

القسم الرابع : صناعة المواد البتروكيمياوية النهائية

تنتج البتروكيمياويات النهائية باستخدام واحد أو أكثر من البتروكيمياويات الأساسية و/أو الوسيطة، ومن أمثلتها في مجال صناعة البلاستيك (الترموبلاستيك) البولي إيثيلين والبولي بروبيلين والبولي فينيل كلوريد، والبولي إيثايرين .

1. البولي إيثيلين CH₂-CH₂- n -

أ. يستهلك ٥٠% من إنتاج الإيثيلين في العالم في إنتاج البولي إيثيلين. وقد تم اكتشاف هذا البوليمر عام ١٩٣٢، وسمي بالبولي إيثيلين منخفض الكثافة PEHD، أو البولي إيثيلين عالي الضغط، لأنه يحضر عند ضغوط في حدود ١٥٠٠ ضغط جوي، وعند ٢٠٠م، وتسير البلمرة بميكانيكية الشقوق الحرة، إذ تضاف مركبات قادرة على تكوين شقوق حرة، مثل البيروكسيدات أو الهيدروبيروكسيدات أو الأكسجين نفسه.

يتكون البوليمر من سلاسل مستقيمة متوازية يقطعها وصلات عرضية linked Cross، لذلك يسمى البولي إيثيلين منخفض الكثافة، إذ تبعد الوصلات العرضية السلاسل عن بعضها، كما أن لهذا النوع من البولي إيثيلين نسبة تبلور Crystallinity منخفضة

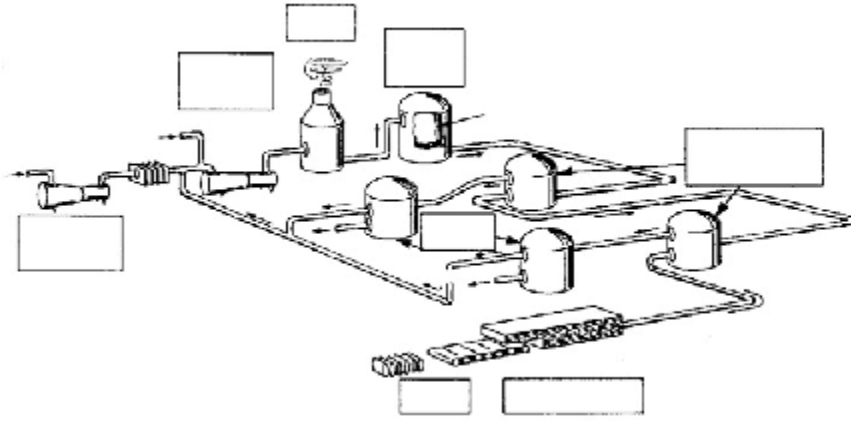
ب. في عملية إنتاج البولي إيثيلين منخفض الكثافة، يدفع الإيثيلين إلى ضغط التفاعل، وذلك بواسطة عدة مكابس تتطلب فيما بينها عمليات تبريد. يتم إدخال الإيثيلين المكبوس والحفاظ إلى مفاعل أوتوكلاف Autoclave ترفع فيه درجة الحرارة والضغط لتتم عملية البلمرة. يسحب البولي إيثيلين الناتج بانتظام ثم يبرد، ويحول لحبيبات جافة، في الوقت الذي يتم فيه فصل باقي الإيثيلين، الذي لم يتبلر، ويعاد تدويره في

الكباسات كما هو موضح في الشكل الرقم ١٩

ج. أما البولي إيثيلين مرتفع الكثافة PEHD أو منخفض الضغط، فقد اكتشف عام ١٩٤٥، وهو يخلو من الوصلات العرضية، ونسبة التبلور فيه عالية.

ويتم تحضيره عند ضغط في حدود ٢ جو، مما يجعل هذه العملية اقتصادية للغاية، وتستخدم درجات حرارة ما بين ٥٠-٧٠م أي أوطأ من درجة انصهار البوليمر نفسه، كما يستعمل زمن تلامس ما بين ١-٤ ساعة، ويمكن التحكم في الوزن الجزيئي للبوليمر بالتحكم في ظروف التفاعل.

مصنع إنتاج بولي إيثيلين منخفض الكثافة



تسمى عملية إنتاج البولي إيثيلين عالي الكثافة بعملية زيغلر Zeigler ، إذ يستعمل حفاز زيغلر المكوّن من ناتج تفاعل أحد مركبات فلز انتقالي، مثل رابع كلوريد التيتانيوم $TiCl_4$ مع مركب عضو فلزي Organometallic مثل داي إيثيل ألومنيوم مونو كلوريد Diethyl Aluminium Monochloride.

وهناك طريقة أخرى لإنتاج بولي إيثيلين عالي الكثافة تستخدم فيها حفازات أكسيدية من أكاسيد الفلزات مثل أكسيد الكروم المحمل على سيليكات أو سيليكات ألومينا، والتي يضاف إليها بعض المنشطات من أكاسيد الفلزات الأخرى مثل أكسيد الحديد وأكسيد النحاس وأكسيد الباريوم .

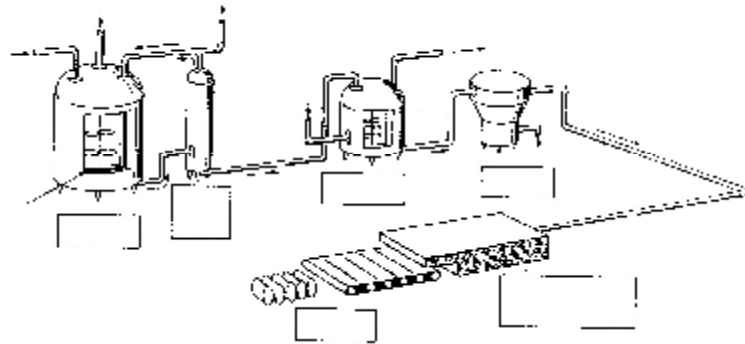
في هذه العملية تستعمل ضغوط في حدود ٤٠ جو، وحرارة ١٢٥-١٦٠°م، ويضاف الحفاز بنسبة .. % ١/٢

وفي عمليات الإنتاج، يتم تحضير الحفاز في غرفة مستقلة، تمد المفاعل بكميات صغيرة من الحفاز المذاب في مذيب الهكسان الحلقي . Cyclohexane كما يغذى

المفاعل بإيثيلين شديد النقاوة ليعطي ضغطاً من 1-6 جو، وتكون درجة حرارة المفاعل $50-70^{\circ}\text{C}$. يتكون البولي إيثيلين عالي الكثافة، ثم يسير إلى مبخر المذيب، ويترسب البوليمر الصلب كما هو موضح في الشكلين الرقمي 20، 21.

