة حرارة قريبة من درجة إنصهار المعدن الرابطة لعمل الترابط بين جزئيات الكاربيدات مع بعضها البعض وإعطاء المكبوس خواصه النهائية المطلوبة. إن خواص العدد الكاربيدية تتأثر بنسب مكوناتها وبالبنية المكونة لها ويتم اختيار تركيب الكاربيدات المستخدمة لصناعة هذه العُدد وفق المعدن المراد تشغيلها ونوع عملية التشغيل^{١,٢}، وعليه صنفت الكاربيدات المستخدمة لصناعة عُدد القطع إلى صنفين أساسيين^{٣,٤} هما:—

١. الكاربيدات الحاوية على كاربيد التتكتستن ومعدن الكوبلت وتسمى بالكاربيدات الصرقة (Straight-Carbide Grades) أو

الاساسية ونسبها الوزنية والمساحيق الجديدة ونسب الاضافة منها وبعض الخواص لكل منهما.

مزج المساحيق (Mixing)

بعد تهيئة المساحيق الاساسية حسب النسب المبينة في الجدول رقم (١) تم مزجها باعتماد المزج الرطب وباستخدام عامل مساعد للمزج هو الاستيون بنسبة (٤:١) من وزن المساحيق الكلي وباستخدام طاحونة كرات نوع (Szegevaria, Attritor, USA) ولمدة (١٢ ساعة) لغرض الحصول على عالق كثيف ومتجانس، ثم جفف العالق بفرن تجفيف مفرغ من الهواء نوع (Paulo ABBC, Inc, USA) بدرجة حرارة ($90^{\circ}C$) لازالة المحلول المرطب المضاف، بعدها اضيف شمع البرافين (Paraffin Wax) كمادة مزينة بنسبة (٢%) من وزن المزيج الكلي واعيد المزج الجاف باستخدام خلاط ميكانيكي لمدة قصيرة للحصول على مزيج متجانس، والمزيج الناتج يمثل الخلطة الاساسية المعتمدة في الدراسة الحالية. ولتحضير الخلطات الحاوية على نسب اضافة من المساحيق الجديدة فقد اضيفت المساحيق الجديدة وحسب النسب الموضحة في جدول (٢) الى مزيج الخلطة الاساسية المهيا مسبقا بعدها تمت عملية المزج لمدة ساعة واحدة باستخدام خلاط مختبري. الجدول (٣) يوضح نسب كل من الخلطة الاساسية والخلطات الجديدة الناتجة بعد الاضافة. لقد تم اختيار النسب المذكورة من المساحيق الاساسية وكذلك نسب السواد المساعدة لتحضير الخلطة الاساسية حسب مواصفات

— دراسة الشكل الهندسي للعدة وتأثيره على اداؤها وعمرها التشغيلي [١٤،١٥،١٦].

— دراسة تأثير اكساء العدة بطبقة أو عدة طبقات على اداؤها وعمرها التشغيلي [٢،١٥،١٦].

— تحديد ظروف تصنيع العدة وظروف تشغيلها المثلى للخروج بعدة ذات عمر أطول وتكاليف تصنيع واطئة نسبياً [٥،٨،١٣،١٤،١٥،١٦].

يهدف البحث الحالي الى تطوير خواص و أداء العدة الكربيدية من خلال دراسة:

١. تأثير ضغط الكبس على الكثافة الخضراء والنهائية وعلى الصلادة والتقلص ومن ثم تحديد مقدار الضغط الأمثل اللازم لصناعة العُد.
٢. تأثير اضافة (SiC.TaC) كلا على حدة إلى مزيج الخلطة الاساسية المعتمدة في تصنيع العُد.
٣. تأثير اضافة المواد الجديدة على أداء العدة في عمليات القطع - تقدير عمر العدة.

الجانب العملي:

تم تحضير نماذج البحث الحالي في مصنع الكربيدات التابع لشركة بدر العامة حيث قسمت النماذج الى مجموعتين ضمت الأولى النماذج الاساسية التي تصنع من مزيج الخلطة الاساسية التي يدخل في تركيبها مسحوق كاربيد التنكستن (WC)، ومسحوق كاربيد التيتانيوم - تنكستن (TiWC)، ومسحوق المعدن الرابط الكوبلت (Co)، أما الثانية فشملت النماذج الجديدة التي تصنع من مزيج الخلطة الجديدة الذي يتكون من مزيج الخلطة الاساسية مضافا إليه مسحوق كاربيد التنتالوم (TaC) أو مسحوق كاربيد السليكون (SiC). الجدول رقم (١) والجدول رقم (٢) يبينان على التوالي المساحيق المكونة للخلطة

من مسحوق الالومينا (Al_2O_3) الذي يعمل على الحد من امتصاص العدة للكربون الحر من سطح القاعدة الكرافيتية، ثم وضعت القاعدة في فرن فراغي نوع Vacuum Industries, Inc, Dep.700. (USA). فضأوه محاط بغاز الأركون الخامل وأجريت عملية التلييد إلى درجة حرارة ($1410\text{ }^\circ\text{C}$) وبمدة مكوث مقدارها (٦٠ دقيقة) وبمعدل تسخين وتبريد مختلف وفق الدورة الحرارية الموضحة في الشكل (١).

مرحلة إجراء الاختبارات

اختبار الكثافة الخضراء و الكثافة النهائية:
حددت الكثافة الخضراء أو الرطبة للنماذج المكبوسة غير الملبدة وكذلك الكثافة النهائية للنماذج الملبدة النهائية بوزن النموذج بميزان حساس بدقة (0.001g) ثم حساب حجمه على وفق قاعدة أرخميدس ثم تحسب قيمة كثافته.

