ISSN 1999 - 8716
Printed in Iraq

مجلة ديالى
للعلوم الهندسية

المؤتمر العلمي الهندسي الأول
كلية الهندسة – جامعة ديالى
٢٢-٢٣ كانون الأول ٢٠١٠
الصفحات: ٤٣-٥٤

دراسة تأثير درجة الحرارة المتولدة عن الاحتكاك على خصائص ومميزات البلى الأنزلاقي الجاف لحديد الزهر ذي الكرافيت الكروي

ضياء احمد صلال
مدرس مساعد
كلية الهندسة– جامعة ديالى

الخلاصة

تضمن هذا البحث دراسة تأثير درجة الحرارة المتولدة عن الاحتكاك على خصايص البلى الانزلاقي الجاف لحديد الزهر ذي الكرافيت الكروي بأستخدام جهاز قياس البلى الانزلاقي الجاف ذي ترتيبة المسمار على القرص وتحت ضروف مختبرية مختلفة تمثلت باستخدام اربعة احمال عنودية وثلاثة سرع انزلاقية خطية مختلفة وعند درجة حرارة الغرفة. من خلال هذه الدراسة تبين بأن متغيرات البلى مع الاحمال والسرع الانزلاقية المستخدمة في في هذه الدراسة تعتمد بصورة رئيسية على درجات الحرارة السطحية الناتجة عنهما بالرغم من ان تأثيرهما على البلى لا يمكن ان يهمل. بالاضافة الى ذلك يجب تجنب استخدام مدى الاحمال (٣٠-٤٠) نيوتن ومدى درجات الحرارة من (٣١٠-٣٦٠)م الناتجة عن التطبيقات العلمية التي تستخدم فيها السبيكة اثناء عملية انزلاقها واحتكاكها مع المواد الاخرى لانه هذين المديين من الاحمال ودرجات الحرارة يؤديان الى حصول بليان لسطوح هذه السبيكة بمعدلات كبيرة جدا اثناء عملية الانزلاق والاحتكاك.

الكلمات الدالة: تأثير درجة الحرارة، البلى الانزلاقي الجاف ، حديد الزهر ذي الكرايت الكروي .

المقدمة

إن البلى الالتصاقي للمعادن والسبائك يحدث عادة من خلال بناء وهدم نقاط التصاق (Adhesion Junction)مابين السطوح المعدنية الانزلاقية المحتكة ،حيث إن هذه العملية عادة يرافقها حدوث ظاهرة معينة كالانتقال (Transfer)، الانتقال العكسي (Back Transfer) ، الأكسدة (Oxidation) والانتشار (Diffusion) مابين السطوح الأنزلاقية ، حيث أن مثل تلك الظواهر الآنفة الذكر تعتمد وبدرجة كبيرة على درجة الحرارة . أن درجة الحرارة السطحية تلعب دورا مهما في عمليات البلى حتى وأن كان حدوث عملية الانزلاق عند الظروف الجوية الاعتيادية، وأن الأجسام المنزلقة معزولة ومحفوظة عند درجة حرارة المحيط (Ambient Temperature) فأن

حرارة الاحتكاك ترفع درجة حرارة السطوح الأنزلاقية المحتكة. ولقد بينت الدراسة [١] ودراسات أخرى عديدة أن ظاهرتي الاحتكاك والبلى للمعادن والسبائك مرتبطة ولدرجة كبيرة بتفاعل النتوآت السطحية (Surface Asperities) للسطحين المنزلقين على بعضهما البعض ،لذلك فأن طاقة الاحتكاك المتبدد (Friction Energy Dissipated) بسبب الشغل الميكانيكي سوف تتحول إلى حرارة ، هذه الحرارة تدعى بحرارة الاحتكاك (Friction Heat) ، ان هذه الحرارة والتي سوف تسبب ارتفاعا سريعا جدا في درجة حرارة سطوح الأجسام الانزلاقية المحتكة ، وبشكل خاص في نقاط التلامس الحقيقية (Points of Actual Contact) ما بين السطحين المنزلقين وذلك بسبب حدوث التصاق (Sticking)وانزلاق (Slipping) لنقاط الاتصال (Junctions) ، حيث أن تلك الدرجات الحرارية اللحظية سوف تبقى مرتفعة لفترة زمنية قصيرة جدا تقدر بحدود (١٠^{٤}) ثانية [2] .أن الحرارة الناتجة عن الاحتكاك تتسرب إلى المحيط وبالنتيجة فأن قمم النتوات (Asperities Tips) السطحية سوف تكون عندها درجة الحرارة عالية جدا بينما كتلة المركب المعدني الباقية تبقى باردة نسبيا ، حيث يتم تبدد وضياع الحرارة بطريقة التوصيل (Conduction) [2] .لقد تم التوصل من خلال الدراسة [2] أنه عند زيادة الحمل المسلط أو السرعة ألأنزلاقية ترتفع درجات الحرارة لنقاط الاتصال مابين السطحين المحتكين وفي الحالات القصوى للحمل المسلط و السرعة ألأنزلاقية قد يحصل انصهار موضعي (Localized Fusion) .

