P- ISSN 1991-8941 E-ISSN 2706-6703 (JUAPS) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2013,(7), (1) :194-203

دراسة مقاومة البلى وخاصية الصلاده لخلائط بوليمرية .

فائق حماد عنتر احمد حسن محمود

جامعة الانبار/ كلية العلوم

معلومات البحث:
تاريخ التسليم: 2012/9/9
تاريخ القبول: 2013/1/10
تاريخ النشر: 30/ 11 / 2013
DOI: 10.37652/juaps.2013.83044
الكلمات المفتاحية:
خلائط بوليميرية ،
مقاومة البلى ،
الصلادة ،
راتنج.

الخلاصة:
تضمن البحث تحضير خلائط بوليمرية ثنائية وثلاثية بطريقة القولبة اليدوية من راتنج الايبوكسي وراتنج البولي استر غير المشبع والبولي فنيل كلورايد (PVC) وبنسب وزنية مختلفة .في هذا البحث تم دراسة مقاومة البلى التي تتضمن التغّير في الحمل المسلط وكذلك الصلادة قبل وبعد الغمر في المحلول الحامضي وبتركيز (0.3 N).اوضحت النتائج بأن مقاومة البلى تزداد مع زيادة الحمل المسلط ومع زمن الغمر .كذلك اوضحت النتائج بأن صلادة شور تقل بعد الغمر في المحلول الحامضي.

المقدمة

ان الاهمية الصناعية والعلمية لعلم البوليمرات قد ازدادت بصورة كبيرة في اواخر القرن الماضي ، لقد قدرت الاحصاءات العالمية ان اكبر من 20% من المهندسين و 40% من العلماء يعملون في مجال الصناعات البلاستيكية وتقنياتها [1]. ان البوليمرات عبارة عن مواد كيميائية تمتاز بمواصفات تفوق المعادن والسيراميك منها خفة وزنها وسهولة انتاجها ورخص ثمنها وانخفاض كثافتها ومتانتها العالية ، كما انها لا تصدأ ولا تتآكل ولها توصيلية حرارية وكهربائية منخفضة لذا تستعمل بوصفها عوازل كهربائية وحرارية [2] . ونتيجة للتقدم العلمي في كافة مجالات الحياة ظهرت الحاجة الى استخدام مواد بوليمرية تمتلك صفات معينة لا يمكن الحصول عليها من بوليمر واحد ، لذا ظهرت محاولات في مزج نوعين أو اكثر من البوليمرات والحصول على خليط بوليمري بالمواصفات الصناعية المرغوب بها.

وتعرف الخلائط البوليمرية (Polymer Blends) بأنها مزج لنوعين أو اكثر من البوليمرات مزجاً فيزيائياً حيث يمتلك الخليط الناتج خواص مشتركة بين المركبات الاساسية للخليط وهذا يعتمد على نوعية البوليمرات وطريقة الخلط [3].

ان عمليات تشغيل الانظمة الميكانيكية المتعددة والتي تتضمن في عملها الاحتكاك والتزييت والبلى حفزت العلماء والباحثين الى الاهتمام بدراسة الاحتكاك والتزييت والبلى في المواد البوليمرية بشكل عام ومتراكباتها بشكل خاص وذلك لما تتمتع به المواد البوليمرية من قلة معامل الاحتكاك وخفة وزنها وسهولة تصنيعها وتحملها للأحمال العالية [4] ، ويعرف البلى على انه عملية تعرية لسطح المادة الصلبة نتيجة لتأثره بسطح آخر.

اجرى الباحثان (Padmanabban and Gobalkrishna) [5] دراسة البلى لمادة الفينول الاحتكاكية المدعمة بألياف الزجاج نوع (E-glass) وتوصل الباحث الى ان الخسارة النوعية في الكتلة بوحدة الحمل ومساحة الانزلاق تقل مع زيادة الحمل المسلط والسرعة وان هذه الخسارة

* Corresponding author at: University of Anbar - College of Science;
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5859-6212 .Mobil:777777
E-mail address:

تزداد بارتفاع درجة الحرارة , وان مقاومة البلى عند التدعيم تكون قليلة عند السرع العالية ودرجات الحرارة العالية .

اما الباحثان (Chang and Zhzng) [6] فقد قاما بدراسة مقارنة مقاومة البلى للايبوكسي المدعم بنانو اوكسيد التيتانيوم (nanoTiO2) مع مقاومة الايبوكسي المدعم بالياف الكربون القصيرة والكرافيت ، وتمت الدراسة عند سرع انزلاقية مختلفة وتوصل الباحثان إلى أن أفضل مقاومة بلى تكون لمتراكبات الايبوكسي المدعم بنانواوكسيد التيتانيوم.