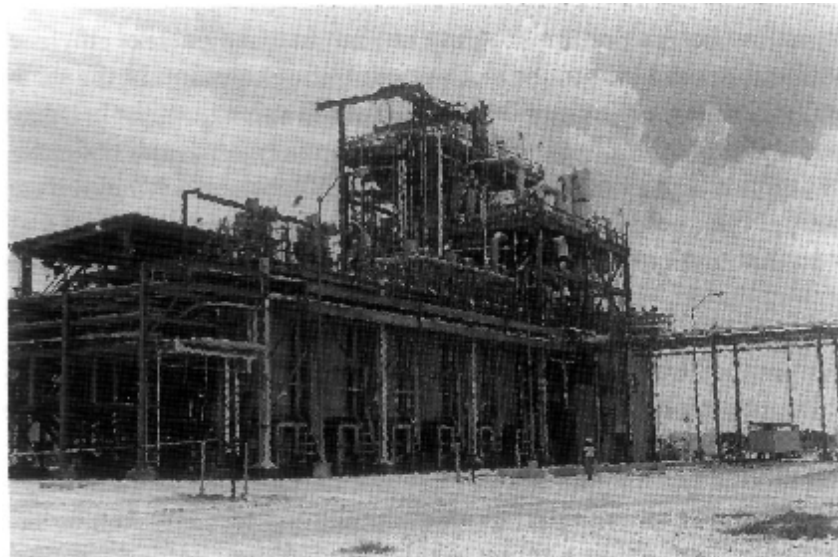
الشكل الرقم ٢٠

مصنع إنتاج البولي إيثيلين مرتفع الكثافة



الشكل الرقم ٢١

مصنع هوكست سيلانيز لإنتاج البولي إيثيلين مرتفع الكثافة



قام بإعداده وتنسيقه من الشبكة الألكترونية : المهندس مهند الكاطع

د. يعدّ البولي إيثيلين واحدًا من أهم البوليمرات الذي يزداد إنتاجه عامًا بعد عام،
 "يوضح الجدول الرقم ٥ الطلب العالمي على البولي إيثيلين" وهو مادة ثرموبلاستيكية
 Thermoplastic ذات لون أبيض ونقطة ليونة Softening point تساوي ١٢٠ -
 ١٢٥°م "الجدول الرقم ٦ يبين التطور في الطلب العالمي على البولي إيثيلين"، "والجدول
 الرقم ٧ يبين التوزيع الجغرافي للطاقت الإنتاجية للبولي إيثيلين".

وللبولي إيثيلين مقاومة كيميائية عالية وقوة ميكانيكية، ومقاومة للتجمد، ومقاومة للنشاط
 الإشعاعي، ومقاومة لنفاذية الغازات والرطوبة. ويمتاز بوزنه الخفيف، كما أنه لا
 يحتوي على أي سمّية

الجدول الرقم (5)

الطلب العالمي على البولي إيثيلين

	2000
مليون طن حجم الطلب، -	48
— النوعيات	%
— عالي الكثافة	42
— منخفض الكثافة	33
— منخفض الكثافة خطي	25

الجدول الرقم (6)
تطور الطلب العالمي على البولي إيثيلين
(كجم / فرد / سنة)

	1995	1997	2000
إيثيلين منخفض الكثافة بولي -	3.47	2.56	2.57
إيثيلين منخفض الكثافة بولي -	1.43	1.71	2.02
خطي	2.83	3.13	3.43
إيثيلين عالي الكثافة بولي -	3.39	3.67	4.03
بروبلين بولي -			

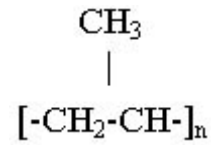
الجدول الرقم (7)
التوزيع الجغرافي للطاقات الإنتاجية
للبولي إيثيلين

	عام ١٩٨٨		عام ١٩٩٩	
	مليون طن	%	مليون طن	%
الشمالية أمريكا -	11.2	35	16.1	30
الجنوبية أمريكا -	1.5	5	2.2	4
الغربية أوروبا -	8.7	27	12.3	23

قام بإعداده وتنسيقه من الشبكة الألكترونية : المهندس مهند الكاطع

الشرقية أوربا -	3.3	10	4.5	8
والشرق الأوسط أفريقيا -	1.8	6	4.6	9
الباسيفيك /آسيا -	5.5	17	13.7	2.6

2. البولي بروبيلين



عندما نضجت تكنولوجيا البولي بروبيلين PP في أواخر عام ١٩٥٠، أسرعت الصناعات الكيماوية بحصاد التطبيقات العديدة لهذا المنتج الثرموبلاستيكي Thermoplastic، نظراً لسهولة تشكيله أو دفعه وكذلك لقدرته على تقبل الألوان .

تشبه مصانع إنتاج البولي بروبيلين إلى حد كبير مصانع إنتاج البولي إيثيلين عالي الكثافة، بل إنه يمكن استخدام المصانع نفسها في الإنتاج. التغذية هنا تتم بواسطة بروبيلين عالي النقاوة. كما أن مصانع إنتاج البولي بروبيلين مزودة بوحدات إضافية لإزالة البولي بروبيلين منخفض الوزن الجزيئي والعشوائي atactic من البولي بروبيلين مرتفع الوزن الجزيئي والمنتظم المستوى isotactic، وذلك بوضع خليط البوليمرات في هبتين طبيعية heptane ساخنة، التي تذيب البوليمر العشوائي، ولا تذيب البوليمر المنتظم، وبالتالي يمكن فصل البوليمر الأخير بواسطة عمليات الطرد المركزي .

مازالت هناك بحوث لتطوير صناعة البولي بروبيلين، خاصة في مجال الحفازات، للوصول إلى بوليمر منتظم isotactic، بنسبة 100% نظراً لأن الحفازات المستخدمة حالياً لا تنتج إلا ٦٠ - ٧٠% من هذا النوع المطلوب .



