

## البولي استر

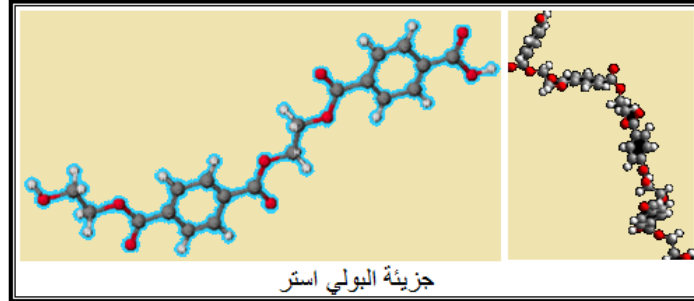


مقطع عرضي لشعيرة بولي استر

خيوط بولي استر

شعيرات البولي استر

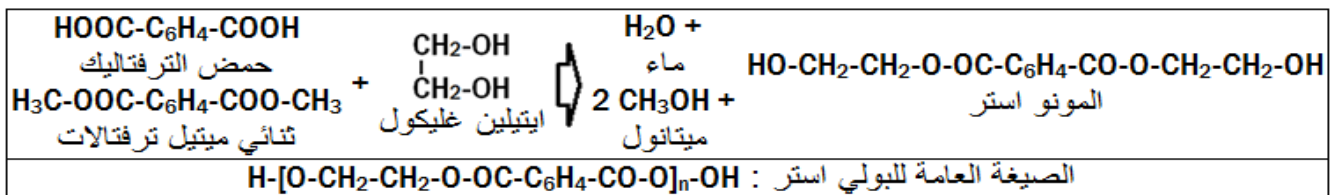
١- مقدمة: أُعلن عن اكتشاف البوليستر بعد نجاح البولي أميد بثلاث سنوات أي عام ١٩٤١ وذلك في بريطانيا، وأخذ الاسم التجاري تيرلين Terryline، وبعدها اشترت شركة du-point الأمريكية حق الإنتاج عام ١٩٥٠ ليظهر البوليستر باسم تجاري جديد هو الداكرون Dacron، ونتيجةً لخواصه المميزة فقد انتشر إنتاج البولي استر ليحتل مكان الصدارة في إنتاج الخيوط عالمياً. وأما الكيماويات المكونة لهذه الشعيرات التركيبية فهي سلاسل بوليميرية خطية طويلة تحتوي على نسبة لا تقل عن ٨٥ % من وزنها من استر ثنائي الهيدروكسيل وحمض التريفثاليك، وتتم البلمرة بتقنية التكاثف المتعدد عند درجات حرارة عالية وبتقنيات مختلفة (مستمرة - منقطعة - حالة صلبة ...) وغالباً ما تكون البلمرة مستمرة مع مرحلة الغزل الانصهاري، ويتم تشكيل البوليمر الخطي بإحدى التقنيتين:



جزيئة البولي استر

١- تقنية الاسترة التبادلية: وتتم بين ثنائي ميثيل أو إيثيل ترفثالات Di Methyl or Etheyl Trephtalate مع الايتيلين غليكول Etheylen glycol ليعطي الميثانول أو الايتانول إلى جانب البولي استر.

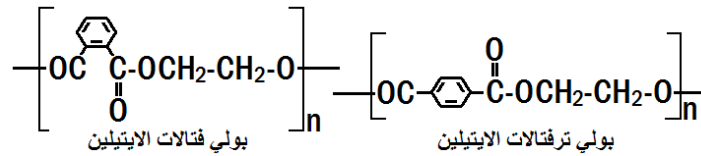
٢- التقنية الأيتيرية المباشرة: وتتم بين حمض التريفثاليك Terephthalic acid والايثيلين غليكول. وهناك عدة مركبات يكفينا الحصول منها على البولي استر، ولكن أكثرها انتشاراً هو البولي ايتيلين ترفثالات الذي يرمز له بـ PET.



يتم ضبط درجة بلمرة البوليستر بما يتوافق واستدامه النهائي، إذ يتوجب على المنتج المراد استخدامه لأغراض صناعية أن يكون بدرجة بلمرة وتبلور أعلى، ما يعني تراجعاً في مرونته وإمكانية استطالته.