الباحثة بان ايوب [7] قامت بدراسة الخواص الفيزيائية والميكانيكية والبلى لهذه الخلائط في الحالة الجافة وفي حالة غمرها بالمحاليل الكيميائية المختلفة, وقد بينت الدراسة ان اضافة مطاط البولي سلفايد Poly sulphide Rubber (PSR) ومطاط البولي يورثان(PUR) Poly urethane Rubber ادت الى تحسين الصدمة للايبوكسي والنوفولاك وذلك من خلال تقليل هشاشة الخليط كما ان قيمة الصلادة تقل بعد غمر العينات في المحاليل الكيميائية واخيراً بينت الدراسة بأن معدل البلى يزداد مع زيادة الحمل المسلط ومع زمن الغمر في المحاليل الكيميائية وايضاً يكون اكبر في الخلائط المغمورة بالمحاليل الكيميائية مقارنة مع الخلائط في الحالة الجافة.

ويقسم البلى الى الانواع التالية [8]

1. البلى الحكي :- Abrasive wear
2. بلى التعرية :- Erosive Wear
3. بلى كلال السطح :- Surface Fatigue Wear
4. البلى الالتصاقي :- Adhesive Wear

ان موضوع بحثنا الحالي هو:

1.البلى الالتصاقي:-

ويحصل هذا النوع من البلى في حالة انزلاق السطوح على بعضها البعض وتحت تأثير الحمل المسلط بحيث يكون الضغط على النتوءات المتماسة على درجة كبيرة تكفي لإحداث تشويه لدن موضعي (Local Plastic Deformation) وتلاصق (Adhesion)، ونتيجة لوجود قوى تجاذب بين ذرات السطحين المتلامسين فقد يحصل التصاق جيد بالنسبة للسطوح النظيفة والخالية من الاكاسيد ، ويكون الضغط كبيراً جداً عند قمم النتوءات المتلامسة الضعيفة وذلك لأن مساحة التلامس الحقيقية بين السطحين اقل من مساحة التلامس الظاهرية وكما نوضح بالشكل (1) [9]. ان حجم البلى يتناسب مع الحمل المسلط ومسافة الانزلاق وعكسياً مع صلادة المعدن ، وتتولد جسيمات البلى اذا كانت منطقة التلامس اقوى من طبقات المادة التي تحتها اذ ينفصل جزء من مادة السطح عند استمرار الانزلاق وكما موضح بالشكل (2) [8].

2.الصلادة:- Hardness

تعتبر الصلادة من الخواص الميكانيكية المهمة لدراسة لسطح المادة ، وتعرف بأنها مقاومة سطح المادة للغرز أو الخدش ، أو هي مقاومة المادة للتشوهات اللدنة الموضعية [10]. وتعتمد صلادة المواد على نوع القوة الرابطة بين الجزيئات او الذرات وعلى نوع السطح (ناعم ، خشن) ودرجة الحرارة والظروف المؤثرة فيها توجد عدة طرق لقياس الصلادة واهمها [11] .

1. صلادة شور D Shore (Durometer) Hardness Test
2. صلادة ماير Meyer Hardness
3. صلادة فايكرز Vickers Hardness
4. صلادة روكويل Rockwell Hardness
5. صلادة برينيل Brinell Hardness

ويعتبر اختبار الصلادة من الاختبارات السهلة وذلك لأنه لا يحتاج الى اجهزة معقدة وغالية الثمن اضافة الى ذلك اننا لا نحتاج الى

تحضير عينات خاصة وان العينات لا تتعرض الى اتلاف اذ لا تتكسر عند اجراء الاختبار ولا تشّوه بشكل كبير، وفي هذا البحث تم قياس صلادة سطح الخلائط البوليمرية بطريقة شور D التي تستخدم لقياس صلادة البوليمرات (المطاط – البلاستك) والتي تشمل معظم المواد المطاوعة للحرارة والمتصلدة حرارياً.

الجزء العملي

المواد المستعملة:

راتنج الايبوكسي:- Epoxy Resin

هو من البوليمرات المتصلدة بالحرارة ويكون على شكل سائل شفاف ذو قابلية التصاق عالية وقليل الانكماش وراتنج الايبوكسي المستخدم في هذه الدراسة هو من نوع (828 Epon™Resin) والمصنع من قبل الشركة الامريكية (Hexion Specialty Chemicals Inc.) وكثافته ($1.17gm/cm^3$) يحول هذا الراتنج الى الحالة الصلبة بعد اضافة مصلده من نوع نوع ميتافنيلين دايمن Metaphenylen Diamine(MPDA) وبنسبة 80 الى 100 من الايبوكسي ليتم التفاعل بدرجة حرارة الغرفة. وبعدها نجري عملية المعالجة في فرن تجفيف بدرجة حرارة (50^oC) ولمدة (6) ساعات وذلك لتقليل نسبة التقلصات وزيادة الترابط بين الجزيئات.

راتنج البولي أستر غير المشبع :- Unsaturated Polyester Resin

هو من البوليمرات المتصلدة حرارياً ويكون على شكل سائل اصفر اللون والراتنج المستخدم في هذه الدراسة هو من نوع (Siropol 8341) المصنع من قبل شركة سابك السعودية للراتنجات المحدودة وكثافته 1- (gm/cm^3 (1.3 يتحول هذا الراتنج الى الحالة الصلبة بعد اضافة مصلده من نوع بيروكسيد اثيل مثيل كيتون وبنسبة (1gm) لكل (99gm) من البولي استر ليتم التفاعل بدرجة حرارة الغرفة.

