

دراسة ثابت العزل الكهربائي والعوامل المؤثرة فيه لنسب مختلفة من خلطات بوليميرية

رولا عبد الخضر عباس

الجامعة التكنولوجية ، قسم العلوم التطبيقية .

الخلاصة

تضمنت هذه الدراسة تحضير خلطات بوليميرية من مادتي البولي اثيلين عالي الكثافة (HPE) (density polyethylene) والبولي ستارين عالي الصدمة (High impact polystyrene) (HIPS) بنسب خلط مختلفة، وأن محتوى (HIPS) في خليط (HPE-HIPS) يقدر بـ (0wt% ، 15wt% ، 35wt% ، 50wt% ، 100wt%)، وقد استخدمت ماكينة البثق الأحادية اللولب في تحضير هذه الخلطات، تبعثها عملية كبس عدة طبقات من الصفائح المبثوقة باتجاهات متعاكسة باستخدام المكبس الحراري لأعداد العينات الخاصة بفحص ثابت العزل.

ومن ثم تمت مقارنة خواص هذه الخلطات البوليميرية مع خواص البولي اثيلين عالي الكثافة بمفرده والبولي ستارين عالي الصدمة بمفرده وذلك لملاحظة تأثير المزج في ثابت العزل (ϵ_r) بهدف التوصل لأفضل نسبة خلط فيزيائية. كما أظهرت النتائج المقارنة بأن زيادة محتوى (HIPS) في خليط (HPE-HIPS) البوليميري يؤثر بشكل سلبي على ثابت العزل الكهربائي، ويمكن اعتبار الحدود العليا لمحتوى (HIPS) في الخليط المحضر هي نسبة (35wt%)، حيث أن أعلى قيمة لثابت العزل تم الحصول عليها عند هذه النسبة.

كما تمت دراسة تأثير كل من درجة الحرارة ومحتوى الرطوبي والتردد في قيمة ثابت العزل الكهربائي، فقد تبين بأن السماحية (ϵ_r) تقل للخلطات البوليميرية على اختلاف نسبها عند زيادة تردد المجال الكهربائي المسلط بينما تزداد (ϵ_r) عند زيادة كل من درجة الحرارة والنسبة المئوية لامتصاصية الماء المغلي اعتماداً على السعة الكهربائية للخلطات البوليميرية المحضرة. كما أبدت المادة المحضرة ذات محتوى من (HIPS) يقدر بـ (35wt%) أقل نسبة المئوية لامتصاصية الماء المغلي.

المقدمة

التطبيق ألا أن التطور العلمي لم يقف عند هذا الحد ولكنه امتد ليصل إلى تقنية تشويب المادة بمواد ذات مواصفات منتخبة تعمل على تحسين خواص المادة الأساسية من أجل بلوغ تلك الخواص المثالية المرغوبة فيها في اغلب الصناعات، ثم استمر هذا التطور ليصل إلى تقنية الخلطات البوليميرية حيث أصبح هذا العلم ذا أهمية وارتقاء عالٍ في مجالات الحياة العامة والمجالات التجارية ونظراً لذلك فإن البوليميرات تظهر بشكل عام تغيرات مختلفة في سلوكها الكهربائي، والعزلي عند تطعيمها أو تشويبها أو خلطها (3)،(4).

لهذا السبب عكف العديد من العلماء والباحثين على تحضير هذا النوع من المواد وجاءت بحوثهم العلمية النشطة لتسليط الضوء قدر المستطاع على أهمية هذه المواد وخواصها الكهربائية العزلية المتغيرة تبعاً لخواص المواد الداخلة في تحضيرها والعوامل المؤثرة فيها من : (تردد

يكتسب استخدام البوليميرات كـ (البولي اثيلين و البولي استر والبولي كلوريد الفينيل وغيرها) في العديد من الدوائر والمنظومات الالكترونية أهمية متزايدة يوماً بعد يوم لامتلاكها خصائص كهربائية جيدة مثل : المقاومة الحجمية (Volume resistivity) ومعكوسها التوصيلية الحجمية (Volume conductivity)، انهيار العزل (breakdown) والسماحية (Dielectric) والسمحية (Permittivity) والفقْدان العزلي (Dielectric Loss) (1)،(2).

وعلى الرغم من هذا فلا تزال هنالك بعض المشاكل التطبيقية الهندسية للبوليميرات مثل : قلة صلابتها (Stiffness) وقلة متانتها (Strength) موازنة مع المعادن ولقد استخدمت طرائق عديدة لتحسين هذه الخواص منها التدعيم بالألياف وذلك لنقوية تماسك جسيمات البوليميرات وبذلك أصبحت تقنية المواد المترابطة من العلوم الواسعة

وفي عام (2005) قام الباحث (Younis) بدراسة ثابت العزل الكهربائي لمادة متراكبة مكونة من خليط البولي أثيلين واطى الكثافة مع البولي كلوريد الفانيليل المقواة بألياف الزجاج القصيرة وألياف الزجاج المحاكاة بشكل حصيرة وألياف (النابلون - 6) والمحاكاة بشكل حصيرة ولكسر وزني قدره (60%) إذ لاحظ الباحث أن أعلى قيمة لثابت العزل الكهربائي كانت للمادة المتراكبة المدعمة بألياف (النابلون - 6) المحاكاة بشكل حصيرة (Roven Woven)(10).

وفي عام (2006) قام الباحث (Ibrahim) بتحضير خلطات بوليمرية من مادتي البولي بروبيلين (PP) والبولي ستايرين عالي الصدمة (HIPS) وبنسب خلط مختلفة تقدر بـ (100-50) وقد توصل الباحث من اختبار التوصيلية الحرارية أن نسبة من (PP-HIPS) والتي تقدر بـ (10-90) كانت أكثر توصيلية بينما بينت نتائج اختبار ثابت العزل أعلى قيم للخلطات المحضرة مقارنة مع البولي بروبيلين والبولي ستايرين عالي الصدمة النقي . وأن مقاومة الشد ومعامل المرونة ومعامل الجساءة كانت ذات قيم عالية تم الحصول عليها من نسبة الخلط (HIPS-PP) ذو نسبة تقدر بـ (30-70) بالإضافة إلى كبر معدل الزحف وزمن الاسترخاء مقارنة مع بقية النسب. إلا أن نتائج مقاومة الصدمة كانت لجميع النسب أقل من البولي ستايرين عالي الصدمة النقي بينما هناك تحسناً في كل من النسب (PP-HIPS) يقدر بـ (10-90) ، (40-60) ، (50-50) مقارنة بمادة البولي بروبيلين النقي(4).

تهدف هذه الدراسة للتعرف على دور آلية الخلائط البوليمرية على ثابت العزل الكهربائي لخليط بوليمري ثنائي من مادة البولي أثيلين عالي الكثافة و البولي ستايرين عالي الصدمة وأن نسب الخلط هذه لـ (HPE-HIPS) تراوحت بين (50-100%).

كما تهدف هذه الدراسة الحالية معرفة مدى الانحراف الحاصل في قيم ثابت العزل الكهربائي للنماذج المحضرة مع تغير كل من التردد ودرجة الحرارة المحتوى والرطوبة.