تتراوح الحدود الطبيعية للوزن الجزيئي بين : ١٥,٠٠٠-٢٠,٠٠٠ ، ودرجة حرارة البثق بحدود ٢٨٠-٢٩٠ م°، أما لزوجة القص فتتراوح بين ١,٠٠٠-٣,٠٠٠ بواز Poise. ومن أهم الخواص المتعلقة بالبنية الداخلية هي درجة التوجّه أو الترتيب البلوري والتي تتناسب مع سرعة التدوير في مراحل الغزل، ومن الضروري الانتباه إلى أن سرعات التدوير التي تزيد عن ٧٠٠٠ دورة/ دقيقة تعطينا نتائج معاكسة.

وتمنح عملية السحب البنية البلورية الفراغية النهائية للبوليمر والتي يتم تطبيقها في حرارة أعلى من درجة الانتقال البلوري أي بين ٨٠-٩٠ م°، كما تتسبب بتوجه إضافي للبلورات. ويجب أن تتناسب معدلات السحب مع الاستخدام النهائي، وتتراوح بين ٣-٦ مرات، ويمكن أن تزيد عن ذلك في الخيوط العالية المتانة، كما يؤثر التوضع الفراغي لحلقات البنزن على الخواص البلورية للبولي استر، إذ تتيح السلسلة المستقيمة تداخل السلاسل مع بعضها البعض رافعاً بذلك من متانة الشعيرات كما تبين الصيغتين التاليتين للبولي استر:



**٢- عملية التشكيل الانصهاري للبوليستتر:** يتم ضخ مصهور السائل البوليميري بعد انتهاء عملية البلمرة إلى خزانات خاصة لتخليصه من فقاعات الهواء ومن ثم إلى أجهزة البثق التي تنتهي بفونيات مؤلفة من ثقب دقيقة تحدد أقطارها نمرة الشعيرات المطلوبة، والتي تخرج على شكل حزمة من الشعيرات المستمرة حيث تتجمد تحت تأثير تيار من الهواء البارد يدفع عليها بعد خروجها من ثقب رأس السحب " الفونية " مباشرة، لتتبعها عمليات السحب على عدة مراحل والتجعيد لتعطي الشعيرات المستمرة والتي يمكن إجراء عملية تقطيع لها بحسب طول التيلة المطلوب.



### ٣- تقنيات تشكيل البولي استر:

**١-٣- البنية التركيبية للبوليستتر:** تعود الخواص المميزة للبوليستتر لحلقات البنزن في السلسلة البوليميرية، ويؤدي وجود الجزيء العطري إلى قوة في السلسلة والتي تمنع التشوه في المناطق غير المنتظمة والتي تنتج عن فعل ضعيف لقوى فاندرفالس بين السلاسل، ما يجعل من الصعوبة بمكان أن نحصل على شعيرات بولي استر كاملة التبلور، إنما مناطق بلورية إلى جانب مناطق نصف موجهة وأخرى لا بلورية، وتفسر درجات حرارة الانصهار العالية لبولي استر PET مقارنة مع أنواع البولي استر الليفاتية لوجود الروابط الاستيرية.

أما الترابط بين السلاسل فينتج عن روابط هيدروجينية إضافة إلى قوى فاندرفالس والقوى الناتجة عن الروابط ثنائية القطبية، ويعزز نشوء القوى بين السلاسل القدرة على تشكيل شعيرات جيدة وعلى الميل إلى التبلور (ترتيب السلاسل الجزيئية)، وتؤدي هذه الروابط لمقاومة عالية للشد والرطوبة والانحلال والصبغة، أما مرونة الجزيئات فتعود بشكل أساسي لمجموعات الايتلين.

وتتأثر بنية الشعيرات بشكل كبير بأرقام عملية التشكيل كسرعة الغزل وعمليات السحب وسرعة ودرجة حرارة التثبيت... فكلما ازداد الإجهاد المطبق على الشعيرات بزيادة السرعة في الغزل

الانصهاري كلما تمددت الجزيئات بشكل أكبر مؤدياً لانتظامية بنية أعلى وقوة شد أكبر واستطالة أقل وتوجه بلوري أكبر.