البولي فنيل كلورايد:- Polyvinyl Chloride (PVC)

هو بوليمر غير متصلد حرارياً ويكون على شكل حبيبات بيضاء صلبة والبوليمر المستخدم في هذه الدراسة هو من نوع (PVC 67S) وان (K-Value) له تساوي 67 والمصنع من قبل الشركة الالمانية (Tuttlingen) وكثافة (gm/cm^3 (1.3-1.58).

تحضير العينات:- Specimens Preparation

تم استعمال طريقة القولبة اليدوية (Hand lay- up molding) في عملية تحضير الخلطات البوليمرية، لأنها من الطرق السهلة والناجحة والشائعة الاستعمال ، وتتلخص بما يلي:-

a. تهيئة قالب الصب بأبعاد (30X30 cm) X 1cm ارتفاع ويجب ان ينظف جيداً ويغطى سطح القالب وجوانبه بالنايلون لمنع التصاق المصبوبة بسطح القالب وكما موضح بالشكل (3).

b. تحضير الخلطة البوليمرية:-

1- يحضر بوليمر الايبوكسي وذلك بإضافة مصلده اليه ويخلط جيداً بواسطة الخلاط الكهربائي للحصول على خليط متجانس .

2- يحضر بوليمر البولي استر غير المشبع بإضافة مصلده اليه ويخلط جيداً بواسطة الخلاط الكهربائي للحصول على خليط متجانس.

3- يحضر البولي فنيل كلورايد حسب النسب الوزنية.

4- تمزج الخلطات في الفرات (1،2،3) اعلاه بواسطة الخلاط الكهربائي وحسب النسب الوزنية (EP80%UP20%) و(EP80%PVC20%) للخلائط الثنائية و(EP80%UP15%PVC5%) و(EP80%UP10%PVC10%) و(EP60%UP20%PVC20%) بالنسبة للخلائط الثلاثية، وبعدها يُصب الخليط في القالب المُهيأ.

5- تُركت الخلطة مدة (72) ساعة في درجة حرارة الغرفة للتصلب وبعدها توضع في فرن تجفيف وبدرجة حرارة (60-65°C) ولمدة (6) ساعات لإتمام عملية المعالجة (Curing) وزيادة الترابط الجزيئي بين مكونات الخليط.

6- نقّطع المصبوبة الى عينات حسب مواصفات عينات الجهاز الخاص بكل اختبار وحسب المواصفات القياسية العالمية ثم تجري بعدها عملية تنعيم وصقل العينات باستعمال اوراق كاربيد السيلكون وبدرجات نعومة مختلفة. الشكل (4) يوضح الابعاد القياسية لعيمة اختبار البلى والتي تكون نفسها لعينة الصلادة ، والشكل (5) يبين صورة فوتوغرافية لعينات البلى والصلادة.

الاختبارات والاجهزة المستخدمة:- Test and Equipment Used

اختبار البلى:- Wear Test

تم اجراء اختبار البلى باستعمال جهاز البلى الالتصاقي الموضحة صورته بالشكل (6)، والذي يتكون من ذراع معدنية مستوية تحتوي على ماسك لتثبيت العينة وقرص حديدي دوار صلادته (269HB) يتصل بمحرك كهربائي للحصول على سرع متغيرة لدوران القرص والتي تعتبر سرعة دوران العينة.

يُحسب معدل البلى من العلاقة التالية

$$(1)\boldsymbol{Wear\ rate} = \frac{\Delta w}{S_D}\left(\frac{gm}{cm}\right) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$

(gm) . الفرق بالكتلة للعينة قبل وبعد الاختبار (Δw: حيث ان:-

$$\Delta w = w_1 - w_2 \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

و S_D : مسافة الانزلاق (cm) وتُحسب من العلاقة

$$S_D = 2\,\pi\,r\,n\,t \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

(cm) . نصف القطر من مركز العينة الى مركز القرص r :

عدد دورات القرص (دورة / دقيقة).n :

t : زمن الاختبار (دقيقة).

في البحث الحالي :

1- تمت دراسة تأثير الحمل المسلط في معدل البلى للخلائط البوليمرية قبل الغمر بالمحلول الحامضي لمدة (21) يوم وبعده، حيث تم اعتماد اربعة احمال (20,15,10,5) نيوتن مع ثبات كل من وقت تدوير العينة وصلادة القرص والسرعة الانزلاقية.

2- دراسة تأثير الغمر في المحلول الحامضي في معدل البلى حيث تم غمر العينات في محلول حامض الهيدروكلوريك (HCL) وبتركيز (0.3N) ، وجرى الاختبار بفترة غمر مقدارها (21) يوم.

اختبار الصلادة:- Hardness Test

تم قياس صلادة العينات في الحاتين الجافة والمغمورة بالمحلول الحامضي HCL وبتركيز (0.3)، بطريقة شور(D) وباستخدام جهاز فحص الصلادة من نوع (Elcometer 3120 Shore D) والمصّنع من قبل شركة الكوميتر (Elcometer) الانكليزية والموضحة صورته بالشكل (7) ويتكون الجهاز من اداة غرز على شكل ابرة تخترق سطح العينة لتسجل مقدار صلادة .