الفولتية المسلطة، الحرارة، الفراغات الموجودة في المادة ، والرطوبة وغيرها) (5).

ففي عام (1980) قام الباحث (Kadotani) بدراسة الخواص الكهربائية في المنطقة الفاصلة بين الألياف الزجاجية وطبقات راتنج الايبوكسي ، حيث وجد تكون طبقة غير طبيعية من الراتنج على طول الليف ، وهذه الطبقة غير الطبيعية لها خصائص معامل الفقدان العالي لاسيما في درجات الحرارة العالية وامتصاصها للماء كبير موازنة مع الراتنج الطبيعي(6).

وفي عام (1985) قام الباحث (Bishai) وجماعته بقياس ثابت العزل النسبي (ϵ') وعامل الفقدان (ϵ'') لعينات بولي كلوريد الفانيليل (PVC) التي خلطت مع تراكيز من (DOP) (Diocetylphtha late) بدرجة حرارة (296°k) وقد لوحظ أن امتصاصية الفقدان تصبح أوسع، كما لاحظ أن امتصاصية أخرى عند التردد (100Hz) وبدرجة حرارة عالية، والذي يعزى إلى تأثير ماكسويل وغنر (Maxwell -Wagner) أو إلى توصيلية التيار المستمر أو كلاهما. كما وجد أن العينات التي لها تركيز من (DOP) يصل إلى (40%) هي الأفضل في الخواص الكهربائية والميكانيكية(7).

ففي عام (1990) حضر الباحث (Wycisk) وجماعته خليط بوليمري من مادة البولي أثيلين (PE) مع البولي ستايرين (PE)، وذلك بأخذ ثلاث نماذج من مادة (PE) مختلفة الوزن الجزيئي، وتوصلوا إلى أن وجود البولي ستايرين مع البولي أثيلين يقلل من درجة التبلور لمادة البولي أثيلين، ولكن بعلاقة غير خطية، وهذا يعني أن مادة البولي ستايرين تؤدي إلى اضطراب الترتيب المتبلور للبولي أثيلين(8).

وفي عام (1997) بحث الباحث (Masody) بعض الخصائص الكهربائية ك (الممانعة، ثابت العزل، عامل الفقدان، والتوصيلية الكهربائية) للبولي استر غير المشبع والمطعم بالأملاح، فقد أكد الباحث أن الممانعة للنماذج المتراكبة جميعاً تتخفض بشدة بزيادة التردد ($f > 74.6 \text{KHz}$)، وأن الممانعة للنماذج المتراكبة تكون أقل من قيمتها للنماذج البولي استر غير المشبع وغير المعامل بالأملاح(9).

الجانب النظري

(الخلاط البوليمرية) (Polymer Blends)

هي تلك الأنظمة الناتجة من مزج نوعين من البوليمرات أو أكثر بحيث لا يحصل بينهما تفاعل كيميائي (مزج فيزيائي)، بغية الحصول على مزيج ذي خواص ميكانيكية مرغوب فيها. تصنف الخلاط البوليمرية على أساس نوعية البوليمرات لتكون البوليمرات المتجانسة (Homopolymer) وهي تلك البوليمرات التي تتكون من نوع واحد من الوحدات التركيبية، البوليمرات المشتركة (Copolymers) وهي تلك البوليمرات التي تحوي سلسلتها البوليمرية على أكثر من نوع من الوحدات التركيبية والتي ترتبط مع بعضها البعض بأوصاف تساهمية تحدد طبيعة وخواص البوليمر المشترك (Copolymers)، والبوليمرات المترابطة (Composite polymer) وهي تلك البوليمرات التي تتكون من نوعين من المكونات أو أكثر وتكون عادة غير متجانسة أي متضمنة على طورين أو أكثر (11).

كذلك تصنف الخلاط البوليمرية على أساس نوعية الامتزاج لتكون خلاط بوليمرية ممتزجة (blends) (Miscible) وهي تلك الخلاط التي تحوي على طور بوليمري واحد ناتجة من خلط بوليمرين أو أكثر ويكون الخليط قابلاً للذوبان تماماً واحداً في الآخر (12)، خلاط بوليمرية غير ممتزجة (polymer blends) (Immiscible) وهي تلك الخلاط التي تحوي على أطوار منفصلة عن بعضها البعض ناتجة من خلط بوليمرين أو أكثر لا يحدث بينهما اندماج طوري، وخلاط بوليمرية جزئية الامتزاج (miscible polymer blends) (Partially) وهي تلك الخلاط التي تكون محددة الامتزاج بمعنى أن هناك مقادير محددة من البوليمر الأول له القابلية على الذوبان في البوليمر الثاني (13).

هيئة الخليط (Blend Morphology)

أن أكثر الخلاط البوليمرية هي عبارة عن خلاط ممتزجة (Immiscible blend) ولذلك ومن أجل الحصول على خلاط متلائمة وذات خواص جيدة يجب التحكم بترتيب أو هيئة الأطوار ودرجة استقراريتها. فقد يكون شكل الأطوار لخليط من البوليمر كروياً داخل المادة الأساس في حالة الخلط الاعتيادي بينما تتخذ الأطوار

شكلاً صفائحياً داخل المادة الأساس في حالة الخلط بالضغط وأن الأطوار تتخذ شكلاً شعيرياً (شعيرات) في حالة الخلط بعملية البثق.

أن لهيئة الخليط الذي يحتوي على طورين بنسب متساوية تقريباً في نفس الوقت خاصية الأطوال المستمرة أو الأطوار الشبكية المتداخلة (Interpenetrating network phases).

وجدير بالذكر هناك عدد من الخلاط التجارية لا تمتزج كاملة عند أي درجة حرارة لذلك تحتاج إلى الخلط المستمر من خلال جهاز البثق ذي تركيب حلزوني واحداً أو اثنين قبل وضعها في قالب، والهيئة (Morphology) المتولدة تعتمد على شدة التداخل البيني والزوجة والمرونة ويميل الخليط إلى استمرارية الأطوار، ونستطيع تحديد الحجم المشتت بواسطة نقطة الكسر أو الالتحام. أن الشكل المشتت للأطوار ربما يشوه الشكل الكروي إلى شكل خيوط بواسطة جهاز البثق الذي يعمل على استئالة أحادية المحور أو قد تتحول إلى صفائح عن طريق نشره نتيجة القولية التي تعمل على تحديد المادة باتجاه ثنائي المحور (14).

ثابت العزل الكهربائي (Dielectric Constant)

أن دراسة ثابت العزل الكهربائي تتم من معرفة الاستقطاب الذي يحدث في المادة وهي على العموم أربعة (Electric Polarizability) α_e وتظهر في نطاق التردد البصري، المواد القطبية لها α_e إضافة إلى استقطابية أيونية (Ionic Polarizability) α_i . إما في حالة وجود ديولات تدور حول محورها يضاف α_d التي تمثل الاستقطابية الدورانية (Oreintational Polarizability)، وعندما تكون المادة مشوبة بالعيوب وغير متجانسة تضاف استقطابية بينية (Interfacial Polarizability) α_o (5).

