P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703
2017,11 (3) :01-20

(*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة

Open Access

تأثير التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية على خاصيتي الانهيار الكهربائي والصلادة لمتراكب (ايبوكسي/المنيوم ,نيكل)

أحمد جبير جفال فائق حماد عنتر

جامعة الأنبار – كلية العلوم

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2017/1/9
تاريخ القبول: 2017/3/15
تاريخ النشر: 22/ 6 / 2018
DOI: 10.37652/juaps.2017.145241

الكلمات المفتاحية:

راتنج الايبوكسي ,
دقائق الالمنيوم ,
دقائق النيكل ,
الأشعة فوق البنفسجية.

الخلاصة:

يتضمن هذا البحث تحضير مادة متراكبة دقائقية عن طريق إضافة دقائق الالمنيوم (Al) ودقائق النيكل (Ni) او مزيج من دقائق الالمنيوم والنيكل (Al+Ni) بحجم حبيبي (40 µm) الى راتنج الايبوكسي وبنسب مئوية وزنية (8%,6%,4%,2%)، وتم دراسة اختبار الانهيار الكهربائي والصلادة. أظهرت النتائج العملية بأن قيم الانهيار الكهربائي تقل مع زيادة النسب المئوية الوزنية للدقائق المضافة لكافة العينات في الحالة الطبيعية، وكذا الحال لبقية العينات المدعمة بدقائق النيكل أو مزيج الألمنيوم مع النيكل بعد التعرض الى الاشعة فوق البنفسجية وكذلك تزداد قيمة الصلادة لكافة العينات بزيادة النسبة المئوية الوزنية للدقائق المضافة في الحالة الطبيعية وبعد التعرض للأشعة فوق البنفسجية.

1. المقدمة :

ان التطور الصناعي والتكنولوجي الكبير الذي يمر فيه العالم اليوم في مختلف المجالات أظهر الحاجة لإيجاد مواد بديلة للمواد ذات الاستعمالات الصناعية المختلفة بحيث تكون البدائل عالية المواصفات والنوعية وذات جدوى اقتصادية وخفيفة الوزن وذلك لاستعمالها في التطبيقات الصناعية المختلفة كالرادارات والطائرات والسفن والسيارات وغيرها [1].

ان بداية تطور المتراكبات البوليمرية كان خلال العام (1940) في التطبيقات العسكرية والفضائية حيث ظهرت الحاجة لإيجاد مواد ذات مواصفات خاصة تعوض الفلزات وسبائكها [2]، وقد ساعد ايضاً في تطوير المواد المتراكبة التطور الهائل والسريع في علم الحاسبات والبرمجيات حيث تم إيجاد تصاميم وبرمجيات تساهم في مجال التصميم والتحليل للمواد المتراكبة واختبار خواصها دون اللجوء الى الطرق التقليدية [3].

المواد المتراكبة البوليمرية المدعمة بالدقائق اكتسبت اهتمام كثير من العلماء بسبب الاستعمالات الكثيرة في المجالات الطبية والبحرية والعلمية لما تتمتع به من خفة وزن وسهولة تشكيل بأبعاد مختلفة والمتانة العالية أضافة الى رداءة التوصيل الكهربائي والكلفة الواطئة [5,4]. ويمكن الحصول على مواد متراكبة دقائقية هجينة وذلك عند خلط مادتين دقائقية او اكثر مع بعضها واستعمالها مع المادة الأساس كما في حالة خلط مسحوق الالمنيوم مع مسحوق النيكل في موضوع بحثنا الحالي , حيث تستخدم المتراكبات الهجينة في صورة رئيسة في صناعة مواد النقل الجوي والأجهزة الرياضية وفي صناعة الأطراف الصناعية [6].

ان أهمية البحث تكمن في ان المتراكبات المدعمة بالدقائق تدخل في كثير من التطبيقات الصناعية مثل العوازل الكهربائية والحرارية، وذلك لان المتراكبات المدعمة بالدقائق تكون متجانسة الخواص وسهلة التصنيع وقليلة الكلفة إضافة الى ان تعريض البوليمرات لفترات محددة للأشعة فوق البنفسجية يعتبر طريقة من طرق التمتين للبوليمرات.

