

تأثير اضافة كاربيد التنكستن على الخصائص الميكانيكية للنظام (Cu-WO₃)

(¹) ابراهيم خلف سلمان، (²) نورا عمران رشيد، (³) صالح يونس درويش

(¹) قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة تكريت، تكريت، العراق.

(²) وزارة التربية العراقية، مديرية تربية صلاح الدين، تكريت، العراق.

(³) قسم الفيزياء، كلية التربية طوز خورماتو، جامعة تكريت، تكريت، العراق.

, Salih.younis@tu.edu.iq , Ibrahim.k.salman@tu.edu.iq , noora.omran@yahoo.com

07814937839

07703978848

07714518028

مستخلص البحث:

تم في المقال الحالي استخدام مترابك ذي اساس من النحاس و اوكسيد التنكستن الثلاثي بنسبة 5% وتم التدعيم بكاربيد التنكستن النانوي بنسب حجمية % (0,5,10,15,20)، تم خلط المساحيق بالطريقة الحجمية بسبب الاختلاف في الكثافة بين المساحيق الثلاثة، تمت عملية الطحن لمدة ساعتين بمصنع محلي الصنع وبكرات فولاذية. بعد ذلك تم ضغط المساحيق المخلوطة بمكبس هيدروليكي تركي المنشأ بضغط (5 طن) ولمدة دقيقة واحدة. تم تلييد العينات المحضرة حرارياً عند 900°C لمدة ساعتين فقط. علاوة على ذلك تم عمل اختبارات مختلفة على النماذج منها (الكثافة الحقيقية، المسامية الحقيقية، مقاومة الانضغاط، البلى، المجهر الالكتروني الماسح) قبل وبعد التلييد. أظهرت النتائج أن أفضل نسبة خلط كانت 20٪ بعد التلييد والتي اعطت افضل كثافة حقيقية (13.720g/cm³) واقل مسامية (10.310٪)، بينما اعلى مقاومة الانضغاط وصلت الى (125.70 N/mm²)، وتم الحصول على اقل بلى انزلاقي بمقدار (2.01*10⁻⁶ g/cm)، اما نتائج المجهر الالكتروني الماسح SEM ومطيافية الاشعة السينية EDS فقد بينا ظهور سطح متجانس من المعدن والاكسيد والكاربيد النانوي والذي انتشر خلال ارضية النحاس مما حسن الخصائص الفيزيائية والميكانيكية والذي ظهر ذلك من خلال EDS.

الكلمات المفتاحية: كاربيد التنكستن النانوي، المسامية، مقاومة الانضغاط، المعاملة الحرارية.

المقدمة:

يعد النحاس أحد أكثر المواد الهندسية ملائمة للتطبيقات الكهربائية والحرارية، وكحال بقية المعادن فإن النحاس يعاني من مشكلة التليين عند الدرجات الحرارية العالية كما أن له معدل بلى عالياً في أثناء الانزلاق لذلك فإن تقوية النحاس تعد إحدى الطرائق للتغلب على تلك المشاكل، إذ يتم تدعيم النحاس بنجاح بالكرافيت والذي يمثل مادة التدعيم (Reinforcement) والتي يمكن أن تكون على شكل دقائق (Particles) أو ألياف مستمرة (Continuous Fibers) وبذلك ظهرت مترابكات النحاس كاربيد التي تمتلك موصلية كهربائية وحرارية عالية كما تمتلك خواص تزييت لحالات التماس الإنزلاقي الجاف وجاءت هذه الخواص نتيجة للتأثير المشترك لكل من النحاس والكاربيدات، ولذلك فهي تستخدم بشكل واسع في الأجزاء الإنزلاقية مثل الفرش الكهربائية (Electrical Brushes) والركائز الإنزلاقية (Sliding Bearings) والأجزاء الهندسية الترابولوجية وكذلك في بعض أجزاء المولدات والمحركات والسيارات والحلقات الإنزلاقية [1-3]. يتطلب عند اختيار المادة الأساس الأخذ بنظر الاعتبار العديد من النقاط ويأتي في مقدمتها نوع وطبيعة

مادة التدعيم إذ إن استخدام مواد تدعيم مستمرة كالألياف مثلاً يستلزم نقل معظم الحمل المسلط على المتراكب إلى الألياف وبذلك فإن مقاومة المتراكب تُحكم بشكل أساسي بمقاومة الألياف وحيث إن الدور الرئيسي لمادة الأساس في هذه الحالة هو نقل الحمل المسلط إلى الألياف ومنع حدوث الشقوق، لذا فإن على مادة الأساس المختارة أن تكون ذات مقاومة منخفضة ومطيلية ومتانة عاليتين. أما بالنسبة لمواد التدعيم غير المستمرة (الجسيمات) فإن مقاومة المتراكب تُحكم بمقاومة المادة الأساس نفسها، لذا فإن هذه الحالة تتطلب استخدام مادة أساس ذات مقاومة عالية [4]. تهتم عملية تصنيع العينات بطريقة المساحيق بالعديد من العوامل المهمة التي يمكن من خلالها الحصول على نماذج ذات كلفة اقتصادية بسيطة وذات فعالية عالية ومن هذه العوامل هي اختيار المواد، وطريقة العمل، وظروف المختبر ونوع الجهاز حيث لتلك العوامل أهمية كبيرة في تحديد مدى الاستفادة من تقانة المساحيق والتي لها تطبيقات واسعة في مجال الفضاء وكذلك التطبيقات الصناعية المتعددة مثل تصنيع عدد القطع وكذلك صفائح المركبات الفضائية وعلى مدى واسع من خلال التدعيم مواد ذات صلادة ومتانة عالية وحتى في المجال الحديث عن طريق مواد نانوية التي تعمل على تحسين الخصائص الفيزيائية والميكانيكية (المتعددة) [5-7]. يهدف البحث إلى دراسة تأثير إضافة كاربيد التنكستن كجسيمات تقوية وبنسب حجمية تصل إلى 20% على الخواص الميكانيكية والميتالورجية لمتراكب $(Cu - WO_3)$ ، وكذلك تأثير عملية التليد على هذه الخصائص .