أن الدراسة [3] بينت أنه عندما ترتفع درجة الحرارة للأسطح الانزلاقية المحتكة فيما بعد ، فأن الطاقة اللازمة لانصهار والتحام كل زوج من النتوآت السطحية (Pair of Aspirates) المتقابلة سوف تقل وبهذه الحالة سوف يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى الزيادة في معدل البلى. أما الدراسات [8,7,6,5,4] فقد بينت أن ارتفاع درجة الحرارة على الأسطح الانزلاقية المترافقة [Mating Sliding Surfaces] يعتمد على مدى السرع الأنزلاقية المستخدمة وعلى شدة التحميل (The Severity of Loading) والتي ينتج فيها تغيرات تركيبية(Structural Changes) لسطوح الأزواج الأنزلاقية المحتكة بألاضافة إلى قيم الصلادة التي تحسب عن طريق الانفعال الحاصلِ للسطح نتيجة ارتفاع درجة الحرارة . وأن التحميل الشديد (العالي) والسرع الانزلقية العالية كلاهما يزيدان من احتمالية حصول التفاعلات الكيماوية السطحية (Surface Chemical Reaction) وذلك نتيجة لارتفاع درجة حرارة السطوح الانزلاقية المحتكة . أما الدراسة [9] فقد بينت تأثير الموصلية الحرارية (Thermal Conductivity) للمعادن على سلوك البلى ، وأقرت هذه الدراسة أن المعادن ذات الموصلية الحرارية العالية تمتلك مقاومة جيدة للبلى وذلك بسبب أن تبدد الحرارة خلالها يتم بوقت أقل مما في المعادن ذات الموصلية الحرارية المنخفضة [9].لذلك فان عمر البلى لكل المركبات الهندسية يتأثر بارتفاع درجة الحرارة السطحية أثناء العمليات الأنزلاقية [10].

أن دراسة البلى الانزلاقي الجاف لحديد الزهري الكرافيت القشري الكروي (Flake and Spheroidal G.C.I.) كدالة لدرجات حرارة السطوح الانزلاقية المحتكة قد بينتها الدراسة [11]، وتم التوصل من خلال هذه الدراسة أن هناك درجتان حراريتان للسطوح الانزلاقية هما :-

- درجة الحرارة اللحظية (Flash Temperature) "والتي تمثل معدل درجة الحرارة لمساحات التماس الحقيقية ما بين السطوح الانزلاقية المحتكة "
- ومتوسط درجة الحرارة (The Mean Temperature) والتي تمثل متوسط درجة الحرارة لمساحات التماس الظاهرية .

فعندما يكون متوسط درجة الحرارة أقل من (400)م فأن البلى يصل إلى أقصى قيمة عندما تكون درجة الحرارة اللحظية ضمن مدى يتراوح مابين (300-400)م وفيما بعد يتناقص مع الزيادة المستجدة في درجة الحرارة

اللحظية . استنتجت هذه الدراسة كذلك ، أن البلى يكون منخفضا عند درجات الحرارة الأدنى من (250)م وأنه غير معتمد على ظروف الانزلاق كالسرعة ، الحمل ، درجة حرارة المحيط ، والضغط الجوي . إلا أنه مع ذلك عندما تقترب درجة الحرارة اللحظية من نقطة الانصهار فأن البلى يعتمد وبشدة على متوسط درجة الحرارة لأنه يصل الى أدنى قيمة عندما يكون متوسط درجة الحرارة (400)م في هذه الحالة سوف يحدث بليان وسوفان عالي جدا لسطوح حديد الزهر إلى سطوح المادة المحتكة معه والمرافقة له أثناء عملية الانزلاق [11] لذلك بسبب التأثير القوي لحرارة الاحتكاك على السلوك الترايبولوجي وفشل أغلب المركبات الانزلاقية ،فأن درجة الحرارة السطحية والقريبة من السطح قد حضت بأهتمام كبير من قبل العديد من الباحثين الترايبولوجيين وعلى مدى سنوات عديدة ، حيث أستخدموا الطرق التجريبية والتحليلية (Experimental and Analytical Methods)في تحديدها لأهميتها الكبيرة في الدراسات الترايبولوجية ولكن البحوث والدراسات التي بينت خواص البلى الانزلاقي الجاف لحديد الزهر الابري ذي الكرافيت الكروي قليلة جدا ولغرض التعرف بصورة جليلة ومفصلة على مدى تأثير درجة الحرارة السطحية على مميزات وخصائص البلى لهذه السبيكة الهندسية ذات التطبيقات الصناعية والهندسية الواسعة تم إنجاز وأجراء هذا البحث .

الجزء العملي

في هذا البحث تم دراسة تأثير درجة الحرارة السطحية المتولدة عن الاحتكاك على خواص وسلوك البلى الانزلاقي الجاف لحديد الزهر ذي الكرافيت الكروي باستخدام جهاز قياس البلى الانزلاقي الجاف والمصمم طبقا لمواصفات (ASTM) لغرض الحصول على حالة التلامس مابين العينة والقرص الدوار تحت تأثير حمل عمودي ، يتكون الجهاز من محرك ذي سرعة دورا نية ثابتة مقدارها (940) دورة/دقيقة وذراع ذي مقطع مستطيل تثبت فيه العينة بواسطة ماسك (Holder) ذي قطر 11 ملم ، وقد ثبت على الذراع مقياس انفعال (Strain Gauge) لقياس قوة الاحتكاك (Friction Force) ، حيث يربط بمكبر رقمي (Strain Meter) .