النتائج والمناقشة:- Results and Discussion

اختبار الصلادة:- Hardness Test

بينت النتائج العملية لاختبار الصلادة للعينات في الظروف الطبيعية الموضحة بالشكل (8) بأن الخليط الثنائي (EP80%UP20%)(النموذج A) يمتلك اعلى قيمة للصلادة وسبب ذلك يعود الى الترابط القوي بين ذرات وجزيئات بوليمر الايبوكسي والبولي استر عند السطح البيني مما ادى الى زيادة التشابك والتراص الذي قلل من حركة جزيئات البوليمر وبالتالي زيادة مقاومة المادة للخدش والقطع والتشوه مما يعني زيادة صلادتها [12]. اما العينة ذات الخليط الثنائي (EP80%PVC20%) (النموذج B) فكانت اقل مما للخليط اعلاه واكبر مما للخلائط الثلاثية وسبب ذلك يعود الى تأثير نسبة حبيبات الـ (PVC) ادت الى تقليل الربط التشابكي بين الطورين للايبوكسي والـ (PVC) وذلك لأن الـ (PVC) يمتاز بالهشاشة وان 95% من تركيبه الجزيئي يتميز بالربط العشوائي بواسطة قوى فاندرفالز الضعيفة.

اما بالنسبة للخلائط الثلاثية (EP80%UP15%PVC5%) و (EP80%UP10%PVC10%) و (EP60%UP20%PVC20%) (للنماذج C,D,E)فأن الصلادة تقل كلما ازدادت نسبة الـ (PVC) في الخليط الثلاثي وهذا يعود الى مورفولوجية الخليط الثلاثي وتأثير حبيبات الـ (PVC) على الربط التشابكي لهذه الخلائط عند السطوح البينية لأطوار الخلائط الثلاثية.

تم غمر العينات في المحلول الحامضي (HCL) وبتركيز (0.3N) واجري الاختبار بعد (21) يوم في المحلول الحامضي وتبين من الشكل (9) بأن جميع العينات ابدت انخفضاً ملحوظاً في قيم الصلادة ويرجع سبب ذلك الى ان امتصاص العينة للمحلول الحامضي ادى الى تكسير الاواصر وانحلال المادة وظهور الفقاعات التي تعتبر ظاهرة من ظواهر التشوه اللدن في العينة [13] ، ولمعرفة تأثير فترة الغمر بالمحلول الكيميائي على خاصية الصلادة للخلائط البوليمرية فقد تم قياس خاصية الصلادة عند فترات غمر (7،14،21) يوم والنتائج العملية موضحة بالشكل (10) حيث نلاحظ بأن قيمة الصلادة تنخفض كلما ازدادت فترة الغمر وهذا ناتج من زيادة امتصاص العينة للمحلول الحامضي بزيادة فترات الغمر وهذا بدوره يؤدي الى زيادة التفكك والتحلل للعينة الذي ينتج انخفاض في قيمة الصلادة ويلاحظ بأن قيمة الصلادة للخلائط الثلاثية تقل مع زيادة نسبة الـ (PVC) في الخليط وهذا مرتبط بمورفولوجية الخلائط الثلاثية وزيادة السطوح البينية وبالتالي زيادة انتشار جزيئات الحامض التي تؤدي الى زيادة لدونة المادة مما يعني انخفاض الصلادة.

اختبار البلى :- Wear Test

تأثير الحمل المسلط في معدل البلى في الظروف الطبيعية :-

تم دراسة تأثير تغير الحمل المسلط على معدل البلى لعينات الخلائط البوليمرية في الظروف الطبيعية وتم اعتماد اربعة احمال هي (20,15,10,5) نيوتن على التوالي وسرعة انزلاقية ثابته مقدارها (3.14 m/sec) ومدة تدوير (10) دقيقة لقرص الحديد ذو الصلادة (269 HB).

من ملاحظة الشكل (9) نجد ان زيادة الحمل المسلط تؤدي الى زيادة معدل البلى ولكافة العينات وسبب ذلك يعود الى ان قوة الاحتكاك (F) تتناسب طردياً مع القوة الضاغطة (N)

$$F \alpha N$$

$$F = \mu N \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث ان: μ : معامل الاحتكاك.

ان السطحين المتلامسين المحتكين يتكونان من نتوءات واخاديد ، وان بداية التلامس يبين هذين السطحين يتم عند النتوءات الحادة وتحت

تأثير الحمل المسلط لذا فأن الاجهاد يتركز على النتوءات الحادة والذي يؤدي الى زيادة التشوه الحاصل عند قمم النتوءات للمنطقة القريبة من سطح العينة مما يؤدي الى تحطم قشرة السطح وانفصالها على شكل دقائق رقيقة مكونة حطام البلى [1]. ان الاحتكاك الحاصل بين السطحين المتلامسين يؤدي الى ارتفاع درجة الحرارة التي تسبب زيادة في ليونة المادة وهذا بدوره يؤدي الى زيادة الالتصاق ما بين السطحين المتلامسين وبالتالي زيادة معدل البلى ، ومن الشكل (10) نلاحظ ايضاً بأن الخلائط الثلاثية تمتلك قيم لمعدل البلى اعلى مما للخلائط الثنائية ولمختلف الاحمال المسلطة وسبب ذلك يعود الى مفهوم الصلادة الذي يتناسب عكسياً مع معدل البلى فالعينات التي صلادتها عالية فأن معدل البلى لها قليل جداً وبالعكس [1].