———* Corresponding author at: College of Science, University of Anbar
E-mail address:

1.1 الانهيار الكهربائي Electric Breakdown

يعرف الانهيار الكهربائي بانه فقدان العازل خاصية العزل اذا تجاوز المجال الكهربائي قيمة حرجة، ويطلق على المجال الكهربائي الأقصى المطبق على العازل دون ان يحصل الانهيار بمقاومة العازل ويسمى ايضاً جهد انهيار العازل (Dielectric Breakdown Voltage). يحدث الانهيار في المواد العازلة نتيجة المجالات الكهروستاتيكية القوية ويمكن تحديد قابلية العزل الكهربائي باستعمال متانة العزل الكهربائي(E_{BR})، ويمثل النسبة بين مقدار الجهد الكهربائي المسبب للانهيار الى سمك النموذج ويرمز لها بالرمز وتقاس بوحدة (Volt/mm) او (K Volt/mm) ويعبر عنها بالعلاقة الاتية: [8,7]

$$E_{BR}=V_{br}/h \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

اذ ان:

E_{BR}: متانة العزل الكهربائي

V_{br}: الجهد الكهربائي المسبب للانهيار (kV)

h: سمك المادة (mm)

ان مقاومة العزل تعتمد على عدد من العوامل منها داخلية كنوع العازل والعيوب والشوائب الموجودة فيه، وعوامل خارجية مثل شكل الأقطاب المستعملة في تسليط الجهد الكهربائي، وظروف القياس مثل درجة الحرارة والرطوبة وتردد المصدر والمدة الزمنية للفولتية المطبقة على العازل وطبيعة السطح الخارجي[9] . وبصورة عامة يحدث جهد الانهيار عندما يزداد التيار بصورة مفاجئة عندما تتخطى الفولتية قيمة حرجة معينة (V_B)، وهناك تيار صغير يمر بسبب الالكترونات الحرة القليلة الموجودة في حزمة التوصيل (Conduction Band) عند درجة حرارة معينة قبل وصول الفولطية الى القيمة الحرجة، وان الانهيار يحدث بصورة سريعة جداً ويكون للمواد الصلبة بحدود (10^{-8} s)[10] .

2.1 الصلادة Hardness

ان الصلادة من الخواص السطحية المهمة والتي يمكن تعريفها بانها مقاومة المادة للتشوه اللدن الموضعي (Localized Plastic Deformation) كالغرز او الخدش.[11]

ان اختبار الصلادة يعد الأكثر شيوعاً من الاختبارات الميكانيكية الأخرى وذلك للأسباب الاتية:

1- سهولة الاختبار ورخص الأجهزة المستعملة ولا يحتاج الى تحضير عينة خاصة للفحص.

2- عدم اتلاف العينة (Nondestructive) حيث يكون التشوه بشكل ثقب صغير جداً فوق العينة بدون كسر العينة عند الاختبار او تشوهها بشكل مفرط، وهناك طرائق عدة لقياس الصلادة وتم اعتماد صلادة شور (D) في الدراسة قيد البحث، ويوجد نوعان من صلادة شور وهما:

النوع الأول يعرف بشور (A) (Shore A) ويستعمل للبلاستك اللين (Softer) والنوع الثاني يعرف بشور (D) (Shore D) ويستعمل للبلاستك الصلد (Harder).[11,12]

2. الجزء العملي

1.2 المادة الأساس

أُستخدم في هذا البحث راتنج الايبوكسي (Epoxy Resin) نوع (EP-Polyprime) المصنع من قبل شركة (Henkel) الإماراتية كمادة أساس في تحضير المادة المتراكبة ويمتاز بكونه سائلاً شفافاً ولزجاً ذا كثافة ($1.1-1.4$ gm/cm^3) , يتحول إلى الحالة الصلبة بعد إضافة مصلده إليه من نوع ميتافنيلين دايمن (Metaphenylen Diamine)(MPDA) والمصنع من نفس الشركة وبنسبة (1:2).

2.2 مواد التقوية

في هذا البحث تم استخدام نوعين من مواد التقوية وهما الالمنيوم والنيكل وبحجم حبيبي (40 µm) لكل منهما، وكثافة دقائق الالمنيوم (2.7 gm/cm^3) وبنقاوة (99%)، اما كثافة دقائق النيكل فهي (8.9 gm/cm^3) وبنقاوة (99.8%).