نوع : (Strain Indicator P – 3500 , Serial: No. 60850) لغرض قياس مقدار الانفعال في الذراع نتيجة لتأثير قوة الاحتكاك . لقد تم استخدام أربعة أحمال عمودية هي (40,30,20,10,) نيوتن وثلاث سرع انزلاقية خطية (1.406, 2.198, 3.007) متر/ثانية . وأجريت الاختبارات لجميع العينات في الهواء الجوي الاعتيادي وعند درجة حرارة الغرفة .

العينات المستخدمة

تم أستخدام عينات من حديد الزهر ذي الكرافيت الكروي بحالتها الأصلية كمسبوكة (As – Cast) والوضحة بنيتها المجهرية في الشكل(١) حيث كان قطر كل عينة مستخدمة في اختبار فحص البلى (10)ملم وبطول (15) ملم . التركيب الكيمياوي للعينات المستخدمة موضح في الجدول رقم [1].

قياس المعاملات وحسابها

- حرارة الاحتكاك Frictional –Heat

أن الحرارة المتولدة على الأوجه البينية الانزلاقية (Sliding Interfaces) بسبب الاحتكاك تم قياسها بواسطة مزدوج حراري (Thermo Couple) من الألوميل والكرو وميل (Ni–Al/ Ni– Cr) (Alumel–and–Chroml) في

ثقب دقيق جدا ذي قطر (1) في العينة (المسمار) وقريب جدا إلى سطحها المنزلق على القرص ،حيث أن المسافة مابين المزدوج الحراري المدفون وسطح العينة المنزلق على القرص (٢) ملم . المزدوج الحراري مربوط ومتصل مع ثرمومیتر رقمي (Digital Thermometer 5000) من نوع (Comork, (type5015, Serial No. 11024) لقراءة وتسجيل درجة الحرارة أثناء عملية لانزلاق وذلك عند تماسهما مع قرص الفولاذ الكاربوني (Carbon Steel Disk) ، حيث أن درجة الحرارة تسجل من خلال الثرمومیتر الرقمي بعد زمن انزلاقي مقداره (5) دقائق وعلى مسافة (12) ملم من سطح العينة المنزلقة على القرص ، حيث أن درجة الحرارة فيما بعد تقاس وتحسب باستعمال الصيغ الرياضة

$$T_b = T_0 + \frac{\alpha \mu W V_s L_b}{A_n K_m}$$

حيث أن

T_b : درجة الحرارة السطحية لكتلة العينة (المسمار) (م)

T_o : درجة حرارة الغاطس (المزدوج الحراري) والتي تأخذ من قراءة الثرمومتر الرقمي (م)

α : معامل كمية حرارة الاحتكاك الجزئية المتولدة على الأوجه البينية (Interface) المنزلقة لكل من العينة والقرص

$$(Wear-Rate) = \frac{\Delta W}{S}$$

حيث إن :

ΔW : الوزن المفقود (غرام) وهو الاختلاف و الفرق بالوزن للعينة قبل وبعد الاختيار والتشغيل .

أي أن الفقدان بالوزن :-

$$(Weight-Loss)\Delta W = W_1 - W_2$$

W_1 : وزن العينة قبل التشغيل والفحص (غرام) .

W_2 : وزن العينة بعد التشغيل والفحص (غرام) .

S : مسافة الانزلاق (سم) .

النتائج والمناقشة

أن النتائج المختبرية التي تم الحصول عليها عمليا عند السرع والأحمال المستخدمة في هذه الدراسة تبين بأن درجة الحرارة المقاسة على بعد (2) ملم من سطح العينة تصبح تقريبا ثابتة بعد مرور زمن انزلاقي قدره (3)دقائق على الرغم من أن هناك بعض التذبذب في قراءات درجة الحرارة المسجلة مع الزمن وقد جاء ذلك مطابقا لما تم التوصل أليه في الدراسة [11]. حيث يفسرذلك على أساس افتراض أن انسياب حرارة الاحتكاك خلال العينة والقرص المحتك معها يكون بحالة أتزان (Steady State) أثناء عملية انزلاقهما على بعضهما البعض عند الاختبار والتشغيل.

يلاحظ من الشكلين(٢،٣) بان متوسط درجة الحرارة السطحية يزداد كلما زادت سرعة الانزلاق مما ينتج عن ذلك تناقص معدل البلى مع زيادة سرعة الانزلاق . ويعزى سبب ذلك الى أن تسرب الحرارة خلال معدن العينة والقرص يكون عند السرع الانزلاقية العالية أقل مما عليه في السرع الانزلاقية الواطئة ، مما ينتج عن ذلك ارتفاع درجة حرارة سطح التلامس عند السرع العالية وزيادة قابلية السطوح المنزلقة على التفاعل مع الرطوبة والهواء الجوي . حيث تتكون طبقة من ألاوكسيد على سطح التلامس تعمل على تقليل حصول الاتصال المعدني المباشر مابين السطحين المنزلقين مؤديا إلى خفض وتقليل معدلات البلى .

أن درجة الحرارة اللحظية المتولدة نتيجة لانزلاق السطوح على بعضها البعض تزداد مع زيادة سرعة الانزلاق [11] حيث عندما تكون درجة الحرارة السطحية المتوسطة أقل من (400)م فأن عملية البلى لسطوح حديد الزهر تعتمد بصورة رئيسية على درجة الحرارة اللحظية [11] ولا يؤخذ بنظر الاعتبار كل من شكل دقائق الكرافيت ، بنية الأرضية وظروف الانزلاق كالحمل والسرعة . حيث أن معدل البلى لحديد الزهر يصل إلى قيمة عالية عند مدى درجة الحرارة اللحظية من (300—400) م [11] فيما بعد يتناقص معدل البلى مع زيادة درجة الحرارة اللحظية .

