

دراسة الخصائص الكهربائية لمتراكب بولي ستايرين - بنتونايت المؤثرة فيها Studying Dielectric Properties of Polystyrene-Bentonite Composite and Effective Parameters

وسن كامل حسن
جامعة كربلاء/ كلية العلوم / قسم الفيزياء

الخلاصة :

حضرت نماذج من المواد المترابطة باستخدام المواد الأولية البولي ستايرين (مادة أساس) وبنتونايت الصفرة (مادة مألثة) وبولي فاينيل الكحول (مادة رابطة) وبالنسب المذكورة في البحث .
بعد تهيئة مسحوق البنتونايت تم انتقاء حجم حبيبي اقل من (100µm) وبعد إجراء عملية التخميص للمسحوق بدرجات حرارية (100,200,300,400 °C) اضيفت إلى مادة البولي ستايرين المذابة باستخدام التولوين بنسب معينة وبدرجة حرارة (70-80 °C) مع استخدام مادة رابطة وهي كحول البولي فاينيل (PVA) و درست الخصائص الكهربائية لهذه المادة (الممانعة، عامل الفقد ، التوصيلية المتناوبة ، ثابت العزل) ودراسة تأثير كل من درجة الحرارة ونسبة المالى والتردد في قيمة ثابت العزل الكهربائي .

Abstract:

Samples of composite material have been prepared by using raw material like poly styrene as matrix material, Bentonite Al-Suffra (filler material), Poly vinyl alcohol (binder material) with the state ratios in the research .

After preparing Bentonite powder, it had been choose particle size smaller than (100 µm) and after conducting the toasting process to powder with different temperature degrees (100,200,300,400 °C) have been added to dissolved polystyrene material in tolouene with the state ratios and temperature degrees (70-80 °C) have been used also binder material poly vinyl alcohol (PVA) and have been studied dielectric properties for the material (Impedance, Loss factor, A.C. conductivity, Dielectric constant) and study of effect temperature , rate of filler and frequency in value of dielectric constant .

1-المقدمة:

الجانب النظري:

تقسم المواد الصلبة من ناحية توصيليتها الكهربائية على ثلاثة اصناف ، عازلة ، شبه موصلة ، موصلة .
ومن خلال قياس التوصيلية المتناوبة لمادة يمكن الحصول على معلومات مهمة حول طبيعة ميكانيكية التوصيل في تلك المادة ، اذ تقاس التوصيلية الكهربائية كدالة للتردد لمجال كهربائي متناوب .

قياسات انتقال الشحنات في المواد العازلة اصبح لها اهمية كبيرة في الاونة الاخيرة لانها توفر معلومات عن التركيب الالكتروني لهذه المواد وجرت دراسات عديدة حول الخواص الكهربائية ووضعت لذلك الغرض نماذج عدة لغرض تفسير الحقائق التجريبية حول ميكانيكية التوصيل الكهربائي وبينت التجارب بأن هناك نوعين من ناقلات الشحنة هي الالكترونات او الايونات ، وهناك ميكانيكيات مختلفة يمكن بواسطتها ان تنتقل ناقلات الشحن في العازل تحت تأثير المجال المسلط ، ودخلت المواد العازلة في الكثير من المنظومات الكهربائية حيث استخدمت في الكثير من المجالات سواء كانت على مستوى الالكترونيات الدقيقة او في مجالات الضغط العالي (3).

ان المواد العازلة تختلف عن المواد الموصلة وشبه الموصلة حيث ان حزمة التوصيل خالية تقريبا من الالكترونات الطليقة ومن الممكن ايضا ان تحتوي على الكثرونات طليقة الا ان هذه الالكترونات قد تقع ضمن جزر موصلة تفصل الواحدة عن الاخرى مناطق عازلة خالية تقريبا من الالكترونات ولهذا لايمكن لتيار كهربائي

استخدمت البوليميرات في العديد من التطبيقات الكهربائية والميكانيكية وغالبا مااستخدمت كماد عازلة لامتلاكها خصائص كهربائية جيدة مثل المقاومة الحجمية (volume resistivity) ومعكوسها التوصيلية الحجمية (volume conductivity) ، الممانعة (Impedance) وفقد العزل الكهربائي (dielectric loss) وقد خضعت هذه الخصائص للكثير من الدراسات لأهميتها في المجالات الصناعية المختلفة . إن الخصائص الكهربائية للمواد العازلة المستخدمة في الكثير من الأجهزة وبأحجام مختلفة تعتمد على نوع الاستخدام وتتأثر هذه الخصائص بعوامل عديدة منها التردد ، الحرارة ، الزمن ، الفولتية المستخدمة والمواد المضافة وغيرها (1) .