تأثير الحمل المسلط في معدل البلى للعينات المغمورة في المحلول الحامضي:-

تم قياس معدل البلى للعينات المغمورة لمدة (21) يوم في المحلول الحامضي (HCL) وبتركيز (0.3N) وللأحمال (20,15,10,5) نيوتن على التوالي، والنتائج العملية الموضحة بالشكل (11) تبين ان معدل البلى لكافة العينات يكون اكبر مما هو عليه في الظروف الطبيعية لأسباب عديدة منها :

1- ان انتشار جزيئات الحامض الى داخل المادة من خلال الفجوات المتكونة اثناء القولبة اليدوية يؤدي الى تحلل المادة عند فترات الغمر الطويلة مما يزيد من لدونتها وسهولة انفصال اجزائها القريبة من السطح عند تسليط الاحمال عليها وبالتالي زيادة معدل البلى.

2- ان جزيئات الحامض عند توغلها داخل العينة تؤدي الى تحطيم قوى فندرفالز بين السلاسل البوليمرية مما يؤدي الى زيادة لدونة سطح العينة وبالتالي زيادة معدل البلى.

3- ان المحلول الحامضي يزيل الغشاء المتكون بين سطح العينة والقرص الدوار مما يزيد من مساحة التلامس للسطحين المحتكين وبالتالي زيادة معدل البلى.

تأثير فترة الغمر بالمحلول الحامضي في معدل البلى:-

لمعرفة تأثير فترة الغمر بالمحلول الحامضي في معدل البلى فقد تم قياس معدل البلى عند فترات زمنية (21,14,7) يوم عند سرعة ثابته مقدارها (3.14 m/sec) ومدة تدوير قرص الحديد (10) دقيقة وعند حمل مسلط ثابت مقداره (20) نيوتن والنتائج العملية موضحة بالشكل (12) الذي يبين بأن معدل البلى يزداد بزيادة فترة الغمر وذلك لأن امتصاص العينة لجزيئات الحامض يزداد بزيادة فترة الغمر وهذا يعني زيادة التحلل وتحطيم الاواصر بين السلاسل البوليمرية اي زيادة الانحلال ولدونة المادة مما يسهل انفصال جزيئات العينة عند تسليط حمل مقداره (20) نيوتن اثناء دورانها على قرص الحديد وهذا يعني زيادة معدل البلى للعينة ، كما ان الحامض الممتص من قبل العينة يؤدي الى ازالة الغشاء المتكون بين العينة والقرص الحديدي الدوار مما يزيد من قوة الاحتكاك وبالتالي زيادة معدل البلى ونلاحظ بأن معدل البلى يزداد مع انخفاض قيمة الصلادة للعينات كافة على التوالي وذلك لأن الصلادة تتناسب عكسياً مع معدل البلى.

الاستنتاجات

1- ان صلادة الخلائط الثنائية اكبر منها للخلائط الثلاثية في الظروف الطبيعية وتقل قيمة الصلادة لكافة العينات عند غمر (21) يوم في المحلول الحامضي.

2- ان معدل البلى لكافة العينات يزداد بزيادة الحمل المسلط في الظروف الطبيعية وفي الغمر بالمحاليل الكيميائية.

3- ان معدل البلى في الظروف الطبيعية يكون اقل مما هو عليه في حالة الغمر بالمحلول الحامضي لمدة (21) يوم .

4- تنخفض قيمة الصلادة كلما ازدادت فترة الغمر بالمحلول الحامضي.

5- يزداد معدل البلى بزيادة مدة الغمر بالمحلول الحامضي.

المصادر

1- فريد بليمر، ترجمة د. صلاح محسن عليوي، "اساسيات علم البوليمر"، كلية العلوم، جامعة الموصل، 1971.

2- V. Raphanvan, “Material Science & Engineering A first Course”, 2nd ed. , Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi, 1979.

3- Leszek, Utracki,"polymer Alloys and Blends",New York, 1990.

4- Jan Quintelier and Pieter Samyan, " Materials Science Forum ", Vol. 561, PP(635-638), 2007.

5- Padmanabhan, Gopalkrishana, Un. Of Missouri Rolla, 1994.

6- L.Chang,Z.Zhzng," Applied Science and Manufacturing",Vol.35, December, 2004.

7- Ban Ayyoub Yousif, "Development and Characterization of Ternary Thermosetting Polymer Blends", Ph. D Thesis, Dept. Phys. Un. Of Technology, 2010.

8- D.H. Buckley, "Surface Effect in Adhesion, Friction, Wear and Lubrication", Elsevier, New York, 1981.