أ. البولي فينيل كلوريد PVC هو أحد البوليمرات القليلة ذات التطبيقات الواسعة تجارياً، والتي لها حجم مبيعات يقع بين البولي إيثيلين والبولي إيثايرين. في عام ٢٠٠٠ تنبأ معهد استانفورد للبحوث أن PVC في الولايات المتحدة الأمريكية سيصل إلى المقدمة، وسيكون حجم إنتاجه السنوي ١٧ × ٩١٠ طن متري. وهذا التوسع في الإنتاج ناتج من درجة المقاومة الكيماوية العالية، والقدرة الفريدة، لهذا النوع من البوليمرات، الذي يمكن خلطه مع إضافات أخرى ليعطي أنواعاً كثيرة من بوليمرات ذات خصائص طبيعية وكيماوية وبيولوجية متعددة أكثر من أي بوليمرات أخرى. "الجدول الرقم ٨ يوضح تطور الطلب العالمي على البولي فينيل كلوريد"، "الجدول الرقم ٩ يبين التوزيع الجغرافي لإنتاج البولي فينيل كلوريد".

ب. يتم إنتاج PVC بواسطة بلمرة الشقوق الحرة لكلوريد الفينيل. وتتراوح درجة البلمرة n ما بين ٣٠٠ إلى ١٥٠٠ جزئياً. بوليمرات PVC تتشكل حرارياً Thermoplastic بمعنى أنها تزداد طواعية، وتتشكل في الحرارة العالية، وعند تبريدها تحتفظ بخواصها الأصلية. بتطبيق الحرارة والضغط يمكن دفع PVC وتشكيله ليأخذ أي شكل مطلوب، ويتم ذلك في حرارة ١٥٠ - ٢٠٠°م طبقاً للوزن الجزئي والتركيب.

ج. في عام ١٩٣٥ تم اكتشاف PVC بعد تعرض مادة ١، ٢ - ثنائي كلوريد الإيثان لضوء الشمس، ففي أوائل عام ١٩٣٥ تم تسجيل مادة بيضاء تركيبها العنصري C₂H₃Cl وكثافتها ١,٤٠٦ جرام/سم^٣. ثم تم اكتشاف الطبيعة اللدائنية والأهمية التجارية لهذه المادة، وظهرت لها تطبيقات تم تسجيلها في براءات اختراع لإنتاج الرقائق والألياف. بعد ذلك ظهرت طريقة بلمرة مشتركة لها باستخدام البيروكسيدات كمنشطات للبلمرة. وقد فتحت مجالات عديدة لهذه المادة بعد اكتشاف المدنات ومثبتات الحرارة.

د. خلال الحرب العالمية الثانية، ظهر نقص في إنتاج المطاط الصناعي وظهر في الأفق الـ PVC كمادة عازلة للأسلاك والكابلات تفوقت على المطاط، واستمر تطور الـ PVC حتى وقتنا الحالي.

هـ. صناعة PVC لها مشاكلات الخواص الفراغية للبولي بروبلين نفسها، نظراً لعدم انتظام ذرة الكربون المتصل بها ذرة الكلور، وبالتالي يمكن أن تنتج جزيئات PVC منتظمة أو عشوائية التبلر. بوليمر PVC التجاري يحتوي على ٥-١٠% أشكال بلورية، وهي نسبة مئوية صغيرة من الجزيئات المنتظمة. كثافة البوليمر حوالي ١,٣ - ١,٨ جرام/سم^٣، وهي أعلى من البولي إيثيلين أو البولي بروبلين. و. يتم بلورة مونومر فينيل كلوريد VCM بواسطة أربع طرق: معلق، مستحلب، كتلة، محلول، أغلب PVC يصنع بواسطة طريقة المعلق Suspensio، إذ يسهل تشكيله ودفعه وتحويله إلى رقائق. وبوليمر PVC الناتج من عمليات المستحلب emulsion يمكن استخدامه في الدهانات، كما أنه يمكن تشكيله بعد تجفيفه وإضافة ملدن سائل Plasticizer ز. في عملية البلورة كمعلق يتم ملء مفاعل الأوتوكلاف autoclave بالماء، ويستخدم كحول بولي فينيل Polyvinylalcohol للمساعدة في تثبيت المعلق، كما يضاف لورويل بيروكسيد كحفاز للشقوق الحرة. تستغرق عملية الإنتاج ١٠-١٢ ساعة في الدفعة الواحدة

الجدول الرقم (8)

تطور الطلب العالمي على البولي فينيل كلوريد

(كجم / فرد / سنة)

	1993	1999
الشمالية أمريكا -	12.5	15.0
الجنوبية أمريكا -	2.5	4.0
الغربية أوروبا -	14.0	17.0
الشرقية أوروبا -	2.0	6.5
الأوسط وأفريقيا الشرق -	1.0	1.5
	2.0	3.0
	4.0	5.0

قام بإعداده وتنسيقه من الشبكة الألكترونية : المهندس مهند الكاطع

الباسيفيك / آسيا -		
العالم بقية دول -		

الجدول الرقم (9)

التوزيع الجغرافي لإنتاج البولي فينيل كلوريد

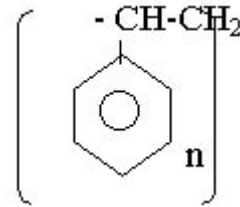
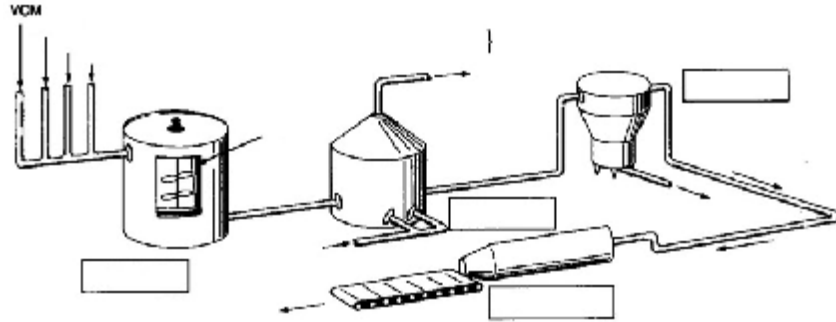
(مليون طن / سنة)

	1992	1994	1996	1998
الشمالية أمريكا -	11.735	12.733	13.685	14.380
الغربية أوروبا -	10.785	13.348	12.368	12.835
الباسيفيك / آسيا -	12.218	14.362	14.676	17.675
الجنوبية أمريكا -	2.388	2.589	3.818	4.352
الجنوبية أمريكا -	4.817	5.124	5.346	5.390
الشرقية أوروبا -	2.377	2.948	3.225	3.836
والشرق الأوسط أفريقيا -				

وتبلغ سعة المفاعل 5000-6000 جالون، وهو مبطن بالزجاج. بعد شحن جميع المكونات يتم دفع بخار ماء في قميص خارجي للتسخين. وعند بداية التفاعل يتم استبدال البخار بالماء البارد. ثم تخلط المكونات بقوة للحفاظ على المونومر معلقاً في الماء، ويتم متابعة تكوين جزيئات البوليمر والحفاظ على نموها طبقاً للشكل الرقم ٢٢ .

