جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل/كلية التربية للبنات
قسم الكيمياء

تحضير ودراسة الخصائص الميكانيكية والحرارية لمتراكبات البولي يوريا مع بعض الأكاسيد النانوية

جيلان خالد محمد سعيد محمود العبادي

رسالة ماجستير
في علوم الكيمياء

بإشراف

الأستاذ الدكتورة
ابتهاج زكي سليمان آل حليم

الأستاذ الدكتور
قصي كمال الدين الأحمدي

1447هـ
2025م

الخلاصة

تُعد المواد المتراكبة البوليمرية من اهم المواد الهندسية التي نالت اهتمامًا بفضل إمكانية تعديل خصائصها الميكانيكية والحرارية والفيزيائية لتناسب تطبيقات متنوعة. ويعد البولي يوريا من البوليمرات المرنة والمتينة ذات الاداء العالي، إلا أن خصائصه أمكن تحسينها من خلال تدعيمه بالجسيمات النانوية.

يشتمل هذا البحث تحضير ودراسة مجموعة من المتراكبات البوليمرية للبولي يوريا كمادة أساس، مضافًا إليها مواد داعمة وهي الجسيمات النانوية التجارية (أوكسيد الحديد الثلاثي النانوي، وأوكسيد النحاس النانوي، أوكسيد الالمنيوم النانوي)، وكذلك تم استخدام الجسيمات النانوية المحضرة مختبريًا (أوكسيد الحديد النانوي، أوكسيد النحاس النانوي)، وبنسب وزنية مختلفة باستخدام طريقة الصب والتشكيل اليدوي وبدرجة حرارة الغرفة، ومن ثم درست لهذه المتراكبات بعض الخصائص الميكانيكية التي تمثلت بالصلادة ومعامل المرونة والصدمة ومقاومة الانضغاطية ومقاومة الانحناء، وكذلك الخصائص الحرارية التي تمثلت ايضًا بالتوصيل الحراري والاستقرارية الحرارية، والخصائص التركيبية المتمثلة بالطيف الاشعة تحت الحمراء، والخصائص المورفولوجية من خلال المجهر الالكتروني الماسح والمجهر التشريحي، والخصائص الفيزيائية البنيوية (الكثافة النظرية والتجريبية والمسامية)، اضافة إلى دراسة التأثير الحراري على سلوك تلك المتراكبات عند المعالجات الحرارية(80,25,7)°م.

لقد لوحظ من خلال النتائج العملية تحسن في الخصائص الميكانيكية التي ذكرت بعد عملية التدعيم بالمواد النانوية سواء كانت تجارية أو محضرة نسبًة إلى البولي يوريا قبل التدعيم وتختلف هذه الزيادة باختلاف اشكال واحجام جسيمات النانوية الداعمة ومتانتها وكيفية توزيعها وارتباطها داخل مادة الأساس (البولي يوريا) فضلًا على أن سطوح مواد التدعيم لها تأثير كبير على الخصائص المذكورة اعلاه، حيث كانت احسن نسبة هي 1% التي اختيرت لإجراء المعالجة الحرارية على العينات، واثبتت النتائج زيادة في معامل المرونة والصلادة وانخفاض في مقاومة الانضغاطية وعدم تسجيل اي قياس للصدمة وزيادة في مقاومة الانحناء عند اضافة المادة أوكسيد الحديد الثلاثي النانوي بينما انخفضت عند اضافة أوكسيد الالمنيوم النانوي، وزيادة في مقاومة الانحناء عند اضافة أوكسيد النحاس الثنائي النانوي إلى حد النسبة 7% بعد ذلك انخفضت نتيجة التكتلات والتوزيع غير المتجانس للجسيمات النانوية، واظهرت النتائج أن افضل قيمة للتوصيل الحراري عند اضافة أوكسيد النحاس الثنائي النانوي ثم أوكسيد الالمنيوم النانوي وعُزيت الى الطبيعة المعدنية للنحاس وقدرته على نقل الحرارة، بينما اضافة المواد النانوية المحضرة حسنت أيضًا من الخصائص ولكنها احتوت على الشوائب مما أثر على انتظام التوزيع داخل البوليمر.

أظهرت نتائج التحليل الحراري الوزني سلوكًا مختلفًا في الاستقرار الحراري وذلك اعتمادًا على نوع الجسيمات النانوية حيث لوحظ ان اضافة أوكسيد الحديد الثلاثي النانوي افضل اسقرار حراري ثم أوكسيد النحاس الثنائي النانوي واخيرًا أوكسيد الالمنيوم النانوي وذلك نتيجة البنية البلورية المستقرة والقدرة

العالية على تعزيز الترابط داخل البوليمر لأوكسيد الحديد الثلاثي النانوي والمساحة السطحية العالية والمسامية المرتفعة مما تؤدي الى احتباس الرطوبة لأوكسيد الالمنيوم النانوي وفي المقابل التفاعلات التأكسدية المحتملة داخل المادة لأوكسيد النحاس الثنائي النانوي، كما أظهر الفحص المجهر الالكتروني الماسح والمجهر التشريحي وجود الفقاعات الهوائية والتكتلات التي حصلت نتيجة الخلط اليدوي والمسامات التي أثرت على الكثافة، واظهرت ايضًا تغيرات بسيطة في طيف الأشعة تحت الحمراء وخاصة لعينات المدعمة بأوكسيد النحاس الثنائي النانوي و اوكسيد الالمنيوم النانوي.

