



تأثير أشعة غاما على بعض الخواص الميكانيكية لمتراكبات بوليمرية هجينة

د. فائق حماد عنتر د. طلال عبداللطيف حسين همسة عدنان علي

جامعة الأنبار / كلية العلوم

الخلاصة:

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: ٢٠١٣/٠٠/٠٠

تاريخ القبول: ٢٠١٤/٠٥/٠٦

تاريخ النشر: ٢٠١٧ / ٥ / 3

DOI: 10.37652/juaps.2017.175982

الكلمات المفتاحية:

ايوبوكسي،

اشعة غاما،

البلى،

هجانن بوليمرية.

تم في هذا البحث تصنيع مادة متراكبة بوليمرية هجينة بطريقة القولبة اليدوية، باستخدام راتنج الايبوكسي كمادة أساس والألياف الزجاجية وألياف النايلون-٦ وألياف الصوف الصخري كمواد تدعيم وبكسر حتمي ٣٠%. تم دراسة معدل البلى الالتصاقى وخاصة الصلادة للعينات قبل وبعد التشعيع بأشعة غاما وبجرعة إشعاعية مقدارها (30 KGy) وفترات تشعيع (16,9,5) يوم. النتائج العملية بينت بأن قيمة معدل البلى لكافة العينات بعد التشعيع اقل مما في الظروف الطبيعية، وان هذه القيم تقل بزيادة فترات التشعيع. أما بالنسبة لقيمة الصلادة فقد ازدادت لكافة العينات بعد تعريضها للتشعيع اكبر مما عليه في الظروف الطبيعية وتستمر هذه الزيادة بالارتفاع مع زيادة مدة التشعيع.

المقدمة:

في هذا البحث تم استخدام أشعة غاما تحديداً لمعرفة تأثيرها على المواد المتراكبة الهجينة البوليمرية التي تم تصنيعها، وخصوصاً على معدل البلى الالتصاقى والصلادة يحصل البلى الالتصاقى Adhesive Wear في حالة انزلاق السطوح على بعضها البعض وتحت تأثير الحمل المسلط بحيث يكون الضغط على النتوءات المتماصة 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 [5]. إن 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 إذ ينفصل جزء من مادة السطح عند استمرار الانزلاق [6].

تعتبر الصلادة من الخواص الميكانيكية المهمة لدراسة سطح المادة، وتعرف بأنها مقاومة سطح المادة للغرز أو الخدش، أو هي مقاومة المادة للتشوهات اللدنة الموضعية، وتعتمد صلادة المواد على نوع القوة

إن المواد البوليمرية المدعمة بالألياف هي اكثر المواد البوليمرية شيوعاً وذلك لما تتصف به هذه الألياف من خواص شد ومرونة ومتانة عالية، يمكن أن تكون الألياف مستمرة أو متقطعة (قصيرة) أو مرتبة باتجاه واحد أو عدة اتجاهات ثنائية أو ثلاثية الأبعاد أو قد تكون مرتبة بشكل عشوائي أو منتظم [1]. إن المواد المتراكبة الهجينة (Hybrid Composites) تعد من الاستخدامات الجديدة نسبياً للمواد المتراكبة التي يمكن الحصول عليها من استعمال نوعين أو أكثر من الألياف أو مواد التقوية الأخرى في مادة أساس واحدة، أو استعمال أكثر من نوع من مواد الأساس (الخلات Blends) [2]. في السنوات الأخيرة بدأ الاهتمام في بحوث تشعيع المتراكبات والهجانن البوليمرية بطاقات عالية ولوحظ من حزم الإلكترونات وتأثيرات الأشعة السينية وأشعة غاما وبيتا توليد تشكيلات أيونية وجذور حرة من الممكن أن تولد عمليات تشابك (Cross-Linking) أو عمليات تهديم بقص السلاسل البوليمرية (Chain Scission Degradation)، وكذلك عمليات تحرر الغازات وانبعائها (Gas Evolution) من تلك المواد [3,4].

