

تأثير تغير محتوى الألمنيوم على بعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية لمتراكبات ذات اساس سيراميكي

عبد المجيد عيادة ابراهيم¹، رائد نجيب رزوقي²، سيف عامر مهدي³

¹ قسم الفيزياء ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

² قسم الهندسة الميكانيكية ، كلية الهندسة ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

³ قسم الفيزياء ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

(تاريخ الاستلام: 31 / 3 / 2013 ---- تاريخ القبول: 19 / 5 / 2013)

الملخص

يتضمن هذا البحث دراسة تأثير إضافة الألمنيوم (Al) كمادة تدعيم وينسب وزنية مختلفة % (4,8,12,16,20) الى مواد ذات أساس سيراميكي مكونة من (ثاني اوكسيد السليكون ، ثاني اوكسيد التيتانيوم ، اوكسيد الكروم الثلاثي) مع نسبة ثابتة من عنصر (Co، Ni) لكل منهم. باستخدام تقانة ميتالورجيا المساحيق وبضغط كيس (5 ton) لغرض التشكيل .

تم دراسة تأثير نسب الإضافة على الخواص الفيزيائية والميكانيكية بعد تليدها بدرجة حرارة (1000°C) لمدة (2 hr) . وقد تم التوصل إلى أن زيادة نسبة الألمنيوم تعمل على تحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية للنماذج فعند زيادة نسبة الألمنيوم من (4%) إلى (20%) نلاحظ إن الكثافة الظاهرية والوزن النوعي والصلادة للمترابك (C): [Cr₂O₃+Al+Co+Ni] على سبيل المثال قد تحسنت بالنسب (3.2%) و (4.8%) و (13%) على التوالي أما المترابك (B): [TiO₂+Al+Co+Ni] و (A): [SiO₂+Al+Co+Ni] فيتشابهان بالسلوك مع المترابك C ولكن بنسب خواص أقل تبعاً لنوع المترابك . وان علاقة نسبة إضافة الألمنيوم بالمسامية الظاهرية وقابلية امتصاص الماء للتراكبات كافة هي علاقة عكسية ، بينما تكون علاقتها طردية بالكثافة الظاهرية والوزن النوعي والخواص الميكانيكية الأخرى وان المترابك (C) الذي يحتوي على اوكسيد الكروم الثلاثي (Cr₂O₃) أظهر أفضل الخواص ولجميع نسب الألمنيوم مقارنة بالمترابكات الأخرى .

الكلمات المفتاحية: المواد المترابكة، خواص فيزيائية و ميكانيكية ، تقانة ميتالورجيا المساحيق.

1. المقدمة (Introduction) :

التحكم بخواصها من خلال تصميمها وطرائق تصنيعها أو من خلال التحكم بنوع ونسب المواد المكونة لها [3 – 5] . بدأ الاهتمام في السنوات الماضية بإنتاج مواد مترابكة من مواد معدنية ومواد سيراميكية إذ لاقت عناية فائقة ومهمة لما تتميز به من خصائص فريدة وصفات مميزة حققت الهدف الرئيس المتمثل في الحصول على مادة ذات متانة عالية وخفة في الوزن والقابلية على تحمل درجات الحرارة العالية وبما إن المادة المترابكة هي عملية ربط مابين مادتين أو أكثر لتكوين مادة جديدة تمتاز بصفات أفضل وتختلف عن مكوناتها الأصلية لذا يمكن القول أنها تتكون من مادتين : المادة الأساس (Matrix Material) ومادة التقوية (Reinforcement Material) [6] .

تتضمن تقانة ميتالورجيا المساحيق تصنيع منتجات بإشكالها النهائية مباشرة من مساحيق المواد الأولية بدون عمليات صهر واندماجها معا وتقويتها بوساطة التسخين (التلييد) وتعد من أهم التقانات المتبعة في تصنيع المواد المترابكة وتتخلص بعدة خطوات هي تهيئة المساحيق ثم خلطها وكبسها وأخيراً مرحلة التلييد [7]

يهدف البحث الحالي الى تحضير مواد مترابكة ، الطور الأساس فيها متكون من مادة أكاسيد المواد السيراميكية ثاني اوكسيد السليكون (SiO₂) وثاني اوكسيد التيتانيوم (TiO₂) وأوكسيد الكروم الثلاثي (Cr₂O₃) كلاً على انفراد وعناصر معدنية أخرى (Co، Ni)

أدى التقدم في مجال المواد ذات الاستخدامات الصناعية المتعددة إلى دفع عجلة التقدم والتطور الصناعي والتكنولوجي بشكل كبير وفي كافة المجالات ونتيجة لهذا التطور الصناعي الكبير الذي شهده العالم ظهرت الحاجة لإيجاد البدائل لتلك المواد بحيث تكون ذات مواصفات ونوعية عالية من حيث الكلفة وخفة الوزن والخواص العامة وذلك لاستخدامها في تطبيقات صناعية حديثة والتي تتطلب مجموعة مواد ذات خواص متميزة لا يمكن الحصول عليها عند استخدام سبائك تقليدية إذ لاحظ المختصون في مجال علم المواد الهندسية (كالمعادن ، السيراميك ، البوليمر) وجود اختلاف في خواص هذه المواد من حيث تحمل القوة الخارجية ودرجة الحرارة والمقاومة والمتانة والصلادة واللدونة ، وهذه الخواص قد تكون مرغوبة في تطبيق معين وغير مرغوبة في تطبيق آخر [1,2] .

سبق وان اجريت بحوث تطويرية للاستيفاء بمتطلبات التقدم التكنولوجي للوصول إلى الحل الأمثل للجمع بين تلك الصفات والمؤلفة فيما بينها ولذلك تم أنتاج ما يعرف بالمواد المترابكة . و هي تلك الأنظمة الصلبة الناتجة عن اشتراك مادتين أو أكثر إذ تمثل كل مادة طوراً منفصلاً في النظام والغرض منها هو الحصول على مواد جديدة ذات خواص مناسبة تجمع بين خواص المواد الأولية الداخلة في تحضير المادة المترابكة وتتجاوز الخواص غير المرغوب فيها لتكون أكثر ملائمة للتطبيقات الصناعية المتعددة نتيجة امتلاكها إمكانية

اساسياً في تحديد مقدار كثافة المواد إذ إن صغر حجم حبيبات المواد الأولية قبل التشكيل يؤدي الى تراس الحبيبات اثناء الكيس وان زيادة هذا التراس اثناء عملية التليد يؤدي الى زيادة الكثافة على حساب المسامية كما ان لدرجة حرارة وزمن التليد تأثير واضح على هذه الخواص اذ ان النموذج قبل التليد يمتلك مسامية عالية وبعدها تنخفض المسامات كنتيجة لزيادة حجم بعض الحبيبات على حساب حبيبات اخرى أو بزيادة الطور السائل مؤديا الى ملئ المسامات بين الحبيبات التي تؤدي الى خفض قابلية امتصاص الماء وزيادة كل من الكثافة الظاهرية والوزن النوعي للنموذج [11,9] .