ان الاستخدامات الواسعة للبوليميرات في المجالات التكنولوجية جعل لها أهمية خاصة إذ بزغت هذه الأهمية من حقيقة واضحة هي ان البوليميرات تظهر بشكل عام تغيرات مختلفة في سلوكها الكهربائي والعزلي عند تطعيمها وتشويبها أو خلطها على الرغم من هذا فلا تزال هناك بعض المشاكل التطبيقية الهندسية للبوليميرات مثل قلة صلابتها (stiffness) قلة متانتها (strength) مقارنة مع المعادن ولقد استخدمت طرائق عديدة لتحسين هذه العيوب منها التدعيم بالألياف وهذه الألياف إما أن تكون مستمرة (continous) أو عشوائية الاتجاه (random) ويمكن أن يكون التدعيم بهيئة دقائق (particle) أو قشور (flakes) أو على شكل صفائح (laminates) وذلك لتحسين خصائص البوليمير (2) .

ان التيار المتناوب (I) والناشيء من تسليط فرق جهد متناوب (v) عبر متسعة (C) يسبق الفولتية بزاوية مقدارها (90°) وتوضح المعادلة ذلك (4)

$$I_q = Jwc v \dots\dots\dots(3)$$

ولو افترضنا ان المتسعة تتكون من لوحين بمساحة A تفصل بينهما مسافة d وبين اللوحين عازل سميك سماحيته (ϵ) لذا فان قيمة المتسعة (4)

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r A / d \dots\dots\dots(4)$$

حيث ان : $\epsilon_r = \epsilon / \epsilon_0$ الساحية النسبية وتمثل سماحية الوسط / سماحية الفراغ

ان العلاقة بين ثابت العزل ϵ ، وعامل الفقد ϵ'' والممانعة يمكن ان تمثل بالعلاقين (5)

$$\epsilon = Zc / 2\pi f C_0 (Z_R^2 + Z_C^2) \dots\dots\dots(5)$$

$$\epsilon'' = Z_R / 2\pi f C_0 (Z_R^2 + Z_C^2) \dots\dots\dots(6)$$

حيث : Z_R هي المركبة الحقيقية للممانعة
 Z_C هي المركبة الخيالية للممانعة
ويمكن كتابتها كما يلي :

$$Z_R = Z \cos \phi$$

$$Z_C = Z \sin \phi$$

ان التوصيلية المتناوبة في العازل هي مقياس للحرارة التي تتولد نتيجة دوران ثنائيات الاقطاب في مواضعها وتعتمد على قيمة التردد (5)

$$\sigma = w \epsilon_0 \epsilon \dots\dots\dots(7)$$

وعند الترددات الواطئة تتكون مركبتين (5)

$$\sigma = \sigma_{a.c} + \sigma_{d.c} \dots\dots\dots(8)$$

حيث : $\sigma_{d.c}$ توصيلية التيار المستمر ولا تتغير مع التردد
 $\sigma_{a.c}$ توصيلية التيار المتناوب والتي تعبر عن الفقد في العازل .

يعمل الاحتكاك والتهيج الحراري على مقاومة واعاقة توجيه ثنائيات القطب والدوران مع المجال المؤثر والطاقة اللازمة لبقاء هذا الدوران تعلق فقدان القدرة ويعتمد هذا الفقدان على تردد المجال الكهربائي المؤثر ، ولكن من الممكن ان يكون الفقدان اصغر عند التردد العالي لان المجال ينعكس بسرعة فائقة يستحيل عندها اصطاف الثنائيات تماماً مع المجال . وينتج الفقدان للمادة العازلة عن الامتصاص للطاقة الكهربائية (احتكاك داخلي لثنائي القطب) وعن تيارات التسرب خلال المادة يقع التسرب عن طريق التوصيل الكهربائي الذي يهمل عادة ماعدا في الدرجات الحرارية العالية .

يؤدي فقدان الامتصاص تحت تأثير المجال الكهربائي المتناوب الى تبديد الطاقة الكهربائية كحرارة تسخن المادة ، وان المادة العازلة الحقيقية دائماً تسبب بعض من ضياع الطاقة الكهربائية ، الا انها تكون في الغالب صغيرة ، ويقاس هذا الضياع عن طريق فرق الطور بين زاوية الطور والزواية (90°) للمتسعة .

ويؤثر عامل الفقدان بتردد المجال الكهربائي ، فعند الترددات المنخفضة تمتلك ثنائيات القطب الوقت الكافي لتوجه نفسها بالكامل بموازة الاتجاه اللحظي للمجال الكهربائي ، ويقابل دوران ثنائي القطب بمقاومة وهي الاحتكاك الداخلي للمادة ومن التهيج الحراري للجزيئات ، وعندما تزداد الترددات يصبح الدوران اكثر سرعة وتزيد الطاقة المفقودة ، واذا وصلت الى الترددات العالية جداً ،

ان يسري من خلالها عند تسليط مجال كهربائي لان حركة الالكترونات لا يمكن ان تتعدى بضع جزيئات من المادة . وعلى الرغم من محدودية حركة الالكترونات وعدم سريان تيار من المادة فان هذه الحركة المقيدة اهمية كبرى في تحديد خواص العزل في المادة (3) .