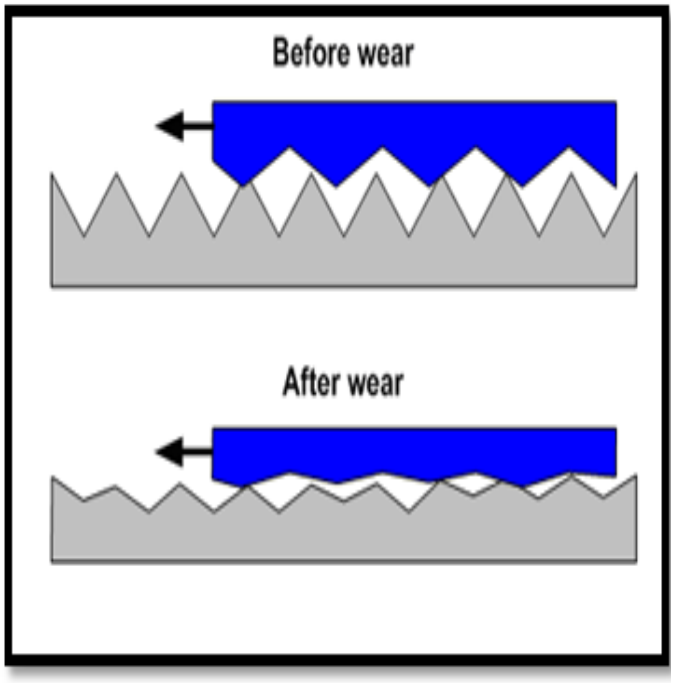
9- A.D. Sarkar, "Friction and Wear", Academic press, Inc. , London, 1980.

10- D.William callister. Jr. "Materials science and Engineering An Introduction" , 7th ed., 2007.

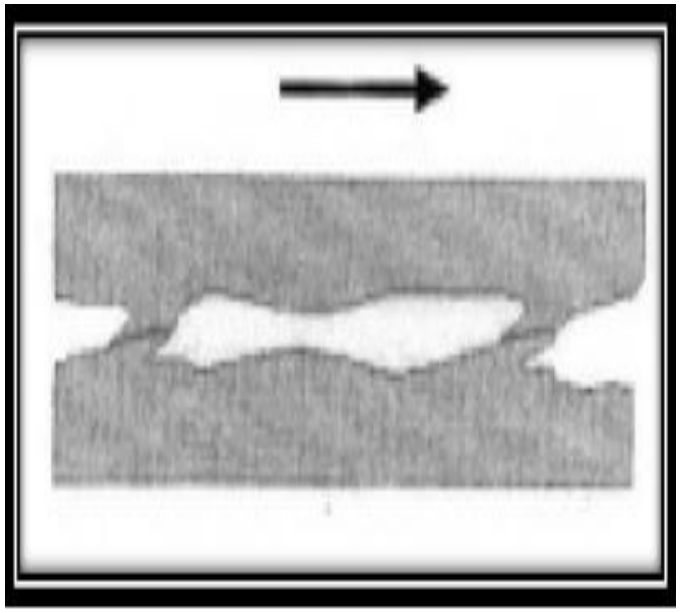
11- Walkerm P.M.B., "Materials Science and Technology Dictionary", 1999.

12- انا ازتاكر , ترجمة د. اكرم عزيز , **"الكيمياء الفيزيائية للبوليمرات"**, 1984.

13- W. Bolton, "Engineering Material Technology" , 3th ed. , Member of Elsevier Group, New York, 1998.



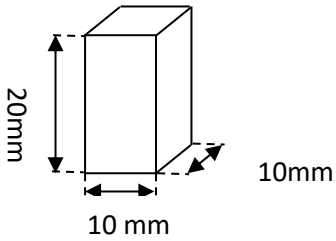
الشكل (1) يوضح النتوءات الحادة بين سطحين متلامسين قبل وبعد حدوث البلى [9]



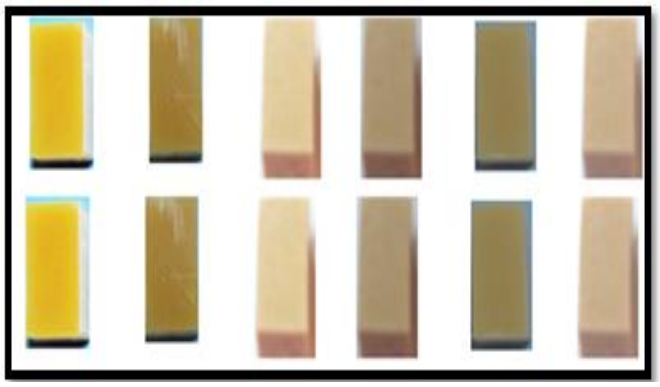
الشكل (2) يوضح البلى الالتصاقي (Adhesive Wear) [8]

P- ISSN 1991-8941 E-ISSN 2706-6703 (JUAPS) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2013,(7), (1) :194-203