يلاحظ من خلال الشكل(٢) بأن معدل البلى يصل إلى أقصى قيمة عند السرعة (1.406)متر/ثانية ويعزى سبب ذلك أن درجة الحرارة اللحظية لعينة الاختبار قد تكون واقعة ضمن مدى درجة الحرارة (300—400)م عند هذه السرعة مما ينتج عن ذلك معدل بلى عالي عند هذه السرعة الأنزلاقية الواطئة .

إلا أن زيادة سرعة الانزلاق إلى أعلى من (1.406) متر/ ثانية يسبب حصول ارتفاع في درجة الحرارة السطحية مما ينتج عن ذلك حصول تناقص تدريجي في معدل البلى كما مبين في الشكلين (٢،٣) أن سرعة الانزلاق تسبب حصول تغيرات كبيرة في عملية البلى مع الحمل المسلط ودرجة حرارة المحيط والضغط الجوي ، حيث أن تلك العوامل ممكن أن تعمل على تغير مدى درجات الحرارة الناتجة عن سرعة الانزلاق بحيث تجعل درجة الحرارة اللحظية الناتجة عنها واقعة ضمن المدى (300—400)م مما ينتج معدلات بلى عالية لحديد الزهر [11].

من المعروف أن معدل البلى الانزلاقي لحديد الزهر والفولاذ عند حمل ثابت في الهواء الجوي الاعتيادي يتغير مع سرعة الانزلاق [11]. حيث يكون ذا قيمة عالية عند السرعة الانزلاقية المنخفضة نسبيا وذا قيمة منخفضة عند السرعة الانزلاقية العالية نسبة للمواد اللينة كالمواد الملدنة ،المعادلة أو المواد المبردة تبريدا بطيئا أثناء عمليات سباكتها [11]ويعزى سبب ذلك إلى أنه عند السرع الانزلاقية المنخفضة .احتمالية حصول عملية الأكسدة تكون قليلة ، مما ينتج عن ذلك معدلات بلى عالية بسبب حصول اتصال معدني مباشرة ما بين سطح العينة والقرص وتوليد حطام بلى معدني كما مبين في الشكل(٣) أما عند السرع الانزلاقية العالية فيلاحظ بأن درجة الحرارة السطحية المتوسطة تصل أقصى ما يمكن عند السرعة (3.077) متر/ ثانية ، حيث أنها تتجاوز (400)م .كما أن تسرب الحرارة خلال معدن العينة عند هذه السرعة يكون أقل مما عند (1.406) متر/ ثانية مما ينتج عن ذلك تكون طبقة من الأوكسيد على سطح التلامس لكل من العينة والقرص مؤديا إلى تقليل وانخفاض معدل البلى

من الشكل(٢) يتضح لنا بأن درجة الحرارة السطحية تتغير مع سرعة الانزلاق ، حيث أنها تكون أقصى ما يمكن السرعة (3.077) متر/ ثانية . لقد وجد من خلال قياس مقاومة التماس ما بين السطوح الانزلاقية المحتكة بأن حدوث التماس فيما بينهما يكون متقطع (discontinuous Contact) أثناء عملية الانزلاق عند السرع الانزلاقية العالية [11]. فعند احتكاك سطح عينة حديد الزهر على سطح القرص الفولاذي يحدث انتقال دقائق وقطع معدنية من مادة العينة إلى سطح القرص المحتك معها ، حيث أنه قد لوحظ بأن هذه الدقائق لاتكون مقصوصة من سطح العينة بل منتزعة منه . ويفسر ذلك على أساس أن هناك فترات انزلاقية حقيقية وظاهرية ، تكون هذه الفترات متساوية عند

السرعة (2) متر/ ثانية كما أقرته الدراسة [11]. إلا أنه الفترات المتقطعة (الحقيقية) تنشأ وتبدأ بالظهور عند هذه السرعة . وفيما بعد تزداد بزيادة سرعة الانزلاق . فلو أن كل فترة متقطعة (حقيقية) تكون مساوية إلى (10^{-4}) ثانية فأن فترة الانزلاق تصل الى حوالي (20%) من فترة الانزلاق الظاهرية عند السرع الانزلاقية الأعلى من السرع المستخدمة في هذا البحث(أعلى من 6 متر/ ثانية) لذلك فأن الحرارة المجهزة إلى عينة الاختبار (المسمار) أثناء عملية الانزلاق وخلال زمن التماس الحقيقي والظاهري سوف تزداد بازدياد سرعة لانزلاق على افتراض أن حرارة الاحتكاك الناتجة عن عملية لانزلاق تكون بنفس المعدل أثناء كلا التماسين المتقطع والمستمر .