2-2 الخواص الميكانيكية Mechanical Properties

تعتبر الخواص الميكانيكية من أهم الخواص التي يمكن دراستها للمواد وذلك لأنها تكون شاملة لصفات المادة وإمكانية تشكيلها وتطبيقها في الظروف المختلفة وتمثل مقدرة المواد على مقاومة التغيرات الميكانيكية الخارجية المؤثرة عليه وتصف لنا مقدار تحملها للقوى والأحمال والصدمات وتشتمل الخصائص الميكانيكية على الصلادة (Hardness) والمتانة (Toughness) وتختلف قيم هذه الخواص بشكل كبير من مادة الى اخرى اعتماداً على بنية المادة وتكوينها الكيميائي [12] .

3. الجانب العملي Experimental Part

1-3 تحضير النماذج Sample Preparation

إن لطريقة تحضير المساحيق الأثر الكبير على صفاتها فهي تؤثر في شكل وحجم الجسيمات والتوزيع الحجمي والأطوار البلورية ومحتوى الشوائب وكثافة المسحوق وانسيابيته. وتعد تقانة ميتالورجيا المساحيق من أبرز الطرق في التحضير وتحديد الخواص من خلال التحكم بظروف التصنيع وتتضمن هذه الطريقة الأتي :-

1-1-3 تهيئة المواد الأولية (المساحيق) The Powders

ان المساحيق المستعملة في تصنيع المترابكات قيد الدراسة ومتوسط حجم جسيماتها والشركة المصنعة لها مبينة في الجدول (1) .

بنسب ثابتة ومدعمة بنسب متغيرة من الألمنيوم ودراسة تأثيرها على بعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية للمترابكات المنتجة .

2. الجانب النظري Theoretical Part

1-2 الخواص الفيزيائية Physical Properties

تعتبر الخواص الفيزيائية للأجسام المنتجة بوساطة تكنولوجيا المساحيق والمستخدمة في تطبيقات محددة بعد التليد مقياساً لنجاح عملية التليد ، تعتبر قابلية امتصاص الماء هي إحدى الخواص التي يتحدد من خلالها نوع المنتج فإذا كانت امتصاصية الماء اقل من 1% فهو منتج مزجج (Vitreous) أما إذا كانت أعلى من 1% فهو منتج مسامي (Porous) وتعتمد الامتصاصية على مقدار المسامية اذ تتناسب معها تناسباً طردياً . بينما تتناسب الكثافة الظاهرية (Apparent Density) والوزن النوعي للجسم (Specific Gravity) تناسباً طردياً وكلاهما يتناسبان تناسباً عكسياً مع كل من المسامية الظاهرية (Apparent Porosity) وقابلية امتصاص الماء (Water Absorption) ويمكن حساب هذه الخواص باستعمال العلاقات الاتية [8 - 11] .

$$A.P = \frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \times 100\% \quad \text{-----(1)}$$

$$W.A = \frac{W_d}{W_s - W_i} \times 100\% \quad \text{----- (2)}$$

$$A.D = \frac{W_d}{W_s - W_i} \times \rho \quad \text{-----(3)}$$

$$S.G = \frac{W_d}{W_s - W_i} \quad \text{---- (4)}$$

أذ أن :-

Ws : وزن النموذج مشبع بالماء (gm) .

Wd : وزن النموذج وهو جاف (gm) .

Wi : وزن النموذج وهو معلق (gm) .

ρ : كثافة الماء gm/cm³ .

تعتمد الخواص الفيزيائية على عدة عوامل منها التكوين الكيميائي للمادة المترابكة لأهمية درجات انصهار المكونات في تكوين الطور السائل اثناء عملية التليد وكذلك يلعب الحجم والتوزيع الحبيبي دوراً

جدول (1) المساحيق المستعملة في تصنيع المترابكات المختلفة ومتوسط حجم جسيماتها والشركة المصنعة

المساحيق	متوسط حجم الجسيمة (μm)	نقاوتها %	أشركة المصنعة
Al	≤50	99.99	Riedel-De HAEN Co. Germany
Cr ₂ O ₃	≤35	99.50	Chemical Industries Co. India
TiO ₂	≤50	99.50	Flukka AG , Buchs Switzerland
SiO ₂	≤150	99.90	Indian Product
Co	≥63	99.50	Buchs Fluka AG co. GERMANY
Ni	≤63	99.50	Buchs Fluka AG co. GERMANY

في احجام جسيمات مكوناتها بإتباع النسب الوزنية المذكورة في الجداول (2) و (3) و (4) وذلك باستعمال ميزان كهربائي حساس على درجة عالية من الدقة لأهمية ذلك على خواص النموذج المنتج .

2-1-3 وزن المساحيق Powders of Weighing

تم أخذ كمية من المسحوق معلوم المقاس بمقدار 1gm وقمنا بتهيئة أوزان خلطة كل نموذج من نماذج العتبات ذات التدرجات المختلفة

الجدول (2) التكوين الكيميائي للمترابك A

مجموع النماذج	نسبة النيكل Ni	نسبة الكوبلت Co	نسبة السيليكا SiO ₂	نسبة الالمنيوم Al
5	0.20	0.20	0.56	0.04
5	0.20	0.20	0.52	0.08
5	0.20	0.20	0.48	0.12
5	0.20	0.20	0.44	0.16
5	0.20	0.20	0.40	0.20

الجدول (3) التكوين الكيميائي للمترابك B

مجموع النماذج	نسبة النيكل Ni	نسبة الكوبلت Co	نسبة ثاني اوكسيد التيتانيوم TiO ₂	نسبة الالمنيوم Al
5	0.20	0.20	0.56	0.04
5	0.20	0.20	0.52	0.08
5	0.20	0.20	0.48	0.12
5	0.20	0.20	0.44	0.16
5	0.20	0.20	0.40	0.20

الجدول (4) التكوين الكيميائي للمترابك C

مجموع النماذج	نسبة النيكل Ni	نسبة الكوبلت Co	نسبة اوكسيد الكروم الثلاثي Cr ₂ O ₃	نسبة الالمنيوم Al
5	0.20	0.20	0.56	0.04
5	0.20	0.20	0.52	0.08
5	0.20	0.20	0.48	0.12
5	0.20	0.20	0.44	0.16
5	0.20	0.20	0.40	0.20

أعيد الطحن بعد التجفيف لضمان الحصول على النعومة المطلوبة والتجانس لكل الخلطة ، كررت العملية على باقي خلطات المركبات المذكورة في الجداول (2) و (3) و (4) .