فعندما يكون الجهد المسلط على مادة عازلة متغيرة مع الزمن ، سينشأ تياراً متغيراً . لذا فان المادة العازلة هذه يمكن ان تمثل بدائرة كهربائية تدعى بالممانعة . والممانعة ناتج لمقاومة ومتسعة مربوطتان على التوازي تمثل طبيعة تلك المادة .

ان البوليمرات تعتمد في التوصيل الكهربائي على وجود الايونات الحرة غير المرتبطة كيميائياً مع الجزيئات الكبيرة ولا تشارك هذه الجزيئات في عملية نقل الشحنات الكهربائية ، لذا فان التوصيل الكهربائي في البوليمرات تعتمد بدرجة كبيرة على مصدر للايونات وذلك باضافة شوائب ذات اوزان جزئية واطئة وعليه فان اضافة مسحوق البنتونايت والذي يعد من المواد الموصلة كهربائياً يكون مصدراً لحاملات الشحنة وبذلك تعمل هذه المواد المائلة على السيطرة على الصفات الكهربائية للمادة الرابطة .

تتكون جزيئات العازل من شحنات موجبة واخرى سالبة وكثيراً ما يكون مركز الشحنات السالبة منطبقاً على مركز الشحنات الموجبة لهذه الجزيئات ولكن عندما تقع هذه الجزيئات تحت تأثير مجال كهربائي خارجي فان الشحنات الموجبة سوف تنزاح باتجاه المجال بينما تنزاح الشحنات السالبة لهذه الجزيئات في الاتجاه المعاكس ونتيجة لذلك فان مركز الشحنة الموجبة لم يعد منطبقاً مع مركز الشحنة السالبة بل تفصلها مسافة صغيرة مما يسبب في نشوء ثنائيات الاقطاب الكهربائي (Electrical dipoles) وعندئذ نقول ان الجزيئة اصبحت مستقطبة واكتسبت عزم ثنائي قطبي (Dipole moment)

ان جزيئات المادة العازلة التي تمتاز بهذه الصفة تدعى بالجزيئات غير القطبية (non-polar molecules) الا ان هناك جزيئات لمواد عازلة اخرى يكون فيها مركز الشحنة السالبة منفصلاً بصورة دائمة عن مركز الشحنة الموجبة اذ تمتلك هذه الجزيئات عزماً ثنائياً قطبياً دائماً (permanent dipole moment) وتدعى هذه الجزيئات بالقطبية وتمتلك عزم دائمة الا ان اتجاهات هذه العزوم تكون عشوائية واذا ما وضعت تحت تأثير مجال كهربائي خارجي متناوب فأنه يعمل على تدوير هذه الثنائيات باتجاه المجال (4) .

ان الممانعة يمكن تمثيلها بالمعادلة الاتية (4) :

$$Z = R / \sqrt{1 + R^2 W^2 C^2} = R / \sqrt{1 + J W R C} \dots\dots\dots(1)$$

حيث ان : $J = \sqrt{-1}$

Z : هي الممانعة لدائرة (RC) على التوازي .
وعند ربط مقاومة مع متسعة على التوازي فان قيمة التيار الكلي يمكن تمثيله بالمعادلة الاتية (4) :

$$I = I_p + J I_q \dots\dots\dots(2)$$

حيث ان : I_p التيار المار في المقاومة
 I_q التيار المار في المتسعة

فأن المجال الكهربائي ينعكس بسرعة كبيرة جداً يتعذر عندها اصطفااف الثنائيات مع المجال اصطفاافاً كاملاً ، ونتيجة لذلك تقل ذبذبات ثنائي القطب وتقل قيمة ثابت العازل .

الجزء العملي :

المواد المستخدمة في هذه الدراسة هي :-

(1) المادة الأساس Matrix Material

ان المادة الاساس المستعملة هي بوليمر البولي ستايرين (poly styrene) وهو من البوليمرات المطاوعة للحرارة ذي درجة انتقال زجاجي (80°C) ويقاوم فعل الكثير من المواد الكيميائية كالحوامض والقواعد ويذوب في العديد من المذيبات . علما ان المذيب المستعمل هو التولوين (Tolouene) بنسب معينة وبدرجة حرارة ($70-80^{\circ}\text{C}$) والجدول (1) يوضح الخصائص النموذجية للبولي ستايرين المستخدم⁽⁶⁾.