لذلك فأن درجة الحرارة السطحية تزداد مع زيادة سرعة لانزلاق كما في الشكل(٢،٣). أن الشكلين (٤،٥) يتبين لنا من خلالهما بأن درجة الحرارة السطحية الناتجة عن عملية انزلاق واحتكاك عينة حديد الزهر ذي الكرافيت الكروي على سطح القرص الفولاذي الدوار تزداد بازدياد الحمل العمودي المسلط مما ينتج عن ذلك ازدياد معدل البلى أيضا حيث أن معدل البلى للفولاذ يتغير مع الحمل العمودي المسلط ويمكن أن يصل إلى أقصى وأدنى قيمة عند بعض السرع الانزلاقية ، الا أنه لحديد الزهر فأن زيادة الحمل المسلط ينتج عنهما معدلات بلى عالية وعند جمع السرع كما يلاحظ من خلال الشكلين أعلاه بأن كل من متوسط درجة الحرارة السطحية ومعدل البلى يكونان منخفضين عند الأحمال الأقل من (20) نيوتن ومرتفعين عند الأحمال العليا من ذلك ويعزى سبب ذلك إلى أنه بزيادة الحمل العمودي المسلط تحصل زيادة تدرجية في درجة الحرارة اللحظية لعينة حديد الزهر حيث تصبح مرتفعة جدا عند بعض مساحات التلامس بحيث تصل أو تقترب من نقطة الانصهار . في هذه الحالة سوف يكون بلى سطح العينة مسيطر عليه بصورة رئيسية عن طريق متوسط درجة الحرارة السطحية كما أن هذه الدرجة تزداد مع زيادة الحمل المسلط كما في [11] لكنه إذا تجاوز متوسط درجة الحرارة ال (400) م سوف يحدث التصاق وتلف كبير لسطح العينة وذلك بسبب انتقال مادة حديد الزهر إلى سطح المادة المرافقة لها والمحتكة معها (القرص الدوار) كما توصل أليه في الدراسة [11] ومن خلال الشكلين (٤،٥) فأن معدل البلى يكون ذا قيمة عالية عند مدى الأحمال من (30---40) نيوتن لأنه عند هذا المدى من الأحمال وخاصة الحمل [40] نيوتن يصبح متوسط درجة الحرارة أعلى من (400) م إضافة إلى أنه هذا المدى ينتج عنه مدى من درجات الحرارة السطحية ما بين (310---360)م بالنسبة لهذه السبيكة حيث بين هذا المدى من الأحمال ودرجات الحرارة يحصل تحول في نوع البلى من البلى المتوسط (The Mild Wear) إلى البلى الشديد (The Severe Wear)مما ينتج معدلات بلى عالية .

من خلال ما ورد أعلاه يبدو إن تغيرات البلى مع السرعة والحمل تعتمد بصورة رئيسية على درجات الحرارة السطحية الناتجة عنهما على الرغم من أن تأثيرهما على البلى لا يمكن أن يهمل . إضافة إلى تجنب استخدام مدى الأحمال (40---30) نيوتن وكذلك مدى درجات الحرارة (360---310) م الناتجة عن التطبيقات العملية التي تستخدم فيها السبيكة أثناء عملية انزلاقها واحتكاكها مع المواد الأخرى حسب ما تم التوصل أليه في هذه الدراسة ويتم ذلك أما بواسطة تغير سرعة الانزلاق ، الحمل العمودي المسلط أو درجة حرارة المحيط لأنه ينتج عن هذين المديين من الأحمال ودرجات الحرارة بليان سطوح هذه السبيكة بمعدلات كبيرة جدا أثناء عمليات الانزلاق . أما بالنسبة إلى تأثير متوسط درجة الحرارة السطحية على معامل الاحتكاك فيمكن توضيحه من خلال الشكلين (٦،٧) حيث يلاحظ أنه كلما تزداد درجة الحرارة السطحية يزداد معامل الاحتكاك ويعزى سبب ذلك إلى أن ارتفاع درجة حرارة السطوح المنزلقة يؤدي إلى حصول تلين حراري (Thermal Softening) لنتوءاتهما السطحية ونتيجة للحمل العالي المسلط على قمم هذه النتوآت أثناء عملية الانزلاق سوف يحصل لها انسياب لدن كبير مسببا تسطح هذه النتوآت عند منطقة التلامس ، مما ينتج عنه زيادة في منطقة التلامس الحقيقية ما بين العينة والقرص وهذا يؤدي إلى ازدياد

معامل الاحتكاك مع زيادة درجه الحرارة كما أن لدرجة الحرارة تأثير كبير على خواص طبقة الكرافيت المتكونة ما بين سطح العينة والقرص المحتك معها حسب ما أشارت أليه الدراسة [12] حيث بينت أن قابلية التزييت لطبقة الكرافيت تصبح جيدة عند درجات الحرارة الأقل من (100)م ألا أنه مع ارتفاع درجة الحرارة السطحية يزداد معامل الاحتكاك وذلك بسبب حدوث تقسية وتصليد لطبقة الكرافيت مع ارتفاع درجة الحرارة كما بينتة الدراسة [12].