فعدت تسليط فولتية على لوحين موصلين مفصولين عن بعضهما بواسطة الفراغ سوف يتوقع عدم مرور تيار عوضاً عن ذلك فالشحنة الكهربائية سوف تبقى مخزونة في الدائرة وقيمة هذه الشحنة المخزونة بين الموصلين تدعى

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_o} \dots\dots\dots [5]$$

وبتعويض كل من المعادلة [2]، [3] في المعادلة [5] نحصل على معادلة يمكن خلالها حساب ثابت العزل وكما يلي:

$$\epsilon_r = \frac{C}{C_o} \dots\dots\dots [6]$$

الظروف البيئية المؤثرة في الخواص الفيزيائية للبوليمر:-
تعد البوليمرات والمواد المترابكة من أكثر المواد عرضة للظروف المختلفة لذا فإن دراسة تغير الظروف البيئية على مثل هذه المواد أصبح ضرورياً لقياس مدى تحملها لهذه الظروف التي تمثل عوامل التحلل (Degradation) ك (الضوء ، المحاليل بمختلف أنواعها، الأوزون، الحرارة، الإشعاعات بمختلف أنواعها) التي تعمل على تكسير الأواصر الرابطة للبوليمر وتحلله (17).

وهنا سوف يتم تسليط الضوء على التحلل المائي لما لها من علاقة بموضوع هذه الدراسة.

يعرف التحلل المائي على أنه أحد أنواع التحلل الكيميائي التي تتم بوساطة الماء أو محاليله الحامضية أو القاعدية أو الملحية وتتضمن إضافة جزيئه ماء على المركز الذي يتم في كسر الأصرة (17).

بصورة عامة أن البوليمرات ذات مقاومة لتأثير الماء ولكن هذا لا يعني أنها لا تمتص الرطوبة بشكل نهائي، فهي تمتص نسبة قليلة جداً مقارنة مع باقي المواد الفلزية والسيراميكية (18).

فامتصاصية المواد للرطوبة والمحاليل تتم بثلاث مراحل نورد منها ما يلي:

المرحلة الأولى: تنافذ المحاليل بمختلف أنواعها خلال البوليمر بعملية الانتشار.

المرحلة الثانية: استمرار عملية تنافذ الماء خلال البوليمر يؤدي إلى حدوث ظاهرة الانتفاخ (Swelling) مع تولد مقدار معين من الاجهادات الداخلية في المادة.

المرحلة الثالثة : هذه المرحلة تتضمن انحلال وتدهور (Deterioration) الخواص الأصلية للمادة

السعة (Capacitance) ويرمز له (C) وتتناسب مع الفولتية عن طريق العلاقة الآتية (15):

$$Q = CV \dots\dots\dots [1]$$

(Q) الشحنة المخزونة (coulombs).

(V) الفولتية عبر الموصلات مقاسه ب (volt).

(C) السعة مقاسه ب (coulombs / volt) أو (Farad).

أن السعة تعتمد على المادة الموجودة بين الموصلات والحجم و الشكل الهندسي وعلى المسافة الفاصلة بين الموصلات، فعندما يكون الفاصل هو الفراغ فالسعة تعطى من العلاقة الآتية (15):

$$C_o = \epsilon_o \frac{A}{d} \dots\dots\dots [2]$$

حيث أن:

(ϵ_o) سماحية الفراغ مقاسه ب (Farad / m).

(A) مساحة أي من لوحي المتسعة المتوازيين مقاسه ب (m^2).

(d) المسافة الفاصلة بين اللوحين مقاسه ب (m).

الأ أنه عندما يكون الفاصل بين الموصلات هو المادة العازلة فالسعة تعطى من العلاقة (15):-

حيث أن :

$$C = \epsilon \frac{A}{d} \dots\dots\dots [3]$$

(ϵ) تمثل سماحية المادة العازلة.

إلا أن (C) ممكن أن تحسب أيضاً من العلاقة الآتية (3):

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f_r^2 L} \dots\dots\dots [4]$$

حيث أن:

(L): حثية الملف مقاس ب (H).

(f_r): التردد الرنيني مقاسه ب (Hz).

ولوصف قابلية المادة للاستقطاب وخرن الشحنة

الكهربائية تعطى بوساطة السماحية النسبية أو ثابت

العزل (ϵ_r) (15) وتعرف على أنها النسبة بين سماحية المادة العازلة إلى سماحية الفراغ (16).

يتم وزن كمية من المواد المختارة في الدراسة وتحضير نسبها ومن ثم خلطها ميكانيكياً حيث يقدر وزن كل خلطة بـ (500gm) وكما هو مبين في الجدول (1).

المرحلة الثانية: (عملية القولبة بالبتق)

تعتمد طريقة القولبة بالبتق على إمرار المادة البوليمرية (حببيات أو مسحوق) إلى حجرة التسخين في الآلة عن طريق القمع (Hopper) ليصار إلى تلدينها بالحرارة بواسطة لولب الدفع الحلزوني (Screw) حيث يتحرك اللولب دورانياً داخل اسطوانة مسخنة بواسطة مسخنات حرارية تسمى (Heaters) ونتيجة لحركة اللولب (Screw) يندفع البوليمر تدريجياً إلى الإمام ومن خلال أندفاعه داخل اسطوانة البثق ترتفع درجة الحرارة ويبدأ الخليط البوليمري بالتجانس، وعندما يبلغ مقدمة الباتقة يتحول الخليط إلى منصهر متجانس ثم يندفع إلى الإمام ويصل إلى فوهة الباتقة ليأخذ الشكل المحدد له.

علماً بأن جهاز البثق المستخدم ذات لولب واحد

(One –Screw) العراقي المنشأ المتوفر في الجامعة التكنولوجية وكما هو موضح بالشكل (1) وأن ضغط الصاقلة يقدر بـ (6bar) وأن درجة الحرارة المسخن الأول قيست بـ (463°k) بينما درجة حرارة المسخن الثاني قيست بـ (483°k) وان سرعة دوران اللولب (Screw) الحلزوني تقدر بـ (39rpm) ولجميع النماذج المحضرة. وبذلك يتم الحصول مع كل نسبة خلط جديدة من (HPE-HIPS) قطعة مقولبة بوليمرية على شكل صفيحة (Sheet) تخرج من جهاز البثق.

المرحلة الثالثة: (القولبة بمكابس الضغط)

يتم قولبة الصفائح المتكونة في مرحلة السابقة بمكابس الضغط وذلك بغية التخلص من اتجاهية السحب ا لمتولدة فيها والتي قد تصاحب عملية القولبة بالبتق. استناداً إلى ذلك تم تحضير العينات المستخدمة في هذه الدراسة باستخدام القالب المارقة (Flash) وكما هو موضح بالشكل (2)، يصمم القالب بحيث يحيط بالتجويف خط يعلو عن القالب مؤلفاً منطقة التطابق عند إغلاق القالب . بحي ث أن أي زيادة في الكمية والتي دعوناها مارقة (Flash)

نتيجة لاختراق ومهاجمة المحاليل بأنواعها نتيجة لحصول ظاهرة المجر (Desorption) البوليمري.