الشكل الرقم ٢٢

مصنع إنتاج PVC معلق



4 . البولي إستايرين

أ. بدأ الإنتاج التجاري للبولي إستايرين PS عام ١٩٣٠، بطاقة إنتاجية متزايدة بسرعة، خلال الحرب العالمية الثانية، لتغطية المصانع المنتجة للمطاط الصناعي. "الجدول الرقم ١٠ يبين الطلب العالمي على البولي ستيرين".

ب. بالرغم أن الإستايرين يتبلر ذاتيًا بالحرارة في جو خالٍ من الأكسجين، إلا أن الحفازات تضاف إليه للبلمر الكاملة في حرارة منخفضة. هذه الحفازات تشمل مركبات كاتيونية أو أنيونية أو مركبات زيجلر أو شقوق حرة مثل البيروكسيدات أو مركبات الأزو. تعدّ الشقوق الحرة من أهم الحفازات ذات الأهمية التجارية الكبرى. ويستخدم لذلك بواعث للشقوق الحرة ثنائية الوظيفة لتقليل زمن التفاعل، والتحكم في تكوين الوزن

الجزئيّ الفعال. يتم الوصول إلى معدلات عالية من البلمرة باستخدام حفازات أنيونية، مثل المركبات العضوية الفلزية

ج. يستخدم في صناعة البولي إستايرين عمليات بلمرة مستحلب أو معلق مائي أو محلول، أو كتلة وكل عملية تنتج أنواعاً مختلفة من البوليمرات. عملية بلمرة الكتلة تتميز بالنقاوة والألوان الممتازة للبوليمر، بالمقارنة لعملية البلمرة بالمعلق، التي تنتج بسهولة بوليمرات ذات أوزان جزيئية مختلفة، ولكنها تفتقد النقاوة.

د. البولي إستايرين المتمدّد أو الرغوي EPS هو نوع من أشكال البوليمرات الخلوية الجامدة. ويتم إنتاجها بإضافة عامل متمدّد مثل البنتان الطبيعي أو الأيزو بنتان إلى الإستايرين قبل عملية البلمرة المعلقة. يتم إضافة مثبتات إلى خليط التفاعل لإنتاج حبيبات ذات أحجام كبيرة

هـ. تعدّ عمليات بلمرة المعلق أكثر العمليات شيوعاً في إنتاج البولي إستايرين كما هو موضح في الشكل الرقم ٢٣

الجدول الرقم (10)

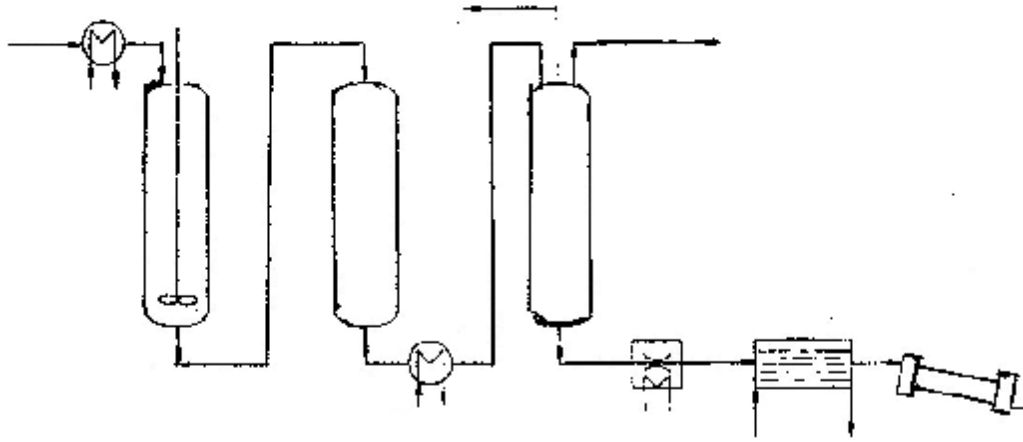
الطلب العالمي على البولي ستيرين

	1994	2000
مليون طن حجم الطلب، -	10.4	14.0
الجغرافي للطلب التوزيع -	%	%
الشمالية أمريكا -	37	24
الغربية أوروبا -	24	21
الباسيفيك /آسيا -	33	44
أخرى مناطق -	16	11

قام بإعداده وتنسيقه من الشبكة الألكترونية : المهندس مهند الكاطع

الشكل الرقم ٢٣

مخطط إنتاج البولي إيثايرين من الإستايرين بواسطة بلمرة المعلق



5. مواد البلاستيك

أ. عام

(١) بلغ إنتاج مواد البلاستيك ٣٤,١ مليون طن بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٤، كانت قيمتها ٣٦ بليون دولار، ودخلت هذه المواد في تصنيع سلع ارتفعت قيمتها إلى ٨٠ بليون دولار. وتمثل الجداول المرفقة تطور الطاقات الإنتاجية وأحجام الطلب على نوعيات مواد البلاستيك الترموبلاستيك والتي يتضح منها:

قام بإعداده وتنسيقه من الشبكة الإلكترونية : المهندس مهند الكاطع

ظلت الدول الصناعية حتى عهد قريب مناطق الإنتاج الرئيسية لمواد البلاستيك والمستهلك الأساس لها، ولكن هذه الصورة تغيرت كثيراً في الوقت الحاضر، و ينتظر أن تستمر صورة التغيير بدخول دول منطقة آسيا/الباسيفيك أساساً كمنطقة إنتاج رئيسية، كما تطور الاستهلاك في العالم النامي بصفة عامة.

(٢) ينتظر أن يتجمد حجم الطلب للفرد من البولي إيثيلين منخفض الكثافة، بينما يتزايد الطلب على كل من البولي إيثيلين الخطي منخفض الكثافة والبولي إيثيلين مرتفع الكثافة، كما يتزايد الطلب بمعدلات مختلفة بالنسبة للنوعيات الأخرى من مواد البلاستيك طبقاً لما هو موضح بالجدول الأرقام ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠.

(٣) هناك نوعية جديدة من العوامل المساعدة المسماة بالميتالوسين، يمكن باستخدامها إنتاج نوعيات متميزة من مواد البلاستيك، تقترب في خواصها من مواد البلاستيك الهندسية، وبتكلفة محدودة نسبياً، مما يدعو للاعتقاد بأنه لن يكون هناك مشروع جديد لإنتاج البولي أوليفينات، بدون استخدام هذه النوعية من العوامل المساعدة.