الجانب العملي:

1. المواد الأولية:

المادة الأساس المستخدمة في المقال الحالي هي معدن النحاس (Cu) وذو حجم حبيبي (325 mish) وذات منشأ هندي من صناعة شركة (CDH) وبنقاوة 99.5%، وإيضاً تم استخدام نسبة ثابتة من أوكسيد التنكستن الثلاثي (WO_3) وبحجم حبيبي (500 mish) الماني المنشأ من شركة (Fluka) وبنقاوة 99.5% أما مادة التدعيم كانت من كاربيد التنكستن (WC) وبحجم حبيبي (30nm) بمنشأ الماني من شركة (Changasha Santech Co.) وبنقاوة 99.94% .

2. طريقة تحضير العينات:

تم تجفيف المساحيق المعدنية والسيراميكية المستخدمة خلال البحث بدرجة حرارة $100^{\circ}C$ لمدة ساعة وذلك لكي يتم تخليص المساحيق من الرطوبة والحصول على مساحيق جافة. استخدمت الطريقة الوزنية المعروفة لخلط المساحيق مع بعضها بحيث تكون نسبة أوكسيد التنكستن ثابتة وبمقدار (5%) لكل الخلطات أما كاربيد التنكستن فكان بنسب 0.5, 10, 15, 20%. تم الوزن لجميع الخلطات باستخدام وزن كهربائي بميزان حساس نوع Sartorius. بعد الانتهاء من عملية الطحن والمزج لزمّن ساعتين عن طريق طاحونة مختبرية تحوي على كرات فولاذية تم الحصول على مسحوق متجانس، تم تشكيل العينات من خلال تقانة الكبس باتجاه واحد Uniaxial في قالب فولاذي مصلد تبلغ صلابته 60HRC. المزيج المخلوط تم وضعه داخل قالب الكبس المخصص مع التركيز على العناية بالمسحوق وتم تسليط ضغط يصل إلى 5Ton ولزمن دقيقة واحدة لتفادي احتمال الارجاع المرن [8,9]. ان نوع المكبس المستخدم هو (HALIM USTA) ذو منشأ تركي و ذو سعة كبس مقدارها (20Ton) حيث تم الحصول على نماذج بقطر عشرة ملم وبارتفاع (6mm). النماذج المحضرة بطريقة تكنولوجيا المساحيق تم اجراء عملية التليد الحراري لها باستخدام فرن كهربائي بنوع (CARBOLITE) الماني المنشأ عند درجة حرارة $900^{\circ}C$ ولزمن ساعتين فقط، وذلك لكون

العينات تكون ضعيفة البنية البلورية مما تحتاج الى معاملة حرارية تصل الى 70% من درجة انصهار المادة الاساس لغرض زيادة صلابتها.

الفحوصات والنتائج المستعرضة:

اولاً: الكثافة الحقيقية

إن من أهم الاختبارات الميتالورجية للنماذج المنتجة هي اختبارات الكثافة وذلك لأهميتها ، فالكثافة الخضراء واحدة من الخصائص المهمة للمساحيق ولها تأثير كبير على التكتيف (Densification)، وأن تحسين الكثافة الخضراء يساعد في الحصول على مكبوسات ذات نعومة وشكل منتظم ويمكن تحديدها من خلال الوزن والأبعاد للمكبوسات على وفق العلاقة (1) [10,11] :

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1)$$

ρ : تمثل الكثافة الخضراء (g/cm^3)

M : كتلة العينة بالغرام (gm) ، V : حجم العينة (cm^3) .

ثانياً: المسامية

استخدمت طريقة ارخميدس وذلك لغرض فحص المسامية الحقيقية عن طريق المعيار العالمي (ASTM C373 -88)، وقد تم استعمال ميزان كهربائي حساس وبدقة (0.0001g) و وفقاً لما يأتي [12,13,14,15] :

1- جففت المكبوسات لمدة ساعة واحدة عند درجة حرارة (150°C) باستعمال فرن كهربائي نوع (Memmert) . وتركت لتبرد داخل الفرن ، وتم وزن المكبوسة بعد إخراجها من الفرن للحصول على الوزن الجاف (W_d) .

2- تم جلب ماء مقطر ومعالج بأربع مراحل، تم غلي الماء المقطر لمدة 5 ساعات والمكبوسات بداخله ، وبعد ذلك نقل المكبوسات الى انبوبة اخرى والابقاء عليها لمدة 24 ساعة بدون حرارة ، بعد ذلك اخراج العينات بعناية شديدة جداً ثم وزن العينات للحصول على الوزن المشبع والذي يرمز له بالرمز (W_s) .

3- ولغرض الحصول على الوزن المعلق (W_i) ، تم وزن النماذج المحضرة بميزان حساس اثناء تعليقها داخل الماء المقطر وهي على الميزان ويمكن حساب ما يلي.