* Corresponding author at: Continuous Education Center, Mustansiriyah University, , Baghdad, Iraq;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5859-6212> .Mobil:777777
E-mail address: dean_coll.science@yahoo.com

الخشنة، وتعتبر الأكثر شيوعاً في الاستخدام بسبب متانتها وصلابتها الجيدتين وسهولة إنتاجها وتوافرها في الطبيعة.

B ألياف نايلون-6 (Nylone -6 Fibers)

ألياف النايلون هو الاسم الذي أطلق على بولي اميدات (Polyamides) وتكون محاكة بشكل حصيرة بزاوية ($0-90^\circ$) وكثافتها ($0.99-0.95 \text{ gm/cm}^3$).

C . ألياف الصوف الصخري (Rock Wool Fibers)

تصنع هذه الألياف من صخور البازلت بشكل ألياف طويلة أو ألياف منقطعة، وتمتلك ألياف الصوف الصخري كثافة مقدارها (0.7 gm/cm^3). تعد هذه الألياف من العوازل الحرارية نظراً لما تمتاز به من مقاومة حرارية عالية تصل إلى (8000°C)، وتمتاز بمقاومة كيميائية عالية.

٢-٢ تحضير العينات Specimens Preparation

أُستُخدمت طريقة القوالب اليدوية (Hand lay-up molding) في تحضير المتراكبات البوليمرية لأنها من الطرق السهلة والشائعة الاستعمال، وتتلخص هذه الطريقة بما يلي: -

(١) تهيئة القالب المستخدم لتحضير المواد المتراكبة البوليمرية وذلك بتقطيع لوحين زجاجين بأبعاد $(30 \times 30) \text{ cm}$ وبسمك (6 mm) يمثل إحداهما القاعدة التي يتم الصب عليها والآخر يمثل الغطاء، ويتم تنظيفهما بالماء والصابون جيداً وتجفيفهما بفرن تجفيف بدرجة حرارة (60°C) ولمدة (15) دقيقة وذلك لتبخير الدهون والمواد العضوية الأخرى، ونغلف اللوحين الزجاجين بورق حراري لضمان سهولة إستخراج المصبوبات من القالب والحيلولة دون التصاقها بالقالب بعد اكتمال عملية التصلب.

(٢) تقطيع الألياف الزجاجية نوع (E-glass) المحاكاة بشكل حصيرة وألياف النايلون (N_6) وألياف الصوف الصخري وبأبعاد (20×2) cm، ثم يتم حساب وزنها ووزن راتنج الإيبوكسي بحيث يتحقق الكسر الحجمي % ٣٠ للألياف في المادة المتراكبة الهجينة.

(٣) تتم عملية خلط راتنج الإيبوكسي المضاف إليه مصلده ونسبة وزنية تعادل (1:3)، خلطاً جيداً باستخدام الخلاط الكهربائي،

الرابطة بين الجزيئات أو الذرات وعلى نوع السطح (ناعم، خشن) ودرجة الحرارة والظروف المؤثرة فيها [7,8].

توجد عدة طرق لقياس الصلادة وإهما [9,1]. صلادة شور D Hardness Test (Durometer) Shore و صلادة ماير Meyer Hardness و صلادة فايكرز Vickers Hardness و صلادة روكويل Brinell Hardness و صلادة برينيل Rockwell Hardness

يعتبر اختبار الصلادة من الاختبارات السهلة وذلك لأنه لا يحتاج إلى أجهزة معقدة وغالية الثمن إضافة إلى ذلك أننا لا نحتاج إلى تحضير عينات خاصة وإن العينات لا تتعرض إلى إتلاف إذ لا تتكسر عند إجراء الاختبار ولا تشوه بشكل كبير، وفي هذا البحث تم قياس صلادة سطح الخلطات البوليمرية بطريقة شور D التي تستخدم هذه الطريقة لقياس صلادة البوليمرات (المطاط - البلاستيك) والتي تشمل معظم المواد المطاوعة للحرارة والمتصلدة حرارياً.