كما أثبتت طيف الأشعة تحت الحمراء وصور المجهر الالكتروني الماسح ومطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية للمواد المحضرة مختبريًا انها مواد نانوية وتمتاز بأشكال غير منتظمة.

كما اظهرت البولي يوريا مقاومتها للمذيبات العضوية المختلفة مما يدل على استقرارها الكيميائي في بيئات مختلفة.

هذه النتائج تُعزى إلى امكانية تحسين أداء البولي يوريا بشكل كبير بعد اضافة المواد النانوية الداعمة مما يفتح آفاقًا لتطبيقها في مجالات تتطلب مواد متينة وحرارية مستقرة مثل الطلاءات الواقية، العزل الحراري والصوتي، المنشآت البحرية.

ABSTRACT

Polymer composites are among the most important engineering materials that have gained attention due to the ability to modify their mechanical, thermal, and physical properties to suit a variety of applications. Polyurea is a flexible and durable polymer with high performance, but its properties can be enhanced by reinforcing it with nanoparticles. This research includes the preparation and study of a group of polymer composites of polyurea as a base material, in addition to supporting materials of commercial nanoparticles (nano iron(III) oxide α-Fe2O3, nano copper oxide CuO, nano aluminum oxide γ-Al2O3), as well as the use of prepared nanoparticles (nano iron(III) oxide, nano copper(II) oxide), and hybrid nanoparticles (nano iron(III) oxide and nano copper(II) oxide) in different weight ratios using the manual casting and shaping method at room temperature. Then, some mechanical properties of these composites were studied, which were represented by hardness, modulus of elasticity, shock, compressive strength, and bending strength, as well as thermal properties, which were also represented by thermal conductivity and thermal stability (TGA), structural properties represented by the infrared spectrum (FTIR), morphological properties through the scanning electron microscope (SEM) and the dissecting microscope (S.M), and physical structural properties (theoretical density (experimental and porous), in addition to studying the thermal effect on the behavior of these composites during heat treatments (80, 25, 7) °C. The experimental results showed an improvement in the mechanical properties mentioned after the reinforcement process with nanomaterials, whether commercial, prepared, single, or hybrid, compared to the polyurea before reinforcement. This increase varies depending on the shape and size of the supporting nanoparticles, their strength, and how they are distributed and bonded within the base material (polyurea). Furthermore, the surfaces of the reinforcement materials have a significant impact on the aforementioned properties. The best percentage was 1%, which was chosen for heat treatment of the samples. The results demonstrated an increase in the modulus of elasticity and hardness, a decrease in compressive strength, no impact measurements, and an increase in flexural resistance when adding nanoiron(III) oxide, while it decreased when adding nanoaluminum oxide. Flexural resistance increased when adding nanocopper oxide, reaching a percentage of 7%, after which it decreased due to agglomerations and the heterogeneous distribution of the nanoparticles. The best

thermal conductivity value was achieved when adding nanocopper(II) oxide, followed by nanoaluminum oxide. The metallic nature of copper and its ability to conduct heat were enhanced, while the addition of the prepared nanomaterials also improved the properties, but they contained impurities that affected the uniformity of the distribution within the polymer. The hybrids yielded the best results, thanks to the integration of the physical and chemical properties of the combined nanomaterials. This means that both materials enhance thermal stability, hardness, durability, and thermal conductivity. TGA results showed different behaviors in thermal stability depending on the type of nanoparticles. The addition of nanoiron(III) oxide showed the best thermal stability, followed by nanocopper(II) oxide, and finally nanoaluminum oxide. This was due to the stable crystalline structure and the high ability to enhance intrapolymer bonding of nanoiron(III) oxide, as well as the high surface area and porosity, which leads to moisture retention for nanoaluminum oxide and, in turn, potential oxidative reactions within the material for nanocopper(II) oxide. Microscopic examination (SEM, S.M.) revealed the presence of air bubbles and agglomerations resulting from manual mixing, as well as pores that affected the density. Slight changes in the FTIR spectra were also observed, especially for samples reinforced with nanocopper(II) oxide and nanoaluminum oxide. FTIR, SEM and EDS images of the laboratory-prepared materials also demonstrated that they were nanomaterials with irregular shapes.Polyurea also demonstrated resistance to various organic solvents, demonstrating its chemical stability in various environments.

These results indicate the potential for significantly improving polyurea performance after the addition of supporting nanomaterials, opening up new avenues for its application in areas requiring durable and thermally stable materials, such as protective coatings, thermal and acoustic insulation, and marine structures.

University of Mosul
College of Education for Girls
Department of Chemistry

Preparation of polymeric composites of polyurea with nanoparticles (for aluminum, iron, copper)

Jilan Khalid Mohammed Saeed Al-Abbadi

Master Thesis
In Chemistry Science

Supervised by
Professor

Dr. Ebtehag Zeki Sulyman Al- Halim

Dr.Kossay Kamal Al-Dein Al- Ahmadi

1447 A.H. 2025 A.D.