ومن الجدير بالذكر أن عملية الامتصاص غالباً ما تتبع قانون فك والذي ينص على أن كمية الماء الممتصة تزداد بصورة خطية مع الجذر التربيعي للزمن بدرجة حرارة المختبر، وبعد ذلك تقل بصورة تدريجية لحين الوصول إلى مرحلة تتسم باستمرار نسبي (19).

وأن النسبة المئوية للربح بالكتلة (Weight Gain%) للنماذج في المحاليل بأنواعها يتم حسابها من المعادلة التالية(4):

$$\text{Weight Gain \%} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots [7]$$

حيث أن:

(m_2): كتلة العينة بعد الغمر بمقاسه ب (gm).

(m_1): كتلة العينة قبل الغمر بمقاسه ب (gm).

الجانب العملي

المواد المستعملة

استعملت في هذه الدراسة مادتين بوليمريتين من النوع المطاوع للحرارة (Thermoplastic) وهما:—

1. البولي اثيلين عالي الكثافة (HPE) (Polyethylene High density) المنتج من قبل شركة سابك السعودية.
2. البولي ستايرين عالي الصدمة (HIPS) (High Impact Polystyrene) المنتج من قبل شركة سابك السعودية.

تقنية التحضير (Preparation Technique)

اعتمدت طرائق القولبة بالبتق (Extrusion) لأن هذا النوع من التصنيع يختص بقولبة الراتجات المطاوعة للحرارة وتقسّم مراحل القولبة بالبتق إلى ثلاث مراحل وكما يلي:

المرحلة الأولى: (تهيئة الخليط) (HPE-HIPS)

تتطلب هذه المرحلة التحضير الابتدائي بغية الحصول على مادة تكون جاهزة للقولبة وكما يلي:

والواقع أن هذه النماذج قطعت حسب مواصفات (ASTM) لقياس ثابت العزل (ϵ_r) بسمك (1mm) وقطر (40mm) لكي تلائم جهاز ثابت العزل الكهربائي المصنع في ألمانيا وهو من نوع (Ley Bolled Hetaeus) المتوفر في الجامعة التكنولوجية.

أما منظومة اختبار ثابت العزل (ϵ_r) تتكون من متسعة ذات لوحين توضع بينهما المادة العازلة المراد قياس لها السماحية النسبية حيث تربط إلى دائرة قياس كهربائية متكونة من مجموعة من الملفات ومقاومة كهربائية وأميتر ومجهز قدرة متناوب. واستناداً إلى ذلك يتم استخراج قيمة السعة باستعمال قيمة التردد الرنيني المستحصل عليه من التجربة وتعويضه بالعلاقة (4)، وتطبيق المعادلة (6) يتم الحصول على قيمة ثابت العزل.

ولدارسة وتحديد تأثير الامتصاصية للماء المقطر

المغلي وتغير درجة الحرارة في ثابت العزل الكهربائي (ϵ_r) تم اتباع الخطوات التالية في المعالجة الحرارية والرطوبة للنماذج المحضرة:

أ. تقنية إجراء معاملات الرطوبة للنماذج المحضرة

لقد تم إجراء معاملات الرطوبة للنماذج المحضرة بدرجة حرارة الغليان لأن ارتفاع درجة الحرارة يحفز على زيادة سرعة آلية الانتشار والمج البوليمري وبالتالي الإضرار التي يمكن ملاحظتها بعد بضعة أشهر وعند درجة حرارة الغرفة يكمن ملاحظتها بعد نصف ساعة وعند درجة حرارة (373 °k) وحسب الخطوات التالية:

1. توزن العينات باستخدام الميزان الإلكتروني نوع

(Mettler) والذي يتحسس القراءات إلى أربعة مراتب عشرية وكان وزنها (m_1) قبل تغطيتها بالماء المقطر المغلي.

2. تغطيس العينات في الماء المقطر المغلي بالاستعانة بالحمام المائي من نوع (Magw Lauda Rcs6) الذي يعمل بدرجات حرارية تتراوح بين (303-423°k) حيث أخرجت العينات الموضوعة في الماء المغلي بعد مدة محددة تقدر بـ(10،20،35) دقيقة.

3. أخرجت العينات من الماء المقطر بعد مرور الزمن

المحدد باستعمال ملقط خاص مصنوع من

(Stainless Steel) تمت تهيئته لهذا الغرض بعدها تم

تخرج من حدود التجويف إلى المارقة على شكل ورقة رقيقة سهلة الانتراع من القطعة المقولبة يدوياً.

علماً بأن القالب المستخدم ذو طول (12cm) وعرض (5cm) وأن الصفائح الناتجة من عملية البثق تم تقطيعها بطول (10cm) وعرض (4.5cm) بغية تلافي التمدد الخارجي للمنصهر من القالب وكما هو مذكور سابقاً.

أما عملية التحضير للقولبة فنتم بالشكل الآتي:

1. فتح القالب، تنظيفه، تشحيمه ببعض المواد المزلفة والمتمثلة هنا بسائل البرافين من نوع (Art7162 Paraffin Flusing) ثم تعبئة القالب باليد وذلك بوضع طبقة من الخليط البوليمري المتكون باتجاه معاكس وبزاوية (180°) بحيث يبقى وجه الصفيحة نحو الأعلى وكما هو مبين بالشكل (3).

2. إغلاق القالب ويوضع تحت ضغط خفيف حيث يلامس

الجزء العلوي من القالب المواد الموجودة في التجويف، تتوقف حركة مكبس الضغط قليلاً قبل أن يهبط ليسلط الضغط الأقصى حين ابتدأ سيولة الراتنج في التجويف. أن زمن التوقف القليل لا ضرورة له في حالة التسخين الأولى المسبق أما إذا لم تسخن المواد قبل وضعها بالتجويف وكانت رطبة قليلاً فنتترك برهة محددة قبل ضغط المكبس للحد الأقصى وينتظر خلال إغلاق القالب عملية إتمام النضج النهائي.

علماً بأن الضغط المستخدم في تحضير النماذج هو (85bar) وأن درجة حرارة المكبس المسلطة هي بحدود (423-428)°k وأن الوقت المستغرق لتنضيج النماذج هو بحدود (15) دقيقة.

3. تتم عملية فتح القالب يدوياً في مكبس الضغط المستخدم في تحضير النماذج.

4. بعد استخراج القالب من المكبس وقبل الشروع في استخراج العينة من القالب تجرى عملية تبريد للقالب بالماء وبدرجة حرارة (298 ok) يجري بعدها عملية نزع القطعة المقولبة من القالب.

علماً بأنه تم كبس النماذج المستخدم في هذه الدراسة باستخدام المكبس الحراري اليدوي العراقي المنشأ والموضح بالشكل (4).

وأن تتناقص درجة التبلور للبولي أثيلين ينعكس سلباً على ثابت العزل لخليط (HPE-HIPS)، حيث أن البلورية العالية تعطي ثابت عزل عالي(4).

ب- تأثير التردد (Frequency) في قيمة ثابت العزل لخليط (HPE-HIPS) البوليمري:

أظهر الرسم البياني الموضح بالشكل (7) أن ثابت العزل للخلائط البوليمرية المحضرة يتناقص مع التردد ويعزى إلى تناقص السعة الكهربائية في الترددات العالية بسبب أن الشحنة الكهربائية تتراكم ومن ثم تسد (Blocked) القطب السالب فضلاً عن أن شحنة الفراغ تؤدي إلى نقصان في السعة (20) وهذا بدوره يؤدي إلى نقصان ثابت العزل (ϵ_r) اعتماداً على قيم السعة الكهربائية وفق المعادلة(6).