الجزء العملي

تقسم المواد المستخدمة في هذا البحث إلى قسمين:-

المواد المستخدمة Used Materials

تقسم المواد المستخدمة في هذا البحث إلى قسمين:

المادة الأساس Matrix Material

أُستخدم في هذا البحث راتنج الإيبوكسي (Epoxy Resin) نوع (EP10) المستورد من شركة (Fostorc) الأردنية كمادة أساس في تحضير المادة المتراكبة، ويمتاز راتنج الإيبوكسي بكونه سائل شفاف ولزج ذو كثافة (1100 kg/m^3)، يحول راتنج الإيبوكسي إلى الحالة الصلبة بعد إضافة مصلده إليه من نوع ميتافينيلين دايمين Metaphenylen (MPDA) (Diamine) ونسبة (1:3).

مواد التقوية Reinforcement

في هذا البحث تم استخدام عدة أنواع من مواد التقوية وهي :-

A. الألياف الزجاجية (Glass Fibers)

إن الألياف الزجاجية المستخدمة في التدعيم هي من نوع (E- Glass) المحاكاة بشكل حصيرة (Woven Roving) وتكون من النوعية

الاختبار ونقيس كتلة العينة بعد الاختبار w_2 (gm) لتحديد الفقدان في الوزن.

يُحسب معدل البلى من العلاقة التالية

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

الفرق بالكتلة للعينة قبل وبعد (gm) وتحسب من العلاقة الرياضية (٢)

حيث أن Δw : الاختبار

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

و S_D : مسافة الانزلاق (cm) وتُحسب من العلاقة

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

حيث أن:

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

n : عدد دورات القرص (دورة / دقيقة).

t : زمن الاختبار (دقيقة).

نعيد الخطوات السابقة لباقي النماذج وبعد ذلك ندرس تأثير التشيع في

معدل البلى وبنفس الظروف والخطوات.

٢-٣-٢ اختبار الصلادة Hardness Test

تم قياس صلادة المواد المتراكبة قبل وبعد التشيع بطريقة مقياس

شور (D) والجهاز المستعمل لهذا الاختبار نوع (Elcosmeter 3120

Shore D) والمصنّع من قبل شركة الكوميتير (Elcometer) الإنكليزية

والموضحة صورته بالشكل (٢)، والذي يتكون من أداة غرز بشكل إبرة،

ويتغلغل أداة الغرز داخل سطح المادة تحت تأثير حمل معين سينحرف

مؤشر العداد المثبت في الجهاز ويمثل هذا الانحراف مقدار صلادة سطح

العينة.

٣- النتائج والمناقشة:

3-1 نتائج اختبار البلى Wear Test Results

في هذا البحث تم دراسة معدل البلى لكافة العينات قبل وبعد

التشيع، ولحساب معدل البلى تم استخدام حمل مسلط مقداره (20

نيوتن، ومدة التدوير ثابتة مقدارها (10 دقائق، وسرعه انزلاقية ثابتة

مقدارها (3.14 m/sec)، والقرص المستخدم هو قرص الالمنيوم ذو

الصلادة (86 HB)، وتم حساب معدل البلى بالطريقة الوزنية من المعادلة

وبعدها يصب قليلاً من هذا الخليط المتجانس على القالب (القاعدة)

الموضوع عليه ورق حراري، ونضع طبقات من ألياف التدعيم على

القاعدة مع مراعاة صب الراتنج بين طبقات الألياف ثم نضع فوقه

الورق الحراري والغطاء الزجاجي ونضع ثقلاً مناسباً على الغطاء

من اجل ضمان خروج الفقاعات الهوائية المتولدة عند الخلط وكذلك

ضمان تجانس السمك.

٤) يترك القالب فترة زمنية مقدارها (48 ساعة بدرجة حرارة الغرفة

حتى يكتمل التصلب، وبعدها نضع العينات بعد استخراجها من

القالب في فرن التجفيف بدرجة حرارة (50°C) ولمدة (6 ساعات

وذلك لتقليل الإجهادات الداخلية المتكونة أثناء النقل وأيضاً

الحصول على أفضل تشابك، والعينات التي تم تحضيرها موضحة

بالجدول (١).