3-1-3 4-1-3 كبس النماذج (Compressing the Samples) :

تم إجراء عملية الكبس باستعمال المكبس الكهربائي الهيدروليكي نوع (Hoytom) في قسم الهندسة الميكانيكية / جامعة تكريت والذي استخدم لاحقاً في قياس مقاومة الانضغاط للمترابكات قيد الدراسة ، تم استخدام ضغط كبس للتشكيل مقداره (5)ton لمدة (60) ثا ، كررت عملية الكبس لبقية النماذج ولجميع العتبات ، ان النماذج الناتجة

3-1-3 مزج المساحيق (Mixing of Powders) :

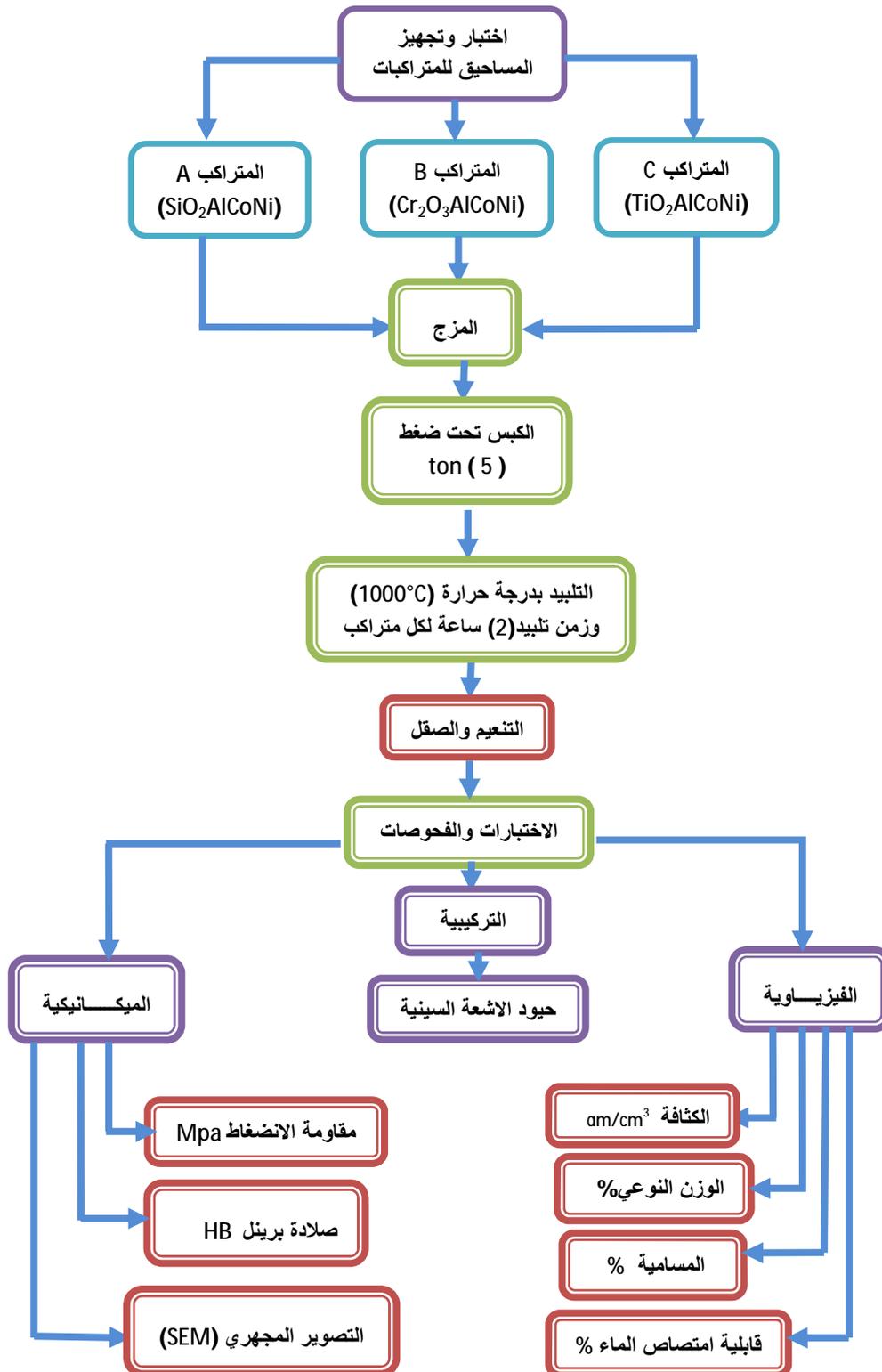
تم وضع خلطة كل نموذج في وعاء ومن ثم مزج المادة جيداً لمدة نصف ساعة واثناء عملية المزج ولتفادي خسارة (تطاير) أي كمية من المسحوق اثناء عملية المزج وكذلك المساعدة في عملية المزج تم إضافة كحول الايثانول وبعد ذلك وضعت المادة في فرن التجفيف عند درجة حرارة (100) م لمدة (6 ساعة) للتخلص من الكحول ومن الرطوبة الزائدة وبعدها وضع المسحوق في وعاء آخر ، كررت العملية على كمية جديدة من نفس الخلطة وهكذا استمرت حتى اكتمال الكمية لنفس العتبات .

تم تنظيف وتنعيم وصقل العينات لتكون جاهزة للفحوصات الفيزيائية بجهاز تنعيم وصقل النماذج نوع (Controlab) ، فرنسي المنشأ وباستخدام أوراق تجليخ ومعجون الماس مع قرص من القماش على التوالي وبمراحل مختلفة، اما الفحص المجهرى (البنية المجهرية) وتحديد الأطوار واتجاهية النمو باستخدام جهاز حيود الأشعة السينية (XRD) قد تم في مركز بحوث النانو والمواد المتقدمة – الجامعة التكنولوجية . تم قياس الصلادة (صلادة برينل) باستخدام جهاز الصلادة المايكروية الرقمي نوع (Equotip2) وبمعدل خمس فراءات لكل نموذج في قسم الهندسة الميكانيكية – جامعة تكريت. والشكل (1) يبين المسلك التكنولوجي للجانب العملي .

من عملية الكبس كانت على شكل أقراص بقطر يتراوح (13.5 - 13.85) ملم وسمك يتراوح (2.5 - 2.9) ملم .

3-1-5 التلييد (Sintering) :

بعد اجراء عملية الكبس تكون النماذج غير جاهزة لأجراء الفحوصات إذ تكتمل بإجراء عملية التلييد ، تم تحديد زمن التلييد (2 ساعة) لكل نموذج ونسبة تكوين . وضعت النماذج في الفرن ورفعت درجة حرارته الى الدرجة (1000 °C) بمعدل 8 °C/min مع الابقاء عند هذه الدرجة المحددة وللمدة المذكورة آنفا وبعدها اطفئ الفرن وتركت النماذج لتبرد بشكل بطئ داخل الفرن حتى الوصول الى درجة حرارة المختبر .



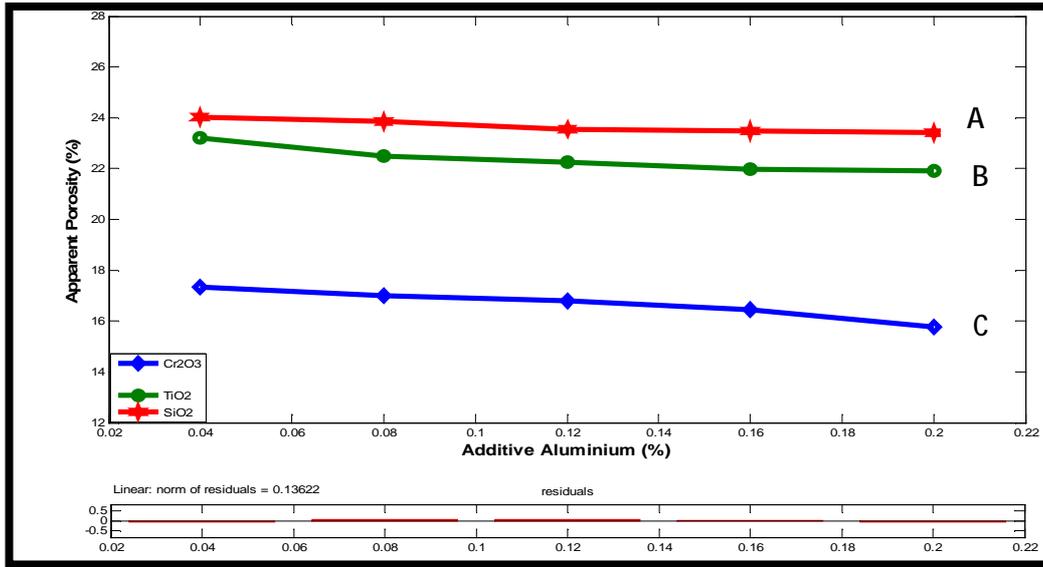
الشكل (1) المسلك التكنولوجي للجانب العملي