3.2 تحضير العينات

تم اعتماد طريقة القولبة اليدوية (Hand lay-up molding) في عملية تحضير العينات, وذلك لأنها من الطرق السهلة والشائعة الاستعمال والجدول (1) يوضح النسب المئوية الوزنية للايبوكسي ومصلده مع النسب المئوية الوزنية للمواد المضافة (الالمنيوم والنيكل).

الجدول (1) النسب الوزنية للمادة المتراكبة

Additive wt%	Sample Composition		
	Group (1) (Ep+Al)	Group (2) (Ep+Ni)	Group (3) ((Ep+(Al+Ni))
2	Ep98%+Al 2%	Ep98%+Ni 2%	p98% + (Al 1%+Ni 1%)

4	Ep96%+Al 4%	Ep96%+Ni 4%	p96% + (Al 2%+Ni 2%)
6	Ep94%+Al 6%	Ep94%+Ni 6%	p94% + (Al 3%+Ni 3%)
8	Ep92%+Al 8%	Ep92%+Ni 8%	Ep92% + (Al 4%+Ni 4%)

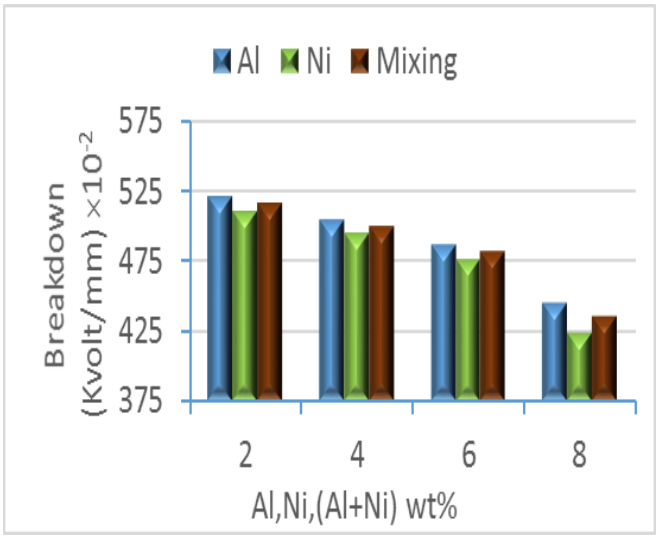
3. النتائج والمناقشة:

1.3 نتائج اختبار الانهيار الكهربائي:

لقياس الانهيار الكهربائي استخدم جهاز نوع (BAVR-PGO-s-3) الموضحة صورته بالشكل (1) وهو الماني المنشأ ويتكون من مجهز للفولطية بمدى (0–60 KV) وبتردد (50 Hz) واقطاب من البراص جيدة التوصيل الكهربائي كروية الشكل بقطر (2mm) موضوعة داخل سائل ذي متانة عزل كهربائي عالية (زيت المحولات) (40 KV/mm) لمنع حصول انتقال الشرارة العرضي (Flashover)، إضافة الى سرعة ارتفاع درجة حرارة اشتعاله، ويجب تبديل الزيت لضمان عدم تأينه الذي يؤدي الى عدم الدقة في القياس.، الشكل (2) يوضح مقارنة لقيم الانهيار الكهربائي لعينات الالمنيوم والنيكل ومزيجهما في الظروف الطبيعية، حيث نلاحظ ان اعلى قيمة كانت لعينات الالمنيوم تليها قيم المزيج ومن ثم النيكل، وسبب ذلك يعود الى ان التوصيلية الكهربائية للألمنيوم اعلى من التوصيلية الكهربائية للنيكل ونلاحظ ايضاً من الشكل السابق بان اعلى قيمة للانهيار الكهربائي للألمنيوم كانت (520.83×10^{-2} Kvolt/mm) عند النسبة المئوية الوزنية (2%) وقلت هذه القيمة الى (445.2×10^{-2} Kvolt/mm) عند النسبة المئوية الوزنية (8%) ونفس الحالة بالنسبة لعينات والمزيج (المنيوم+نيكل) وسبب ذلك يعود الى زيادة جسيمات الالمنيوم والنيكل المحاطة بطبقات الاوكسيد العازلة التي تعمل كحواجز كهربائية تتحكم بكمية التيار المار للتجمعات المجاورة وهذه النتائج تتفق مع النتائج التي حصل عليها الباحثان (Wenying)، (Demei) [13].

