وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الموصل

كلية الهندسة

قسم الهندسة الميكانيكية

تقصي سلوك التعرية للمواد المتراكَبة المعزَّزة بالألياف والحُبيبات

احمد وليد خالد

رسالة ماجستير علوم

في الهندسة الميكانيكية / إنتاج ومعادن

بإشراف

م. د. عبد الحق عبد القادر حامد

1441 هـ **2020 م**

الخلاصة

إنّ المحافظة على أداء الماكنات أو الآلات بصورة منتظمة وبنسق ثابت يُعد من الأمور التي يصعب تحقيقها في ظل وجود عوامل خارجة عن سيطرة المصمم أو مشغل الماكنة, وكذلك الظواهر الطبيعية مثل الاحتكاك والتآكل الكيميائي وتغير خواص المادة عند درجات الحرارة, والبلى (wear) الذي يؤثر بصورة كبيرة على عمر وأداء المنظومات الميكانيكية مما يؤدي الى خسائر مادية وكلف تشغيلية إضافية, والتعرية بالحُبيبات الحاكة (Solid Particle Erosion–SPE) والتي هي أحد انواع البلى بالتعرية يظهر تأثيرها في العديد من التطبيقات الهندسية والمجالات التي يكون فيها جريان الموائع المحملة بالحُبيبات.

في هذا البحث تم إنتاج مواد متراكَّبة أساسها المادة البوليمرية من البولستر المعزَّزة بحُبيبات كربيد السيليكون (SiC) والألياف الزجاجية، كما تم تصميم وإنشاء جهاز مختبري خاص (Experimental Rig) وحسب المواصفات القياسية للجمعية الأمريكية لاختبار المواد (ASTM G76) لتقييم ودراسة التعرية. كما يتضمن البحث الحالي تصنيع بعض الأجهزة والمعدات الخاصة بعملية تصنيع نماذج المواد المتراكَّبة.

كما تم في هذا البحث اجراء فحوصات إتلافية للبولستر ومتراكَّباته وفحوصات لمعدل التعرية وفحوصات مجهرية للسطح المعرض للتعرية.

إن الهدف الرئيس من الدراسة هو تقييم ودراسة التعرية للبولستر ومتراكَّباته، إذ اشتملت هذه الدراسة على تأثير عدد من العوامل الاساسية مثل: (سرعة صدم الحُبيبات الحاكة، وزاوية الصدم، وقطر الحُبيبات الحاكة، ونسبة المعزِّز) على معدل التعرية من بين عدة عوامل أخرى مثل: (كثافة الحُبيبات الحاكة، ودرجة الحرارة، والتصلد الانفعالي للمادة المعرّضة للصدم وغيرها من العوامل الأخرى). وذلك لمعرفة أكثر عامل مؤثر ومسيطر على معدل التعرية. حيث تمت التجارب بسرع صدم (16.3, 25.2 and 33 m/sec) وزوايا صدم (30°،60°،90°) وحجم (قطر) حُبيبات حاكة (150–350, 350–500 and 500–710 μm) ونسب معزِّز لمتراكَّبات كربيد السيليكون (5, 8 wt.%) من كربيد السيليكون ومتراكَّبات الألياف الزجاجية (44, 52 wt.%) من الألياف الزجاجية.

وأظهرت النتائج أن سلوك التعرية للبولستر هو سلوك هش ومتراكَّباته يكون سلوكها شبه مطيلي. واظهر المتراكَّب المعزَّز بكربيد السيليكون بنسبة (5 wt.%) مقاومة تعرية افضل من البولستر وباقي متراكَّباته. وأظهرت النتائج كذلك أن سرعة الصدم هي المؤثر الأكبر على عملية التعرية بالنسبة للبولستر ومتراكَّباته. ووجد أن اعلى معدل تعرية للبولستر عند الزاوية (°90) واقل معدل تعرية عند الزاوية (°30), وأن اعلى معدل تعرية لمتراكَّبات البولستر عند الزاوية (°60) واقل معدل تعرية عند الزاوية (°30). وانَّ الألياف قللت من مقاومة التعرية للبولستر، وكما زاد معدل التعرية بزيادة نسبة الألياف. هذا فضلاً عما تم استنتاجه فيما يخص نسبة الإشارة الى الضوضاء بأن سرعة الصدم هي المؤثر الاكبر على معدل التعرية.