(٤) هناك اهتمام كبير، وعلى مستوى عالمي، بإعادة تدوير مواد البلاستيك المختلفة، وقد يؤثر هذا الاتجاه بالسلب على معدلات نمو الطلب على الإنتاج الجديد، في حالة نجاح تكنولوجيا إعادة التدوير، والتوسع في تطبيقها مستقبلاً، وتعدّ ألمانيا دولة رائدة في هذا المجال.

كما يتزايد استهلاك مواد البلاستيك سهلة التحلل كوسيلة من وسائل حماية البيئة.

(٥) يحتاج تشغيل مواد البلاستيك إلى منتجات نهائية لاستخدام العديد من الإضافات، التي تسهل من عمليات التشغيل، أو تحافظ على خواص المنتجات أو تحسنها، وقد بلغ حجم هذه الإضافات على المستوى العالمي ٦,٨ مليون طن عام ١٩٩٤، وكان حجم مبيعاتها ١٥ بليون دولار

(٦) لا توجد دولة في العالم مكثفة ذاتياً من جميع نوعيات مواد البلاستيك، وليس أدل على ذلك من حجم صادرات و واردات الولايات المتحدة الأمريكية من مواد البلاستيك

عام ١٩٩٥، إذ بلغ حجم الواردات ٧,٥ بليون دولار، بينما كانت الصادرات ١٥,٥ بليون دولار.

ب. البلاستيك الثرموست Thermoset plastics

يعدّ البلاستيك الثرموست أكثر صلابة، ولكنه أكثر هشاشة من البلاستيك الثرموبلاست. ويتميز البلاستيك الثرموست بخواص متميزة من الناحية الميكانيكية والكيمائية والكهربائية، ولكن ذلك يعتمد على التركيب الكيماوي والوزن الجزيئي. ويتكون البلاستيك الثرموست من جزيئات طويلة السلسلة، تكون بوليمرات متشابكة في ثلاثة أبعاد تنتج من تفاعلات التكاثف. condensation.

خلال عملية البلمرة أو بواسطة إضافة مواد تساعد على التشابك، يتم تقوية هذا النوع من البلاستيك، لتحسين نوعياته، وذلك باستخدام الألياف الزجاجية أو الألياف الصناعية أو القطن أو الورق.

ويعدّ بلاستيك الفينول - فورمالدهايد، وكذلك بلاستيك اليوريا - فورمالدهايد، من أقدم أنواع البلاستيك الهندسية، التي تتميز بأنها قوية وثابتة الأبعاد، ومقاومة للتآكل والصدمات، وتعمل في ظروف حرارية مختلفة.

١. لدائن الفينول - فورمالدهايد

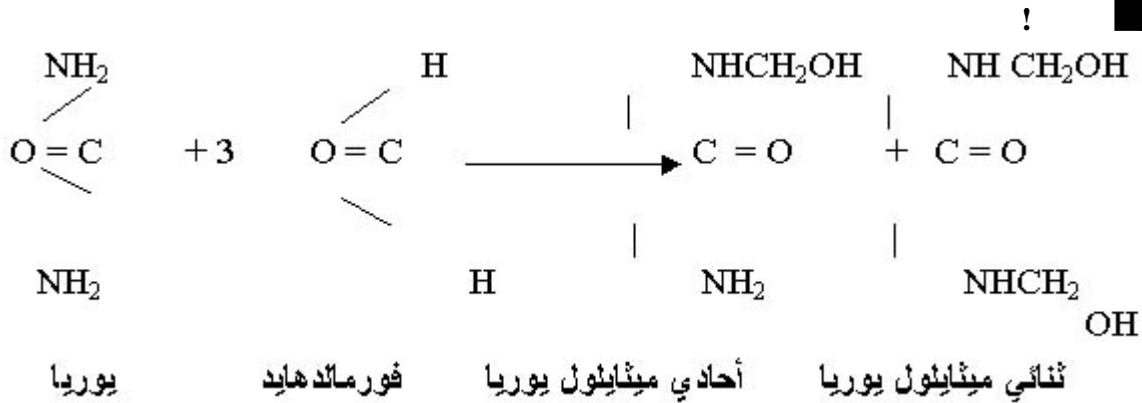
تعدّ من أقدم أنواع اللدائن، وقد تم اكتشافها بواسطة العالم باكيلاند Backeland عام 1909، ولذلك أطلق عليها اسم باكيلايت Bakelites، وقد استخدمت على نطاق واسع في صناعات الكهرباء والسيارات، ويتم إنتاجها بأشكال مختلفة متعددة، إذ أنها تحتوي على مجموعات وظيفية ثنائية وثلاثية. وينتج تفاعل التكاثف بين الفينول والفورمالدهايد نوعان من اللدائن: أحدها يسمى نوفولاك Novolacs، والآخر يسمى ريزول Resols، ويتم تفاعل التكاثف في وسط قاعدي، أو وسط حامضي، لينتج نوعان من اللدائن.

وعندما يتفاعل الفينول مع الفورمالدهايد في وسط حامضي بكميات متماثلة جزيئياً أو في وجود زيادة طفيفة من الفينول، تنتج كحولات بنزلية، ثم تحدث بلمرة فيما بينها، مكونة

ميثيلينية. ومع ازدياد التكاثف تتكون مركبات ذات سلاسل طويلة. تكون الحفازات في وجود زيادة من الفينول لدائن خطية تذوب في كثير من المذيبات العضوية. هذا اللدائن يكثر عليه الطلب في صناعة البويات والطلاءات. صناعة اللدائن الفينولية، يمكن إنتاج أنواع منها ثلاثم عدة أغراض في مجال التشكيل أو حرارة أو الطلاءات، أو المواد اللاصقة المستخدمة في صناعة الخشب الحبيبي. رقم ٢٤ يوضح عملية إنتاج لدائن الفينول - فورمالدهايد .