تم تعريض العينات الى الاشعة فوق البنفسجية لمدة (10) ساعة، والشكل (3) يبين بان قيم الانهيار الكهربائي تقل مع زيادة النسبة الوزنية للمادة المضافة ولكافة العينات، وبمقارنة قيم الانهيار الكهربائي في الحالة الطبيعية وبعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية الموضحة بالشكل (4) نجد بان قيمة الانهيار الكهربائي تقل مع زيادة النسبة المئوية الوزنية للمادة المضافة ولكافة العينات، ونلاحظ بان قيم الانهيار الكهربائي بعد التشيع اعلى مما هي عليه في الحالة الطبيعية حيث كانت للألمنيوم (551.19×10^{-2} Kvolt/mm) عند النسبة المئوية الوزنية (2%) وانخفضت هذه القيمة الى (467.19×10^{-2} Kvolt/mm) وسبب ذلك يعود الى ان تعرض البوليمر للأشعة فوق لبنفسجية يعتبر طريقة من طرق التمتين وتحسين خواص البوليمر وبالتالي المادة المتراكبة [14].

الشكل (1) جهاز الانهيار الكهربائي

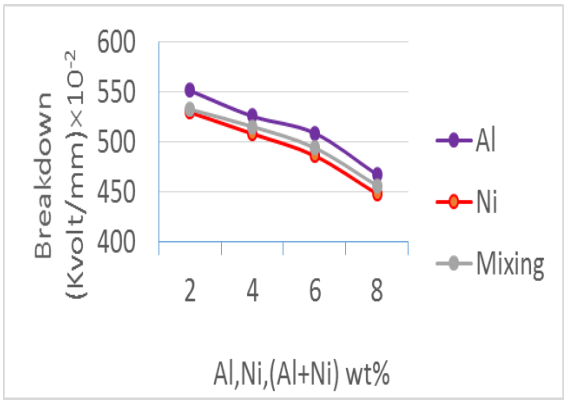


الشكل (2) مقارنة قيم الانهيار الكهربائي مع النسبة المئوية الوزنية لعينات الالمنيوم والنيكل و (الالمنيوم + النيكل) في الظروف الطبيعية

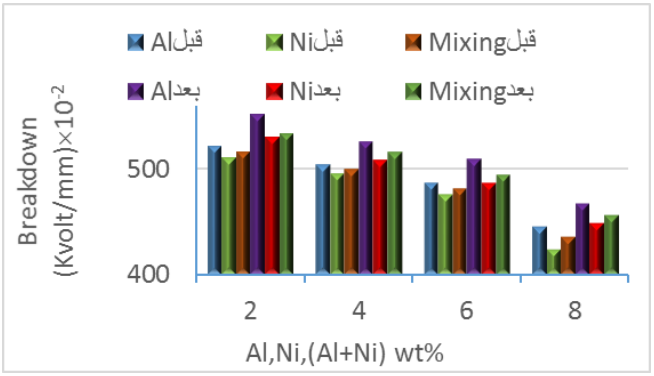
على سد وتقليل الفجوات والفراغات التي تتكون خلال عملية القولبة ما أدى الى تقليل حركة الجزيئات والسلاسل البوليمرية للايبوكسي نتيجة زيادة التشابك والتراص والذي أدى الى زيادة مقاومة سطح المادة للغرز والتشوه[2]، كما ان لنوع الدقائق المضافة تأثير كبير على الصلادة للمادة المتراكبة وتعتمد على صلادة الدقائق المضافة [15] ولكون صلادة النيكل اعلى من صلادة الالمنيوم نلاحظ بان قيم الصلادة لعينات النيكل كانت هي الأفضل تليها عينات المزيج (الالمنيوم+النيكل) وبعدها عينات الالمنيوم.