د- تأثير درجة الحرارة في قيم ثابت العزل لخليط (HPE-HIPS) البوليمري:

إن درجة ترانصف ثنائيات الأقطاب في المواد العازلة تعتمد على درجة الحرارة حيث تجد هذه الثنائيات صعوبة في تدوير نفسها عند درجات الحرارة الواطئة جداً بينما بزيادة درجة حرارتها فإن دوران هذه الثنائيات يصبح سهلاً(21)، حيث تبين من الجدول (2) والشكل (8) أن كل من السعة الكهربائية وثابت العزل (ϵ_r) تزداد بزيادة درجة الحرارة ومع الوصلة إلى درجة حرارة (333°K) تلاحظ أن قيم ثابت العزل لكل من (HPE) و (HIPS) النقي يتناقص ومع بلوغ درجة حرارة (373°K) فإن ثابت العزل لجميع النماذج المحضرة يتناقص ويعزى ذلك إلى حقيقة أن مع الاستمرار في زيادة درجة الحرارة تقل درجة ترتيب ثنائيات الأقطاب بسبب الاهتزاز الحراري مما يؤدي إلى تناقص في مقدار ثابت عزلها الكهربائي(21).

د- تأثير المحتوى الرطوبي في قيم ثابت العزل الكهربائي لخليط (HPE-HIPS) البوليمري:

عند غمر النماذج المهيئة لهذا الغرض في الماء المقطر المغلي وجد بأن وزن النماذج يزداد مع زيادة زمن التغطيس كما موضح بالشكل (9-a) ويعود ذلك إلى حقيقة أن المادة الراتنجية عندما تكون في تماس مباشر مع سائل واطى الوزن الجزيئي كـ (الماء) فإن جزيئات الأخير سوف تحاول المرور سريعاً خلال الطور البوليمر مبتدئة

التخلص من بعض القطرات المتناثرة على سطح العينة بعد استخراجها من الماء بقطعة قماش نظيفة ووزنت ثم سجلت قراءتها فكانت (m_2)، وأخيراً تم إجراء الاختبار المذكور أعلاه على هذه النماذج المغمورة بالماء المقطر لدراسة تأثير الرطوبة على ثابت عزلها الكهربائي.

4. يتم حساب النسبة المئوية لامتناصية (الربح بالكتلة) العينة للماء المقطر (Weight Gain) ،M(%) باستخدام المعادلة(7).

ب. (تقنية إجراء المعاملات الحرارية للنماذج المحضرة)

أن الوسيلة التي تم إتباعها في الحصول على درجة حرارة الاختبار المطلوبة بغية دراسة تأثير تغير درجة الحرارة على ثابت العزل الكهربائي (ϵ_r) هي باستعمال فرن حراري (Hereaus Electronic) وذلك بوضع حامل العينة (المتسعة) داخل الفرن كما هو موضح بالشكل (5) وفيه نجد أن حامل العينة العلوي والسفلي (لوحى المتسعة) يوصل إلى دائرة القياس الكهربائية السابقة الذكر.

النتائج والمناقشة

يعتمد مقدار ثابت العزل (ϵ_r) للمادة العازلة على عدة عوامل نورد منها ما يلي:

أ- تأثير نسبة محتوى البولي ستايرين عالي الصدمة في خليط (HPE-HIPS) البوليمري على قيمة ثابت العزل الكهربائي:

تبين من نتائج هذه الدراسة الموضحة بالشكل (6) أن أفضل قيمة لثابت العزل كانت لخليط (HPE-HIPS) ذو محتوى وزني من (HIPS) يقدر بـ (35wt%) ويليها النموذج ذو محتوى وزني من (HIPS) يقدر بـ (15wt%) في الظروف الطبيعيّة عند ($M=0$)، ($f=100\text{KHz}$ ، $T=298^\circ\text{K}$) بسبب زيادة عدد الدايبولات في وحدة الحجم، حيث أن إضافة (HIPS) إلى (HPE) في بداية الأمر يعزز من الاستقطاب المتكون لتولد مناطق غير متجانسة (Heterogeneous) مولدة بذلك الاستقطاب البيني ومع الاستمرار بزيادة محتوى البولي ستايرين (wt %) (PS content) تتناقص درجة تبلور البولي أثيلين (of PE) (Degree crystateinity) (8).

الاستنتاجات:

لوحظ أن معظم السلوكيات والخواص التي تتميز بها الخلائط البوليمرية المحضرة تعتمد على نسبة (HIPS) في الخليط المحضر والمحتوى الرطوبي ودرجة الحرارة التي ينفذ عندها الاختبار ويضاف إلى ذلك تأثير آخر يتمثل بالفحص وطبيعته الهندسية وكما يلي:

أن هذه الدراسة أظهرت بأن زيادة محتوى البولي ستايرين عالي الصدمة في خليط (HPE-HIPS) البوليمري يؤثر بشكل سلبي على ثابت العزل الكهربائي ، ويمكن اعتبار الحدود العليا لمحتوى (HIPS) في الخليط المحضر هي نسبة (35wt%) حيث أن أعلى قيمة لثابت العزل تم الحصول عليها عند هذه النسبة.

كما أن ثابت العزل يتناقص مع زيادة التردد بينما يزداد مع زيادة المحتوى الرطوبي، كما وأن ثابت العزل يزداد مع ارتفاع درجة الحرارة إلا أن مع الاستمرار في زيادة درجة الحرارة يتناقص.

أبدى خليط (HPE-HIPS) ذو محتوى من (HIPS) يقدر بـ (35wt%) أقل نسبة مئوية لامتصاصية الماء إذا ما قورنت مع بقية الخلائط المحضرة والمغمورة في الماء المغلي.

كما أن هناك بعض الأضرار العيانية في المناطق السطحية قد ظهرت في بعض الخلائط المحضرة عند غمرها في الماء المغلي وأن هذه الأضرار تمثلت بتغير باللون مصحوبة بتولد الشقوق والا ننتفاخ في المناطق السطحية وأن أكثر النماذج ظهرت فيها مثل هذه الأضرار وبشكل ملفت للنظر هو خليط (HPE-HIPS) ذو محتوى من (HIPS) يقدر بـ (50wt%).

جدول (1)

يبين نسب التحضير والأوزان للمواد المستخدمة

في هذه الدراسة.