اختبار النقلص Shrinkage Test:

مقدار النقلص الحاصل في النماذج النهائية - تغير الأبعاد - نتيجة عملية التلييد حسب باستخدام عدة قياس دقيقة (ميكروميتر - Micrometer) بدقة (0.01mm) وذلك بقياس سمك النماذج قبل وبعد عملية التلييد ومن ثم حساب مقدار النقلص الخطي ($S\% = (L - L_1)/L_1$) حيث ان L : سمك العينة قبل التلييد (mm)، L_1 : سمك العينة بعد التلييد (mm).

اختبار الصلادة المايكروية بطريقة فيكرز Vickers Microhardness:

تم فحص الصلادة بطريقة فيكرز عن طريق تسليط حمل مقداره (100g) وقياس أبعاد الأثر الناتج من الحمل المسلط باستخدام جهاز فحص الصلادة المايكروية

شركة [Sandvic]^(١٩) السويدية (شركة مصنعة لكربيدات القطع)، أما نسب الإضافة من المساحيق الجديدة فقد اعتمدت لأن خواص الأجزاء الكاربيدية تتأثر بآية إضافة من المساحيق ولعمل بيانات أولية لتأثير كل مسحوق على حده على اعتبار ان هذه المساحيق الجديدة تعد غير نمطية.

مرحلة التشكيل (Compacting):

أستخدمت تقنية الكبس بالقولب على الباراد (Die Cold Compacting) وتحت ضغط كبس مختلفة هي ($248, 217, 186, 155$ ton/in²) (124 MPa) ($16, 14, 12, 10, 8$ ton/in²) بالاستفادة من قولب كبس ثنائية التأثير مثبتة على مكس هيدروليكي كهربائي بسعة (30 طن) - نوع (Hydramet, USA, 1989) للحصول على النماذج بحالتها الخضراء. حيث أجريت العديد من التجارب الأولية لتثبيت قيمة ضغط الكبس ومعرفة تأثير ذلك من خلال تحديد الأبعاد الخضراء للنماذج وحساب تلك الأبعاد بعد عملية التلييد ومقارنة النتائج لجميع الضغوط وكذلك معاينة مجهرية للشقوق السطحية للنماذج ومن ثم تحديد الضغط الأمثل، وعليه اعتمد مقداراً للضغط بلغ (200 MPa) (13 ton/in^2) لتشكيل جميع النماذج النهائية المعتمدة في الدراسة.

مرحلة التلييد (Sintering):

أجريت عملية التلييد بعد تهيئة المستلزمات الرئيسة لها وهي (النماذج الخضراء، قواعد كرافيتية، كمية من مسحوق Al_2O_3)، حيث تم وضع النماذج الخضراء الناتجة بعد الكبس فوق القاعدة الكرافيتية المجهزة لذلك والحلوة على قليل

الاساسية مضافا اليه نسبة (4%TaC) ويرمز لها بالرمز (4%TaC) ، والعدد المصنعة من مزيج الخلطة الاساسية مضافا اليه نسبة (3%SiC) يرمز لها بالرمز (3%SiC)، وقيمت من خلال تقدير عمر العدة باعتماد معيارين هما : حساب بلى رأس العدة (Nose Wear) و تقدير الخشونة السطحية للمشغولة (Surface Roughness). ولتقييم أداء العدة تم الاستعانة بالمواد والايهزة التالية:-

- ماكينة خراطة نوع (Mode SN 50B,TOS Trencic , Czechoslovakia ذات قدرة (5.5kw) وسرع دورانية بين (22.5-2000 rev/min) ومعدلات تطعيم (0.05-6.4mm/rev) - حامل عدة نوع (W25G313,China).

- مجهر ضوئي نوع (Olympus, Japan) لقياس بلى رأس العدة حيث تم القياس بواسطة مايكروميتر مثبت على احدى العدسات العينية للجهاز ذي دقة (0.001mm).

- جهاز قياس الخشونة السطحية نوع (Taylor Hanson) لقياس خشونة الأسطح المشغلة.

- مشغولات من الفولاذ (CK-45) بقطر اولسي (60mm) وطول (300mm) وصلادة (220HV) وتركيب كيميائي (0.035%S, 0.036%P, 0.65%Mn, 0.15%Si, 0.42%C and Fe). اعتمد هذا الفولاذ لكونه مطبلي وذا نحافة طويلة و ملائم للتشغيل باعتماد العدة قيد الدراسة.

اعتمد في البحث أربعة سرع قطع (68,99,146,218m/min) ولكل سرعة اختيرت أربعة معدلات للتغذية (0.14,0.22,0.36,0.48mm/rev) اما

نوع (Microhardness Tester, China.) وعلى اساسه حددت قيم الصلادة.

اختبار الصلادة العيانية بطريقة رو كويل
Rockwell's Macro hardness:

أجري اختبار الصلادة العيانية بطريقة رو كويل (HRC) لجميع النماذج النهائية باستخدام كرة قطر ها (1.2mm) وبحمل ابتدائي مقداره (30kg) وحمل نهائي (150kg) باستخدام جهاز قياس الصلادة العيانية نوع (Wolpert.Type : Testor, German).

اختبار مقاومة الكسر المستعرض
Transverse Rupture Strength:

استخدمت عينات بأبعاد نهائية مقدارها (51.5×5.46×5.13mm) حيث تم تحضيرها وفق مواصفات (ASTM) ¹⁶ بضغط (200MPa) و درجة حرارة تلييد (1410°C) لمدة ساعة واحدة. حددت مسافة (40mm) بين نقطتي التثبيت لأجراء الاختبار باعتماد الحني ذي الثلاث نقاط (3- Point Bending Shimadzu Servopulser Machine) بالاستعانة بجهاز اختبار الشد (Model-FHF20,Japan) إذ تسجل القوة المسببة لكسر العينة ومنها تحسب قيمة مقاومة الكسر المستعرض (T.R.S(N/mm²)) بالمعادلة (T.R.S = ((3PL)/(2Wt²)) حيث (P) تمثل الحمل المسبب للكسر (N)،(L) المسافة بين نقطتي التثبيت (mm)،(W) عرض العينة (mm) و (t) سمك العينة (mm).