الكثافة النظرية Theoretical Density هي: $\rho_{th} = \frac{\sum_{i=1}^n (\rho_i * X_i)}{\rho_{th}}$ (2) -----

ρ_{th} : الكثافة النظرية (g/cm^3) ، ρ_i : الكثافة النظرية للنماذج وهي للعينة الواحدة (g/cm^3) ، X_i : النسبة الحجمية لكل مادة في العينة.

الكثافة الخضراء والكثافة الحجمية Green Density and Bulk Density هي:

$$\rho = \frac{W_d}{W_s - W_i} * \rho_w \quad (3)$$

ρ : تمثل الكثافة الحجمية (g/cm^3) ، ρ_w : كثافة السائل المستخدم (1g/cm^3)

W_d : الوزن الجاف للعينة بالغرام ، W_i : الوزن المعلق للعينة بالغرام ، W_s : الوزن المشبع للعينة بالغرام. الكثافة الظاهرية Apparent Density هي:

$$\rho_A = \frac{W_d}{W_d - W_i} * \rho_w \quad (4)$$

المسامية الحقيقية True Porosity هي:

$$T.P \% = \frac{\rho_{th} - \rho}{\rho_{th}} * 100 \dots \dots \dots (5)$$

%T.P : النسب المئوية للمسامات الحقيقية للنماذج، ρ_{th} : كثافة نظرية ρ (g/cm³) : الكثافة الخضراء أو الكثافة الحجمية.

ثالثاً: اختبار مقاومة الانضغاط Compressive Strength Test

إن مقاومة الانضغاط خاصية مهمة من الخواص الميكانولوجية وهي تعني مقدرة المكبوسات على تحمل قوة الحمل المسلط عليها دون ان تتكسر، إذ تم فحص المكبوسات على جهاز الاختبارات (SHIMADZU – UH 600 KNI). تم تحضير النماذج وتم تنعيمها بأوراق تنعيم ذات تدريجات مختلفة بعدها تم تثبيتها بين فكي الجهاز، ومن ثم تسليط حمل إلى حدّ الفشل للمكبوسات من خلال ملاحظة منحنى (الاجهاد – الانفعال) الذي يتم رسمه من قبل الجهاز ومن خلال الرسم تم استخراج قيم اجهاد الخضوع الانضغاطي (0.2 Compressive Yield Stress).

رابعاً: اختبار معدل البلى (Wear Rate Test)

إن البلى هو أحد الخصائص المهمة لسطح المادة والذي يعرف بأنه خسارة المواد من سطح النماذج بسبب حركة اجزاء المواد مع بعضها بوجود حمل مسط. وان مقدار الاحمال المسلطة فكانت (10N)، وذلك باستخدام سرعات حركة ثابتة المقدار هي (500 r.p.m)، وان زمن تسليط الحمل على النماذج هو تقريباً (10 min). تم اجراء اختبار معدل البلى باستعمال جهاز يعمل بطريقة المسمار على القرص (Pin – on – Disc) ذي منشأ صيني. إذ يتم تسليط حمل عمودي عبر مسمار (Pin) من خلال (Holder) مربوط ويحمل العينة على قرص دوار، إذ تتم القراءة عن طريق متحسس علوي مربوط بشكل عمودي على الذراع الماسك للمكبوسة وتنتقل القراءة بعد ذلك إلى مقياس رقمي مثبت في مقدمة الجهاز، وتثبت الأحمال المطلوبة في اعلى الجهاز وحسب ما هو مطلوب. تم احتساب معدل البلى باستعمال الطريقة الوزنية والتي تتضمن احتساب مقدار الفقدان بالوزن لكل عينة من خلال وزن العينة قبل ربطها على جهاز البلى وكذل وزنها بعد اكمال العمل ومعرفة الفرق بالمعادلات الاتية [16, 17]:

$$W = \frac{\Delta W}{SD} \text{ (gm/cm)} \dots \dots (6)$$

W : مقدار البلى (gm/cm)، ΔW : مقدار الوزن المفقود ب (gm)
SD : تمثل مسافات الإنزلاق ب (cm) وهي تعطى بالعلاقة الاتية:

$$SD = \pi D n t \dots \dots (7)$$

D : يمثل مقدار قطر القرص المستخدم ب (cm)، n : تمثل مقدار السرعة للقرص ب (rpm)،
t : هو زمن الاختبار للبلى ب (min).

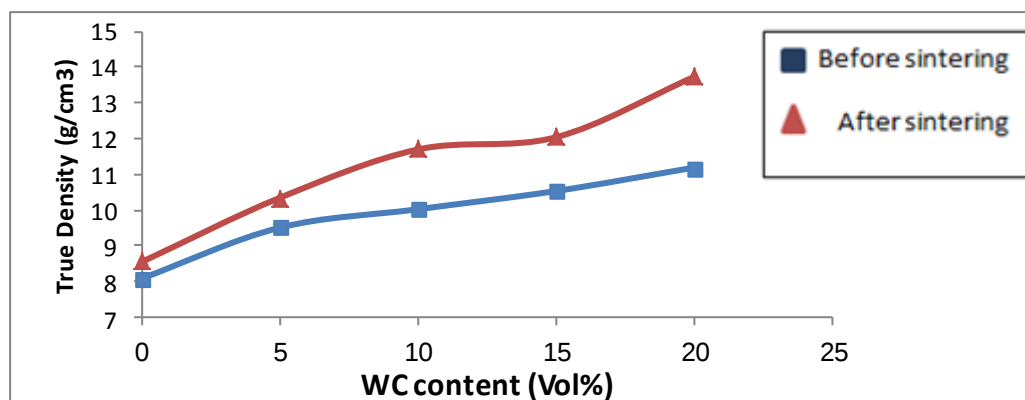
خامساً: المجهر الالكتروني الماسح (SEM)

