تحليل تجريبي للأضرار الحرارية الناتجة عن ثقب المواد المركبة من الايبوكسي المقوى بألياف الكربون

الطالب:
فيصل خالد باعقيل

إشراف:
أ.د أسامه خشبه
د. محمد باشا

المستخلص

في هذا البحث تم دراسة تأثير التغذية (٠,١ و٠,٢ و٠,٣ مم لكل لفة) وسرعة الدوران (٥٣٥ و١٠٧٠ و٢١٦٠ و٣٠٣٠ لفة في الدقيقة) وسمك الصفائح (٥ و١٠ مم) على درجة الحرارة وقوة الثقب وعزم الدوران ومعامل الفصل الصفائحي عند ثقب المواد المركبة من الايبوكسي المقوى بألياف كربونية. تم استخدام أداة ثقب مصنوعة من التنجستون كربيد ذات ريشتين وقطر ٦ مم لثقب العينات. تم قياس قوى الثقب وعزم الدوران بإستخدام جهاز الديناموميتر، بينما تم قياس درجة الحرارة آثناء عملية الثقب بأستخدام أسلاك الازدواج الحراري (الثيرموكابل) والكامير الحرارية. وقد أظهرت نتائج التجارب العملية أن قيم قوة الثقب ترتفع بزيادة سرعة الدوران وزيادة التغذية وزيادة سمك الصفائح. تزداد قيم عزم الدوران بزيادة التغذية وزيادة سمك الصفائح بينما تقل قيم عزم الدوران بزيادة سرعة الدوران. تزداد قيم درجة الحرارة مع زيادة سرعة الدوران وزيادة سمك الصفائح بسبب زيادة حرارة الاحتكاك وتتناقص مع زيادة التغذية بسبب تقليل وقت الثقب. تم التنبؤ بقوى القطع الحرجة عند الطبقات الخمس الأخيرة الغير مثقوبة بإستخدام بعض النماذج التحليلية. تم ملاحظة وجود فصل صفائحي لجميع العينات بعد فحصها بإستخدام الموجات فوق الصوتية (الماسح-ج)، وقد تم التعبير عنها بمعامل الفصل الصفائحي لقوة الثقب. بالنسبة لقيم معدل التغذية التي تم تحليلها، يزداد معامل الفصل الصفائحي مع زيادة التغذية، وقد أظهرت نتائج الثقب لمركب الايبوكسي مع ألياف الكربون عند سرعة دوران ٢١٦٠ دورة في الدقيقة عن معامل فصل صفائحي أقل مقارنة مع سرعات الدوران الآخرى للعينات ذات سمك ٥ مم، بينما أظهرت النتائج عند سرعة دوران ٥٣٥ دورة في الدقيقة عن معامل فصل صفائحي أقل مقارنة مع سرعات الدوران الآخرى للعينات ذات سمك ١٠ مم. أظهرت العينات التي يبلغ سمكها ١٠ مم نتائج قياسات أعلى لقوة الثقب وعزم الدوران ودرجة الحرارة ومعامل الفصل الصفائحي مقارنة بالعينات التي يبلغ سمكها ٥ مم.

Experimental Analysis of Thermal Damage in Drilling Carbon-Fiber Reinforced Epoxy Composite Materials

Student:
Faisal Khalid Baakeel

Subervised By
Prof. Usama Khashaba
Dr. Muhammad Basha

ABSTRACT

In this study, the influence of spindle speed (535, 1070, 2160 & 3030 rpm), feed (0.1, 0.2 & 0.3 mm/r) and composite thickness (5 & 10 mm) on induced temperature, thrust force, torque and delamination factor in drilling carbon-fiber reinforced epoxy (CFRE) composite materials was investigated. Two-flute cemented carbide twist drill of 6 mm diameter was used to drill the specimens. Thrust force and torque values were measured using a dynamometer, and the induced temperature during the drilling process was measured using thermocouples and thermal camera. The results showed that, the thrust force values increased with increasing the spindle speed, the feed and the composite thickness. The torque values decreased with increasing the spindle speed, while the torque values increased with increasing the feed and the composite thickness. The temperature values increase with increasing the spindle speed and the composite thickness, while the temperature values decreased with increasing the feed. The critical thrust force at the last five uncut layers was predicted using analytical models. The delamination size was evaluated using Ultrasonic C-Scan inspection and expressed as delamination factor. For the investigated feed values, the delamination factor increases as the feed increased. Drilling of CFRE composites of 5 mm thickness at 2160 rpm result in lower push-out delamination factor. Whereas, drilling of CFRE of 10 mm thickness at 535 rpm result in lower push-out delamination factor. The specimens of 10 mm thickness showed higher measurements values of thrust force, torque, temperature and delamination factor comparing with the specimens of 5 mm thickness.