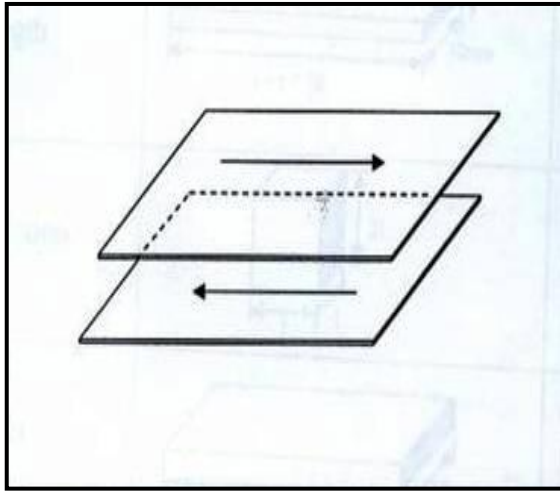
وزن (HIPS)(gm)	نسبة (HIPS)%	وزن (HPE)(gm)	نسبة (HPE)%
0	0	500	100
75	15	425	85
175	35	325	65
250	50	250	50
500	100	0	0

بمل ° الفجوات (Micro cavitation) والفراغات الموجودة بين عناصر التركيب فوق الجزيئي (Structure Supermdecular) بوساطة ميكانيكية الشقوق المايكروية (22)، كما تبين بعد مضي وقت يقدر بـ (35 دقيقة أن الخليط (HPE-HIPS) البوليمري ذو المحتوى (HIPS) يقدر بـ (50wt%) امتص نسبة من الماء (M%) تصل إلى (1.566%) كما هو موضح بالشكل (9-a) بالإضافة إلى ظهور على بعض النماذج الأضرار العيانية بشكل ملفت للنظر والمتمثلة بتغير في اللون كما هو حاصل لعينة (HPS) النقية ، وأن عينات خليط (HPE-HIPS) ذو محتوى من (HPS) يقدر بـ (50wt%) و(15wt%) تعرضت طبقاتها السطحية إلى شقوق والانتفاخ وبشكل متفاوت. إذ إن نسبة الماء النافذة داخل الراتنجية تزداد طردياً مع الزمن بزيادة درجة الحرارة مما يؤدي إلى زيادة معدل التحلل المائي وبذلك فإن عمر النماذج في محيطات مائية ينتج عنه تحلل الخواص الترموميكانيكية (Thermomechanical)، وأن هذا الأمر يسبب زيادة المرونة وقد يؤدي أيضاً إلى تحطم مايكروميكانيك (Micromechanical) ك (التحطم الداخلي وتصدع البوليمر) وبالتالي سوف يحدث تغيرات في الخواص الميكانيكية والكهربائية (23) فقد أظهرت النتائج أن ثابت العزل يزداد مع زيادة النسبة المئوية لامتصاصية الماء المقطر المغلي كما هو موضح بالشكل (10) ويعزى ذلك إلى حقيقة أن هذه الجزيئات الماء هي جزيئات قطبية (Pole molecules) وعلى الرغم من هذا فإن هذه الجزيئات القطبية تمتلك عزوماً دائمية إلا أن اتجاهات هذه العزوم تكون عشوائية وإذا ما وضعت تحت تأثير مجال خارجي متناوب فأنه يعمل على تدوير هذه الثنائيات باتجاه المجال (24) وعليه فإن ارتفاع النسبة المئوية لامتصاصية الماء من قبل الخلائط المحضرة يؤدي إلى زيادة عدد الديبولات لوحدة الحجم لحدوث الاستقطاب البيني (Interfacial polarization) وهذا بدوره يسبب زيادة ملحوظة في السعة الكهربائية مما يؤدي إلى زيادة ثابت العزل الكهربائي.

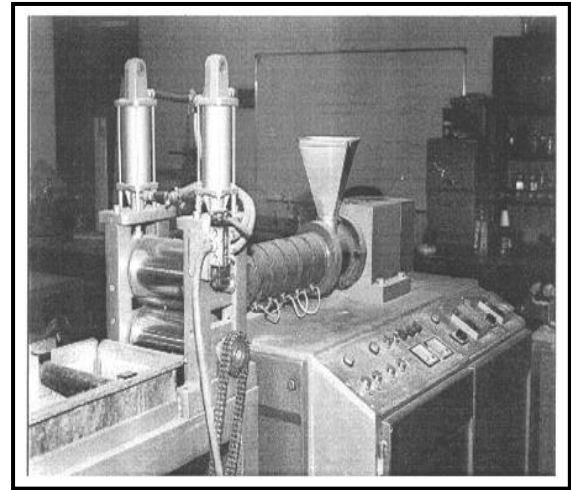
جدول (2)

تغير السعة الكهربائية لخليط (HPS-HIPE) مع ارتفاع درجة القياس من (289oK إلى 333oK).

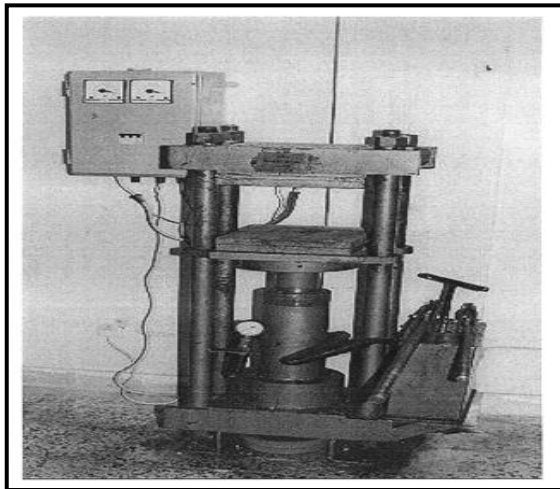
درجة الحرارة	289°K					333°K				
نسبة محتوى wt% (HIPE) في خليط (HPE-HIPS)	0%	15%	35%	50%	100%	0%	15%	35%	50%	100%
C (PF)	166.349	167.41	168.27	160.00	165.5	189.009	188.089	189.009	186.72	180.967



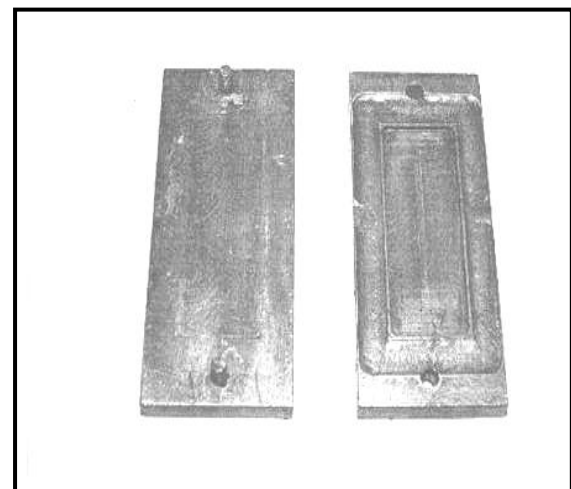
الشكل (3) يبين مخطط توضيحي لترتيب قطع الخلائط البوليمرية داخل القالب.



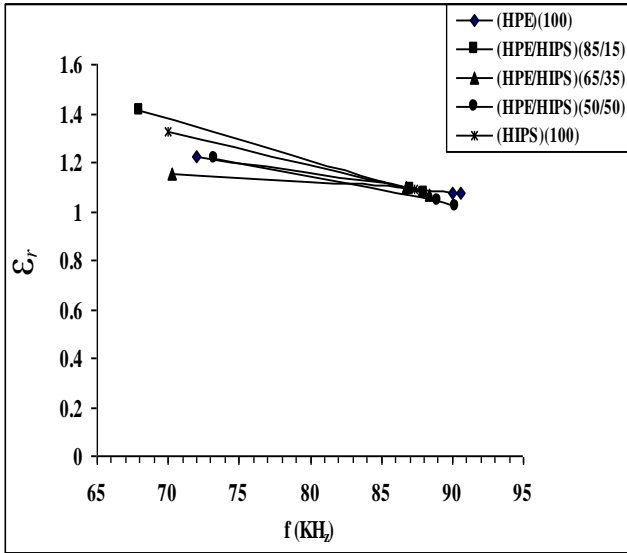
الشكل (1) يوضح جهاز البثق المستخدم في تحضير الخلائط البوليمرية.