٥) تم تقطيع وتنعيم العينات الخاصة بفحوصات البلى والصلادة حسب

المواصفات والقياسات العالمية والموضحة بالجدول (٢).

٣-٢ الاختبارات والأجهزة المستخدمة Test and Equipment

Used

٣-٢-١ اختبار البلى Wear Test

تم إجراء اختبار البلى باستعمال جهاز البلى الالتصافي الموضحة

صورته بالشكل (١)، الذي يتكون من ذراع معدنية مستوية تحتوي على

ماسك لتثبيت العينة وقرص من الألمنيوم الذي صلادته (86 HB) دوار

يتصل بمحرك كهربائي، تبلغ سرعة القرص (500 دورة/دقيقة) وهذه

السرعة هي سرعة دوران العينة ونستطيع الحصول على سرع متعددة

لدوران العينة.

في هذا الفحص تم تنعيم وصلل العينات قبل إجراء الاختبار وذلك

باستعمال ورق تنعيم من كاربيد السليكون وذلك تصبح العينات جاهزة

لقياس معدل البلى باتباع الطريقة الوزنية، حيث نقيس كتلة العينة قبل

الاختبار (w_1 gm)، ونثبت العينة بماسك الجهاز وجعل العينة متطابقة

مع القرص ونحدد نصف قطر الدوران ($r=4.5$ cm)، نجعل الذراع في

حالة أفقية مستوية بواسطة ميزان تسوية قبل وضع الحمل عليه وبعد ذلك

نضع حمل مقداره (20 Nt)، نوقف الجهاز بعد (10 دقائق) من إجراء

لأشعة غاما ولكافة العينات ونقل قيمة معدل البلى بزيادة مدة التعرض لأشعة غاما ولكافة العينات وأن معدل البلى في الأيام الخمس الأولى من التشيع يكون عالي ثم يقل بزيادة مدة التشيع وسبب ذلك يعود إلى إن امتصاص العينة لأشعة غاما يؤدي ترابط الأواصر وهذا يعني زيادة صلادة العينات وبالتالي بلى أقل، وكلما ازدادت فترة التشيع فأن أشعة غاما الممتصة من قبل العينة سوف تزداد وهذا ما يؤدي إلى أن تشابك المادة يطغي على صفة تحللها وبذلك تزداد المقاومة السطحية وبالتالي يصبح بليان العينة قليل [11].

نلاحظ بأن أعلى معدل بلى للعينة (C) مقارنة مع بقية النماذج وذلك بسبب ضعف الترابط ما بين راتنج الايبوكسي وبين ألياف التدعيم (ألياف النايلون وألياف الصوف الصخري)، أما أقل بلى فكان للنموذج (B) وذلك لتماسك المادة الأساس راتنج الايبوكسي مع مواد التدعيم ألياف الصوف الصخري والألياف الزجاجية وبذلك أعطت أعلى صلادة وأقل بلى وكذلك ساعدت إضافة ألياف الصوف الصخري على سد الثغرات والفجوات الموجودة داخل العينة.

2-3 نتائج اختبار الصلادة Hardness Test Results

أولاً :- الظروف الطبيعية:

الجدول (4) والشكل (4) يوضحان بليان العينة (B) لها قيمة صلادة أكبر من العينة (A)، وهذا ناتج عن اختلاف نوع مادة التدعيم حيث في العينة (B) تم استخدام راتنج الايبوكسي المدعم بالألياف الزجاجية وألياف الصوف الصخري وكانت قوى الترابط التشابكي عند السطوح لهذه العينة أعلى من العينة (A) التي تم استخدام ألياف نايلون-6 فيها كمادة تدعيم مع الألياف الزجاجية وبما أن ألياف النايلون تكون على شكل شبكة لذا يكون السطح البيني بينها وبين الايبوكسي يميل باتجاه المادة الأساس، بينما ألياف الصوف الصخري يكون ليفها متماسك ومترايط مع بعضه، والسطح البيني بينها وبين المادة الأساس يكون ملتصق بشكل جيد ومتجانس كما هو الحال مع الألياف الزجاجية وهذا ما يزيد من صلادة العينة.