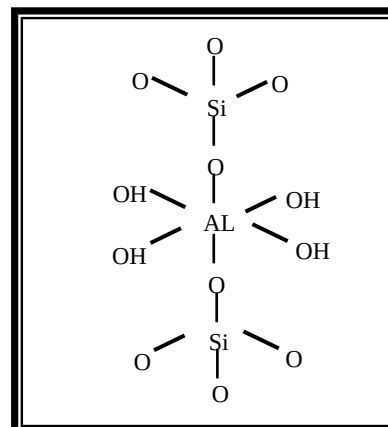
جدول (1) الخصائص النموذجية للبولي ستايرين	
درجة الانتقال الزجاجي Tg	100
درجة الانصهار البلوري Tm	240
قوة الشد kg/m^2	105
الاستطالة %	2.5-1.0
الكثافة gm/cm^3	1.04-1.09
معامل الانكسار	1.60-1.59
ثابت العزل الكهربائي	2.65-2.4
تأثير ضوء الشمس	اصفرار
تأثير الحوامض القوية والقواعد القوية	يهاجم من قبل الحوامض ولايتأثر بالقواعد

(2) المادة المألنة Filler Material

اختيرت مواد محلية عراقية (بنتونايت الصفرة) كمادة مألنة لتشكيل المتراكب والجدول (2) يوضح التحليل الكيميائي لهذه المادة مع الرسم التخطيطي⁽⁷⁾:-

جدول (2) التركيب الكيميائي لخام البنتونايت العراقي			
SiO ₂	56.77	K ₂ O	0.6
Al ₂ O ₃	15.67	P ₂ O ₅	0.65
Fe ₂ O ₃	5.12	SO ₃	0.59
CaO	4.48	CL	0.57
MgO	3.42	L.O.I	0.49
Na ₂ O	1.11	C	0.56

L.O.I: المواد التي تنفذ بالحرق.



الشكل (1)
رسم تخطيطي لتركيب
طبقات البنتونايت⁽⁷⁾

(3) المادة الرابطة Binder Material

هي مادة بولي فاينيل الكحول (P.V.A) وهي من البوليمرات الخطية غير المشحونة الذائبة في الماء وتكون معقدات مع المعادن الطينية لامتلاكها عدد هائل من المجاميع القطبية (المجاميع الفعالة) على امتداد سلسلتها التي تدخل في التفاعل مع سطح المعدن الطيني لتكوين طين معدل (modified clay) بعملية امتزاز المواد الطينية⁽⁸⁾.

تحضير النماذج :

1- تحضير الأطيان : اختيرت نماذج الاطيان الجيدة بالاعتماد على خواصها العامة من خفة وزنها وخلوها من الشوائب ومن ثم غسلها بالماء المقطر واجريت عملية التجفيف والطحن والنخل بمدى حجم حبيبي ($D=100\mu\text{m}$) بعدها حضرت اربعة مجاميع تم تجميعها الى اربع درجات حرارية ($100,200,300,400^{\circ}\text{C}$) في فرن كهربائي ولمدة ساعتين .

2- تحضير محلول P.V.A : يحضر المحلول باضافة (1wt %) نسبة وزنية الى الماء المقطر (100ml) باستخدام خلاط مغناطيسي (magnetic stirrer) بسرعة (350 rpm) وبدرجة حرارة (60°C) لمدة (15min) ويضاف له البنتونايت المحمص مع استمرار المزج ليكون رائقا ذا لزوجة عالية ونسبة المائي إلى المذيب (5% ، 7.5% ، 10% ، 15% 20%). بعد ذلك يجفف ويطحن ويمرر عبر منخل بحجم حبيبي ($D=100\mu\text{m}$) وتعاد الطريقة للمجاميع الاخرى⁽⁹⁾.

3- تحضير متراكب بولي ستايرين- بنتونايت : ان العينات المعاملة حراريا والمضافة لمادة (P.V.A) بنسبة (1%) الى مادة البولي ستايرين المذابة في التولوين بدرجة حرارة ($70-80^{\circ}\text{C}$) وبعدها صبت في اطباق زجاجية وترك في حاوية تفريغ لحين الجفاف ويجب ان تكون عناية كبيرة في عملية الصب لتجنب حصول الفقاعات الهوائية ويترك القالب لكي تتم عملية تصلب النماذج .قطعت النماذج المعدة للدراسة على شكل اقراص ذات قطر (25 ملم). بأستخدام جهاز القطع الدوار وذلك للحصول على نماذج دراسة الخصائص الكهربائية .

طريقة العمل :

لغرض القياس تم تهيئة دائرة مكونة من مضخمين تشغيليين للإشارة الداخلة . ان الإشارة الداخلة (V_2 A.C signal) صغيرة 0.5V ضمن التردد المستخدم (300Hz-60KHz) وذلك لمنع حالة الاضطراب (perturbation) الذي يحدث للنموذج . ان الإشارة الداخلة تستخدم كإشارة لكلا

وتم قياس الممانعة لكل نموذج من خلال قياس قيمة النسبة بين الإشارة الداخلة والخارجة بجهاز كسب الطور ومن استخدام المعادلة (11) اما ثابت العزل فقد حسب ضوء المعادلة (5) وحسب عامل الفقد والتوصيلية المتغيرة على ضوء المعادلتين (6)، (8) وعلى التوالي .