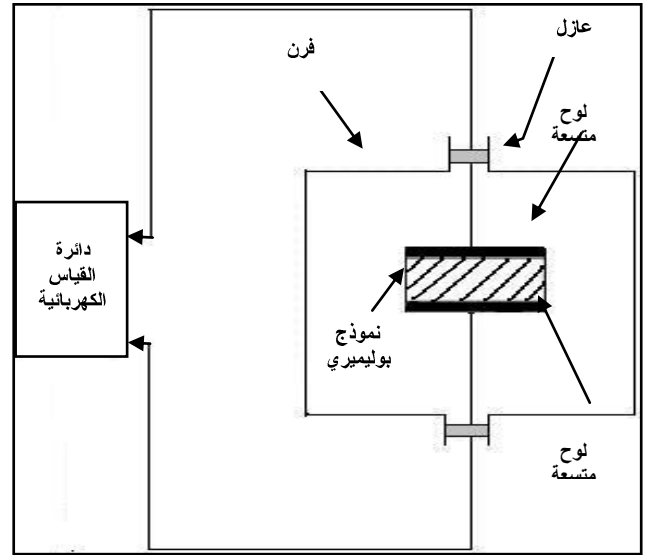
الشكل (4) يبين صورة المكبس الحراري المستخدم في عملية القولبة.



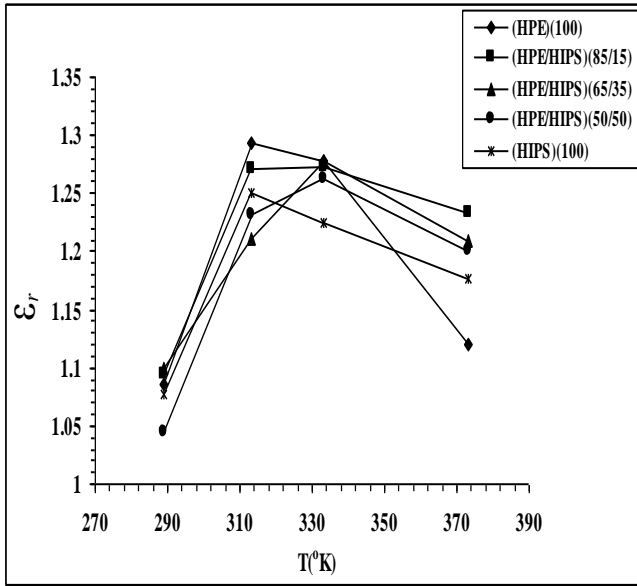
الشكل (2) يبين القالب المستخدم في إعداد العينات.



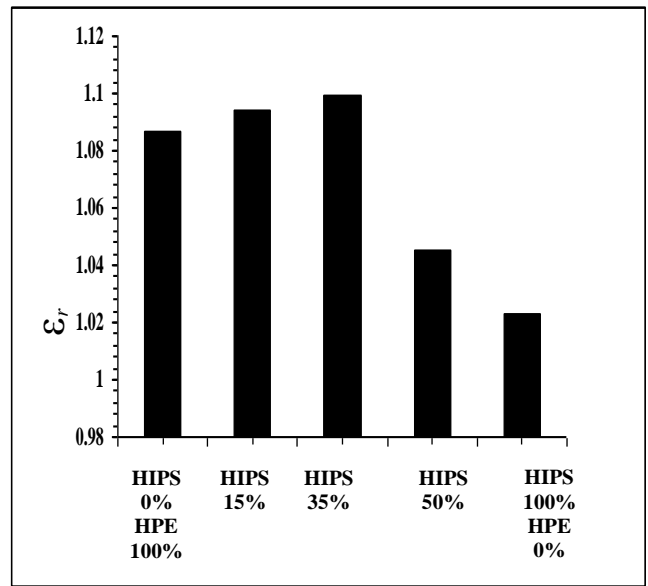
الشكل (7) يوضح تغير ثابت العزل مع التردد لنسب خلط مختلفة من مادة بوليمري مكون من (HPE-HIPS) بدرجة حرارة (289oK) و (M=0%) وأن جميع النماذج ذات سمك يقدر بـ (1mm).



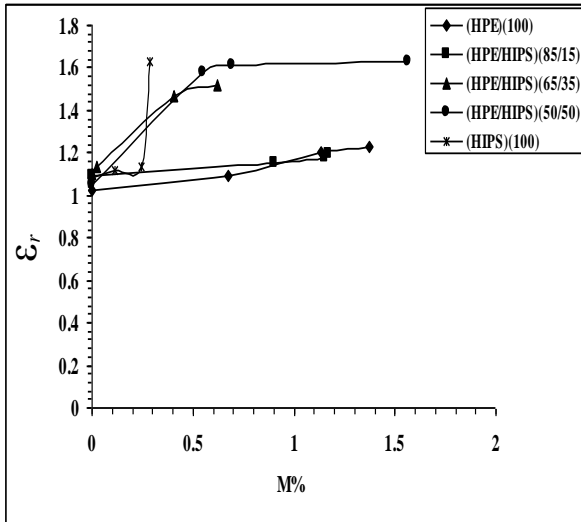
الشكل (5) يوضح المنظومة المستخدمة في قياس ثابت العزل الكهربائي مع تغير درجة الحرارة.



الشكل (8) يوضح تغير ثابت العزل للخلائط المحضرة مع درجة حرارة القياس عند (M=0%) و مع ثبوت تردد فولتية المصدر (100KHZ) عندما (L=20mH) وأن جميع النماذج المحضرة ذات سمك يقدر بـ (1mm).



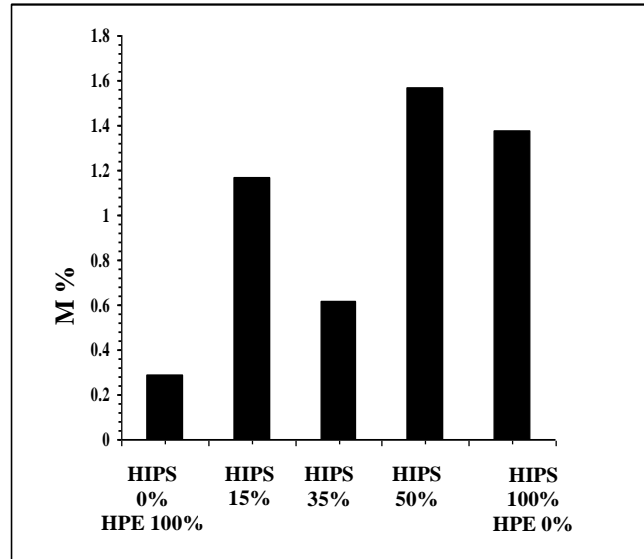
الشكل (6) يوضح تأثير نسبة الخليط البوليمري (HPE-HIPS) في ثابت العزل الكهربائي في الظروف الطبيعية عند (M=0%)، (T=289oK) مع ثبوت تردد الفولتية المسطرة (100KHZ) عندما (L=20mH) وأن جميع النماذج المحضرة ذات سمك يقدر بـ (1mm).