تم دراسة طوبوغرافية السطح للعينات الناتجة بعد التليد وذلك لمعرفة السطح الخارجي للعينات الناتجة وكيفية تماسكها حيث استخدم جهاز المجهر الالكتروني الماسح لهذا الغرض، لما يمتلك من مميزات كبيرة تعطي وصف مميز للبنية السطحية الخارجية وبتكبير يصل الى آلاف المرات من المجاهر الضوئية، تم وضع المكبوسات المطلوب فحصها خلال عمود بدون هواء من خلال فتح أو

سد مختوم. ثم تم تغليف العينات بـ الفضة أو الذهب لهما الموصلية الكهربائية التي تساعد على اتصال الالكترونات [18].
النتائج والمناقشة:

1. تأثير محتوى التدعيم على الكثافة الحقيقية.

الشكل (1) يعطي العلاقة ما بين التركيز لكاربيد التنكستن النانوي والكثافة الحقيقية قبل اجراء المعاملات الحرارية (التلييد)، ووجد ان زيادة نسب التركيز لمادة التدعيم النانوية تعمل على زيادة الكثافة للمترابك السرميتي، إذ تزداد الكثافة من ($11.183 - 8.082 \text{ g/m}^3$) نتيجة زيادة التدعيم من 0-20%. كما يعطي الشكل (1) علاقة بين النسب الحجمية لمادة التدعيم النانوية والكثافة الحقيقية بعد اجراء المعاملات الحرارية وعند 900°C ولمدة زمن ساعتين، ووجد بأن اضافة المادة النانوية تعمل على زيادة الكثافة وبشكل ملحوظ، إذ تزداد الكثافة بعد التلييد من ($13.720 - 8.545 \text{ g/m}^3$) نتيجة التدعيم النانوي من 0-20%. وبذلك نجد ان السبب الرئيسي لزيادة الكثافة الحقيقية هو عائد الى الكثافة العالية لكاربيد التنكستن النانوي والتي تعتبر كبيرة جداً بالمقارنة مع كثافة النحاس المنخفضة مما تزداد كثافة المترابك ($\text{Cu-WO}_3\text{-WC}$). اما تأثير درجة الحرارة (التلييد الحراري) على المترابك فلها سبب واضح على زيادة تجمع الحبيبات النانوية مع الاساس المعدني (النحاس) مما ساعد على انتشار جسيمات كاربيد التنكستن خلال النظام المكبوس وساعد على تحسين الخصائص الفيزيائية والميكانيكية وكذلك لعملية الكبس بطريقة البارد لها تأثير على تقارب وتلاصق الجسيمات مع بعضها البعض [19].

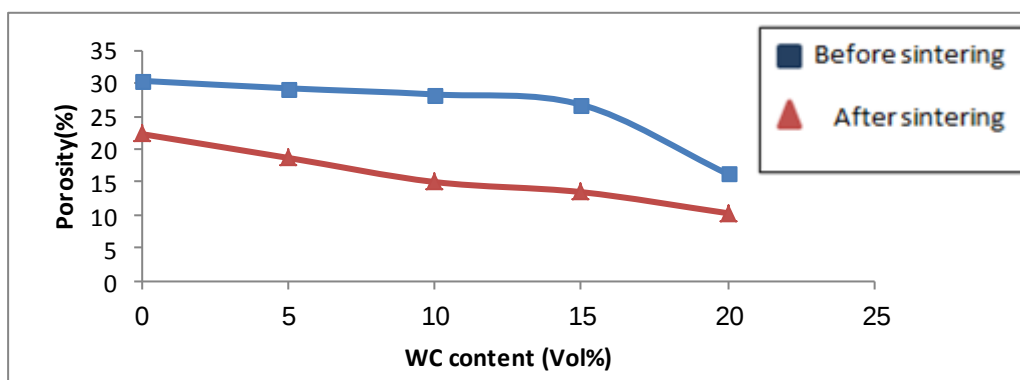


شكل (1): علاقة الكثافة الحقيقية مع تركيز كاربيد التنكستن النانوي قبل وبعد المعاملة الحرارية.

2. تأثير محتوى التدعيم على المسامية الحقيقية.

الشكل (2) يبين العلاقة العكسية ما بين تركيز كاربيد التنكستن النانوي ومقدار المسامات الحقيقية قبل المعاملة الحرارية (التلييد الحراري)، ووجد ان زيادة محتوى التدعيم النانوي عمل على انخفاض لقيم المسامية، إذ انخفضت قيم المسامية الحقيقية من مقدار (30.348)% وتنخفض تدريجياً لتصل عند اقلها عند نسبة كاربيد 20% وهي (16.255)%. ويبين الشكل أيضاً العلاقة العكسية ما بين النسب الحجمية لكاربيد التنكستن النانوي والمسامية الحقيقية بعد التلييد، ونجد من الشكل ان زيادة نسب التدعيم النانوي ادت الى انخفاض واضح في قيم المسامية الحقيقية المثوية من (22.290)% عند

