

تأثير البوليول البوليمري أو POP (Co-Polymer Polyol) في رغوة البولي يوريثان المرنة

مقدمة

تُستخدم رغوات البولي يوريثان المرنة على نطاق واسع في مقاعد السيارات والأثاث، ونظراً لتعرضها المستمر للضغط، يجب أن تتمتع بقدرة ملحوظة على تحمل الأحمال. لذلك، يمكن استخدام مواد مألوفة لتحسين الخواص الميكانيكية للرغوة.

كما أن إضافة المواد المألوفة إلى البوليول المستخدم في إنتاج الرغوة المرنة تساعد على تكوين النوى وتسهيل عملية فتح الخلايا. ويمكن أن تكون هذه المواد المألوفة غير عضوية أو عضوية. ومن المواد المألوفة غير العضوية المستخدمة CaCO_3 و BaSO_4 .

أما المواد المألوفة العضوية فيمكن تصنيعها بطرق مختلفة، مثل بلمرة التكاثف، والبلمرة في الموقع، والبلمرة الجذرية وغيرها. وينتمي البوليول البوليمري إلى هذه الفئة، ويمكن إنتاجه بعملية البلمرة الجذرية بطريقة مستمرة أو شبه مستمرة أو على دفعات.

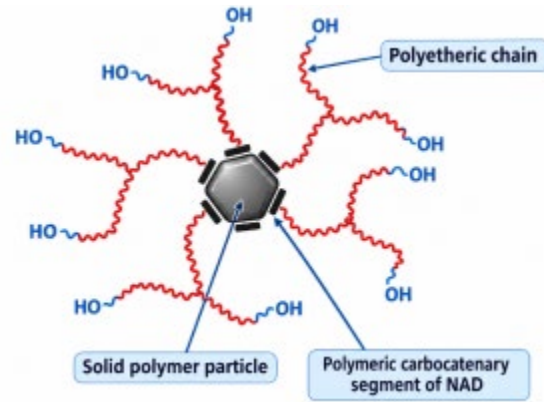
تركيب البوليول البوليمري

البوليول البوليمري هو بوليول مُحَصَّرٌ خصيصاً يحتوي على جسيمات بوليمرية مشتتة، تكون عادةً قائمة على الستايرين أو الأكريلونيتريل أو كوبوليمر الستايرين-أكريلونيتريل (SAN)، ضمن وسط من البولي إيثير بوليول. ويسهم وجود هذه المكونات البوليمرية في تحسين الثبات الحراري وتعزيز بنية الرغوة.

ونظراً لقدرة البوليولات البوليمرية (POPs) على زيادة الصلابة وتحسين قدرة تحمل الأحمال، فإنها تُستخدم في رغوات البولي يوريثان المرنة لتحسين الخواص الميكانيكية، مثل مقاومة الانضغاط وقدرة تحمل الأحمال.

ويتطلب تصنيع POP عادةً بولي إيثير بوليول، ومونومرات فينيلية، وبادئاً جذرياً، وعامل نقل للسلسلة. وبما أن البوليول الفينيلي لا يذوب في البولي إيثير السائل ويكون جسيمات مشتتة أثناء عملية البلمرة بالتطعيم، فمن الضروري تحقيق خلط جيد أثناء التفاعل للحصول على جسيمات دقيقة جداً. وقد يؤدي الخلط غير الكافي إلى تكثف الجسيمات وتكوين جسيمات أكبر.

لتحسين تشتت المواد واستقرار الجسيمات البوليمرية، تُستخدم مشتتات غير مائية (Non-Aqueous Dispersants – NAD). يوضح الشكل ١ بنية البوليول البوليمري التي تتكون من جزء بوليمري صلب وجزء من البولي إيثير، حيث تساعد جزيئات NAD على تحقيق الاستقرار بين هذين الجزأين وتحسين عملية التشتت.