اختبار تقييم أداء العدة:

تم في البحث الحالي تقييم أداء ثلاثة أنواع من العدة المصنعة وهي العدة المصنعة من مزيج الخلطة الاساسية ويرمز لها بالرمز (P10)، والعدد المصنعة من مزيج الخلطة

البرافين ومن ثم تتناقص قيم التقلص مع زيادة ضغط الكبس وكما موضح في الشكل (٢) وهذا التناقص يدهي لكون زيادة ضغط الكبس يؤدي إلى زيادة مدى توزيع الحبيبات في المكبوسة الواحدة مما يساهم في زيادة مساحة التماس بين الحبيبات مما يعيق حركة وانتشار الحبيبات.

تأثير ضغط الكبس على الصلادة العيانية (Micro hardness):

الشكل (٢) يوضح كيفية تغير قيم الصلادة العيانية بمقياس رو كويل (HRA) للنماذج المصنعة من المزيج الاساسي مع تغير مقادير ضغط الكبس. ويلاحظ زيادة قيم الصلادة مع زيادة ضغط الكبس ويرجع ذلك إلى تغلغل الحبيبات الناعمة في الفجوات بين الحبيبات الخشنة مع زيادة ضغط الكبس مما يؤدي إلى زيادة التماس بين الحبيبات وإعاقة حركة الانخلاعات وبالتالي زيادة الصلادة.

نتائج تأثير اضافة المساحيق الجديدة:

تأثير مسحوق (TaC) على الكثافة الخضراء والنهائية:

يوضح الشكل (٣) تغير قيم الكثافة الخضراء والكثافة النهائية مع نسب مسحوق (TaC) المضافة إلى المزيج الاساسي (P10)، ويلاحظ من المنحنى ومع زيادة نسب الاضافة حصول زيادة قيم الكثافة الخضراء والنهائية لكونهما حالة واحدة أي عند زيادة الكثافة الخضراء تزداد الكثافة النهائية والعكس صحيح. وترجع سبب الزيادة هذه إلى كون كثافة كاربيد التنتالوم اعلى من كثافة المزيج الاساسي (P10)، وكذلك فإن كاربيد التنتالوم يعمل على تصغير الحجم الحبيبي للمزيج الذي بدوره

عمق القطع فقد ثبت بمقدار (0.5mm) ولجميع التجارب. تم اختيار القيم اعلاه استنادا على الخبرة العملية ووفق أقطار المشغولات المتوفرة. تمت عملية التشغيل وفقا لنظام القطع المحدد بحيث تستمر عملية القطع لفترة دقيقة واحدة ثم توقف ويقاس مقدار عرض البلى بالاستعانة بالمجهر الضوئي ثم تعاد عملية القطع والقياس تحت نظام القطع نفسه لحين الوصول لحد الفشل المعتمد البالغ (0.6mm) وقد اعتمد هذا المقدار من حد الفشل وفق مواصفات [ISO-3685]^(١١) العالمية. وبعد أول دقيقة تشغيل يتم قياس الخشونة السطحية لكل تجربة حيث يؤخذ معدل مجموعة من القراءات ليمثل الخشونة السطحية (μm).

النتائج:

تأثير ضغط الكبس على الكثافة النهائية (Bulk-Density):

يوضح الشكل (٢) كيفية تغير الكثافة النهائية لنماذج الخلطة الاساسية (P10) مع ضغط الكبس ودرجة حرارة تلييد (1410°C) وتمثل هذه النتائج المتوسط الحسابي لخمس قيم من قيم الكثافة، إذ يلاحظ بان قيم الكثافة تزداد مع زيادة ضغط الكبس وذلك لكون الحجم الحبيبي للمزيج الاساسي المعتمد في النماذج يمتلك مدى واسعاً من التوزيع الحبيبي مما يؤدي إلى تغلغل الحبيبات الناعمة في الفجوات بين الحبيبات الخشنة وبالتالي زيادة وزن المكبوسة نسبة إلى حجمها (أي زيادة كثافتها).

تأثير ضغط الكبس على التقلص (Shrinkage):

أظهرت نتائج الفحص تقلصاً كبيراً في بادئ الأمر نتيجة تطاير شممع

تأثير اضافة مسحوق (TaC) على الصلادة العيانية:

يوضح الشكل (٥) تأثير اضافة (TaC) على قيم الصلادة العيانية للنماذج المصنعة من المزيج الجديد الناتج بعد الإضافة إذ يلاحظ بان جميع قيم الصلادة للعينات المفحوصة تفوق قيمة (84 HRA) وهذه القيم تعد عالية بالنسبة للعينات المصنعة باعتماد المزيج الأساسي (P10) التي قيمتها (82.5HRA)، وعند زيادة نسب الأضافة تزداد الصلادة لتصل (85.9HRA) عند نسبة (7%) وان سبب الزيادة يمكن ان يفهم بمقارنة منحنى الصلادة اعلاه مع منحنى الكثافة، وكذلك تزداد الصلادة نتيجة تناقص الحجم الحبيبي للمزيج بواسطة المسحوق المضاف (TaC) وزيادة عملية التراص نتيجة زيادة المساحة السطحية للحبيبات . أما فحص الصلادة المايكروية (HV-100g) للعينات المصنعة من المزيج الأساسي فاطهر بانها تساوي (961HV) وعند اضافة نسبة (7%) من مسحوق (TaC) الى المزيج الأساسي فانها تزداد لتصل الى (1298HV).

تأثير اضافة مسحوق (TaC) على مقاومة الكسر المستعرض (T.R.S.):

يلاحظ من الشكل (٥) تناقص المقاومة مع زيادة نسبة الاضافة وذلك لانه مع زيادة الصلادة تقل المتانة التي هي مقياس لمقاومة الكسر .