الاستنتاجات

ان اهم الاستنتاجات التي تم التوصل اليها من خلال هذه الدراسة هي:-

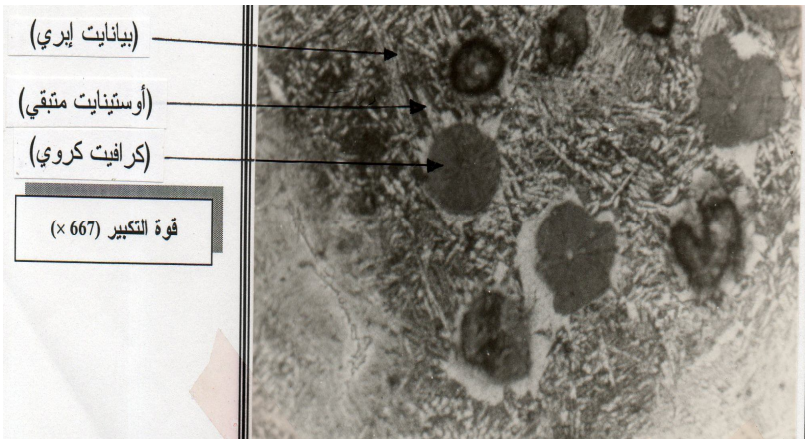
١. ان درجة الحرارة المقاسة على بعد (٢)ملم من سطح العينة تصبح تقريبا ثابتة بعد مرور زمن انزلاقي قدرة(٣)دقائق وذلك بسبب ان انسياب حرارة الاحتكاك خلال احتكاك السبيكة بالقرص المحتك والمرافق يكون بحالة اتزان اثناء عملية انزلاقهما على بعظهما البعض عند الاختبار والتشغيل .
٢. متوسط درجة الحرارة السطحية يزداد كلما زادت سرعة الانزلاق مما ينتج عن ذلك تناقص معدل البلى مع زيادة سرعة الانزلاق .
٣. ان معدل البلى الانزلاقي الجاف لحديد الزهر ذي الكرافيت الكروي يتغير مع سرعة الانزلاق ، حيث يكون ذا قيمة عالية عند السرعة الانزلاقية المنخفظة نسبيا (١,٤٠٦)متر/ثا وذا قيمة منخفظة عند السرعة الانزلاقية العالية (٣,٠٧٧) متر/ثا نسبة للمواد اللينة كالمواد الملدنة.
٤. ان درجة الحرارة السطحية تتغير مع سرعة الانزلاق ، حيث انها تكون اقصى ما يمكن عند السرعة الانزلاقية (٣,٠٧٧) متر/ثا .
٥. تزداد الفترات الانزلاقية الحقيقة والظاهرية بزيادة سرعة الانزلاق ، حيث انها تنشا وتبدا بالظهورعند السرعة (٢) م/ثا كما لوحظ في هذه الدراسة.
٦. ان درجة الحرارة السطحية الناتجة عن عملية انزلاق واحتكاك حديد الزهر ذي الكرافيت الكروي على سطح القرص الفولاذي الدوار تزداد بازدياد الحمل العمودي المسلط مما ينتج عن ذلك ازدياد معدل البلى ، اي ان زيادة الحمل العمودي المسلط ينتج عنه معدلات بليان عالية لعينات حديد الزهر ذي الكرافيت الكروي وعند جميع السرع الانزلاقية المستخدمة في هذه الدراسة .
٧. ان معدل البلى يكون ذا قيمة عالية عند مد ى الاحمال من ٣٠ الى ٤٠ نيوتن لانه هذا ا لمدى من الاحمال وخاصة الحمل (٤٠) نيوتن يصبح متوسط درجة الحرارة اعلى من ٤٠٠ م ودرجات الحرارة السطحية ما بين (٣١٠-٣٦٠) م ، حيث عند هذا المدى من الاحمال ودرجات الحرارة يحصل تحول في البلى من البلى المتوسط الى البلى الشديد مما ينتج عن ذلك معدلات بليان عالية جدا.
٨. ان تغيرات البلى مع السرع الانزلاقية والاحمال العمودية المسلطة تعتمد بصورة رئيسية على درجات الحرارة السطحية الناتجة عنهما على الرغم من ان تاثيرهما على البلى لايمكن ان يهمل.
٩. تجنب استخدام مدى الاحمال (٣٠-٤٠) نيوتن وكذلك مدى درجات الحرارة (٣١٠-٣٦٠)م الناتجة عن التطبيقات العملية التي تستخدم فيها السبيكة اثناء عملية انزلاقها واحتكاكها مع المواد الاخرى حسب ما تم التوصل اليه في هذه الدراسة ويتم ذلك اما بواسطة تغير سرعة الانزلاق ، الحمل العمودي المسلط او درجة حرارة المحيط لانه ينتج عن هذين المديين من الاحمال ودرجات الحرارة بليان سطوح هذه السبيكة بمعدلات كبيرة جدا اثناء عملية الانزلاق.

١٠.كلما تزداد درجة الحرارة السطحية يزداد معامل الاحتكاك ويعزى سبب ذلك الى ان ارتفاع درجة حرارة السطوح المنزلقة يؤدي الى حصول تلين حراري (Thermal Softening) لنتوءاتهما السطحية.

١١.ان لدرجة الحرارة تاثير كبير عل خواص طبقة الكرافيت المتكونة ما بين سطح العينة والقرص المحتك معها حسب ما اشارت اليه هذه الدراسة ، حيث بينت ان قابلية التزييت لطبقة الكرافيت تصبح جيدة عند درجات الحرارة الاقل من (١٠٠)م الا انه مع ارتفاع درجة الحرارة السطحية يزداد معامل الاحتكاك وذلك بسبب حدوث تقسية وتصليد لطبقة الكرافيت مع ارتفاع درجة الحرارة .