كما يؤدي السحب الحراري لذات التأثير بإطلاقه الإجهاد الداخلي للجزيئات لخفض انكماش الشعيرات بتأمين ضبط بنية الجزيئات وبالتالي تقليل تغيرات الأبعاد.

**٣-٢- الخواص الميكانيكية:** يؤدي ازدياد الوزن الجزيئي لازدياد خواص المتانة والاستطالة المتبقية ومقاومة التقصف، وبوجود خواص المرونة والنعومة ومقاومة الاحتكاك فإنه سيظهر في الشعيرات قابلية التشابك مع بعضها البعض بحيث تشكل كرات صغيرة على سطح الأقمشة والتي تعتبر مشكلة حقيقية تسيء لمظهرية القماش.

ويتم لحل هذه المشكلة تعديل خواص الشعيرات، إذ يؤثر خفض الوزن الجزيئي على المتانة والمرونة ومقاومة الاحتكاك وبالتالي سيؤدي إلى لخفض قابلية البوليمر للتكور، إلا أن انخفاض الوزن الجزيئي يؤدي لانخفاض لزوجة الانصهار وبالتالي تقليل انتظامية الشعيرات الناتجة.

ويمكننا رفع لزوجة الانصهار بإضافة مركبات يمكنها تشكيل روابط عرضية، كما أنه يمكننا تقليل ارتباط السلاسل الجزيئية مع بعضها من خلال تقليل الشد بحيث أن ظاهرة التكور تتراجع أيضاً. ومن الخواص التي يمكننا تحقيقها أيضاً: الثباتية ضد التجعد والتي تتحقق بزيادة حرارة التسخين أو تقليل نسبة السحب.

**٣-٣- الخواص الحرارية والضوئية:** وتعتمد على تقنيات عمليات الاصطناع ووجود المناطق البلورية واللابلورية، وتقع نقطة الانتقال الحراري " التزجج " عند ٧٥°م، والتبلور عند ١٣٠°م، والانصهار عند ٢٦٠°م.

يتميز البوليمر بمقاومة جيدة للتحلل الحراري، ويمكننا بعمليات حرارية عادية إدخال نسبة محدودة من مجموعات الكربوكسيل في بنية البوليمير، ويؤدي استمرار تعريضه للحرارة العالية لظهور اللون الأصفر نتيجة تشكل بولي انالدهيد Poly enaldehydes من الاسيت ألدهيد ومن التحطم المتقدم للبولي فينيل استر، ويستمر بعدها التحلل الحراري بسبب تفاعلات جزيئية وجذرية مع دوران السلسلة عند الروابط الاستيرية.

ويؤدي تعرض شعيرات البولي استر لدرجة حرارة ١٥٠°م لفترة زمنية طويلة لفقدانها ٢٠ % من متانتها.

ويتمتع البولي استر بالإضافة إلى الثبات الحراري بمقاومة جيدة للأشعة الضوئية نتيجة وجود حلقة عطرية في بنيته الداخلية، وهذا ما يميزه عن غيره من البوليميرات كالبولي أوليفين، إلا أن تعرضه لفترات طويلة مع وجود رطوبة في الوسط سيفقده جزءاً من متانته بسبب تفاعلات الأكسدة.

**٣-٤- الخواص الكيميائية:** تبدي شعيرات البوليمر مقاومة عالية للأحماض المعدنية الضعيفة حتى في درجة حرارة الغليان ولمعظم الأحماض القوية في درجات الحرارة العادية، وتتحلل جزئياً في حمض الكبريت المركز عند الحرارة العادية وتذوب بشكل تام في الحرارة العالية.

أما مقاومته للقلويات الضعيفة فهي جيدة ولكنه حساس للقلويات القوية مثل ماءات الصوديوم الذي يعمل على تنشيط تفاعلات الإماهة، والميتيل أمين الذي يخترق البنية عبر المناطق اللابلورية مسبباً إضعاف الروابط الاستيرية وبالتالي تراجع الخواص الفيزيائية.