تأثير اضافة مسحوق (SiC) على الصلادة العيانية:

الشكل (٦) يوضح تأثر قيم الصلادة العيانية بطريقة رو كويل (HRA) بنسب (SiC) المضافة فقد أظهرت النتائج زيادة في قيم الصلادة لعلية نسبة اضافة مقسداها (3%) إذ بلغت (84.2 HRA) ، بعدها تنخفض هذه

يؤدي الى زيادة تداخل الحبيبات الناعمة في فراغات الحبيبات الخشنة وزيادة التراص .

تأثير مسحوق (TaC) على خاصية التقلص:

أوضح هذا الفحص حصول زيادة ملحوظة في قيمة التقلص مع زيادة نسبة (TaC) المضافة الى المزيج الأساسي وكما موضح في الشكل (٣) ، وترجع هذه الزيادة لكون (TaC) يعمل على تصغير الحجم الحبيبي مما يؤدي الى زيادة مساحة التماس بين الحبيبات. وهذا امر بيديهي من خلال ملاحظة قيم الكثافة الخضراء والنهائية لكون مقدار التقلص متأثراً بقيم هاتين الخاصتين .

تأثير مسحوق (SiC) على الكثافة الخضراء والنهائية:

أظهرت النتائج أنخفاض قيم الكثافة الخضراء والنهائية مع زيادة نسب الاضافة من مسحوق (SiC) وكما موضح في الشكل (٤) ، والانخفاض هذا يتأثر بمقدار نسبة الاضافة، ويلاحظ عند نسبة اضافة (1%) يكون معدل الانخفاض قليلاً لكون كثافة (SiC) اقل من كثافة المزيج الأساسي. اما عند زيادة نسبة الاضافة الى (7%) فإن معدل الانخفاض يصبح عالياً لزيادة المسامات المتولدة و لكون كثافة (SiC) اقل من كثافة المزيج الأساسي مما يؤدي الى انخفاض وزن المكبوسة نسبة الى حجمها .

تأثير مسحوق (SiC) على خاصية التقلص:

أظهرت نتائج الفحص حدوث تناقص في قيم التقلص مع زيادة نسب الاضافة وكما موضح في الشكل (٤) ، ويعود السبب الى زيادة حجم المسامات المتولدة في المكبوسة والتي تعيق التقلص .

القطع تصاحبها زيادة درجة الحرارة المتولدة التي بدورها تؤدي الى زيادة البلى الالتصاقى على حافة قطع العدة¹² وكذلك فان زيادة سرعة القطع تؤدي الى تقليل مقاومة القص (Shear Strength) للعدة والتي تؤدي الى تليين (Softening) حافة القطع في العدة وبالتالي حصول التشوه اللدن في حافة القطع والتي تسبب انبعاج (bulge) جزء من العدة¹³. يبين الشكل ايضا بأن العدد (4%TaC) تعد الأفضل من حيث مقدار البلى الناشئ عليها بينما تعد العدد (3%SiC) ألا سوء من حيث مقدار البلى الناشئ عليها، وعادة ما يحصل البلى الانهياري لهذه العدد وكذلك يحدث البلى الانتشاري بانتقال جزيئات مسحوق (SiC) من العدة الى سطح المشغولة بسبب عدم حصول التكتيف الجيد في العدة لعدم حصول الترابط الجيد بين المساحيق الكربيدية المكونة لها ومسحوق (SiC) المضاف.

تأثير سرعة القطع على الخشونة السطحية:

تنخفض درجة الخشونة مع زيادة سرعة القطع لجميع معدلات التغذية ولجميع العدد والشكل (٨) يوضح ذلك لمعدل التغذية الأوطأ ايضا. يمكن تفسير ذلك على انه عند سرعة القطع الواطئة فان الخشونة السطحية تتأثر بتكون الحد القاطع الناشئ (Built-Up edge) وعند زيادة السرعة تزداد درجات الحرارة مما يؤدي الى التقليل من احتمالية تولد الحد القاطع الناشئ وتلاشيها تماما في درجات الحرارة العالية. يبين الشكل ايضا بأن العدد (4%TaC) تعد الأفضل من حيث الخشونة كما تعد العدد (3%SiC) ألا سوء

القيم لتصل الى (66 HRA) عند نسبة اضافة (7%)، ويعود سبب الزيادة الى كون (SiC) يعمل على تقليل ظاهرة نقص الكربون (الطور الهش-η) ذلك لتركيبتيه النظرية (30% C+70% Si) الحاوية على نسبة كاربون عالية نسبة لبقية المساحيق (Ti-WC, WC) وهذا يوازن النقص القليل في الكاربون بسبب زيادة فترة المزج ويقلل من ظاهرة نقص الكاربون ويؤدي الى رفع الصلادة، أما الانخفاض السريع في قيم الصلادة بعد نسبة اضافة (3% SiC) فيعود الى كون مسحوق (SiC) لا يعمل ترابطاً تفاعلياً مع (WC, Ti-WC) في مزيج الخلطة الأساسية وانما يتكون طور سيلسايد (Msi) ذا الطبيعة الهشة (I. Whithead & T. Page¹⁴).

تأثير اضافة مسحوق (SiC) على مقاومة الكسر المستعرض (T.R.S.):

الشكل (٦) يوضح تأثير مسحوق (SiC) على مقاومة الكسر المستعرض، إذ يلاحظ انخفاض قيم مقاومة الكسر لجميع النسب المعتمدة ويعود السبب الى زيادة مقدار وحجم المسامية لعدم حصول التراص والتكتيف الجيد لعدم حصول ترابط تفاعلي بين (SiC) ومكونات المزيج الأساسي.