المصادر

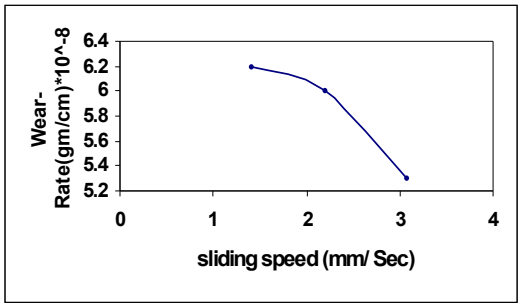
1. Francis. E. Kennedy, J.R. (Thermal and Thermomechanical Effect In Dry Sliding) Wear, 100 (1984), P. (453-476).
2. A.D. Sarkar, (Wear of Metals); Pergamon Press, (1979).
3. C.Lipson, (Wear Considerations In Design), Prentice-Hall Inc. ; (1967) ; Cited by J. N. Sulttan , Ph. D. Thesis , University of Technology , Baghdad=, (1995) , P. (21)
4. B.W. Sakmann, (J. Appl. Mech.), (1947) P. (14,43).
5. F.T. Barmcll ,(J.Inst. Metals), Symposium, Vol. 80, Monograph No. 13, (1952).
6. N.C. Welsh, (Proc. Inst. Mech. Eng.). Conference on Lubrication and Wear, (1957).
7. R.Wilson, (Influence of Oxide Films on Metallic Friction), Friction of Metals, P. (451-453).
8. R. Wilson, (Proc.Phys. So c.) ,London B68, (1955), P. (625).
9. L.E. Sibley, A.E. Nace, D.R. Grieser and Allen C.M. Wadd, (Tech. Report), (1960), P. (60-45), (1960).
10. J.N. Sulttn, (Study of Adhesive Wear of Different Stacking Fault Energy Alloys Under Dry Sliding Condition) Ph.D. Thesis University of Technology, Baghdad, (1995), P. (13-44).
11. M. Kawamoto and K. Okabayashi (Study of Dry Sliding Wear of Cast Iron As Afunction of Surface Temperature), Wear, 58 (1980), P. (59-95).
12. J.Sugishita and S.Fujiyoshi (The Effect of Cast Iron Graphiteson Friction and Wear Performance) II: (Variables Influencing Graphite Film Formation) Wear,68 (1981), P.(7-20)

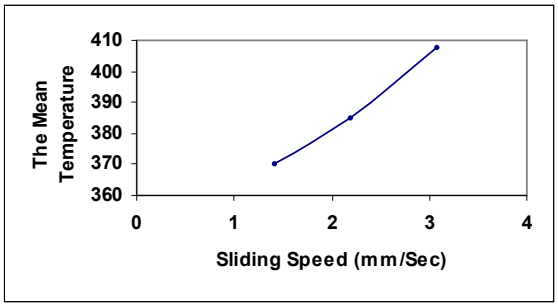


شكل رقم (١): البنية المجهرية الاساسية لبنية حديد الزهر ذي الكرافيت الكرويبحالتها الاصلية كمسبوكة (As-cast) والتي هي عبارة عن (بيانيت مع اوستنايت متبقي) قبل اجراء المعاملات الحرارية.

جدول رقم (١):يبين التركيب الكيمياوي (chemical composition) لعينات حديد الزهر ذي الكرافيت الكروي.

Chemical composition (%) التركيب الكيمياوي											
C.E مكافىء الكاربون	Si السيليكون	Mn النحاس	P الفسفور	S الكبريت	Cr الكروم	Mo الموليبدينوم	Ni النيكل	Cu النحاس	Mg المغنيسيوم	Al الالمنيوم	C الكاربون
٤.13	2.77	0.3	0.02	0.01	0.05	0.028	3.8	0.08	0.0327	0.002	3.2





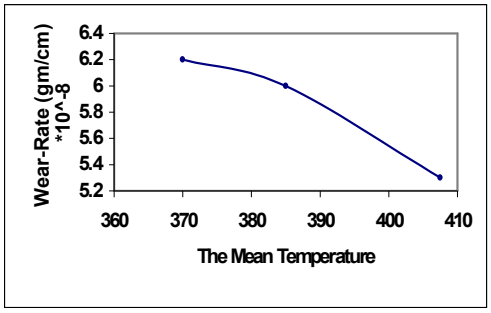
Condition of Alloy: (As-Cast)

No. of Nodules /mm : (138)
D = (35.3) um

Applied Normal Load : (30 N)

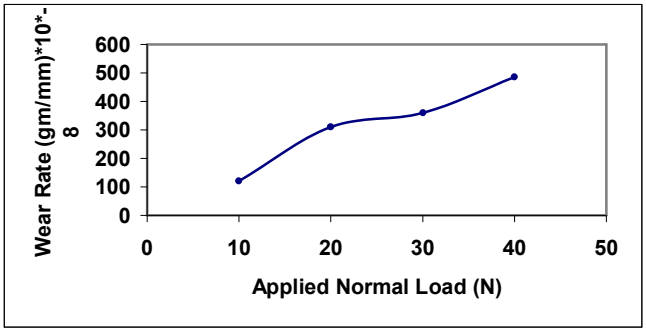
Sliding Time = : (30 MIN)

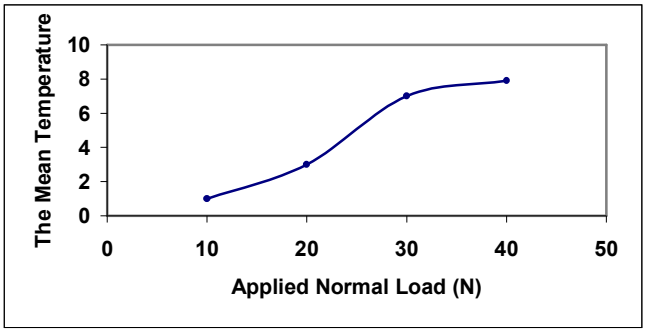
شكل (٢): العلاقة مابين سرعة الانزلاق وكل من معدل البلى ومتوسط درجة الحرارة السطحية لسبيكة حديد الزهر ذي الكرافيت الكروي بحالتها الأصليةكمسبوكة.