تم تعريض جميع العينات للاشعة فوق البنفسجية ولمدة (10) ساعة ، وبمقارنة قيم الصلادة قبل وبعد التشعيع نلاحظ بان التشعيع أدى الى تحسن في صلادة كافة العينات كما هو موضح في الشكل (7) حيث نجد بان قيم الصلادة تزداد مع زيادة محتوى الجسيمات المضافة. ان الصلادة بعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية اعلى من قيمتها في الظروف الطبيعية ويعود السبب في ذلك الى ان الاشعة فوق البنفسجية قد حسنت الخواص الميكانيكية للمواد المتراكبة نتيجة اكمال عملية التقسية وبالتالي تزداد قيم الصلادة.

الشكل (5) جهاز اختبار الصلادة



الشكل (3) مقارنة قيم الانهيار الكهربائي مع النسبة المئوية الوزنية لعينات الالمنيوم والنيكل والمزيج بعد التشعيع بالاشعة فوق البنفسجية

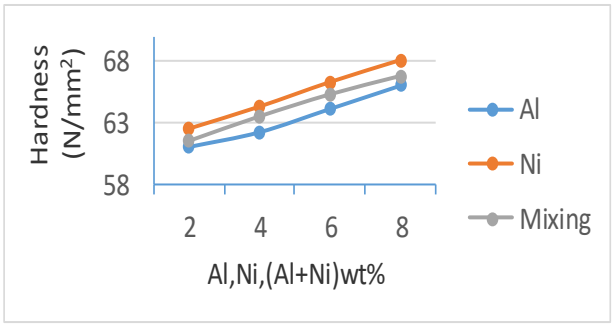


الشكل (4) مقارنة قيم الانهيار الكهربائي مع النسبة المئوية الوزنية لعينات الالمنيوم والنيكل والمزيج (المنيوم+نيكل) قبل وبعد التشعيع بالاشعة فوق البنفسجية

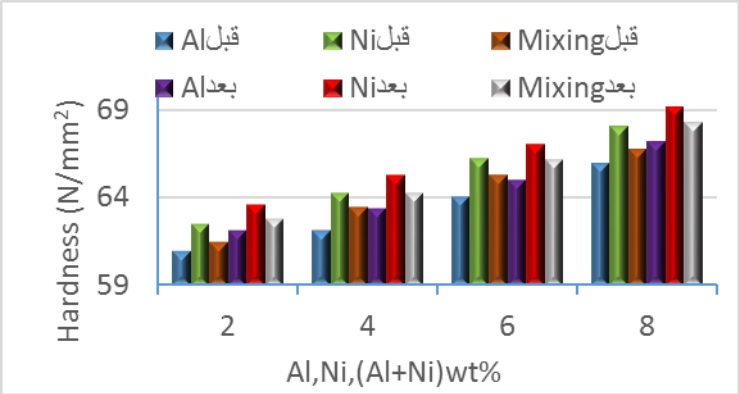
2.3 نتائج اختبار الصلادة

تم استخدام طريقة شور (D) لفحص الصلادة واستخدم جهاز من نوع (Electrometer 3120 Shor D) الموضحة صورته بالشكل (5)، الشكل (6) يوضح مقارنة لقيم الصلادة لعينات الالمنيوم والنيكل والمزيج في الظروف الطبيعية، حيث نلاحظ بان قيم الصلادة تزداد بزيادة النسبة المئوية الوزنية للمواد المضافة ولكافة العينات، فمثلاً قيمة الصلادة لعينات النيكل($63.6\ N/mm^2$) عند النسبة المئوية الوزنية (2%) وتزداد قيمة الصلادة لتصل الى ($69.2\ N/mm^2$) عند النسبة المئوية الوزنية (8%) وبمقارنة نتائج الصلادة لعينات الالمنيوم والنيكل ومزيجهما نلاحظ بان اعلى قيم صلادة كانت لعينات النيكل والمزيج والالمنيوم حسب الترتيب، وسبب ذلك يعود الى ان الدقائق تزيد صلادة المادة بسبب زيادة مقاومتها للتشوه اللدن حيث ان الدقائق المضافة تعمل