أما النموذج (E) فقد امتلك أقل صلادة مقارنة مع بقية النماذج وذلك بسبب ضعف الترابط بين مادة الأساس ومواد التدعيم الناتجة من قلة

(1) وحساب مسافة الانزلاق (S_D) من المعادلة (3). والنتائج العملية لمعدل البلى في الظروف الطبيعية وبعد التشيع موضحة بالجدول (3).

أولاً :- الظروف الطبيعية:

يلاحظ من الجدول (3) والشكل (3) ان العينة (A) قد امتلكت معدل بلى مقداره $(2.72 \times 10^{-8} \frac{gm}{cm})$ وذلك لان شبكة الياف النايلون-6 تكون ذات فراغات مساحية كبيرة عند التصاقها مع الايبوكسي أي إن سلاسل راتنج الايبوكسي تلتصق مع بعضها من خلال السطح البيني الفاصل بين الايبوكسي والنايلون-6 وكذلك الحال بينها وبين الألياف الزجاجية، لذا فعند دوران العينة على القرص فان الاحتكاك الناتج سوف يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة العينة وبالتالي سهولة انفصال معظم الأجزاء القريبة من السطح الأسفل للعينة مما يؤدي إلى زيادة معدل البلى. أما بالنسبة للعينة (B) فقد امتلكت معدل بليان مقداره $(1.82 \times 10^{-8} \frac{gm}{cm})$ وهو أقل مما للعينة (A) والسبب في ذلك يعود إلى أن ألياف الصوف الصخري التي تحتوي على فراغات هوائية تمنع تسرب راتنج الايبوكسي إلى الداخل وان لها ألياف حرة تتمركز عندها الإجهادات إضافة إلى ذلك أن ألياف الصوف الصخري لا تتأثر بالحرارة الناتجة عن الاحتكاك بين العينة والقرص الدوار، لذا فان انفصال الجزيئات والذرات من سطح العينة سيكون أقل مما للعينة (A)

أما بالنسبة للعينة (C) التي امتلكت أعلى معدل بليان ومقداره $(3.01 \times 10^{-8} \frac{gm}{cm})$ فان سبب ذلك يعود إلى أن التصاق EP مع ألياف N_6 يميل إلى طور المادة الأساس بسبب الفراغات الكبيرة لشبكة N_6 والتصاق راتنج الايبوكسي مع سلسله من خلال السطح البيني بين الايبوكسي وألياف N_6 ، من جانب آخر أن الالتصاقية بين ألياف الصوف الصخري (R.W) والايبوكسي تكون قليلة بسبب عدم قابلية راتنج الايبوكسي على الانتشار بين ألياف (R.W) نظراً لوجود الفجوات الهوائية بين ألياف (R.W)، وبسبب الاحتكاك الناتج من الدوران فان الأجزاء القريبة من سطح العينة سوف تتفصل لتكون حطاماً حثياً بين العينة والقرص يساعد بدوره على زيادة معدل البلى [10].

ثانياً :- بعد التشيع:

أوضحت النتائج العملية المبينة في الجدول (3) والشكل (3) بان قيمة معدل البلى في الظروف الطبيعية أعلى من قيمته بعد التعرض

9- انا ازتاكرك، ترجمة د. اكرم عزيز، "الكيمياء الفيزيائية للبوليمرات"، ١٩٨٤.

١٠- هناء حسين، "دراسة بعض الخواص الميكانيكية والحرارية لمترابكات الايبوكسي المدعمة بالصوف الصخري والصوف الزجاجي"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد، ٢٠٠٣.