من اليوريا - فورمالدهايد:

أنواع من اللدائن تحت اسم البلاستيكات الأمينية. والمنتجات الناتجة من تكاثف اليوريا دهايد قديمة مثل قدم المنتجات الناتجة من تكاثف الفينول - فورمالدهايد. تلعب نسب عمل وظروف التفاعل دوراً مهماً في سير تفاعل التكاثف، وينتج عند إضافة اليوريا مالدهايد نوعان من المواد: أحدهما يسمى أحادي ميثايلول يوريا، والآخر يسمى ايلول يوريا، كالاتي :



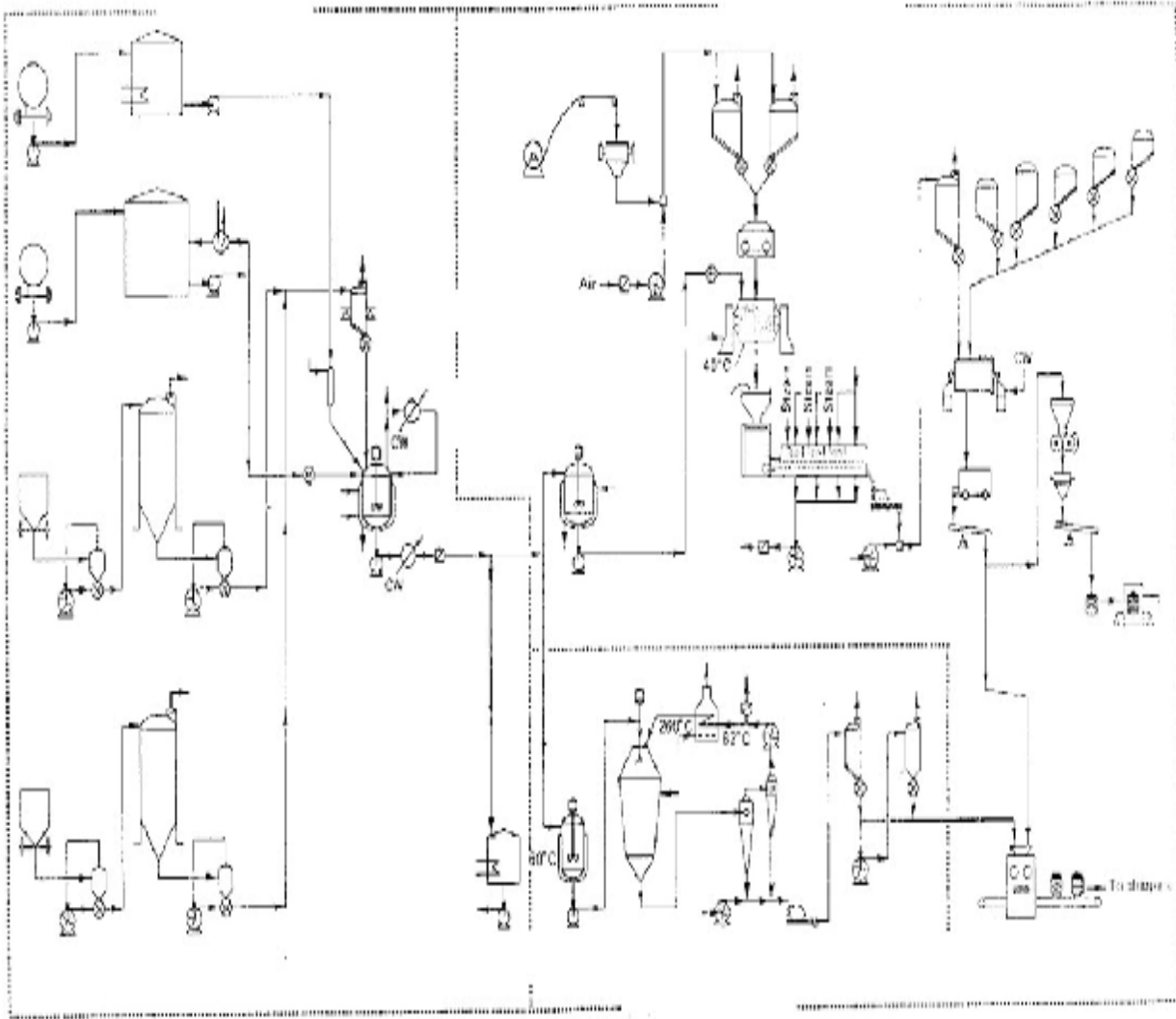
يتم بلمرة الميثايلول يوريا عند التسخين في وجود حامض أو هكسامين. ويتم التفاعل ببطء تحت ظروف متحكم فيها، بحيث يحتفظ بالحرارة عند ٤٠°م، ودرجة تركيز هيدروجيني 7 - 8 pH ثم يستمر التسخين لإزالة الماء. عادة تستخدم كمية كبيرة من الفورمالدهايد تصل نسبتها من ٣ إلى ٥ مرات من اليوريا. بعد إزالة الماء تصبح الكتلة اللدنة المتكونة لزجة، وذلك بإضافة مواد طاردة للماء مثل الثيوريا أو السليولوز، وهذه المواد تعمل على فصل الماء من المنتج المتكون. يتم إضافة حفازات حامضية مثل البروم أو حمض التارتاريك قبل عملية عجن اللدائن. ثم يتم إزالة الحفاز الحامض

تحت ضغط، إذ تعمل الحرارة بعد البلورة. يضاف
الذي يعمل على صلابة المنتج قبل الرقم ٢٥ يوضح

٢٥ قم

مخطط انتاج لدائن اليورثان هيد والميلامين -

!



قام بإعداده وتنسيقه من الشبكة الألكترونية : المهندس مهدي الكاطع

6 . الألياف الصناعية Synthetic Fibers :

تشكل المونومرات المشتقة من البتروكيماويات مصدراً مهماً في صناعة الألياف الصناعية. وقد أخذ استهلاك هذه الألياف الصناعية في الارتفاع في كثير من دول العالم، وتطور نمو هذه الصناعة في زمن سريع. خلال حقبة الستينات تصدرت ألياف النايلون مكاناً بارزاً، ووصل إنتاجها إلى حوالي ٦٠% من جميع الألياف الصناعية. وبعد عام ١٩٧٠م انخفض إنتاج ألياف النايلون إلى حوالي ٣٠%، في حين بلغ إنتاج ألياف البولي إستر حوالي ٥٠%، كما بلغ إنتاج ألياف الأكريلات والألياف الأخرى حوالي ٢٠%. بحلول عام ٢٠٠٠م وصل إنتاج الألياف الصناعية في العالم حوالي ٢٠ مليون طن، وتشكل كمية هذه الألياف حوالي ٥٠% من باقي الألياف الأخرى التي يصنعها الإنسان.

أ. ألياف البولي أميد Polyamide fibers:

تحتوي ألياف البولي أميد على وحدات مونومر متصلة بمجموعات أميدية- $[-n\text{CONHRNHCOR}']$ ، ويتم تحضيرها من تفاعل ثنائي الأمينات مع ثنائي الحموض الكربوكسيلية، أو مع اللاكتامات لتتكون مجموعة أميدية من نوع- $[-n\text{RCONH}]$ ، إذا كانت المجموعات R وكذلك R'، من نوع أليفاتي aliphatic، أو اليحلقي alicyclic، أو مخاليط تحتوي على الأقل على ٨٥% وزناً مجموعات أروماتية، فإنه يطلق على البولي أميدات اسم نايلون Nylon، أما إذا كان هناك أكثر من ٨٥% وزناً من الوحدات المتكررة مجموعات أروماتية، فإنه يطلق على هذه الألياف أراميدات. Aramids.