تم حساب كل من المسامية الظاهرية (A.P)، قابلية امتصاص الماء (W.A)، الكثافة الظاهرية (A.D) و الوزن النوعي (S.G) بإتباع طريقة ارخميدس وباستعمال العلاقات (1) إلى (4) .
يبين الشكل (2) العلاقة العكسية بين نسبة إضافة الألمنيوم والمسامية الظاهرية عند زمن تليبيد (2) ساعة ونلاحظ إن أعلى قيمة

4. الحسابات والنتائج والمناقشة Results and Discussions 1-4 الخواص الفيزيائية

تجانس وارتباط وتماسك الجسيمات فيما بينها (جسيمات المادة الأساس ومادة التدعيم) . وبالاعتماد على آليات الانتشار يحصل الترابط بانتشار الذرات إلى مناطق التلامس (مناطق السطوح البينية) ما بين الجسيمات مما يؤدي إلى نشوء الحدود البلورية وزيادة في مساحات الترابط ما بين البلورات وتتكون منطقة أشبه بالتخصر (Necking) وتبدأ بالنمو وزيادة بالحجم وتتبعها عملية شبه تدوير وتقلص بالمسامات ويتفق مع [17 , 18] .

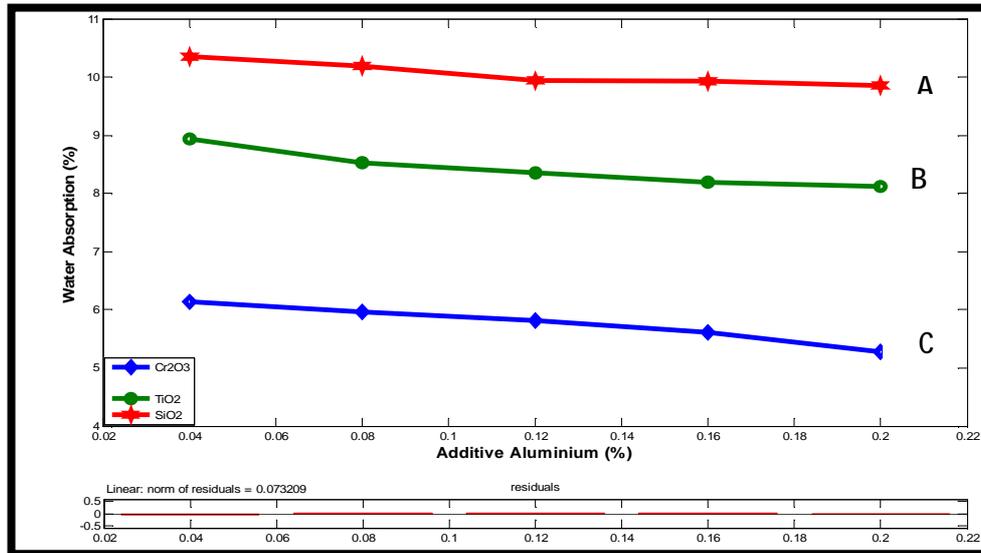
للمسامية الظاهرية كانت عند نسبة ألومنيوم (0.04) إذ بلغت (24.03%) للمترابك A وتتناقص هذه النسبة بالمقارنة مع المترابكين B و C بالنسب (3% و 25%) على التوالي . أما اقل قيمة للمسامية الظاهرية فكانت عند نسبة ألومنيوم (0.20) وقيمة (16.71%) للمترابك C أي انه كلما زادت نسبة الألومنيوم على حساب نسبة الأساس السيراميكي لكل مترابك قلت المسامية وهذا يتفق مع ماتوصل اليه [13, 14, 15, 16] لمواد ومترابكات أخرى . ويعزى ذلك إلى



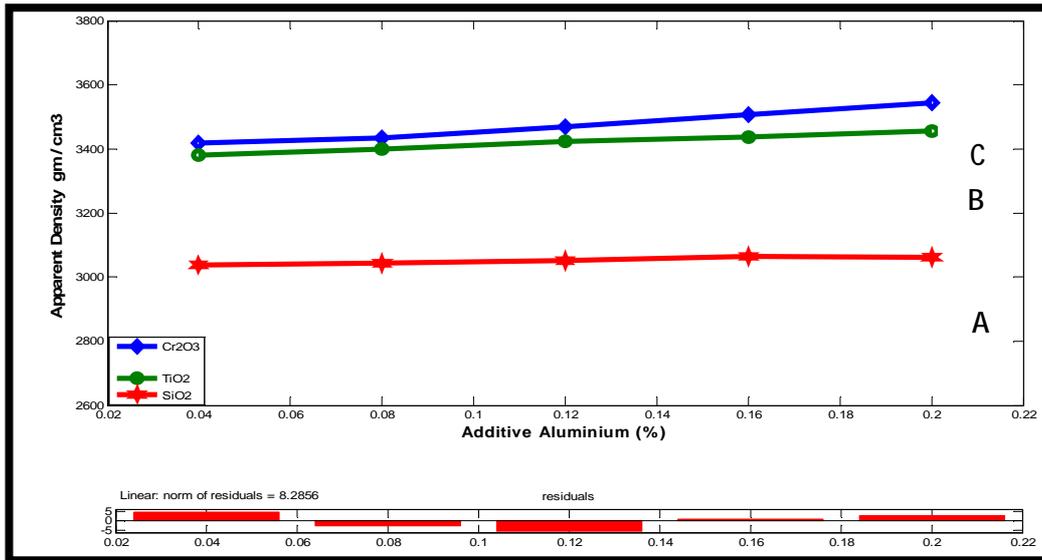
الشكل (2) علاقة نسبة إضافة الألومنيوم بالمسامية الظاهرية .

للمترابك C فقد بلغت (5.7%) . ويمكن ان يعزى ذلك إلى تأثير وجود (SiO₂) في تركيب المترابك A الشكل (6) والذي قد يلعب دورا بارزا في زيادة كل من المسامية الظاهرية وقابلية امتصاص الماء مقارنة بالمترابكات الأخرى وهذا يتفق مع ما توصل اليه كل من [13 , 16, لمواد ومترابكات أخرى.