نتائج تقييم أداء القطع للعدد وتقييم عمرها:

تأثير سرعة القطع على البلى: يزداد عرض البلى مع زيادة سرعة القطع لجميع معدلات التغذية ولجميع العدد المعتمدة والشكل (٧) يوضح ذلك لمعدل التغذية الأوطأ ضمن أنظمة القطع المعتمدة. يمكن تفسير ذلك على اساس ان زيادة سرعة

٤. العدد ذات الرمز (4% TaC) تكون مقاومتها للبلى اعلى وذات تجاوز سطحي جيد نسبة الى العدد ذات الرمز (P10) و(3% SiC) لجميع ظروف التشغيل المعتمدة.

المصادر References

1. "Metals Handbook", Vol.7,3rd Print., ASM International Metals Park, OH, USA , 988.
٢. د.محمد التورنجي ، د.ضياء شنشل، "قطع المعادن"، وزارة التعليم العالي، العراق 1990.
3. Anil, K. Sinha , "Powder Metallurgy", 2nd edition, J.C. Kapur , india, (1987).
4. George, Jr. Schneider, "Cutting Tool Application". Nelson Publishing, Inc,OH, 2001.
5. Trent, E.M., "Metal Cutting". Second edition, Butterworths & Co. Pub. , G.B, 1984.
6. Ranganath,DR. B.J., "Metal Cutting and Tool Design". B.J. Rang. Pub., India, 1993.
7. Donaldson and L. Goold , " Tool Design", MC-Graw-Hill, New York , 1973.
8. Lardner, E. "Alloy Systems and Processes in Cemented Carbide production", Metals Technology, May-June, 1976, page (237-245).
9. Kamanduri, R. and Reed W.R. jr., " Evaluation of Carbide Grade and a New Cutting Geometry for Machining Titanium Alloys", Wear, 92 (1983), P.P. (113-123).

من حيث ذلك لجميع سرع القطع و معدلات التغذية.

تقدير عمر العُدَد (Tool Life):

أعتمد في تقدير عمر العُدَد حساب الزمن الذي تستغرقه كل عدة قبل الفشل والسذي يتمثل بوصول مقدار البلى الى (0.6 mm) عند خراطة المشغولة الفولاذية المختارة. البرنامج العملي تم باعتماد أربع سرع للقطع ومعدلي تغذية هما الأوطأ (0.14 mm/rev) والأعلى (0.48 mm/rev) ضمن نظام القطع المعتمد. وبعد تحديد زمن فشل العُدَد لجميع سرع القطع ولكلا معدلي التغذية تبينت علاقة سرعة القطع و عمر العُدَد باعتماد معادلة تايلر ولكلا معدلي التغذية.

الشكل (٩) والشكل (١٠) يملان العلاقة اللوغاريتمية بين سرع القطع وعمر العُدَد (مقارنة بين العُدَد الثلاث) ولكلا معدلي التغذية حيث يلاحظ منهما بأن العُدَد (4%TaC) تعد الافضل والاطول عمرا نسبة الى باقي العُدَد لجميع سرع القطع ولكلا معدلي التغذية بينما تعد العُدَد (3%SiC) الاسوء والاقصر عمرا لجميع سرع القطع ولكلا معدلي التغذية .

الاستنتاجات:

١. أن إضافة مسحوق كاربيد التنتالوم يؤدي إلى زيادة قيم الكثافة والصلادة وبزيادة طردية.
٢. سجلت أعلى قيمة للصلادة عند إضافة نسبة (3%) من مسحوق (SiC) ثم تنخفض الصلادة مع زيادة نسب الإضافة.
٣. أداء القطع للعُدَد ذات الرمز (4%TaC) افضل منها بالنسبة للعُدَد (P10) و(3% SiC)

- Technology, February, 1982. Vol.9, page (60-75).
17. Kenneth, JA. Brookes . "World Directory & Handbook of Hard Metals", Fourth edition, Pub. by International Carbide Data, 1987.
 18. Lee J. W. et al, "Influence of Process Variables on Sintering of WC- 25wt%Co", Powder Metallurgy, No.2, 1980, page (57-64).
 19. Sandvik Catalogue , Basic Data of Cemented Carbide Grade, 89/90 Sandvik Company, Sandvik, Sweden.
 20. Standard Test Method for Transverse Rupture Strength of Cemented Carbide, B528, Annual Book of ASTM Standard, Vol.02.05, ASTM Philadelphia, 1989.
 21. ISO- 3685 " Tool Life Testing with Single Point Turning Tools",1977 (International Standardization Organization).
 22. Whitehead J. and T.F. Page, " Fabrication and Characterization of some Novel Reaction-Bonded Silicon Carbide Material.", Journal of Material Science , Vol. 27, (1992), P.P. 839-852 .
 10. Larsen, J. Basse , "Effect of Composition, Microstructure, and service Condition on the Wear of Cemented Carbide". Journal of Metals, November, 1983, page (35-42).
 11. Chermant J. L. et al , "Factors Influencing the Rupture Stress of Hard Metals", Powder Metallurgy, No.2, 1977, page (63-69).
 12. Chatfield, Ch. "The influence of Carbide Grain Size on the Hot-Hardness of Poly Crystalline Tungsten Carbide and Wc- Co Cemented Carbide". pmi, Vol.17, No.3, 1985
 13. Nidal, D. Al-Nimri , "The Cutting Performance of Carbide Tools", M.SC. Thesis , Baghdad University, 1994.
١٤. د.محمد جواد التورنجي وبشتوان محمد كريم، "تأثير التماس الأولي على عمر الأداة في عملية الخراطة غير المستمرة"، الهندسة والتكنولوجيا، المجلد ١٦، العدد ٩، ١٩٩٧.
15. Prengel H. G. and et al , "State of the Art in Hard Coating for Carbide Cutting Tools", Surface and Coating Technology, 102(1998), 183-190.
 16. Dearnley P. A. and E. M. Trent, "Wear Mechanisms of Coated Carbide Tools". Metals