الشكل ١. جسيمات البوليمر الصلبة المثبتة بواسطة جزيئات NAD

خصائص ومميزات البوليول البوليمري

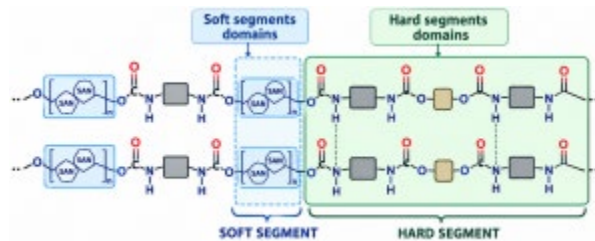
كلما زادت نسبة المحتوى الصلب (Solid Content)، وخاصة الجزء البوليمري SAN، ازدادت صلابة الرغوة وقساوتها بشكل عام. وبوجه عام، يمكن أن تؤدي زيادة المحتوى الصلب إلى ارتفاع مقاومة الشد وانخفاض الاستطالة.

كما يمكن أن تسهم زيادة الجزء الصلب في زيادة كثافة وصلابة الرغوات الناتجة، وذلك بحسب التركيبة وظروف التصنيع. بالإضافة إلى ذلك، قد يتأثر تركيب الخلايا بحجم وتوزيع الجسيمات البوليمرية المشتتة.

كما تختلف الخواص الميكانيكية الناتجة باختلاف نوع ونسبة المونومرات المستخدمة في الجزء البوليمري. عند استخدام مونومر الأكريلونيتريل بمفرده في تفاعلات التطعيم، تظهر مشكلة رئيسية، إذ إن البوليولات البوليمرية القائمة حصرياً على الأكريلونيتريل تميل إلى إنتاج مواد ملونة يتراوح لونها من البني الفاتح إلى الأصفر، وقد يؤدي ذلك في رغوات Slabstock إلى ظهور لون بني غير مرغوب فيه، خاصة في قلب الرغوة.

ومن ناحية أخرى، قد لا يوفر الستايرين بمفرده الاستقرار الكافي في النظام. لذلك يُستخدم الستايرين والأكريلونيتريل معاً عادةً على شكل كوبوليمر SAN. وتختلف الخواص الناتجة تبعاً لنسبة الستايرين إلى الأكريلونيتريل.

ويمكن أن تؤدي زيادة نسبة الأكريلونيتريل مقارنةً بالستايرين إلى زيادة المرونة وتحسين مقاومة التشقق. يوضح الشكل ٢ بنية البولي يوريثان القائم على البوليول البوليمري.



الشكل ٢. تركيب البولي يوريثان القائم على البوليول البولييمري

تُستخدم البوليولات البولييمرية، المعروفة أيضاً باسم البوليولات المطعمة (Graft Polyols)، في مجموعة متنوعة من التطبيقات، بما في ذلك رغوات HR عالية المرونة، ورغوات HR Slabstock، ورغوات Slabstock ذات القدرة العالية على تحمل الأحمال، والرغوات شبه المرنة، والإلاستومرات، والطلاءات.

الاستنتاج

تُستخدم البوليولات البولييمرية (POPs) لتحسين الخواص الميكانيكية لرغوات البولي يوريثان المرنة. وتحتوي هذه المواد على طور بولييمري صلب مشتت يتكون عادةً من كوبوليمر SAN.

ويساعد هذا الجزء الصلب على تحسين خواص ميكانيكية مهمة مثل قدرة تحمل الأحمال والصلابة ومقاومة التمزق. وتعتمد الخواص النهائية للبوليول البولييمري ورغوة البولي يوريثان الناتجة على عدة عوامل، أهمها نسبة المحتوى الصلب ونسبة الستايرين إلى الأكريلونيتريل في كوبوليمر SAN.

ولذلك يمكن ضبط الخواص الفيزيائية والميكانيكية لرغوات البولي يوريثان المرنة من خلال التحكم في تركيب SAN ونسبة المحتوى الصلب بما يتناسب مع متطلبات التطبيقات المختلفة.

المراجع

١. *Comparison of Flexible Polyurethane Foams Properties from Different Polymer Polyether Polyols*
٢. *Novel Cast Polyether Urethanes Based on Dispersed Polymeric Polyol*
٣. *Polyols for Polyurethanes – Polymer Polyols (Filled Polyols)*
DOI: 10.1515/9783110644104