إن لقابلية امتصاص الماء الشكل (3) نفس السلوك بين تغير نسبة الألومنيوم والمسامية الظاهرية كما في الشكل (2) وكانت أعلى قيمة لقابلية امتصاص الماء هي للمترابك A عند نسبة ألومنيوم (0.04) إذ تبلغ (10.5%) وتتناقص الامتصاصية مع زيادة نسبة الألومنيوم مقارنة بالمترابكين B و C بالنسب (13.5% , 38%) على التوالي، أما اقل قيمة لقابلية امتصاص الماء فكانت عند نسبة ألومنيوم (0.20)



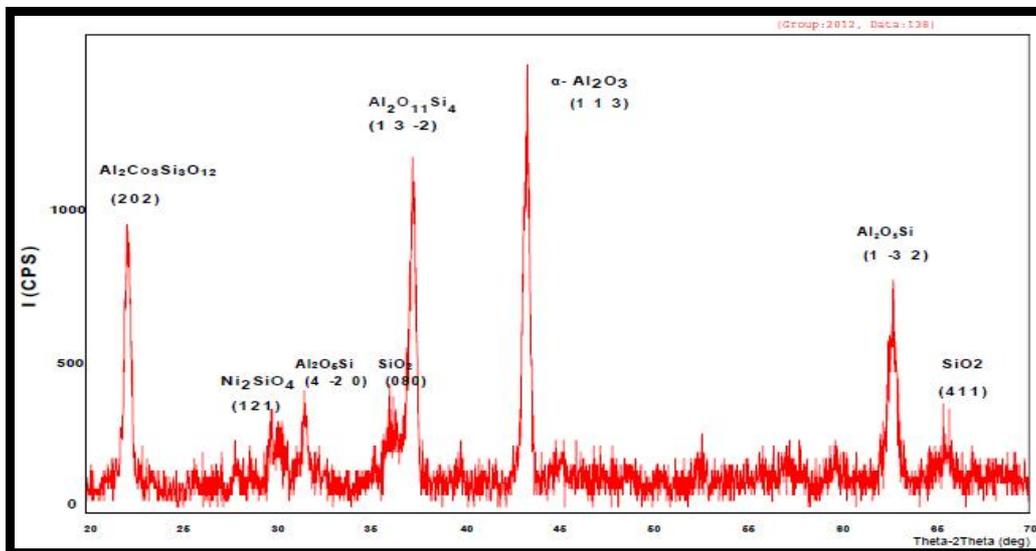
الشكل (3) علاقة نسبة إضافة الألومنيوم بقابلية امتصاص الماء



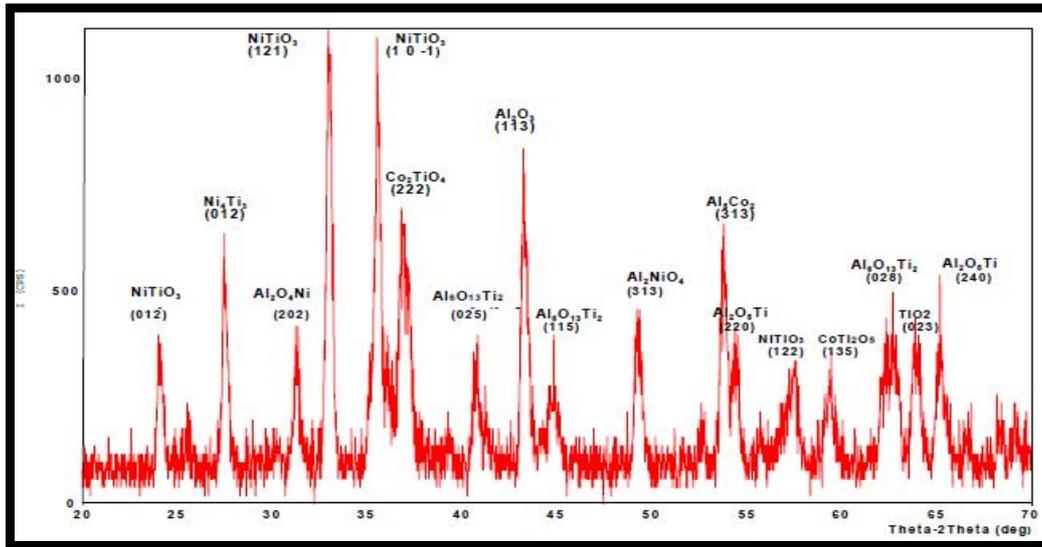
الشكل (4) علاقة نسبة إضافة الألمنيوم بالكثافة الظاهرية .

تزداد قيمة الكثافة الظاهرية بزيادة نسبة الألمنيوم على حساب نقصان نسبة الأكاسيد المكونة للمركبات A و B و C وهذا يتفق مع ماتوصل إليه آخرون في السلوك [13 , 14 , 15] لمواد ومركبات أخرى. إن أعلى قيمة للكثافة الظاهرية كانت (3543.94 gm/cm^3) عند نسبة ألمنيوم (0.20) للمركب C أي بنسبة زيادة مقدارها (% 2.5 و 13.6) عن المتراكبين (B و A) على التوالي أما اقل قيمة للكثافة الظاهرية فهي (3037.63 gm/cm^3) للمركب A عند الأشكال (5 , 6 , 7).

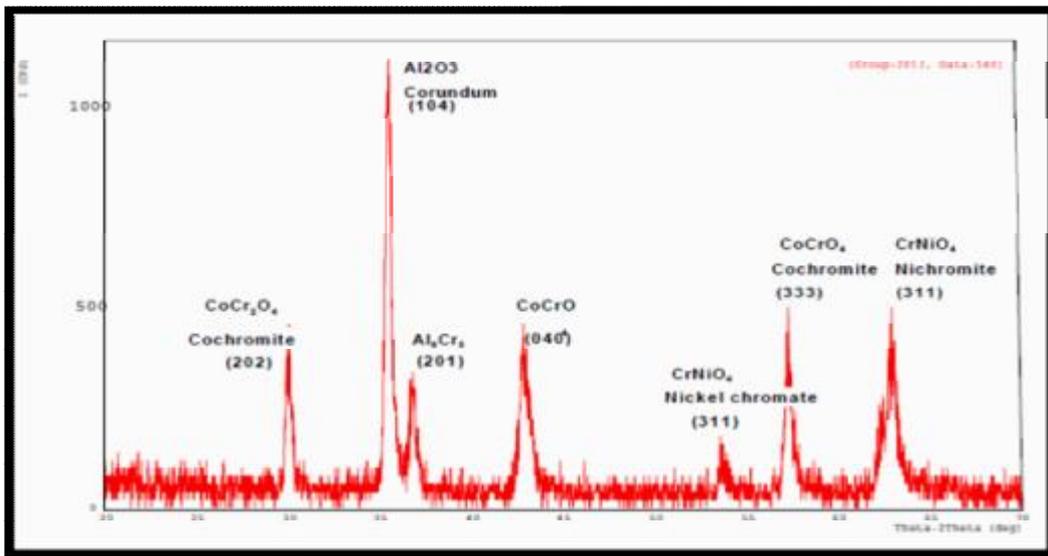
تزداد قيمة الكثافة الظاهرية بزيادة نسبة الألمنيوم على حساب نقصان نسبة الأكاسيد المكونة للمركبات A و B و C وهذا يتفق مع ماتوصل إليه آخرون في السلوك [13 , 14 , 15] لمواد ومركبات أخرى. إن أعلى قيمة للكثافة الظاهرية كانت (3543.94 gm/cm^3) عند نسبة ألمنيوم (0.20) للمركب C أي بنسبة زيادة مقدارها (% 2.5 و 13.6) عن المتراكبين (B و A) على التوالي أما اقل قيمة للكثافة الظاهرية فهي (3037.63 gm/cm^3) للمركب A عند



الشكل (5) حيود الأشعة السينية للمركب A عند نسبة إضافة ألمنيوم (0.04)