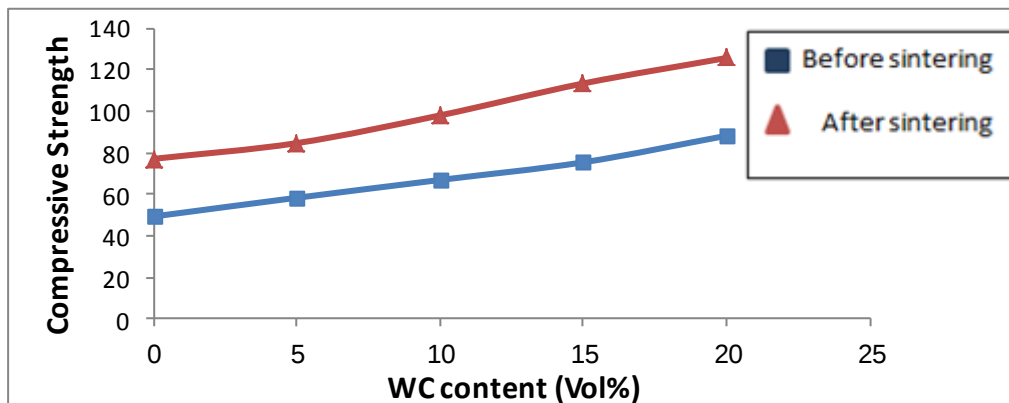
محتوى (0%) لكاربيد التنكستن الى (10.310%) عند تركيز (20%) لكاربيد التنكستن، وبما ان المسامية تقل تدريجيا مع زيادة نسب التدعيم النانوي فهذا يدل على تحسن المتراكب المكبوس وتحسن في الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للمواد، اذ للتجمع والتكتل الكبير لمادة التدعيم والاكسيد اثر كبير على سد اغلب المسامات التي تنتشر على ارضية النحاس [20].



شكل (2): العلاقة بين كاربيد التنكستن النانوي والمسامات الحقيقية قبل وبعد التليد.

3. تأثير محتوى التدعيم على مقاومة الانضغاط القطرية.

الشكل (3) يوضح العلاقة ما بين مادة التدعيم النانوي (كاربيد التنكستن) ومقاومة الانضغاط القطرية للنماذج المكبوسة قبل وبعد عملية المعاملة الحرارية، ونجد العلاقة الطردية بينهما، اذا ان زيادة النسب الحجمية لمادة التدعيم تعمل على زيادة مقاومة الانضغاط، حيث ازدادت قيمة مقاومة الانضغاط القطري للنماذج المكبوسة من ($49.33 - 88.21 \text{ N/mm}^2$) لنسب تركيز من 0-20% من كاربيد التنكستن، وازدادت ايضا قيم مقاومة الانضغاط القطري وبشكل طردي مع تراكيز كاربيد التنكستن من ($77.11 - 125.70 \text{ N/mm}^2$) وكذلك لنسب تراكيز من 0-20% من مادة التدعيم النانوية. إن العلاقة الطردية بين كل من النسب الحجمية المضافة لمادة التدعيم النانوي ومقاومة الانضغاط القطرية تعزى الى اسباب عدة اهمها الصلادة والكثافة العالية لكاربيد التنكستن وطريقة الانتشار على السطح المعدني والتي لها الاثر الكبير على زيادة صلابة وقوة المتراكب ككل الذي بدوره يعتبر كرابط للأوكسيد مع المعدن [21].



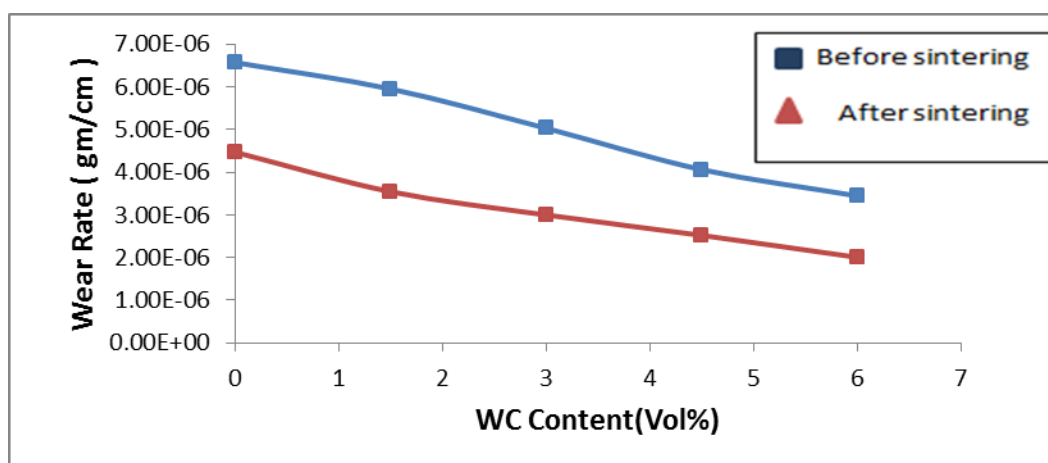
الشكل (3): العلاقة بين التغير في النسب الحجمية لجسيمات كاربيد التنكستن النانوية واجهاد الخضوع الانضغاطي قبل وبعد عملية التلبيد.