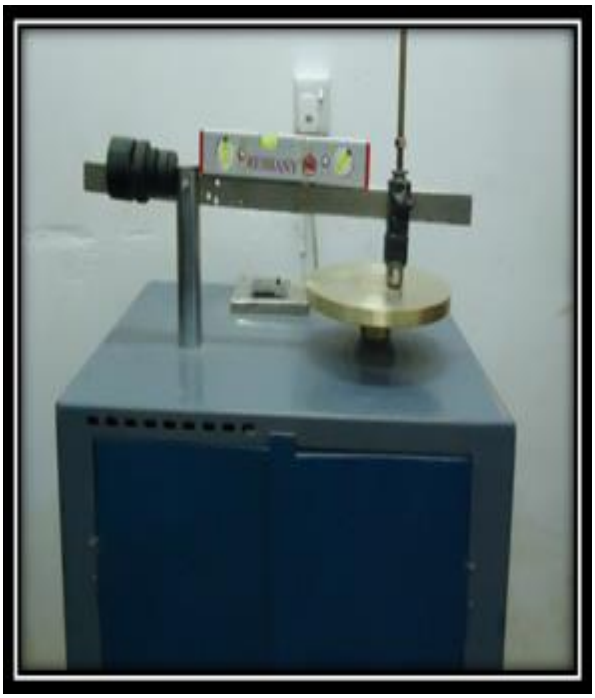
الشكل (3) القالب المستخدم في عملية صب الخلطات

نوع الاختبار	الابعاد القياسية للعينات	النظام القياسي
1-اختبار البلى 2- اختبار الصلادة		ASTM