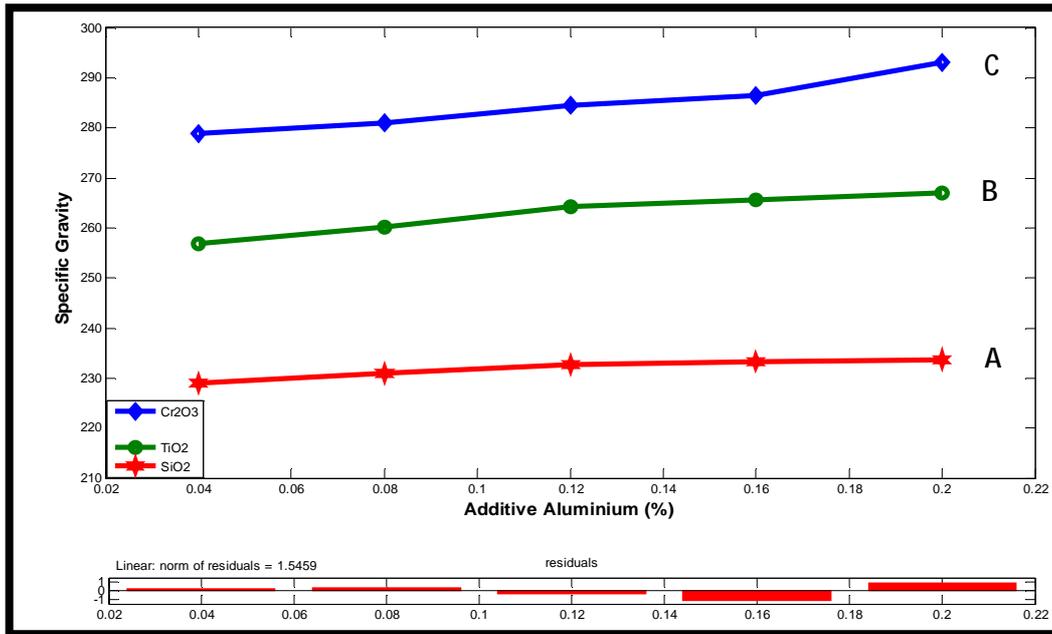
الشكل (6) حيود الأشعة السينية للمترابك B عند نسبة إضافة ألومنيوم (0.04) .



الشكل (7) حيود الأشعة السينية للمترابك C عند نسبة إضافة ألومنيوم (0.04) .

ملاحظة الأشكال (2) و (3) و (4) أي إن الخاصيتان (الكثافة الظاهرية والوزن النوعي) متشابهتان في السلوك مع زيادة نسبة الألومنيوم وإن أعلى قيمة للوزن النوعي هي (293.06%) للمترابك C عند نسبة ألومنيوم (0.20) بينما أصبحت أقل قيمة للوزن النوعي عند نسبة ألومنيوم (0.04) للمترابك A هي (278.77%) .

بين الشكل (8) العلاقة الطردية ما بين نسبة إضافة الألومنيوم والوزن النوعي ولجميع المترابكات إذ نلاحظ انه بزيادة نسبة الألومنيوم من (0.04) إلى (0.20) فإن قيم الوزن النوعي سوف تزداد بنسبة (4.8%) للمترابك C ، أما المترابكان B و A فيتشابهان بالسلوك مع المترابك C ولكن بنسب خواص أقل تبعاً لنوع المترابك . ويمكن أن يعود ذلك إلى نقصان قيم المسامية وقابلية امتصاص الماء بزيادة قيم الكثافة الظاهرية وطبيعة الأطوار المتكونة وهذا يتبين من خلال

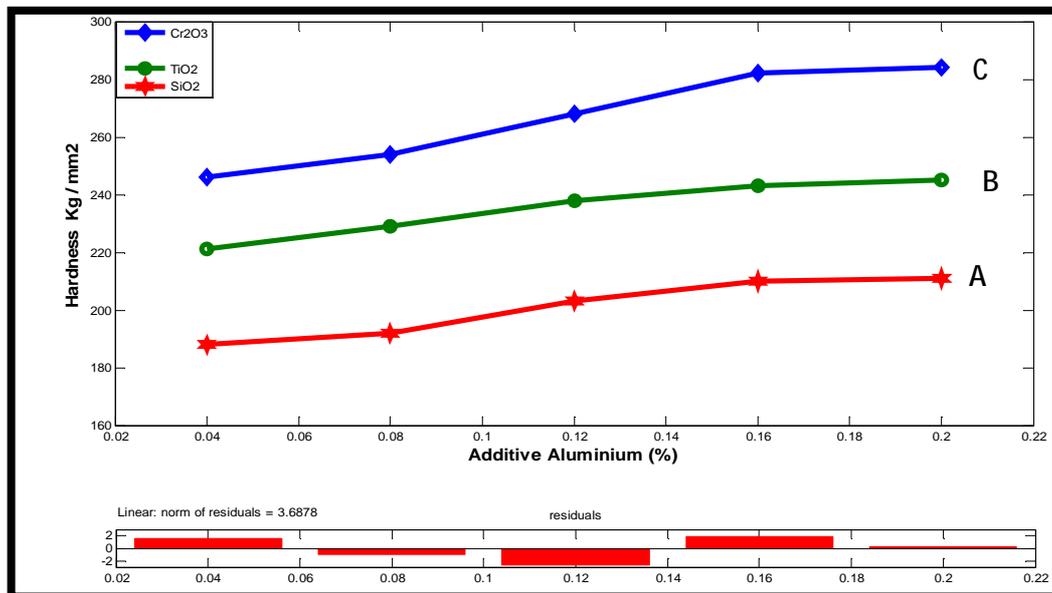


الشكل (8) علاقة نسبة إضافة الألمنيوم بالوزن النوعي .

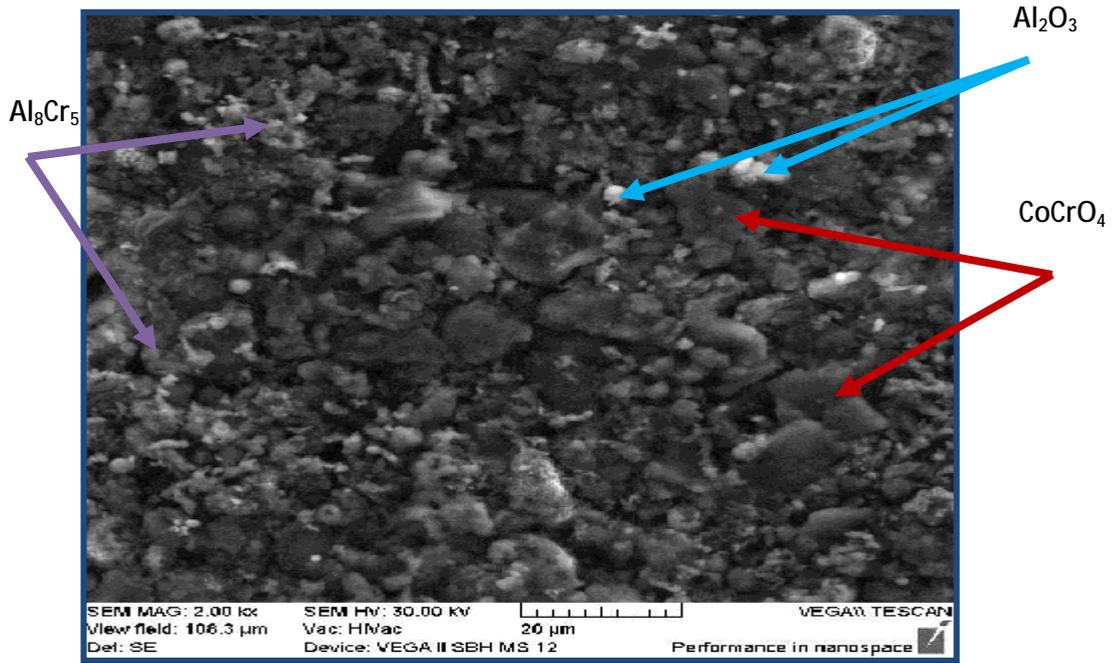
الاكتناظ ونتيجة لتفاوت قيم المسامية الظاهرية وعلاقتها العكسية بالصلادة نجد تفوق نسبي في قيم صلادة المترابكات مع زيادة نسبة الألمنيوم إذ يتفوق المترابك C بالصلادة عند نسبة ألمنيوم (0.04) وتزداد صلادته بالنسب (10%) و(27%) مقارنة بالمترابكين B و A على التوالي الأشكال (5,6,7,10) ويستمر تفوق C مقارنة بالمترابكين A و B ولباقي النسب.