4. تأثير محتوى التدعيم على معدل البلى:

الشكل (4) يعطي علاقة واضحة بين معدل البلى الانزلاقي وتركيز مادة التدعيم من الجسيمات النانوية لكاربيد التنكستن، وبذلك نجد من خلال الشكل ان معدل البلى انخفض تدريجياً مع زيادة محتوى التقوية النانوي، إذ تناقص معدل البلى الانزلاقي من 6.57×10^{-6} g/cm عند تركيز (0%) الى 3.45×10^{-6} g/cm عند تركيز (20%) من مادة التدعيم، وفي الشكل (4) نجد ايضا وبعد اجراء المعاملات الحرارية للنماذج المحضر وعند قيمة درجة حرارة 900°C ولمدة ساعتين، نلاحظ انخفاض واضح المعالم لمعدل البلى الانزلاقي ومن القيمة 4.47×10^{-6} g/cm عند تركيز (0%) الى القيمة 2.01×10^{-6} g/cm عند التركيز (20%)، إن تناقص معدل البلى الانزلاقي عند زيادة محتوى جسيمات التقوية يعزى إلى أن المتراكبات تكون أكثر صلادة عند اضافة جسيمات الكاربيد، بحيث يكون فقدان بالوزن قليل نتيجة تقوية الأساس أو الأرضية بالجسيمات الكاربيدية والسيراميكية التي تعرقل تقدم الانخلاعات، لذلك سوف تتولد اجهادات والتي تعمل جسيمات كاربيد التنكستن على اعاققتها، وبذلك فإن معدل البلى بشكل عام يقل بأضافة (WC, WO₃) حيث يسببان زيادة الصلادة للمكبوسات. حيث إن البلى يتناسب وبشكل عكسي مع قيم الصلادة وفق العلاقة ادناه [22]:

$$(V) = k * \frac{Wx}{H} \quad \text{--- (8)}$$

(v): حجم البلى، k: معامل البلى، W: مقدار الحمل العمودي، X: مسافة الانزلاق، H: الصلادة.

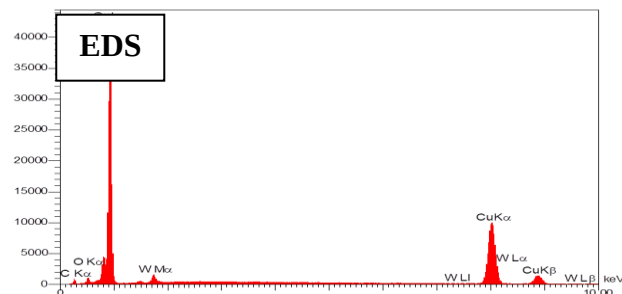
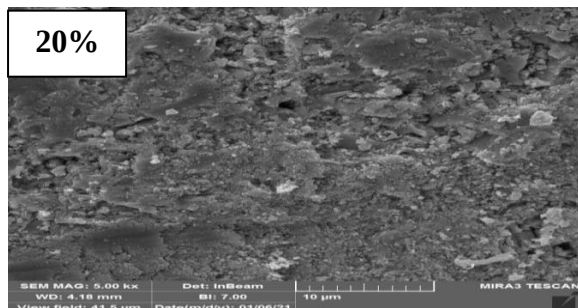
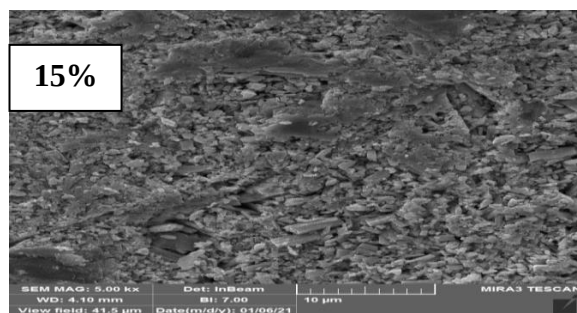
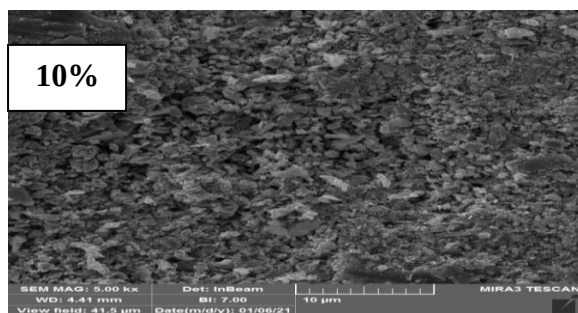
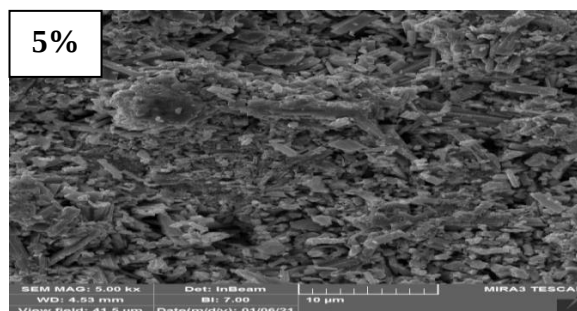
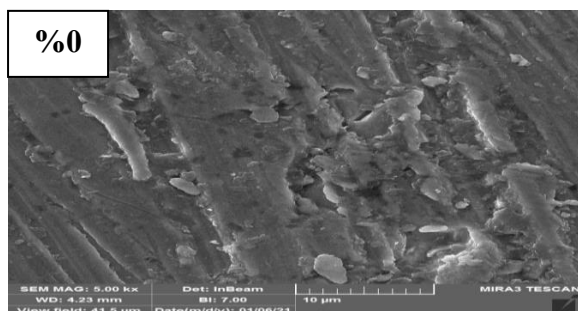