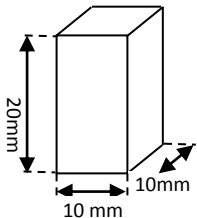
11-B. L. Oksengendler, N. N. Turaeva, I. N. Ruban, S. S. Rashidova, "Turk journal Chemistry", vol.28, pp 47-51, 2004.

12-Elsa Reichmans and James, H.O. Donuell, " The Effect of Radiation on High Technology Polymers ", Acs Symposium Series, 1990.

الجدول (1) يبين العينات البوليمرية المترابكة الهجينة التي تم تحضيرها.

رقم النموذج	نوع العينة	تركيبها	الكسر الحجمي
A	مترابكة هجينة	EP + G.F + N ₆	G.F 15% + N 15%
B	مترابكة هجينة	EP + G.F + R.W	G.F 15% + R.W 15%
C	مترابكة هجينة	EP + R.W + N ₆	R.W 15% + N 15%

الجدول (٢) يبين الأبعاد القياسية للعينات حسب المواصفات العالمية

نوع الاختبار	الأبعاد القياسية للعينات	النظام القياسي
١- اختبار البلى ٢- اختبار الصلادة		ASTM

التشابك والتداخل بين مواد التدعيم المتمثلة بألياف النايلون-6 التي تكون على شكل شبكة وألياف الصوف الصخري التي تمنع تسرب الايبوكسي إلى الداخل.

ثانياً :- بعد التشعيع:

أوضحت النتائج العملية المبينة في الجدول (٤) والشكل (٤) بان قيمة الصلادة بعد التعرض لأشعة غاما اكبر من قيمتها في الظروف الطبيعية ولكافة العينات وتزداد قيمة الصلادة بزيادة مدة التعرض لأشعة غاما ولكافة العينات، والسبب في ذلك يعود إلى أن التشعيع بأشعة غاما أدى إلى زيادة التحلل وتوليد الجذور الحرة وهذا بدوره أدى إلى زيادة التشابك العرضي بين أواصر المادة الأساس وبين مواد التدعيم وبالتالي زيادة الصلادة السطحية للعينات كافة [12].

إن اهم الاستنتاجات الخاصة بهذه الدراسة هي:

١- ان اعلى قيمة لمعدل البلى واقل قيمة للصلادة في الظروف الطبيعية هي للعينة المترابكة الهجينة المتكونة من (EP + R.W + N₆).

٢- ان قيمة معدل البلى بعد التشعيع اقل من قيمته في الظروف الطبيعية وتقل هذه القيمة مع زيادة فترات التشعيع ولكافة العينات.

٣- ان قيمة الصلادة بعد التشعيع اعلى من قيمتها قبل التشعيع وتزداد هذه القيمة بزيادة فترات التشعيع ولكافة العينات.

المصادر

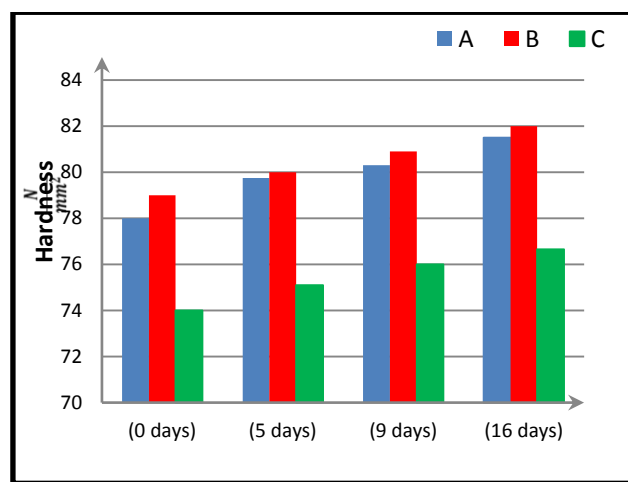
- 1- W.Bolton, " Engineering Material Technology ", 3rd Edition, Read Member of Elsevier Group, New York, 1998.
- 2- D.Shailaja and M.Yaseen, " Journal of Polymer Materials ", Vol. 12, No.1, pp.(31-38), 1995.
- 3- M. R. Ismail, "Radiation Physical Chemistry ", vol.33, No.6, pp 533-537, 1989.
- 4- A. A. HASSAN, " Visco-Elastic Properties of Gamma Irradiated Polymer Blends", 2000.
- 5- A.D. Sarkar, "Friction and Wear", Academic press, Inc., London, 1980.
- 6- D.H. Buckley, "Surface Effect in Adhesion, Friction, Wear and Lubrication", Elsevier, New York, 1981.
- 7- D.William callister. Jr., "Materials science and Engineering An Introduction", 7th ed., 2007.
- 8- Walkerm P.M.B., "Materials Science and Technology Dictionary", 1999.