2-4 الخواص الميكانيكية Mechanical Properties

يمكن ملاحظة العلاقة الطردية بين نسبة إضافة الألمنيوم والصلادة للمترابكات A و B و C بوضوح من خلال الشكل (9) إذ تتفق مع ماتوصل اليه [16,15] لمواد ومترابكات أخرى . ويمكن أن يعزى ذلك إلى إن زيادة نسبة الألمنيوم تؤدي إلى زيادة الطور السائل من خلال عملية التليد والذي يعمل على ربط الحبيبات مع بعضها وملئ الفراغات بالألمنيوم وبالتالي زيادة قيم الصلادة بزيادة



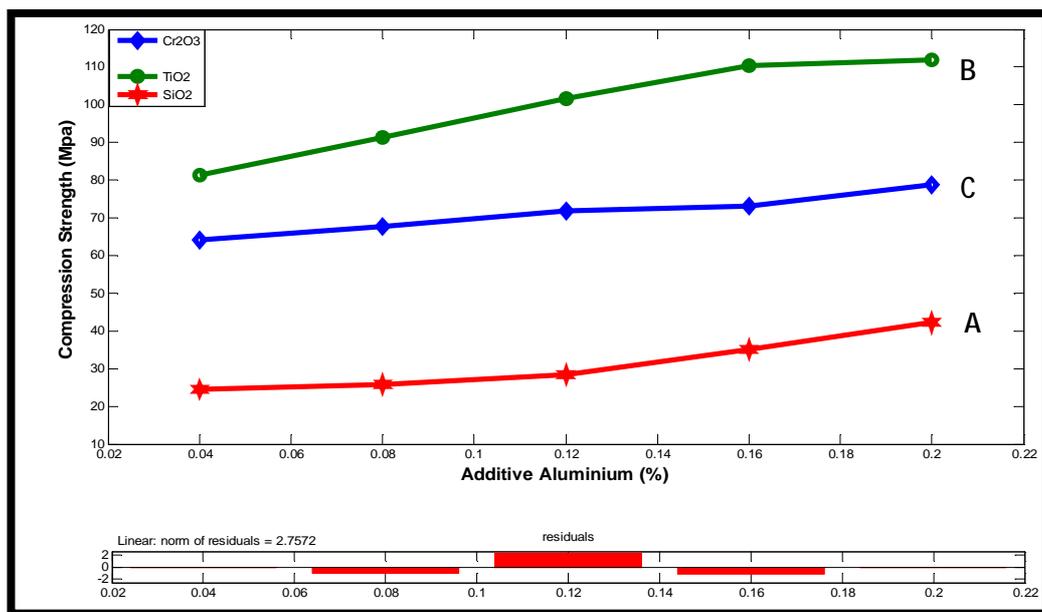
الشكل (9) علاقة نسبة إضافة الألمنيوم بالصلادة



الشكل (10) البنية المجهرية للمترابك C عند نسبة المنيوم (0.04)

النمو البلوري يؤثر على ترابط الحبيبات بعضها ببعض وبالتالي زيادة مقاومة الانضغاط بسبب كبر الحبيبات . أما المترابك A فقد سجل فارق قليل ما بين قيم الصلادة ومقاومة الانضغاط بالمقارنة مع المترابكين B و C. كون المسامية العالية والفجوات والتشققات الداخلية التي يتميز بها المترابك A والتي قد تتولد بفعل اختلاف معامل التمدد الحراري بين السيليكا والأطوار المتكونة وخواصها بفعل إضافة الألمنيوم الأشكال (5 , 6 , 7) والتي قد تساعد على تركيز الإجهاد أثناء تسليط الجهد وبالتالي ستضعف الخواص الميكانيكية للمترابك وهذا يتفق مع [22,21] .

يتبين من الشكل (11) العلاقة الطردية ما بين نسبة الألمنيوم ومقاومة الانضغاط لكافة المترابكات و إن هذه العلاقة تتفق مع [20,16,13] لمواد ومترابكات أخرى . وتتفق بالسلوك مع الأشكال (9) و (11) ولكن بنسب مختلفة. ويرجع السبب في ذلك إلى إنه بزيادة قيم الصلادة تقل مقاومة الانضغاط بشكل نسبي بتغير نسب الألمنيوم وهذا ما تم ملاحظته بشكل متميز من خلال المقارنة بين كل من المترابكين B و C وتكمن الزيادة في قيم مقاومة الانضغاط بسبب الانخفاض النسبي في قيم المسامية وبالتالي انخفاض نسبي في قيم الصلادة للمترابك مما يكسبه متانة أكبر هذا من ناحية ومن ناحية أخرى فإن زيادة معدل



الشكل (11) علاقة نسبة إضافة الألمنيوم بمقاومة الانضغاط

الاستنتاجات (Conclusions) :

- تكون العلاقة عكسية بين كل من المسامية الظاهرية و قابلية امتصاص الماء مع زيادة نسبة الألمنيوم ولجميع المتراكبات .
- أظهرت جميع المتراكبات على الأغلب سلوك العلاقة الطردية ما بين الكثافة الظاهرية والوزن النوعي والصلادة من جهة ونسبة إضافة الألمنيوم من جهة أخرى . أي إن الكثافة الظاهرية والوزن النوعي خاصيتان متشابهتان في السلوك .
- امتلك المتراكب A أعلى مسامية ظاهرية وقابلية امتصاص الماء بسبب احتوائه على SiO_2 في حين امتاز المتراكب C بأعلى كثافة ظاهرية ووزن نوعي أما المتراكب B فقد تأرجح في مجمل خواصه الفيزيائية التي أظهرها كل من المتراكبين A و C .
- تراوحت قيم الكثافة الظاهرية ضمن المدى (3518.52 – 3013.41) gm / cm^3 بزيادة نسبة الألمنيوم ولجميع المتراكبات إذ كان المتراكب C هو الأعلى في حين كان المتراكب A هو الأقل .
- تكون العلاقة للمتراكبات المختلفة طردية بين نسبة الإضافة والصلادة ويتفوق عليها المتراكب C.
- تؤثر قيم الصلادة وخاصة العليا منها بشكل سلبي على مقاومة الانضغاط بالرغم من تشابه سلوكهما الطردية بزيادة نسبة الألمنيوم ولكافة المتراكبات .
- تراوحت قيم مقاومة الانضغاط ما بين (21.02 – 111.98) Mpa بزيادة نسبة الألمنيوم ولجميع المتراكبات إذ كان المتراكب B هو الأعلى في حين كان المتراكب A هو الأقل .

