University of Mosul

College of Engineering

Thermal Conductivity and Mechanical Properties of Particulate Epoxy Matrix Composites

M.Sc. Thesis in

Mechanical Engineering

Presented by

Mohamed Osamah Abdulghani Al-Zedan

Supervised by

Asst.Prof. Awad Hallosh Khidhir

Dr. Omer S. Alabidalkreem

2023 A.D **1444 H.D**

Abstract

In this research, epoxy-based composites filled with micro-sized particles of silicon carbide, fly ash and graphite were fabricated separately by hand lay-up method, with different volume fractions and different particle sizes. The behavior of its thermal conductivity and mechanical properties was investigated by changing the volume fraction of the fillers to 10, 20 and 30 Vol.%, of particle sizes (37, 53, 75, 106 and 150) micron. The thermal conductivity is determined experimentally using Lee's disc Apparatus. The experimental results were compared with the predictive theoretical values obtained from the mathematical models (Maxwell, Hashin and Series) and the error percentage was calculated. The results of this research indicate that the thermal conductivity of epoxy composites increases with the increase in the volume fraction and decrease in the particle sizes of silicon carbide and graphite particles. The highest values were obtained with an increase rate of (40.6% and 38.5%), respectively, over the thermal conductivity value of pure epoxy. On the contrary, the thermal conductivity decreases with the increase of the volume fraction and the increase in the particle size of the fly ash which shows the lowest thermal conductivity with a decrease rate of (32.5%) of the thermal conductivity of pure epoxy. So, the addition of the fly ash enhances the thermal insulation properties of the fly ash/epoxy composites. Tensile strength properties decrease with increasing the volume fraction and increasing in particle sizes for silicon carbide and graphite. The lowest values of tensile strength with a rate of decrease (21.8% and 34.5%) respectively from the tensile strength of pure epoxy. Increasing the volume fraction and decreasing in particle size of fly ash, shows the highest tensile strength increases to (42.7%) compared with the tensile strength of pure epoxy. Hardness properties increase with the increase in the volume fraction and decrease the particle size of silicon carbide and fly ash particles. The highest hardness values were recorded with an increase percentage of (31.4%) and (19.3%) respectively compared with the hardness of pure epoxy. While it decreases with increasing the volume fraction and particle size of graphite to record the lowest value of hardness with a rate of decrease (14.7%) for the hardness of pure epoxy. Impact energy increases with the increase in volume fraction and decrease in particle size of silicon carbide, fly ash and graphite particles with an increase rate of (1.17, 1.24 and 1.18) times from the impact energy of pure epoxy, respectively.

جامعة الموصل

كلية الهندسة

تقييم الموصلية الحرارية والخواص الميكانيكية للمتراكبات الحبيبية للايبوكسي

محمد اسامة عبد الغني الزيدان

رسالة ماجستير علوم

في الهندسة الميكانيكية\ هندسة ميكانيك

بإشراف

الاستاذ

أ. م. عواد هلوش خضر

م.د. عمر صلاح الدين العبد الكريم

1444 هـ **2023 م**

الخلاصة

في هذا البحث ، تم تصنيع مركبات قائمة على الإيبوكسي مملوءة بدقائق بحجم المايكرون من كربيد السيليكون والرماد المتطاير والجرافيت بشكل منفصل بطريقة الخلط اليدوي ، بكسور حجمية مختلفة وأحجام دقائق مختلفة. تم فحص سلوك الموصلية الحرارية والخصائص الميكانيكية لها عن طريق تغيير الكسر الحجمي للحشوات إلى (10 و 20 و 30 ٪) وبأحجام دقائق (37 ، 53 ، 75 ، 106 و 150) ميكرون. تم قياس الموصلية الحرارية عمليا باستخدام جهاز .(Lee's disc) تم مقارنة النتائج العملية للموصلية الحرارية مع القيم النظرية التنبئية التي تم الحصول عليها من الموديلات الرياضية(Maxwell ، (Hashin and Seriesوتم حساب نسبة الخطأ. تشير نتائج هذا البحث إلى أن الموصلية الحرارية لمركبات الايبوكسي تزداد مع زيادة الكسر الحجمي ونقصان حجم دقائق كربيد السيليكون و الجرافيت. تم الحصول على أعلى القيم بمعدل زيادة (40.6٪) و (38.5٪) على التوالي عن قيمة التوصيل الحراري للايبوكسي النقي. على العكس من ذلك ، تقل الموصلية الحرارية مع زيادة الكسر الحجمي وزيادة حجم دقائق الرماد المتطاير حيث تظهر أقل موصلية حرارية بمعدل انخفاض (32.5٪) من الموصلية الحرارية للايبوكسي النقي ، لذلك فان إضافة الرماد المتطاير تعمل على تحسين خصائص العزل الحراري لمركبات الرماد المتطاير / الإيبوكسي. تقل خصائص قوة الشد مع زيادة الكسر الحجمي وزيادة حجم دقائق كربيد السيليكون والجرافيت. أقل قيم لقوة الشد تظهر بمعدل انخفاض (21.8٪) و (34.5٪) على التوالي من قوة الشد للايبوكسي النقي. زيادة الكسر الحجمي ونقصان حجم دقائق الرماد المتطاير ، تظهر اعلى قوة شد بمعدل زيادة يصل الى (42.7٪) مقارنة بقوة الشد للإيبوكسي النقي. تزداد خصائص الصلابة مع زيادة الكسر الحجمي ونقصان حجم دقائق كربيد السيليكون و الرماد المتطاير. تم تسجيل أعلى قيم للصلابة بمعدل زيادة تصل الى (31.4٪) و (19.3٪) على التوالي مقارنة بصلابة الايبوكسي النقي. بينما تتناقص الصلابة مع زيادة الكسر الحجمي وزيادة حجم دقائق الجرافيت ليسجل أقل قيمة للصلابة بمعدل انخفاض (14.7٪) عن صلابة الايبوكسي النقي. تزداد طاقة امتصاص الصدمة مع زيادة الكسر الحجمي ونقصان حجم دقائق كربيد السيليكون والرماد المتطاير والجرافيت بمعدل زيادة (1.17) و (1.24) و (1.18) مرة من طاقة امتصاص الصدمة للإيبوكسي النقي على التوالي.