الشكل (١) يبين جهاز البلى الانزلاقي الشكل (2) جهاز قياس الصلادة

جدول (4) يوضح قيم الصلادة قبل التشعيع وبعده.

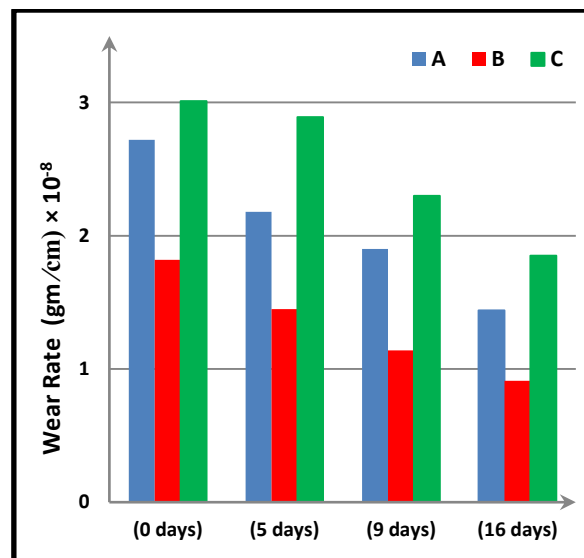
Sample No.	Composition	Hardness $\frac{N}{mm^2}$			
		Normal Condition	Irradiation Time (day)		
			0	5	9
A	EP + G.F + N ₆	78	79.75	80.3	81.5
B	EP + G.F + R.W	79	80	80.9	82
C	EP + R.W + N ₆	74	75.1	76	76.65



الشكل (4) يوضح مقارنة لقيم الصلادة للعينات قبل وبعد التشعيع لفترات زمنية (16,9,5) يوم.

جدول (3) يوضح قيم البلى للعينات قبل التشعيع وبعده.

Sample No.	Composition	Wear Rate X 10 ⁻⁸ $\frac{gm}{cm}$			
		Normal Condition	Irradiation Time (day)		
			0	5	9
A	EP + G.F + N ₆	2.72	2.18	1.9	1.44
B	EP + G.F + R.W	1.82	1.45	1.1 4	0.91
C	EP + R.W + N ₆	3.01	2.89	2.3	1.85



الشكل (3) يوضح مقارنة لقيم البلى للعينات قبل وبعد التشعيع لفترات زمنية (16,9,5) يوم.

EFFECT OF GAMMA RADIATION ON SOME MECHANICAL PROPERTIES FOR POLYMER HYBRID COMPOSITES

FAIK H. ANTER TALAL. A. HUSSEIN HAMSA ADNAN ALI

Abstract

This work is production polymer Hybrid Composites by Hand lay-up method. The samples have done when Epoxy resin was used as a matrix and (Glass, Nylone-6, and Rock wool) fibers as reinforcement materials with volume fraction 30%. Adhesive wear rate and hardness property for sample were studied before and after γ -irradiation with (30 KGy) and exposure time intervals (5,9,16) days. Experimental results showed that, the value of wear rate for samples after γ -irradiation is less than that in normal condition, and these values indecreases with increasing the exposure time intervals to γ -irradiation. Hardness values of samples after γ -irradiation more than that their values at normal condition, and there values increase with increasing the time intervals of irradiation.