المصادر References

- 1- M. M. Schwartz " Composite Materials Hand Book " McGraw-Hill Book Company , 1984.
- 2- R. J. Bruls "The Thermal Conductivity of Magnesium Silicon Nitride ($MgSiN_2$) Ceramic and Related Materials " PhD thesis , Eindhoven University of Technology, 2000 .
- 3- W. D. Callister "Materials Science and Engineering " University of Utah PA and Printed and Bound by Quebecor Versailles, 2007.
- 4- A. Arias , R. Zaera , J. Lopes - Puente , C . Navarro " Numerical Modeling of The Impact Behavior of New Particulate - Loaded Composite Materials " Elsevier, Composite Structures ,Vol. 61 (2003) Issues 1-2, PP. 151 - 159
- 5- W. D. Callister "Materials Science and Engineering " 5th ed. U.S.A pp. 521- 523 , 527-543, 2000.
- 6- A.C. Chaklader and K.R. Linger " Ceramic metal composites using metal coated alumina powder " Elsevier, Composites ,Vol. 7 (1976) Issues 4, pp. 239 - 243.
- 7-S. B. Yusoff " Effect of Milling Time on Mechanical and Physical Behavior of Al MMC Reinforced with Al_2O_3 " Faculty of Mechanical Engineering , University Malaysia Pahang , 2008.
- 8- E.A. Vasilyeva , L.V. Morozova , A.E. Lapshin and V.G. Konakov, "Ceramic Materials with Controlled Porosity " Matter. Phys.Mech. Russia Vol. 5.(2002) PP.43-48 .
- 9- محمد هادي شنيش "دراسة تأثير المعاملة الحرارية في الخواص الميكانيكية للمونة الحرارية المستعملة في أفران الصهر" رسالة ماجستير، كلية العلوم ، جامعة بابل ، 2004 .
- 10- A. O. Bolarinwa "The Formulation of a Bioresponsive Ceramic Bone Replacement" PhD thesis , University of Birmingham UK , 2010.
- 11- S. Djambazov , A. Yoleva , Y. Ivanova, Y. Vueva " Sintering of Aluminum Titanate - Barium Titanate Ceramics Prepared From Sol-Gel Powders " Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, Vol.46 ,(2011) No.1, PP.35-40.
- 12- جعفر الحيدري " اختبارات المواد الهندسية " دائرة هندسة المواد والمعادن / جامعة بقاء التطبيقية ص 433 - 427، الأردن، 2004 .
- 13- شيماء جابر المعموري " استخدام المواد الأولية السيراميكية لإنتاج المرشحات " رسالة ماجستير ، كلية الهندسة ، جامعة بابل ، 2006.
- 14- مجاهد محمد العبيدي "دراسة تأثير الشوائب على الصفات العزلية والفيزيائية للكاؤولين العراقي " رسالة ماجستير، كلية العلوم ، جامعة بغداد 1997.
- 15- علي منذر مصطفى الدليمي " دراسة الأطوار الناتجة لمتراكب الألمنيوم - كاربيد السليكون بعد تليده بالحالة الصلبة والسائلة " رسالة ماجستير، قسم هندسة الإنتاج والمعادن ، الجامعة التكنولوجية 2002.
- 16- Raed N. Razzoqi, Lutfy A., Mohammed S., Shymaa M. " Influence of the Chemical Composition and Pressure of the Compressing on Some Physical and Mechanical Properties of Ceramic Matrix Composite " Praise Worthy Prize Journals and Reviews (IREME) , Vol. 6 (2012) N.3 , pp. 332 – 338
- 17- D. R. Askeland "The science and engineering of materials "Wadsworth, Inc., Belmont, California, pp. 489 , 1984.
- 18- V W. D. Callister, Jr, "Materials Hand Book Engineering An Introduction " 6th ed , John Wiley & sons , Inc , 2003.
- 19- هاني محمود حسين ، ميثم حسين رشيد " دراسة تأثير السليكا على الخواص الفيزيائية والكهربائية للألومينا (Al_2O_3) " مجلة القادسية للعلوم الصرفة ، المجلد 14 العدد 1 الصفحات 1-16 ، 2009 .
- 20-Mingyuan Gu , Yanping Jin , Zhi Mei " Effects of reinforcement oxidation on the mechanical properties of SiC particulate reinforced aluminum composites " Journal of Material Science and Engineering , A 252 (1998) pp.188-198 .
- 21-Jy.H. , M. T. , " Effect of Powder Characteristics on Microstructure and Strength of Sintered Alumina " J. ceramic Bulletin Vol. 7 (1991) pp.1167-1172 .
- 22-B. F. Dyson , R. D. Lohr and R.Morrell " Mechanical Testing of Engineering Ceramic at High Temperature " Elsevier Applied Science Ltd, 1989.

Effect of Aluminium Content on Some Physical and Mechanical Properties of The compounds With Base of Ceramic

Abdul Majeed E. Ibrahim , Raed N. Razooqi , Saif Amer Mahdi

¹ Physics Dept . College of Education , University of Tikrit , Tikrit , Iraq

² Dept. of Mechanical Engineering College of Engineering , University of Tikrit , Tikrit , Iraq

³ Physics Dept . College of Education, University of Tikrit , Tikrit , Iraq

(Received: 31 / 3 / 2013 ---- Accepted: 19 / 5 / 2013)

Abstract

This research includes the study of the effect of the Aluminium (Al) addition as reinforcement material at a different weight percentages (4,8,12,16,20) % to ceramic matrix material formed from (Silicon Dioxide , Oxide Chromium (III) , Titanium Dioxide) with fixed ratios of elements (Co , Ni) for each of them , by using powder metallurgy technique with pressure of (5) tons were used for forming.

We have studied the effect of the Aluminium addition on some physical and mechanical properties of prepared sample after sintered it at (1000 C°) for (2hr) .

The results shown that the Aluminium addition have been enhanced the physical and mechanical properties of the Composites samples , When increasing the proportion of aluminum from (% 4) to (% 20) we note that Apparent density , specific gravity and hardness of the composite (C): [Cr₂O₃ + Al + Co + Ni] for example, had improved by (% 3.2) , (% 4.8) and (% 13) respectively, as for Composites (B): [TiO₂+ Al+ Co+ Ni] and (A): [SiO₂ + Al + Co + Ni] are similar behavior with composite (C) but at low rates according to form of the composite .

It is also found that relation between the Aluminium addition with the porosity and water absorption for all compound is an inverse relation , while their relations with the apparent density , specific gravity and other mechanical is a direct relation exact . And the Composite (C) which is containing (Cr₂O₃) showed the best properties with for all additional rates as a comparing with the other Composites.

Key Words: Composite materials, Physical and Mechanical Properties , Powder Metallurgy Technique.