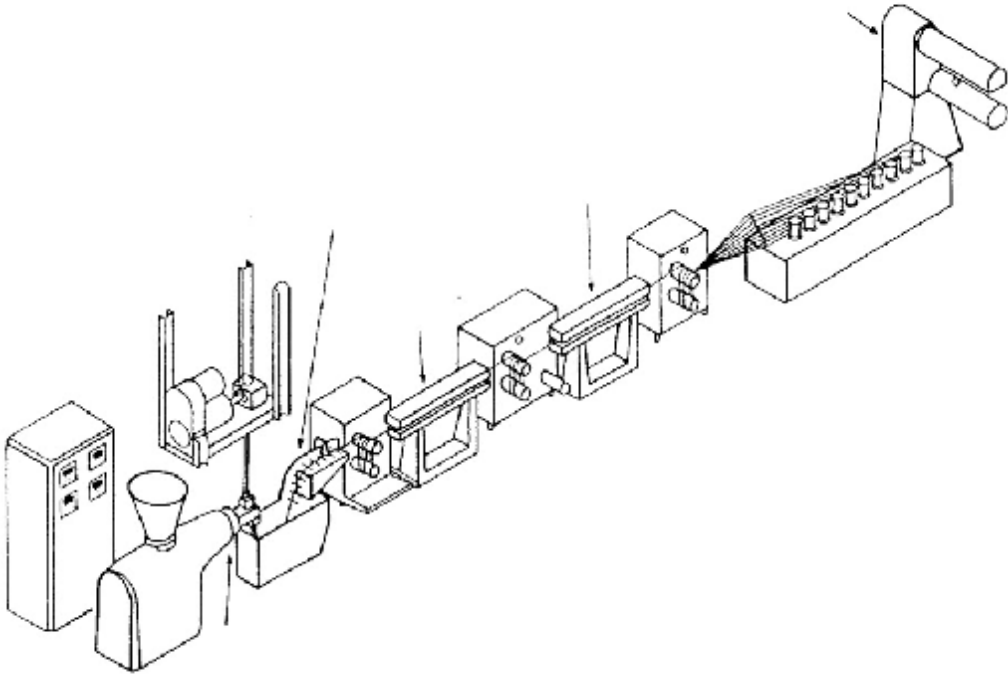
يعدّ النايلون من أهم الألياف الصناعية، ويرجع ظهوره عام ١٨٩٩م. في عام ١٩٢٩م تم القيام بأبحاث نتج عنها ظهور الألياف الصناعية بطريقة تجارية، وقد نجحت هذه الأبحاث في إنتاج البولي أميدات من الحموض الأمينية الأليفاتية واللاكتام، وانتهت هذه الأبحاث بظهور نايلون - 6. Nylon-6 وفي عام ١٩٣٨م، ظهرت أول براءة اختراع ألمانية لإنتاج البولي كابرو أميد القابل للغزل كألياف.

في أكتوبر 1939م، بدأت شركة دي بون الأمريكية في إنتاج النايلون، وتم تسويقه في مايو ١٩٤٠. ثم قامت شركة مونسانتو للنسيج الأمريكية بإنتاج النايلون 6,6

Nylon-6,6 عام ١٩٥٢م .بعد ذلك بدأ إنتاج النايلون - ٦ في الولايات المتحدة الأمريكية بعد توافر مادة كايبرو لاكتام على نطاق واسع عام 1955 م .
في عام ١٩٥٠م، تم إنتاج ٥٥,٠٠٠ طن متري من ألياف البولي أميد في أربعة عشر مصنعاً .وبحلول عام ١٩٨٠م، ارتفع الإنتاج العالمي إلى حوالي ٣ ملايين طن متري، يخص الولايات المتحدة الأمريكية منها حوالي مليون طن متري .
الشكل الرقم ٢٦ مخطط إنتاج ألياف النايلون .

الشكل الرقم ٢٦

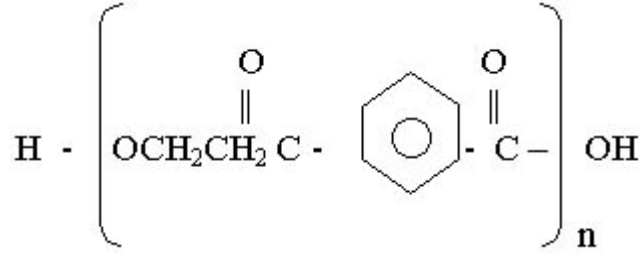
خط إنتاج ألياف النايلون



قام بإعداده وتنسيقه من الشبكة الإلكترونية : المهندس مهند الكاطع

ب. ألياف البولي إستر Polyester fibers

تتكون ألياف البولي إستر من لدائن صناعية طويلة السلسلة، مركبة من ٨٥% على الأقل من إستر كحول ثنائي الهيدروكسيل HO-R-OH وحامض تيريفثاليك-P-HOOC-C₆H₄-COOH. وأكثر ألياف البولي إستر استخدامًا هي تلك المصنوعة من لدائن بولي إيثيلين تيريفثالات الخطية PET



في عام ١٩٤٨م، امتلكت شركة دي بونت حقوق براءة الاختراع الأمريكي لإنتاج ألياف البولي إستر PET، وحصلت شركة إمبريال للصناعات الكيماوية ICI البريطانية على حقوق براءة الاختراع لباقي العالم. في أوائل عام ١٩٣٠م، أنتجت ألياف البولي إستر الأليفاتية، ولكنها كانت ذات درجات انصهار منخفضة وغير مناسبة للاستخدام التجاري. ثم اكتشف بعد ذلك البولي إستر الأروماتية الأخرى، وأصبحت ألياف البولي إستر متداولة تجاريًا في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٥٣م، وتم التوسع في إنتاجها بكميات كبيرة في الفترة ما بين عام ١٩٦٠م وعام ١٩٧٠م. تكون ألياف البولي إستر سوقًا للألياف الصناعية السريعة النمو في الولايات المتحدة الأمريكية وجميع أنحاء العالم.

وتنتج ألياف البولي إستر بتفاعل حامض التيريفثاليك TA أو ثنائي ميثيل الإستر DMA مع الإيثيلين جلايكول لتكوين مونومر الثنائي الإستر، والذي يتبلر إلى بوليمر البولي إستر المتجانس. PET.