النتائج والمناقشة :

1- الممانعة :
يوضح الشكل (2) ان الممانعة تنخفض بزيادة درجة الحرارة للمترابك البوليميري ضمن المدى الحراري (50,75,100°C) ، فالانخفاض كان واضحا عند الترددات الواطئة ($F < 1\text{KHz}$) اما عند الترددات العالية ($F > 10\text{KHz}$) فتأثير الحرارة كان قليلا . ويعزى سبب انخفاض قيم الممانعة عند زيادة درجة الحرارة الى تكسر الاواصر للجزيئات وتحرير الكثرونات الى حزمة التوصيل والتي ادت الى زيادة التوصيل .

2- عامل الفقد
عند ثبات درجة الحرارة وبزيادة التردد (3-10)KHz ازدادت قيم عامل الفقد وبلغت قيمتها العظمى عند نقاط الانقلاب بالطور ثم انحدر بعدها بشدة والسبب في ظهور القمة يعود الى عمليات الاسترخاء للنموذج اما عند ارتفاع درجة الحرارة فقد ازدادت قيم عامل الفقد زيادة طفيفة عند القيم نفسها من التردد كما ان اضافة الماليء للبوليمر (ونسبته 5%) يعطي قمة خسارة عند اوطأ تردد وتقل نسبته بزيادة الوزن الجزيئي للماليء أي ان نسبة الماليء المضاف تحدد مقدار عامل الفقد (10) والشكل (4) يوضح ذلك .

3- التوصيلية المتناوبة
عند ثبات درجة الحرارة فإن التوصيلية المتناوبة تزداد بزيادة التردد فقد بلغت قيمتها العظمى عند نقاط الانقلاب في الطور بسبب مساهمة الانواع المختلفة من الاستقطاب والشكل (3) يبين ذلك (11) .

4- ثابت العزل
لم تتغير قيم ثابت العزل عند الترددات ($F < 4\text{KHz}$) وبزيادة التردد بلغ ثابت العزل قيمته العظمى عند (10KHz) ثم انحدر بعدها بشدة والسبب في ظهور القمة هو حدوث الاستقطاب الرنيني وعند زيادة درجة الحرارة من (50-100°C) فإن قيم ثابت العزل تزداد على نحو واضح للترددات ($F < 10\text{KHz}$) وبعد هذه القيمة يكون تأثير درجة الحرارة ضعيفا والشكل (5) يوضح ذلك .
العوامل المؤثرة في ثابت العزل :-
يعتمد مقدار ثابت العزل (ϵ_r) للمادة العازلة على عدة عوامل نورد منها مايلي :-

a- تأثير التردد (Frequency) في قيمة ثابت

العزل للمترابك

تم حساب قيم ثابت العزل (ϵ_r) لجميع النماذج المهيئة لهذا الغرض عند نسبة مليء 5% وكما موضح بالشكل (5) فوجد ان زيادة تردد المجال الكهربائي المسلط قد ادى الى تناقص ثابت العزل عند

المضخمين التشغيليين . ان احد مضخمي التشغيل يربط كمضخم عاكس مع مقاومة تغذية خلفية (R_f) وتساوي (5.6MΩ) مع ممانعة (Z) النموذج الموجود في منظم حمل النماذج . ان الإشارة الخارجة (V_1) يمكن قياسها في جهاز الراسمة الكاثودية اما النسبة بين الإشارة الخارجة الى الداخلة فتقاس بوساطة (dB) .

ان زاوية الطور بين الاشارتين تقاس بوساطة جهاز كسب الطور . ان قيم الكسب (A) لهذا المضخم التشغيلي في الدائرة يمكن ان يعطى بالمعادلة الآتية :

$$A = \frac{V_2}{V_1} = -R_f / Z$$

$$\dots\dots\dots (9) \text{Log} Z / R_f = \text{Log} \frac{V_2}{V_1}$$

لكن

$$\dots\dots\dots (10) \text{Log} \frac{V_2}{V_1} = \frac{(B/A)dB}{20}$$

حيث ان (B/A)dB هي النسبة بين الإشارة الخارجة الى الداخلة بوحدات الديسيبل وتقاس بواسطة جهاز كسب الطور وعلى هذا يمكن كتابة معادلة (9) على النحو التالي :

$$Z = R_f 10^{B/A / 20} \dots\dots\dots (11)$$

اما المضخم التشغيلي الثاني فيربط على انه مضخم عاكس (non-Converting) مع مقاومة R_1, R_2 مربوطتان على التوازي وبهذا يكون الكسب لهذا المضخم (A)

$$\dots\dots\dots (12) A = \frac{V_2}{V_1} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