شكل (4): علاقة محتوى كاربيد التنكستن النانوي مع معدل البلى قبل وبعد التلبيد

5. نتائج المجهر الالكتروني الماسح للنماذج المدعمة (SEM):

من خلال نتائج المجهر الالكتروني وكذلك قيم مطيافية الاشعة السينية على العينات (EDS, SEM) الواضحة خلال الشكل (5) للمركب (Cu-WO₃-WC) وعند (10μm) لجميع العينات وبتلبيد 900°C، اذ نجد في الشكل (a) بنسبة تدعيم (WC%0) بعد المعاملة الحرارية (التلبيد) نلاحظ وجود مادة النحاس النقي فقط دون تعزيز ويمثل ارضية النظام، اما في الشكل (b) بنسبة تعزيز (WC%5) فأن مقدار ترابط الجسيمات الثلاثة مع بعضها عشوائي ويفتقر الى الترابط والتجانس المثالي للسبيكة المعنية، وكما يمكن ان نلاحظ ان السطح الطوبوغرافية يحوي على الوان مختلفة نوعاً ما بعضها داكنة واخرى فاتحة بعض الشيء مما يدل على وجود ترابط واختلاط بين المكونات. بينما الشكل نوع (c) وعند نسب تدعيم (WC%10) فنجد ان مقدار التجانس والتشابك اكثر من ذي قبل ما بين الكاربيد النانوي مع مكونات النحاس مقارنة مع النموذج (b) وأن هناك تداخلاً بين الجسيمات لكلا المسحوقين، كما يلاحظ وجود واضح لبعض المسامات الظاهرة خلال السطح للعينات. أما الشكل (d) وعند نسبة تدعيم (WC%15) نلاحظ توزيعاً كبيراً لكاربيد التنكستن وهذا واضح من خلال انتشار الحبيبات الواضحة على السطح ومتلاحمة مع بعضها مكونة شبكة معدنية مع وجود مسامات قليلة تتخللها. أما عند الشكل (e) حيث تكون نسب تدعيم الكاربيد (WC%20) فنلاحظ وبشكل واضح مدى التجانس والتماسك وانتظام السطح المعدني المدعم ونقصان كبير بعدد المسامات مما دل على تأثير درجات الحرارة ومادة التدعيم التي لهما اثر كبير على تحسين طوبوغرافية السطح [23]، اما نتائج (EDS) فقد اظهرت بشكل واضح العناصر المستخدمة ضمن البحث وهي النحاس، وكاربيد التنكستن الثلاثي حيث بسبب الاكسدة انفصل الوكسيد عن الكاربيد.

شكل (5): صور المجهر الالكتروني الماسح للمترابك (Cu-WO₃-WC) بعد التليد وبنسب تدعيم مختلفة.



الاستنتاجات:

نستنتج من العمل الحالي انه بالإمكان تعزيز النحاس بأوكسيد وكاربيد نانوي، حيث تم الحصول على خصائص تطبيقية مميزة خصوصاً بعد اجراء عملية التلبيد، اذ تم من خلال فحص SEM الحصول على سطح متناسق ومتجانس بين مادة التعزيز والمادة الاساس Cu الصور الالكترونية بينت انتشار ال WC على ارضية النحاس وهذا ما اكدته نتائج EDS وان افضلها عند تعزي WC 20%، اما نتائج الكثافة الحقيقية والمسامية الحقيقة بينت ان افضل قيمة تم الحصول عليها هي عند نسبة التدعيم WC 20%، اما قيم معدل البلى فقد انخفضت القيم بعد التلبيد لتصل اقلها عند نسبة WC 20% ووجد البلى وصل الى 2.01×10^{-6} g/cm.

References:

- 1.K. Rajkumar S. Aravindan " Tribological Performance of Microwave – Heat –Treated Copper–Graphite Composites " Journal of Tribol. Lett. , VOL . 37 , DOI 10.1007/s11249-009-9499-2 , Springer, 2010, PP.131–139 .
2. Rudolf, R., Anžel, I., Lazić, V., & Stojić, D. (2007). The new approach of the production technique of discontinuous Cu-C composite. Metalurgija, 13(2), 107-115.
- 3.W.C. Buttermann and H.E. Hilliard "Silver" U.S Geological Survey , Reston , Virginia , 2005.
- 4.F.c Campbell "Structural Composite Materials" Copyright © 2010 by ASM International.
- 5.G. S. Upadhyaya " Powder Metallurgy Technology " Published by Cambridge International Science Publishing , Cambridge CB1 6AZ , England , 2002.
6. XIKMATOVNA, A. M., ABDUJALILO'G'LI, S. S., & O'RAZBOYEVA, S. N. (2022). HISTORY OF POWDER METALLURGY DEVELOPMENT. International Journal of Philosophical Studies and Social Sciences, 25-27.
7. Iessa Sabbe Moosa "Powder Metallurgy and its Application in The Production of Permanent Magnets" International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET) , 2013 , Vol .4 , PP.127-141 .
8. Ibraheem, A. M., Allah, S. M. A., & Darweesh, S. Y. (2021, September). Enhancement The Properties of Aluminum by Adding Boron Carbide by the Powder method. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1999, No. 1, p. 012074). IOP Publishing.
9. Chandana Priyadarshini Samal " Microstructure and Mechanical Property Study of Cu-graphite Metal Matrix Composite Prepared by Powder

Metallurgy Route " master thesis , Department of Metallurgical and Materials Engineering , National Institute of Technology Rourkela , Orissa , India , 2012.