هذا وأنَّ الفحص المجهري اعطى مؤشراً بسيطاً عن آلية التعرية للبولستر ومتراكَّباته، إذ تكون آلية التعرية عند الزواية المنخفضة (°30) موصوفة بالقشط والتشوه, وعند الزواية (°60) يلاحظ وجود عملية القطع, وعند الزاوية (°90) يلاحظ أن عملية النقر هي السائدة. ويلحظ ايضاً تأثير نسبة المعزِّز على آلية تعرية متراكَّبات البولستر.

وطريقة الفشل في متراكَّبات كربيد السيليكون ترتبط بنشوء كسر عند حافات حُبيبات كربيد السيليكون. وطريقة الفشل في متراكَّبات الألياف الزجاجية تتلخص بنشوء كسر عرضي على جسم الليف ثم يتمدد ليحدث انفصالاً لجزء من الليف. ويلاحظ أن الألياف العرضية تتعرى بشكل أسرع من الألياف الطولية عند الزاويتين (°30) و(°60)، لكن عند الزاوية (°90) يكون الفشل بشكل متساوي. وكما يلاحظ أن فشل الكسر هو الغالب على حالات فشل متراكَّبات الألياف.

Abstract

It is difficult to keep machinery work at same performance for prolong time and keep their stable on the perfect level of production, because of the effect of uncontrollable factors and natural phenomena such as (friction, corrosion, change the properties of materials according to temperature and the wear) wear that effect on the age and performance of mechanical systems, and cause losses and operating cost. And the solid particle erosion (SPE) is one type of wear that find it in wide range of applications that deal with fluid carry particles. From this current research it was found that the (SPE) with a time give a terrible losses.

In this research work, composite materials based on polymeric material reinforced with silicon carbide particles (SiC) and glass fibers have been produced. The current research also includes the design and manufactures of experimental erosion rig locally and some devices and equipment for the process of manufacturing models and composites specimens of materials.

In the current study, the destructive tests of polyester and its composites, erosion rate tests and microscopic examinations of the exposed surface were performed.

The main goal of this study is to evaluate the erosion of polyester and its composites. This study included the effect of some basic key factors (impingement velocity of erodent (particles), impingement angle, size of erodent and percentage of reinforcement) on erosion rate among other factors (density erodent, temperature of ambient, strain hardening of the material exposed to erosion and other factors), to find out the most influential and controlling factor in the rate of erosion. The experiments were carried out with impingement velocities (16.3, 25.2 and 33 m / sec), impingement angle (30 °, 60 °, 90 °), size (diameter) of erodent (150-350, 350-500 and 500-710 μm) and percentage of reinforcement silicon carbide composites (5, 8 wt.%) of silicon carbide and fiberglass composites (44, 52 wt.%) of fiberglass.

The results indicated that the behavior of erosion of polyester is brittle and its composites are semi-ductile. The composites that reinforced by (5 wt. %) of (SiC) particles are reveal enhance erosion resistance compare with polyester and other its composites, and most of the results showed that impingement velocity was the most

important significant factor influence on erosion rate for polyester and its composites. It was found that the highest erosion rate of the polyester at the impingement angle (90°) and the lowest erosion rate of the impingement angle (30°), and the highest erosion rate for polyester composites at the impingement angle (60°) and the lowest erosion rate at the impingement angle (30°). The rate of erosion also increases by increasing the proportion of fiber. The signal-to-noise ratio also concluded that the velocity of impingement is the effective factor.

From the microscopic examination, a simple indication of the mechanism of erosion of polyester and its composites was observed. The mechanism of erosion at low angles (30°) is described by abrasion and deformation. At angles (60°) it is noted that there is a cutting process. The effect of the reinforcement percentage on the erosion mechanism of polyester and its composites were not observed. The method of failure in silicon carbide composites is related to the formation of a fracture at the edges of silicon carbide particles. And the method of failure in fiber glass composites is to create a transverse crack on the body of the fiber and then expand to create a split of part of the fiber. Transverse fibers are stripped faster than longitudinal fibers at (30°) and (60°), but at (90°) the failure is equal. The fracture failure is predominant for fiber composites failures.

University of Mosul
College of Engineering

Investigation of Erosion Behavior of Fiber and Particulate Reinforced Composite Materials

Ahmed Waleed Khalid
(B.Sc. Eng, 2009)

M.Sc. Thesis

Mechanical Engineering/ Metallurgy and Production

Supervised By

Dr. Abdullhaqq A. Hamid

2020 A.D. **1441 A.H**