ان هذا المضخم ربط بحالة خاصة بحيث تكون $R_1 \gg R_2$ ولهذا يمكن التعبير عن المعادلة (12) على النحو الآتي (14) :

$$\frac{V_2}{V_1} = 1$$

وبالتالي فان :

$$V_2 = V_1$$

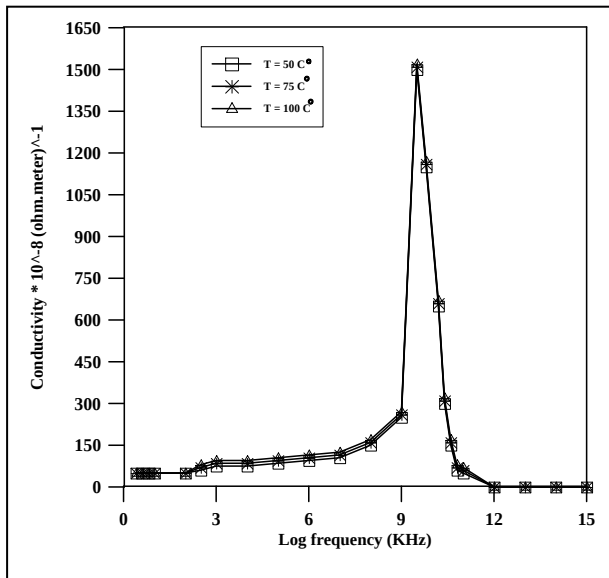
طريقة القياس :

تستخدم اجهزة قياس تتألف من مكبرين تشغيليين ضمن ترددات (300Hz-700Hz) ومنظومة حل النماذج تتألف من قرصين مصنوعين من التفلون في وسطهما قرصان صغيران من مادة البراص مع حلقة حماية ومولد نبضات نوع (1FG-1300,Leader) للحصول على ترددات تصل الى (100KHz) وجهاز قياس كسب الطور نوع (HEWLETT 3575 A PACKRAD ذو التردد (1Hz-13MHz) ومزدوج حراري من مادة النحاس - كونسنتانتن يلامس سطح النموذج وربط طرفه الاخر بمقياس فولتية رقمي بالاضافة الى مقياس للترددات رقمي نوع (HEWLETT 3575 PACKRAD) وفرن كهربائي لتسخين النماذج ورأسمة كاثودية (CRO) نوع (KEENWOOD 20 KHz CS- 1021) .

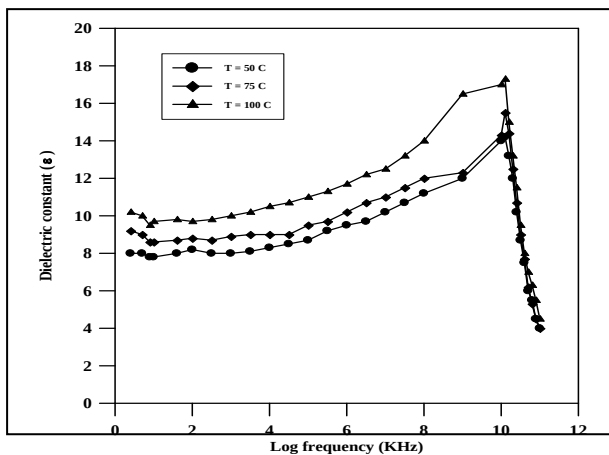
الماليء هي (5%، 10%) ومع الاستمرار في زيادة درجة الحرارة لدرجة حرارة (300K) نلاحظ ان قيم ثابت العزل يتناقص ويعزى ذلك الى حقيقة ان مع الاستمرار في زيادة درجة الحرارة تقل درجة ترتيب ثنائيات الاقطاب بسبب الاهتزاز الحراري مما يؤدي الى تناقص في مقدار ثابت عزلها الكهربائي⁽¹⁵⁾.

c- تأثير نسبة الماليء في قيم ثابت العزل للمترابك
نلاحظ من الشكل (7) العلاقة بين ثابت العزل كدالة لتركيز الماليء لنسب وزنية تتراوح بين (5-

20%) عند تردد (1KHz) ويزداد كمية الماليء تزداد قيمة ثابت العزل اكثر من قيمته للبوليمر النقي وكثافة المادة تزداد بزيادة محتوى الماليء وبذلك يزداد قيمة ثابت العزل بالاضافة الى ان زيادة قيمة الماليء يزيد من خسارة العزل وذلك بسبب زيادة كل من خسارات الاستقطاب والتوصيلية الكهربائية⁽¹³⁾. وبذلك فأن المادة اعطت خواص عزلية كهربائية جيدة تستعمل بشكل واسع في المخططات الالكترونية - الراديوية وفي صب المكاين الكهربائية (pour) وأنواع عديدة من المتطلبات الكهربائية الاخرى.