ت	اسم المسحوق	النسبة الوزنية (%)	متوسط الحجم الحبيبي (μm)	الشركة المجهزة للمساحيق (المنتج)
١	كاربيد التنكستن (WC)	٦٢	(١,٥-٣)	(UGICARB) الفرنسية
٢	كاربيد التيتانيوم - تنكستن (Ti-WC)	٣٢	(١,٥-٤)	(HCST, BERLIN) الألمانية
٣	الكوبلت (Co)	٦	١,٣٥	(HCST, BERLIN) الألمانية

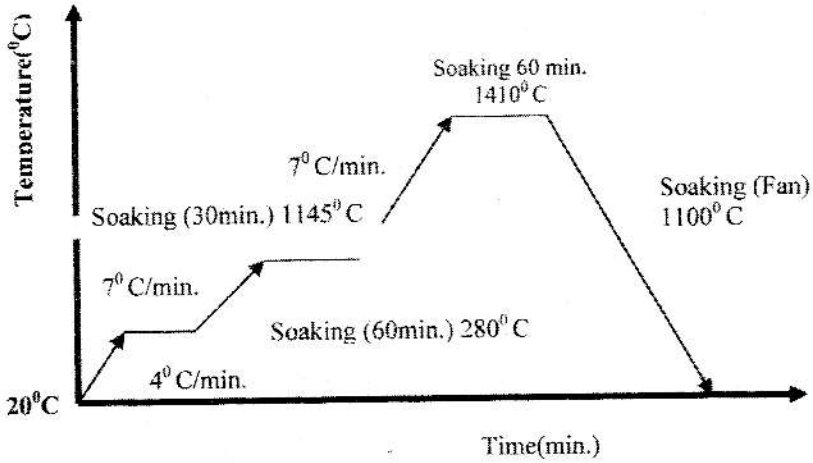
جدول رقم (١): يوضح المساحيق الأساسية ونسبها الوزنية المكونة للخلطة الأساسية

المساحيق الجديدة المضافة	نسب الإضافة (wt %)				متوسط الحجم الحبيبي (μm)	كثافة الظاهرية (g/cm^3)	الشركة المجهزة للمساحيق
	١	٣	٥	٧			
كاربيد التنتالوم (TaC)	١	٣	٥	٧	٢,٣٧	٦,١٨	(HCST, Berl in) الألمانية
كاربيد السليكون (SiC)	١	٣	٥	٧	٤,٢٦	٠,٩٢	فرنسية

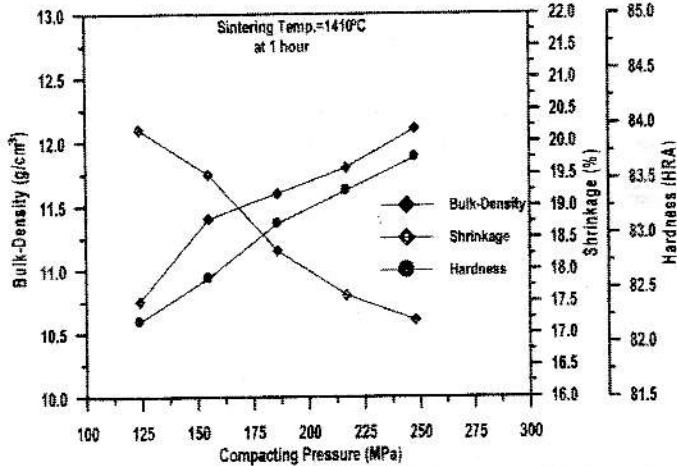
الجدول رقم (٢): يوضح المساحيق الجديدة ونسب الإضافة منها وبعض خواصها

النسب الوزنية للمكونات (%)					رمز الخلطة
المساحيق الجديدة المضافة		المساحيق الأساسية			
SiC	TaC	Co	Ti-WC	WC	
-	-	٦	٣٢	٦٢	١
١	١	٥,٩٤٠	٣١,٦٨٣	61.377	2T,2S
٣	٣	٥,٨٢٢	٣١,٠٤٠	60.138	3T,3S
٥	٥	٥,٧٠٠	٣٠,٤٠٣	58.897	4T,4S
٧	٧	٥,٥٨٠	٢٩,٧٦٢	57.658	5T,5S

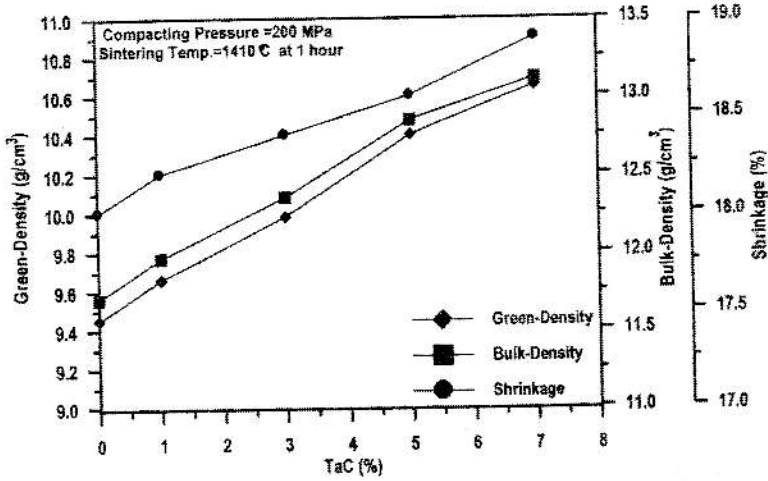
الجدول رقم (٣): يوضح نسب مكونات الخلطة الأساسية والخلطات الجديدة فمثلاً الرمز (2S) : (٢) تشير إلى رمز الخلطة، (S) تشير إلى إضافة (١%) من مسحوق (SiC) إلى مزيج الخلطة الأساسية، وهكذا لبقية الرموز.