الشكل (4) الابعاد القياسية لعينات البلى والصلادة حسب المواصفات العالمية

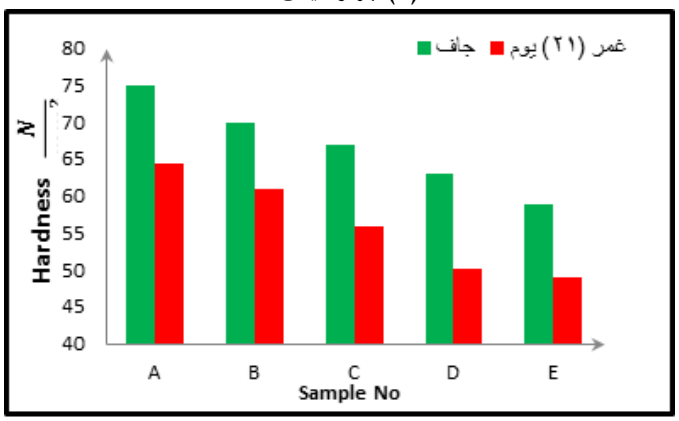


الشكل (5) صورة فوتوغرافية للعينات المستخدمة في قياس البلى والصلادة

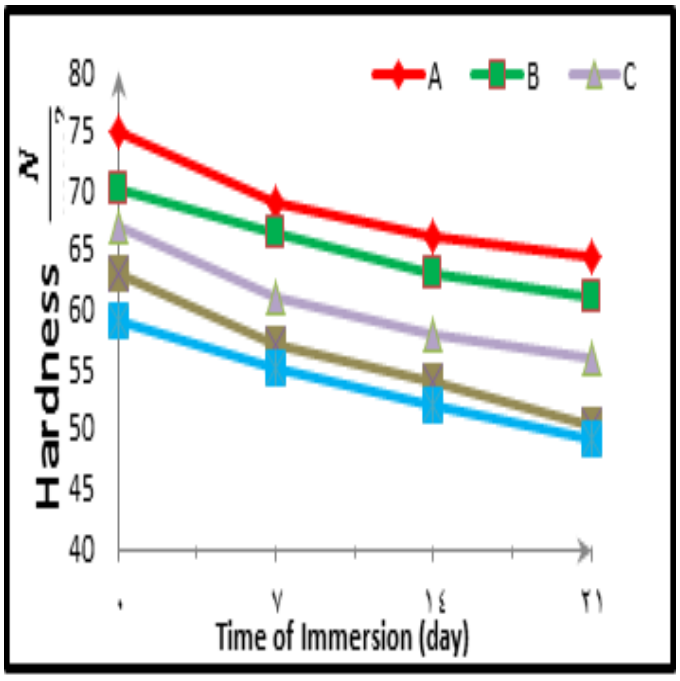


الشكل (6) يبين جهاز البلى الانزلاقي

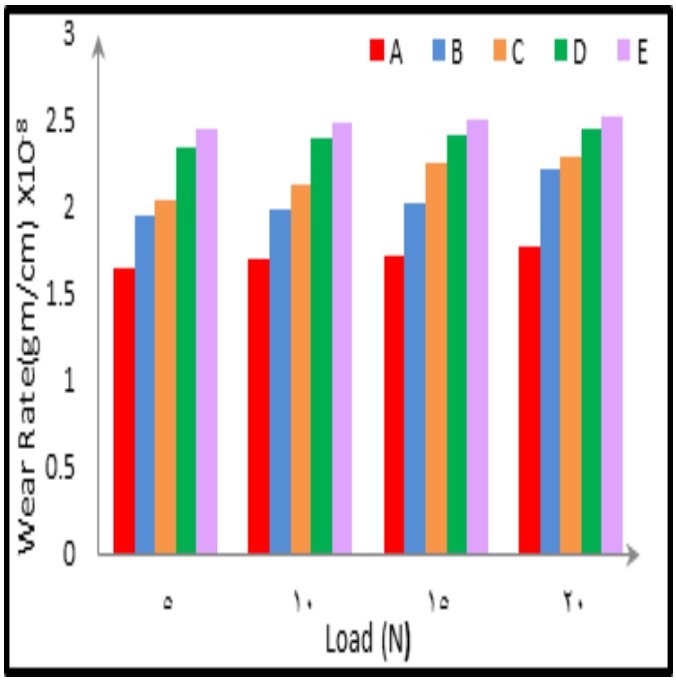
الشكل (7) جهاز قياس الصلادة



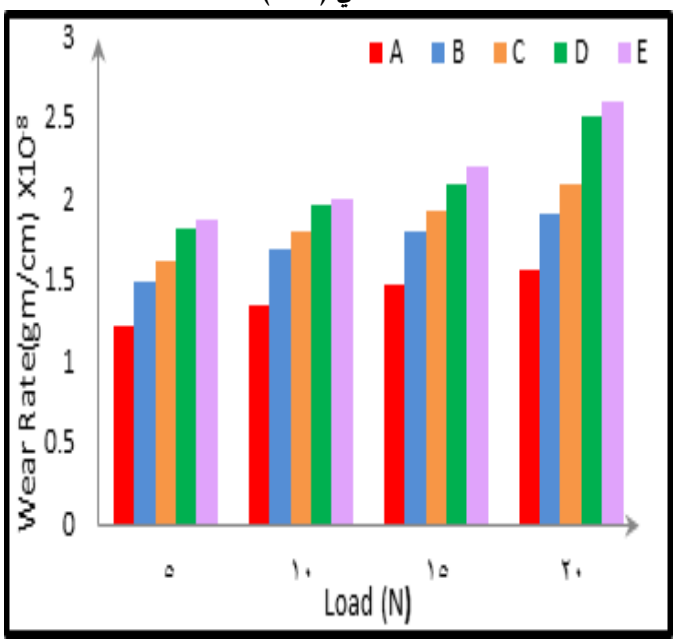
الشكل (8) يوضح قيم الصلادة مع نسبة الخلط في الحالتين الطبيعية والغمر بالمحلول الحامضي لمدة (21) يوم



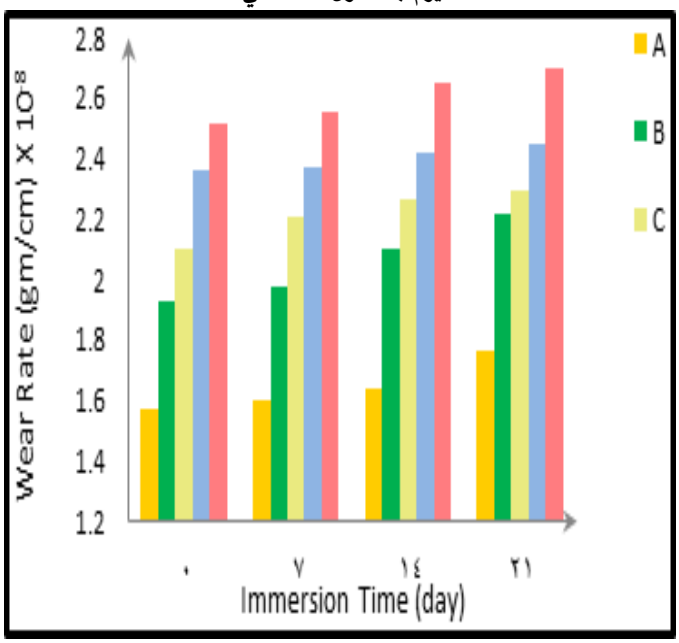
الشكل (9) يبين تغير قيم الصلادة للخلائط البوليمرية مع مدة الغمر بالمحلول الحامضي (HCL)



الشكل (11) تغير معدل البلى مع تغير الحمل المسلط للعينات المغمورة (21) يوم بالمحلول الحامضي



الشكل (10) تغير معدل البلى مع تغير الحمل المسلط للعينات في الظروف الطبيعية



الشكل (12) تغير معدل البلى مع مدة الغمر لقرص الحديد عند حمل مسلط (20) نيوتن وبثبوت السرعة الانزلاقية ومدة الدوران

P- ISSN 1991-8941 E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2013,(7), (1) :194-203

STUDY OF WEAR RESISTANCE AND HARDNESS PROPERTY FOR POLYMERIC BLENDS

FAIK H. ANTER **AHMED H. MAHMOOD**

ABSTRACT

This work includes preparation binary and ternary polymeric blends by Hand lay-up molding from Epoxy resin, Unsaturated polyester and polyvinyl chloride (PVC) with different weight ratios. The wear resistance (which includes change in applied load and hardness (shore)) were study before and after immersion in (HCL) solution with (0.3) normality. The experimental results show that the wear rate was increased with increasing applied load and immersion time. Also the results show that shore hardness was decreased after immersion in (HCL) solution.