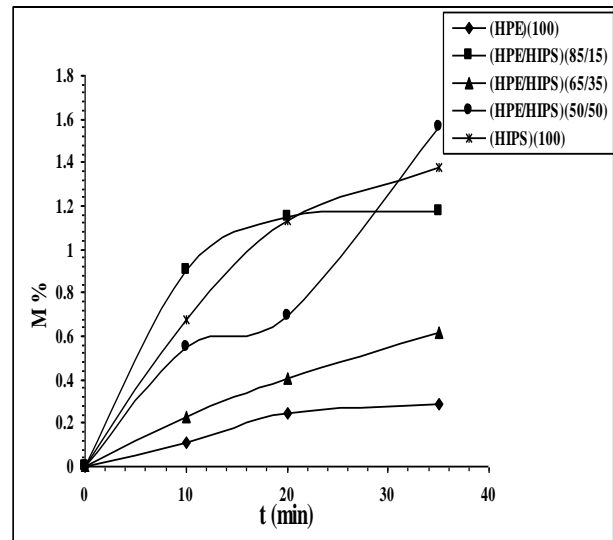
الشكل (10) يوضح تغير ثابت العزل مع النسبة المئوية للامتصاصية الماء المقطر المغلي لخليط بوليميري مكون من (HPE/HIPS) ذي نسب خلط مختلفة عند درجة حرارة (T=289ok) مع ثبوت تردد الفولتية المسالطة (100KHZ) عند (L=20 mH) وأن جميع النماذج ذات سمك يقدر بـ (1mm).

المصادر

- [1] H. Frohlich, "Theory of Dielectric", Oxford University press, oxford,(1950).
- [2] د.م. معتر جا ويش ود. محمود زهير الحمصي ، "البلاستيك تصميم وإنتاج"، حقوق التأليف والطبع محفوظة (1991). لدار النشر دمشق الطبعة الأولى.
- [3] N .F. Moll and E.A. Davius, "Electronic Processes in Noncrystalin Materials," (2ndEd.,Oxford University press, 1979).
- [4] مصطفى عبد الستار إبراهيم، "تأثير عوامل التحضير في بعض الخواص الفيزيائية لنسب خلطات بوليميرية مختلفة" (2006)، العلوم التطبيقية ، الجامعة التكنولوجية.
- [5] Tareev, B. "Physics of Dielectric Materials" MIR Publisher Moscow, (1975).
- [6] K.Kadotani, "composites, Vol.11, P.(199) (1980).
- [7] A.M. Bishai, F.A. Gaml, F.A. Awni and B.H.AL – Khayal, J.Appl. Polym. Sci. Vol. 30, PP. (2009), (1985).
- [8] R. Wycisk and W.M. Trochinczuk and J. Matys, "Polyethylene – Polystyrene Blends", Eur.polym. J. Vol.26, Vol.5, PP(535-539), (1990).



(a)



(b)

الشكل (9) (a) يوضح العلاقة بين النسبة لامتصاصية الماء المقطر المغلي مع زمن الغمر لنسب مختلفة من خليط بوليميري.

(b) يوضح تأثير اختلاف نسب الخلط لمادة بوليميري مكون من (HPE/HIPS) في النسبة المئوية لامتصاصية الماء المقطر المغلي (M%) عند زمن عمر قدره (35) دقيقة.

[24] د.صباحي سعيد الراوي ، د.شاكر جابر شاكر ، د.يوسف مولود ، فيزياء الحالة الصلبة ، جامعة الموصل، كلية الهندسة، (1985).

Abstract:

The project involved the preparation of two-polymer blends of high density polyethylene (HPE) and high impact polystyrene (HIPS), with (HIPS) content: (0wt%, 15wt%, 35wt%, 50wt%, 100wt%). For purpose, a single-screw extruder is used in test-sample preparation, followed by use the hot-press several plates extruded a long opposite direction.

A comparison is made between properties of blends with those of high density polyethylene (HPE) and high impact polystyrene (HIPS) with aim of arriving at the best physical mixing percentage.

The results of comparison have clearly shown that the increasing of content of (HIPS) in (HPE- HIPS) blend after limit ratio determined (35wt%) in material prepared lead to negative effect.

Then study relation between dielectric constant (ϵ_r) and frequency and temperature and percentage moisture absorption. It was found that dielectric constant increases when the temperature and percentage moisture absorption increases, where as dielectric constant (ϵ_r) dependent on capacity of prepared polymer blends.

The % moisture show the lower value for (HPE- HIPS) blend having (HIPS) content (35wt%).

- [9] A.K. Almasody, Msc. Thesis Submitted to phys. Dep. Al – Nahrain University (1997).
- [10] يونس خلف جبر العيساوي ، "دراسة الخصائص الفيزيائية لمادة بوليمرية متراكبة"، رسالة ماجستير ، كلية (2005).العلوم، الجامعة المستنصرية.
- [11] د.كوركيس عبد ال ادم ود حسين علي كاشف الغطاء، (1983). "تكنولوجيا وكيمياء البوليمرات" ، جماعة البصرة.
- [12] A.Leszek Utracki, "Polymer Alloys and Blends", New York, (1990).
- [13] Gerry Trantia, Ron Nimmer, "Structural Analysis of Thermoplastic Components", New York, (1994).
- [14] D.R. Paul, J.W. Barlow and Hikeskkula, "Encyclopedia of Polymer Science and Engineering", Vol. 12, (1988).
- [15] D. Askeland, "The Science of Engineering of Material", Second Edition, Chapman and Hall, London, (1990).
- [16] S. Schwartz, "Plastic Material and Processes", H. Good man, Sidney, (1982).
- [17] N.M. Emanuel, "Chemical Physics of Polymer Degradation and Stabilization", (VNU Sci. press, Netheland, 1987).
- [18] H. Leve me Williams, "Polymer Engineering", Elsevier Scientific Publishing Company, (1975).
- [19] J. Comyn "Polymer Permeability, Elsevier Applied Science Publishers LTD, London and New York, (1985).
- [20] R. Sathyamoorthy, S.A.K. Narayandass, C. Bala Subramanian and D. Mangalaraj, Phys. Stat. Sol. Vol.117,P.(495), (1990).
- [21] F.M. Herman, G.G. Morman and M.B. Norbert, "Encyclopedia of Polymer Science and Technology", (1969).
- [22] V.G. Gutsalyuk and V.M. Keskkii, "Internation Polymer Science and Technology", Vol. 10, No.3 (1983), PP.(32-35).
- [23] G.C. Papanicolao and Mecogliano, "The Effect of Water and Temperature on the Flexural Properties of Particulate Composites", Plastics and Rubbers Processing and Application, vol.6, No.3, May, P.(229-234), (1986).