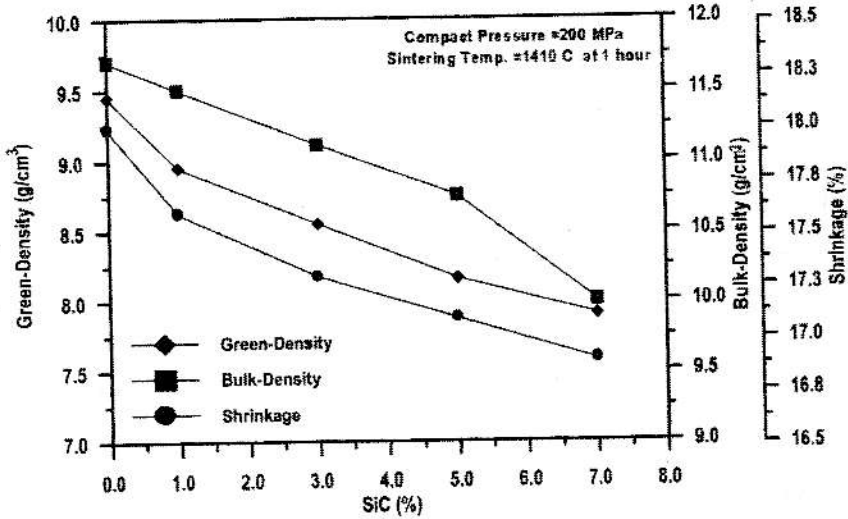
الشكل رقم (١): الدورة الحرارية المعتمدة في عملية التليد



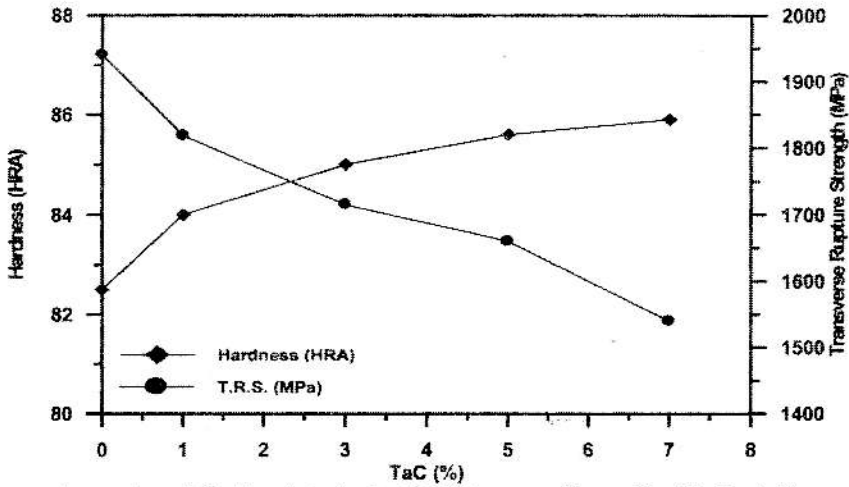
اشكل رقم (2): يوضح تأثير ضغط الكبس على الكثافة النهائية والتقلص والصلادة العيانية



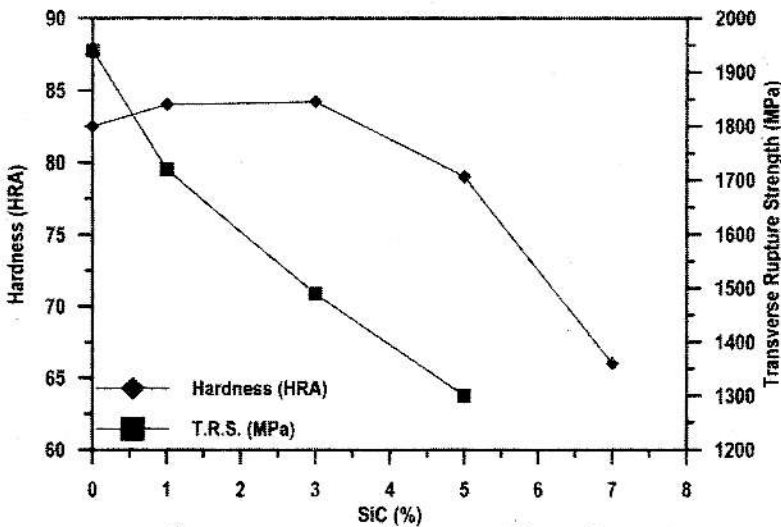
الشكل رقم (3): تأثير إضافة مسحوق (TaC) على الكثافة الخضراء والنهائية ومقدار انكماش.



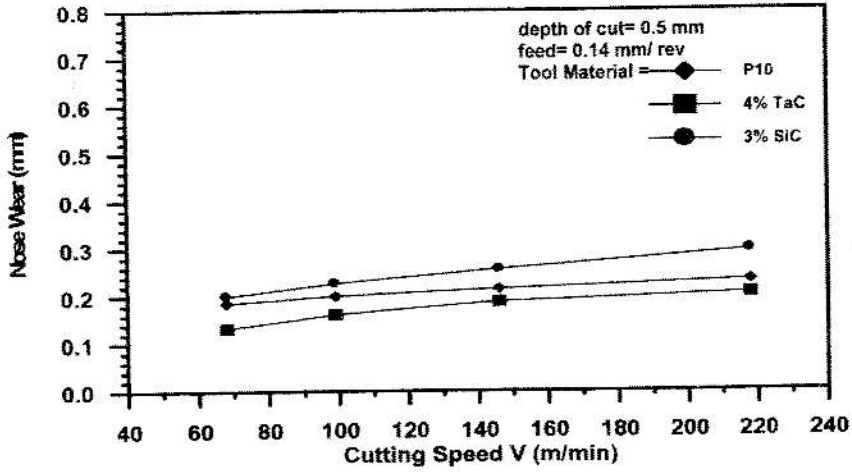
الشكل رقم (4): تأثير إضافة مسحوق (SiC) على الكثافة الخضراء والنهائية