10. Rodriguez-Contreras, A., Punset, M., Calero, J. A., Gil, F. J., Ruperez, E., & Manero, J. M. (2021). Powder metallurgy with space holder for porous titanium implants: A review. Journal of Materials Science & Technology, 76, 129-149..

11. Ghareeb, S. M., Allah, S. M. A., & Darweesh, S. Y. (2021, May). The Effect of Adding SiC on Some of the Mechanical Properties of the Cu-Al₂O₃ System Using Powder Metallurgy. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1879, No. 3, p. 032122). IOP Publishing.

12. Dhanashekar, M., Loganathan, P., Ayyanar, S., Mohan, S. R., & Sathish, T. (2020). Mechanical and wear behaviour of aa6061/sic composites fabricated by powder metallurgy method. Materials Today: Proceedings, 21, 1008-1012.

13. Goutam Dutta , Dipankar Bose " Effect of Sintering Temperature on Density, Porosity and Hardness of a Powder Metallurgy Component " International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering , ISSN 2250-2459 , Vol. 2 , No. 8 , PP.121-123, August 2012 , www.ijetae.com

14. Iaeme Iaeme , " Powder Metallurgy And Its Application In The Production Of Permanent Magnets " , Academia . edu community, PP.127-141, Academia © 2013 .

15. Pär Jönsson " Fracture and Stress in Powder Compacts " Doctoral Thesis , Department of Applied Physics and Mechanical Engineering , Lulea University of Technology , Lulea , Sweden, 2006.

16. Darwe, S. Y., Majeed, Z. N., & Dahham, A. T. (2020). Improving the Durability of Streak and Thermal Insulation of Petroleum Pipes by Using Polymeric Based Paint System. Baghdad Science Journal, 17(3).

17. Darweesh, S. Y. "Parameters of effecting in the coating of turbine blades by thermal spraying." Proceeding of First International and the Third Scientific Conference, College of Science-University of Tikrit. 2018 .

18. Ahmed, Hameed H., et al. "Processing of Turbine Blades Using Cermet Composite Materials." Journal of Failure Analysis and Prevention 20.6 (2020): 2111-2118.

19. G. Celebi Efe , T. Yener , I. Altinsoy, M. Ipek, S. Zeytin , C. Bindal, " Characterization of Cemented Cu Matrix Composites Reinforced with SiC ",

Sakarya University ,Engineering Faculty ,Department of Metallurgy And Materials Engineering , Esentepe Campus , 54187 Sakarya , Turkey , Vacuum 85 pp 643-647 (2010).

20.Dong, L. L., Fu, Y. Q., Liu, Y., Lu, J. W., Zhang, W., Huo, W. T., ... & Zhang, Y. S. (2021). Interface engineering of graphene/copper matrix composites decorated with tungsten carbide for enhanced physico-mechanical properties. Carbon, 173, 41-53.

21.Roy, S., Jazaa, Y., & Sundararajan, S. (2019). Investigating the micropitting and wear performance of copper oxide and tungsten carbide nanofluids under boundary lubrication. Wear, 428, 55-63.

22.Ramakrishnan , P. , "History of Powder Metallurgy" , Indian Journal of History of science ,Vol. 18 ,No. 1 , PP. 109-114 , 1980.

23.Akbulut, H., Hatipoglu, G., Algul, H., Tokur, M., Kartal, M., Uysal, M., & Cetinkaya, T. (2015). Co-deposition of Cu/WC/graphene hybrid nanocomposites produced by electrophoretic deposition. Surface and Coatings Technology, 284, 344-352 .

The Effect of Adding Tungsten Carbide on the Mechanical Properties of the System (Cu-WO₃)

Ibrahim Kh. Salman¹, Noora O. Rasheed², Salih Y. Darweesh

(¹) Physics Department, College of Education for pure Sciences, Tikrit University, Tikrit, Iraq.

(²) Ministry of Education, Kirkuk Education, Kirkuk, Kirkuk, Iraq.

(³) Physics Department, College of Education Tuzkhormatu, Tikrit University, Tikrit, Iraq.

Ibrahim.k.salman@tu.edu.iq , noora.omran@yahoo.com,
Salih.younis@tu.edu.iq

Abstract:

In the current article, a composite based on copper and tungsten oxide with 5% was used, and it was reinforced with nano-tungsten carbide in volume percentages (0,5,10,15,20)%, the powders were mixed by volumetric method due to the difference in density between the three powders, the grinding process was carried out for two hours with a home-made factory and steel rollers. After that, the mixed powders were pressed with a Turkish hydraulic press (5 tons) for a minute only. The prepared samples were thermally sintered at 900°C for only 2 hours. Moreover, various tests were carried out on models (real density, true porosity, compressive strength, wear, scanning electron microscope) before and after sintering. The results showed that the best mixing ratio was 20% after sintering, which gave the best real density (313.720 g/cm) and the lowest porosity (10.310%), while the highest compressive strength reached (125.70 N/mm²), and the lowest slip wear was obtained by (2.01*10⁻⁶ g/cm), As for the results of the scanning electron microscope SEM and X-ray spectroscopy EDS, they showed the appearance of a homogeneous surface of metal, oxide and nano-carbide, which spread through the copper floor, which improved the physical and mechanical properties, which appeared through EDS.

Keywords: Nano-tungsten carbide, porosity, compressive strength, heat treatment.