شكل (3) التوصيلية كدالة للتردد

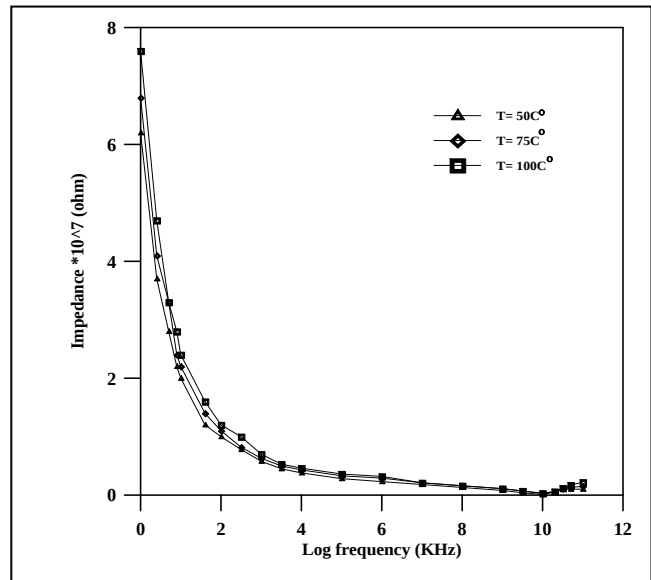


شكل (5) ثابت العزل كدالة للتردد

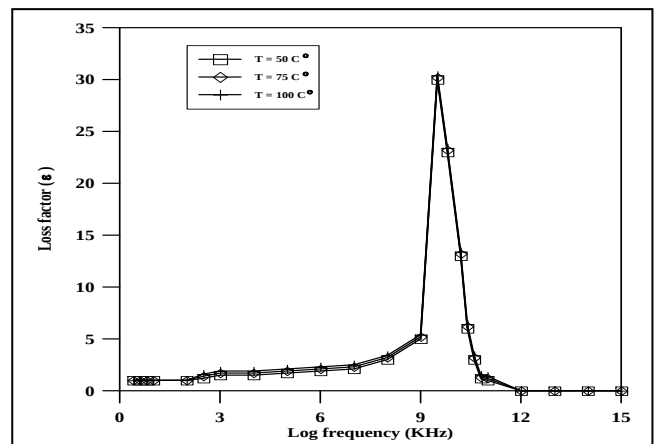
الترددات العالية ($F > 10\text{KHz}$) ويعزى ذلك الى حقيقة ان جزيئات المادة الواقعة تحت تأثير مجال كهربائي خارجي متناوب سيؤدي الى جعل جزيئات المادة المترابكة المستقطبة كاسبة عزماً ثنائي القطب علاوة على ذلك ان حاملات الشحنة تتراكم ومن ثم تسد (Block) القطب السالب فضلاً عن ان شحنة الفراغ تؤدي الى نقصان السعة وهذا بدوره يؤدي الى نقصان ثابت العزل⁽¹²⁾.

b- تأثير درجة الحرارة في قيم ثابت العزل للمترابك

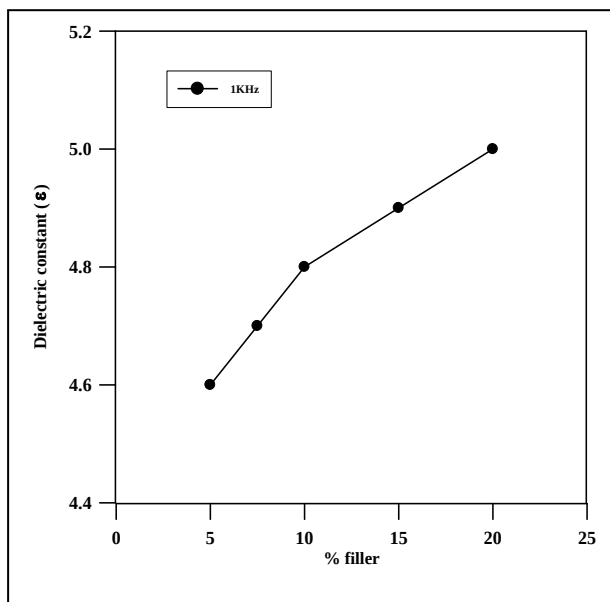
ان درجة ترادف ثنائيات الاقطاب في المواد العازلة تعتمد على درجة الحرارة حيث تجد هذه الثنائيات صعوبة في تدوير نفسها عند درجة الحرارة الواطئة جداً وعند زيادة درجة حرارتها فأن دوران هذه الثنائيات يصبح سهلاً وهذا يزيد قيمة ثابت العزل لتلك المادة وهذا ما اظهرته نتائج هذا الفحص الموضحة بالشكل (6) ان ثابت العزل يزداد مع ارتفاع درجة الحرارة للنماذج المحمصة باربع درجات حرارية ($100, 200, 300, 400^\circ\text{C}$) ونسب



شكل (2) الممانعة كدالة للتردد



شكل (4) عامل الفقد كدالة للتردد



شكل (7) ثابت العزل كدالة لنسبة المائي

4- H.Yang,H.Wang,"Dielectric and magnetic properties composites for high frequency application",116,418-421,(2008) .

5- M.Rama Roa , D.Roy and J.K.D.Verma "J.Phys.",18,517,(1985) .

6- ال ادم ،كوركيس عبد ، البيرياردي ،ذنون محمد عزيز ، "كيمياء الجزيئات الكبيرة" ، جامعة الموصل ، كلية العلوم ، (1989) .