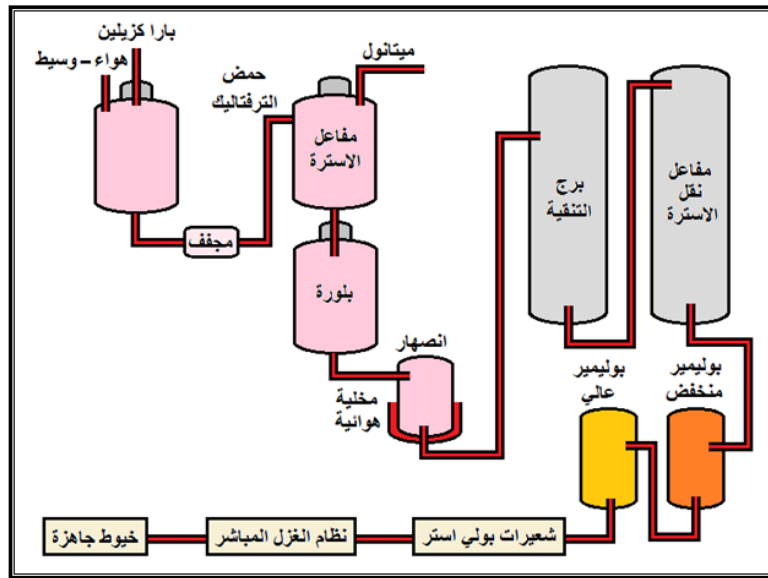
وتستخدم سهولة التأثير هذه بالهجوم القلوي لتحسين مظهر الأقمشة في مراحل الإنهاء، بمنحها البنية المسامية على سطح الشعيرات ما يعزز من قابلية التبلل وبالتالي خواص استخدام أفضل.

يبدي البوليمر مقاومة جيدة للعوامل المؤكسدة كالمواد القاصرة - كالماء الأوكسجيني - ومقاومة لمركبات التنظيف والعناية، ويتميز بعدم قابليته للانحلال بمعظم المحلات كالبنزن والأسيتون، إلا أنه يذوب في الفينولات وهالوجينات حمض الخل، وينتفخ في المحاليل المركزة لحمض البنزويك والفينيل فينول وحمض الساليسيليك.

تعتبر شعيرات البوليستر من الشعيرات ضعيفة الألفة للماء بسبب بنيتها الداخلية المنتظمة وعدم احتوائها على مجموعات هيدروفيلية، وهذا يعني محتواها من الرطوبة أقل وبالتالي سرعة جفاف عالية، إضافة لعزل أكبر وصعوبة في الصباغة وظهور الكهرباء الساكنة التي تسبب مشاكل أثناء تطبيق بعض العمليات التقنية مثل عمليات الغزل أو الحياكة.

أما خواص المتانة فلا تختلف بين الشعيرات الرطبة والجافة وحتى المبلولة، وتعتمد إمالة البوليستر بشكل كبير على درجة الحرارة حيث أنه تم نقع مجموعات مختلفة من شعيرات البوليستر التقليدية في الماء بدرجة حرارة ٧٠م لعدة أسابيع ولم يظهر عليها أي تراجع في متانتها، وانخفضت بمقدار ٢٠% بعد أسبوع نقع واحد عند حرارة ١٠٠م.

ومن الجدير ذكره هنا ألفة البوليستر العالية للزيوت ما يجعل تنظيفها أصعب، ويساعد في ذلك وجود خاصية الكهربائية الساكنة، وإضافة إلى ما ذكر يتمتع البوليستر بمقاومة ممتازة للتعبن والهجوم البكتيري.



### مقاومة النسيج للبكتريا

يمكن أن تتخذ عملية المعالجة عدة أشكال: كالمعالجة بالفضة المعروفة بمقاومتها العالية للميكروبات بإدخال شوارد الفضة في الخيوط الصناعية أو التركيبية بالاعتماد على مجموعة من المركبات الكيميائية، ويعيب هذه الطريقة كلفتها العالية نسبياً، لذا يلجأ الصناعيون لغمر النسيج بمحاليل تحتوي بعض مركبات الأمونيوم الرباعية السيليكونية بتراكيز اقتصادية بحيث نحصل على طبقة حافظة تغطي سطح النسيج، ويمكن أن تدوم صلاحية هذه المعالجة لعدة عمليات الغسيل، وتحسن هذه المعالجة المضادة للبكتريا فتجعله أكثر قدرة على امتصاص الماء دون أن تؤثر على متانة النسيج.