Condition of Alloy: (As-Cast)
No. of Nodules /mm : (138)
D = (35.3) um
Applied Normal Load : (30 N)
Sliding Time = : (30 MIN)

شكل (٣) :العلاقة مابين متوسط درجة الحرارة السطحية ومعدل لسبيكة حديد الزهر ذي الكرافيت الكروي .



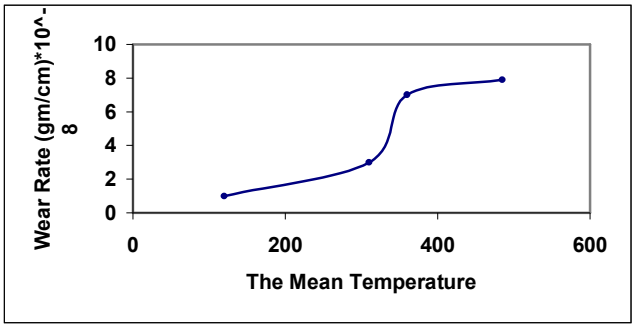


Condition of Alloy: (As-Cast)

No. of Nodules /mm : (164)
D = (35.8) um

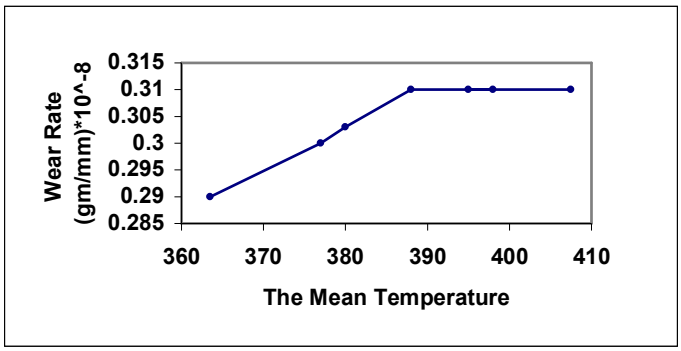
Sliding Speed =: (3.077m/Sec)
Sliding Time = : (30 min)

شكل (٤): العلاقة مابين الحمل العمودي وكل من معدل البلى ومتوسط درجة الحرارة السطحية لسبيكة حديد الزهر ذي الكرافيت الكروي بحالتها الأصلية كمسبوكة.



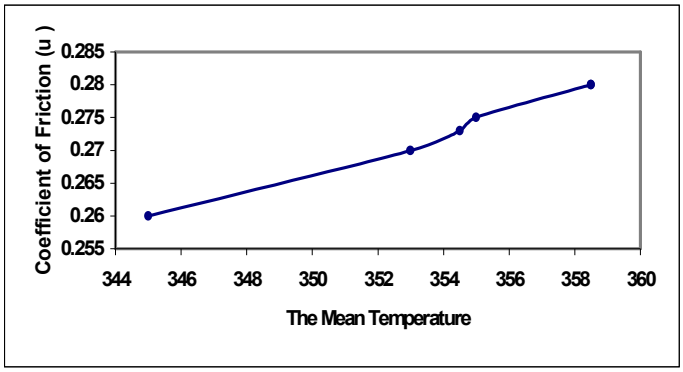
Condition of Alloy: (As-Cast)
No. of Nodules /mm : (164)
D = (35.8) um
Sliding Speed =: (3.077m/Sec)
Sliding Time = : (30 min)

شكل (٥): العلاقة ما بين متوسط درجة الحرارة السطحية ومعدل البلى لسبيكة حديد الزهر ذي الكرافيت الكروي.



Condition Of Alloy (As-Cast)
No. Of Nodules/ mm =(138)
Applied Normal load = (30N)
Sliding Speed = (3.077 m/ Sec)

شكل(٦): العلاقة مابين متوسط درجة الحرارة السطحية ومعدل البلى.



Condition Of Alloy (As-Cast)
No. Of Nodules/ mm =(164)
D.=(35.8 um)
Applied Normal load = (30N)
Sliding Speed = (3.077 m/ Sec)

شكل(٧): العلاقة مابين متوسط درجة الحرارة السطحية ومعامل الاحتكاك.

STUDY THE EFFECT OF PRODUCED TEMPERATURE DUE TO FRICTION ON THE BEHAVIOUR AND CHARACHERISTICS OF THE DRY SLIDING WEAR OF THE ACICULAR BAINITIC DUCTILE IRON

Dhia Ahmed Salal
Engineering College , Diyala University

ABSTRACT:- This research paper shows the effect of the rising temperature due to the friction between the mechanical parts which has an effect on the behaviour and characteristic of the dry sliding wear. Specimens of ductile iron are used in this research for this purpose under the effect of certain applied loads and sliding speeds. It has shown that, the mean temperature is increased with the sliding speed . This research has proved that , the average of the wear can have a high values under the temperature range (300-400)C and its maximum value can be obtained at the sliding speed (1.406) m/sec. The applied load on the ductile iron specimen can be seen in a linear relationship with the average of the wear in all sliding speeds while, at load of (40)N a maximum average wear can be obtained . This research also shows that, the friction factor is increased with the increasing of the surface temperature due the hardening of the graphite layer with the temperature rising.