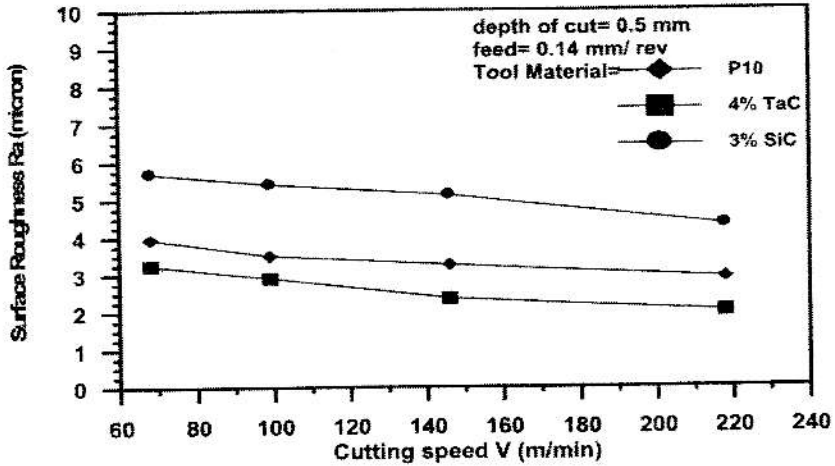
الشكل رقم (5): تأثير إضافة مسحوق (TaC) على الصلادة ومقاومة الكسر المستعرض



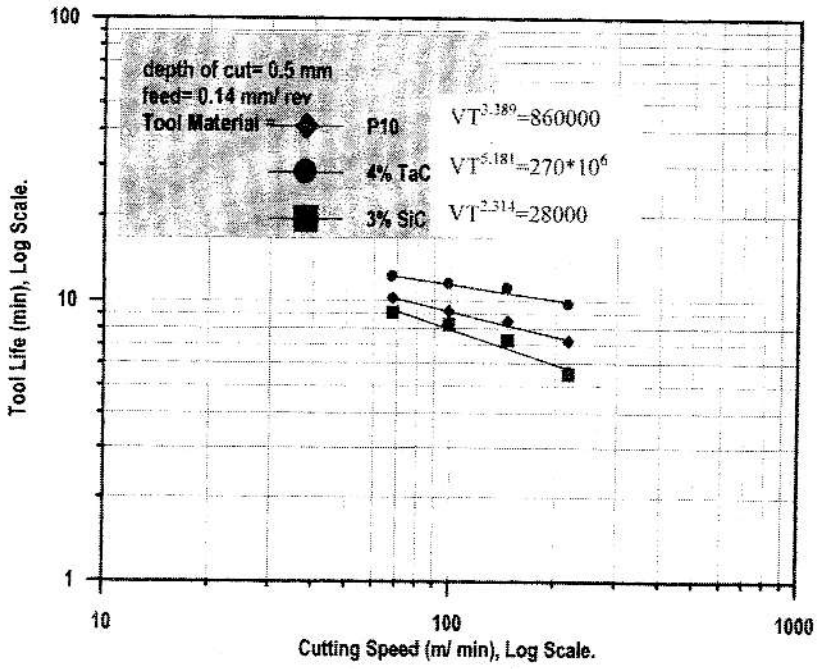
الشكل رقم (6): تأثير إضافة مسحوق (SiC) على الصلادة ومقاومة الكسر المستعرض.



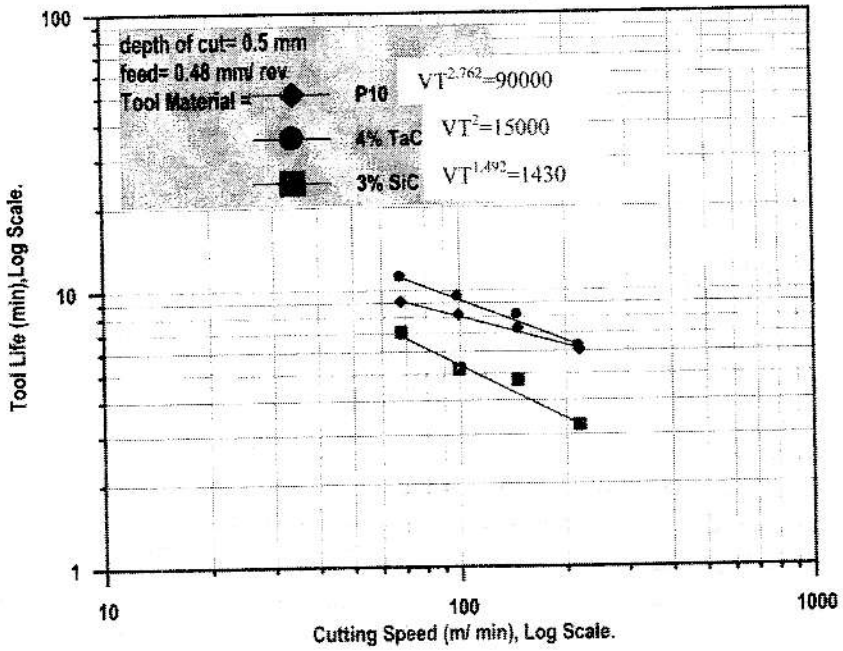
الشكل رقم (7): العلاقة بين سرعة القطع ومقدار البلى الناشيء على سطح العدد



الشكل رقم (8): العلاقة بين سرعة القطع ومقدار الخشونة السطحية باعتماد العدد



الشكل رقم (9): العلاقة بين سرعة القطع وعمر العدد لمعدل التغذية (0.14 mm/rev).



الشكل رقم (10): العلاقة بين سرعة القطع وعمر العدد المعدل التغذية (0.48 mm /rev.).