2. . هديل خميس خليل، "تأثير المحاليل الكيميائية على بعض الخواص الميكانيكية والفيزيائية لمتراكب (ايبوكسي-جسيمات)" ، رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة الانبار، 2016.
3. رائد خضر سلمان، "الخصائص الميكانيكية المثلى لمواد بوليمرية متراكبة باستخدام النمذجة الحاسوبية" ،رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الانبار، 2002.
4. F.A. Michael, R.H. David, "Engineering Materials", Cambridge Uni. England, 1999.
5. Q. A. Hamad, "Studying the Mechanical of Composite Reinforced by Fibers of Particles", M.SC thesis, Material Eng. Dept.,2008.
6. Callister and D. Willian,"Material Science and Engineering An introduction", Joan wiley and sons, Inc. Canada, 2003.
7. سوزان مسعود موسى، "دراسة الخصائص العزلية والبيزوكهربائية لمتراكبات بوليمر-سيراميك، رسالة ماجستير، كلية التربية ابن الهيثم، جامعة بغداد،2005.
8. L.Solymar, & D.Walsh, "Electrical Properties of Materials", Published in the United State by Oxford University press, INC., New York, 1998.
9. F. Rodriguez, C.Cohen, C. K.Ober, and L. A.Archer, "Principle of Polymer Systems," 2nd Ed, pp. 161, 2003
10. G. A. Dieter, translated by I. K. Abdul Razak, , and M. A. Abdul Wahab, "Mechanical Metallurgy," University of Technology, Department of Production Engineering and Minerals, 1994.
11. B. S. Baymond, G. B. Kauffman, and J. Chem, "Polyurethanes A Class of Modern Versatile Materials Raymond B," Ed. 69, 909, 1992.
12. Kopeliovich, D. "Estimation of Composite Materials Properties," Substances & Technologies., 2009.
13. J. J. Dawood & B. A. Ahmed," Study The Effect Of The (Al) And (Al2O3) Particles Reinforcing On The Wear Volume Loss Characteristics Of Epoxy", Eng. & Tech. Journal ,Vol.27, No.1,2009
14. M. S. Hamza," Studying the Flexural Characteristics of the Epoxy Reinforced by Al and Cu Particles", The Iraqi Journal For Mechanical And Material Engineering, Vol.9, No.2, 2009.
15. Sh.K. Asmaa.," Study of the Effect of Additives on Some Mechanical and Thermal Properties for Epoxy Resin" ph. D. Thesis , Dept. of Physics, , University of Baghdad, Baghdad, 2007.



الشكل (6) مقارنة قيم الصلادة مع النسبة المئوية الوزنية لعينات الالمنيوم والنيكل والمزيج (المنيوم+نيكل) في الظروف الطبيعية



الشكل (7) مقارنة قيم الصلادة مع النسبة المئوية الوزنية لعينات الالمنيوم والنيكل والمزيج (المنيوم+نيكل) قبل وبعد التشعيع بالاشعة فوق البنفسجية

4. الاستنتاجات

1. تقل قيم الانهيار الكهربائي مع زيادة النسبة المئوية الوزنية للمواد المضافة في الحالة الطبيعية وبعد التعرض للأشعة فوق البنفسجية وتكون هذه القيمة للعينات المدعمة بدقائق الالمنيوم اكبر من بقية العينات المدعمة بدقائق النيكل او مزيج من دقائق الالمنيوم والنيكل ولنفس النسب المئوية الوزنية.
2. تزداد قيمة الصلادة السطحية بزيادة النسبة المئوية الوزنية للدقائق المضافة ولكافة العينات قبل وبعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية , وان اعلى قيمة للصلادة كانت للعينات المدعمة بمسحوق النيكل ولكافة النسب المئوية الوزنية.

المصادر

1. T. J. Reinhart, etal., “Engineered Materials Hand Book”, Volume 1, Composites, Asm International, 1988

P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2017,11 (3) :92-97

The Effect of Ultraviolet Irradiation on the Electrical Breakdown and Hardness Properties of (Epoxy/Aluminum ,Nickel) Composites.

Ahmed Jubair Jaffal **Faik Hammad Anter**

Abstract

This work includes preparation particles composite materials by adding Aluminum particles (Al) , Nickel particles (Ni) and mixture of (Al +Ni) particles with grain size (40 μm) to Epoxy resin with weight fractions (2%, 4%, 6%, 8%).

Experimental results showed that, the values of electrical break down decrease with increasing of the weight fraction of additive particles for all samples in normal condition, the same case for other samples which reinforced with (Ni) particles or (Al+Ni) particles after irradiation the samples by (UV) , as well as the hardness value increases with increasing of the weight fraction of additive particles before and after (UV) irradiation.