7- كريم حسين ، "استخدام اطياف البنونابيت والاتابلجابت المحلية في معالجة المطروحات الصناعية السائلة لمصنع الأحبار والعمل على تدويرها " ، أطروحة ماجستير ، جامعة بغداد ، كلية العلوم ، (2002) .

8- J.Kotek,I.Klenar , " Preparation and Application in polymer-clay nano composites " , 46 , 4876-4881, (2005) .

9- AL-Atrachiyie , Samira,"Preparation of Electrical conducting polymer composites and studying its Electrical properties" , M.sc. ,Thesis physics DEPT University of Technology (2001) .

10- T.Blythe and D.Bloor , "Electrical properties of Polymer " , 2nd Ed.,N.Y.,pp.496 , (2008) .

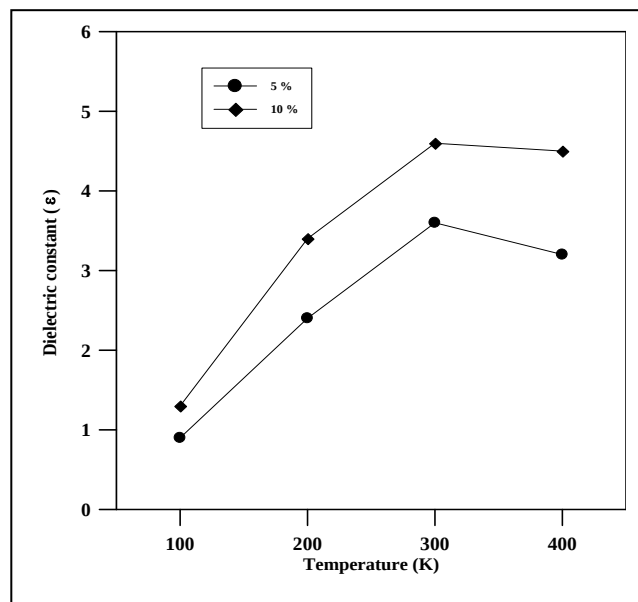
11- Y.C.Chen , C.F.Yang , C.C.Su and C.C.Diao , "J.Eur.Ceramic Soc.", 27, 3839-3842 , (2007) .

12- Sathyamoorthy R. , Narayandass S.A.K. , Bala Subramanian C. and D.Mangalara , "J.Phys.stat.sol." ,117,495, (1990) .

13- R. Pemikis , B. Apsite , "Chemistry and Technology",v.32, 5-6,pp.397-403, (1998).

14- د.صبيح سعيد ،فيزياء الالكترونيات ،جامعة الموصل ، (1987) .

15- G.Odian,"Principles of Polymerazation" , 4th Ed. , (2003) .



شكل (6) ثابت العزل كدالة لدرجة حرارة التحميص

الاستنتاجات :

- 1- انخفاض قيم الممانعة بارتفاع درجة الحرارة عند الترددات ($F < 1\text{KHz}$) .
- 2- عند ثبوت درجة الحرارة لم تتغير قيم ثابت العزل عند الترددات ($F < 4\text{KHz}$) للنموذج وبزيادة التردد بلغ ثابت العزل قيمته العظمى عند التردد الرنيني (10KHz) .
- 3- بلغ عامل فقد والتوصيلية المتناوبة اقصى قيمة عند نقاط الانقلاب في الطور أما بارتفاع درجة الحرارة فتزداد قيمة عامل فقد والتوصيلية المتناوبة يرفقها انخفاض في قيمة تردد الانقلاب في الطور .
- 4- وضحت هذه الدراسة ان ثابت العزل يتغير حسب تردد المجال الكهربائي المسلط ، درجة الحرارة، نسبة المائي وكما يلي :

- a- يتناقص ثابت العزل للمركب بزيادة تردد المجال الكهربائي المسلط .
- b- ان ثابت العزل يزداد مع ارتفاع درجة الحرارة وذلك يرجع الى حقيقة ان في درجة الحرارة الواطنة تكون الثنائيات القطبية في حالة سكون ولذلك تبلغ درجة من الحرية للدوران عندما ترتفع درجة الحرارة الا ان مع الاستمرار في زيادة درجة الحرارة فان درجة ترتيب ثنائيات الاقطاب تقل بسبب الاهتزاز الحراري مما يؤدي الى تناقص في مقدار ثابت العزل .
- c- لوحظ ان قيمة ثابت العزل الكهربائي يزداد بزيادة نسبة المائي .

المصادر :-

- 1- S.F.Khor , Z.A.Talib , H.A.A.Sidek , W.M.Dand and B.H.Ng "J.Am.Applied Sci." , 6 , 1010-1014 , (2009) .
- 2- M.Koleva ,A.Zheglova,"Electro physical characteristics of polymer composites " , 3rd Ed. , , (2009) .
- 3- P.Gonon ,A.Sylvester , "Material Science and Engineering",83,158,(2001) .