ويصهر هذا البوليمر، ويدفع خلال منتجات مغزلية، ليكون خيوطًا تتصلب بالتبريد في تيار من الهواء، ثم تسحب الألياف بالحرارة، وتمدد الخيوط إلى أطوال أكثر من طولها عدة مرات، لتكوين تركيبات بلورية ذات خواص طبيعية مطلوبة.

ج. ألياف الأكريليك : Acrylic fibers

قام بإعداده وتنسيقه من الشبكة الإلكترونية : المهندس مهند الكاطع

تتكون ألياف الأكريليك من لدائن صناعية طويلة السلسلة، مكونة على الأقل من ٨٥% وزناً، من وحدات أكريلونيتريل. أما الألياف من نوع مود أكريليك Modacrylic فهي مركبة من وحدات أكريلونيتريل نسبتها أقل من ٨٥% وزناً، ولكنها تحتوي على الأقل على ٣٥% وزناً من هذه الوحدات. □ هناك أنواع منتشرة تجارياً من الألياف الصناعية من نوع مواد أكريليك، تحتوي على ٢٥-٦٠% من مونومرات، مثل كلوريد الفينيل، وبالتالي تتميز بدرجة عالية في مقاومة الحريق.

بدأت بحوث إنتاج الألياف الصناعية من نوع البولي أكريلو نيتريل PAN في ألمانيا، في بداية عام ١٩٣٠م، ثم انتقلت بعد ذلك إلى الولايات المتحدة الأمريكية. وفي عام ١٩٣٨م، أمكن إنتاج الألياف الصناعية من اللدائن الذائبة في محلول ملحي مائي، يحتوي على ثيوسيانات الصوديوم. وقد درست شركة دي بونت الأمريكية تأثير عدة مزيبات، وأنتجت أول ألياف تجريبية للاستخدام العسكري عام ١٩٤٢م. في عام ١٩٤٩م، ظهر أول إنتاج لشركة دي بونت من ألياف الأكريليك بسرعة، ووصل الإنتاج العالمي إلى ١٣٠,٠٠٠ طن متري في عام ١٩٦٠م، ثم إلى 400.000 طن متري عام ١٩٦٥م، ثم مليون طن متري في عام ١٩٧٠م، ثم ١,٤ مليون طن متري عام ١٩٧٥م. وفي عام ١٩٧٦م زاد الإنتاج العالمي على ٢ مليون طن متري.

د. صناعة الألياف الصناعية في العالم

(١) بلغ الإنتاج العالمي من الألياف غير الطبيعية ٢٢,٢ مليون طن عام ١٩٩٤م. وكان إنتاج ألياف البولي إستر يمثل أكثر من نصفها.

كان التوزيع الجغرافي للإنتاج على النحو التالي:

النسبة	الدولة
%	

١٩	الولايات المتحدة الأمريكية
١٦	أوروبا الغربية
١١	تايوان
١١	الصين
٨	اليابان
٨	كوريا الجنوبية
٨	بقية دول آسيا
٦	أوروبا الشرقية
٥	أمريكا الجنوبية
٤	الهند
٤	بقية دول العالم

(٣) وقد وصل استهلاك العالم من الألياف (الطبيعية وغير الطبيعية) عام ١٩٩٤م إلى ٤٢,٦ مليون طن على النحو التالي:

النسبة	البيان
%	
٤٤	قطن
٢٥	بولي إستر
٨	نايلون

٦	أكريليك
٧	بولي أليفينات
٦	رايون وأسيتات
٤	صوف وحرير

(٤) ونظراً للارتفاع المستمر في حجم السكان بالعالم، ومشكلات موازنة العرض والطلب على محصول القطن في دول الصين والهند وباكستان، فإن الطلب على الألياف الصناعية سوف يستمر في النمو، ويمثل **الجدول الرقم ١١** التوزيع الجغرافي لمناطق إنتاج حامض التريفتاليك والداي ميثيل تريفتالات عام ١٩٩٣م، والمتوقع له عام ١٩٩٨م (مليون طن).

(٥) تختلف نسب إنتاج الألياف الصناعية من منطقة لأخرى، فعلى سبيل المثال، كان توزيع الإنتاج بالولايات المتحدة مقارنا بأوروبا عام ١٩٩٤م على الوجه المبين **بالجدول الرقم ١٢**

(٦) انخفض إنتاج الألياف الصناعية في روسيا من ٤٧٤ ألف طن عام ١٩٩٢م، إلى ٣٤٩ ألف طن فقط عام ١٩٩٣م.

(٧) صناعة الغزل والنسيج والملبوسات كثيفة العمالة، وتمثل الأجور المنخفضة في الدول النامية حافزاً للتوسع فيها، لذلك مثلت صادرات هذه الصناعة ٢٥% من إجمالي الصادرات في الهند والصين، ٣٠% في تونس وتركيا، ووصلت إلى ٥٠% من إجمالي الصادرات في بنجالاديش وباكستان وهايتي عام ١٩٩١م .

لجدول الرقم(11)

التوزيع الجغرافي لمناطق إنتاج الألياف الصناعية
"حامض التريفثاليك والداي ميثيل تريفثالات "

	1993	1998
المتحدة الولايات -	7.8	7.8
أوربا -	6.8	7.0
اليابان -	3.9	3.9
تايوان -	1.8	2.4
الجنوبية كوريا -	1.1	1.9
الصين -	0.9	3.4
الهند -	0.7	2.3

الجدول الرقم(12)

توزيع إنتاج الألياف الصناعية في الولايات المتحدة
الأمريكية وأوربا

نوعية الألياف	الولايات المتحدة	أوربا
% البولي إستر	52.8	41.6
% البولي أكريليك	6.9	30.1
(%النايلون) البولي أميد	40.3	28.3

7 . المطاط الصناعي

أ. عام

قبل الحرب العالمية الثانية، كان المطاط الطبيعي يشكل ١٠٠% من صناعة المطاط. ثم بعد ذلك لم يستطع إنتاج المطاط الطبيعي أن يغطي احتياجات دول العالم، ومن ثم تطورت صناعة المطاط الصناعي وأصبح مطاط الإستايرين ببيوتاديين أكثر أنواع المطاط إنتاجًا بالأطنان .

ويتم إنتاج المطاط الصناعي في خطوتين : (١) تحضير المونومر. (٢) بلمرة المونومر .

وأهم مونومر يستخدم في صناعة المطاط الصناعي هو البيوتاديين :

(1) مطاط البيوتاديين : BUNA

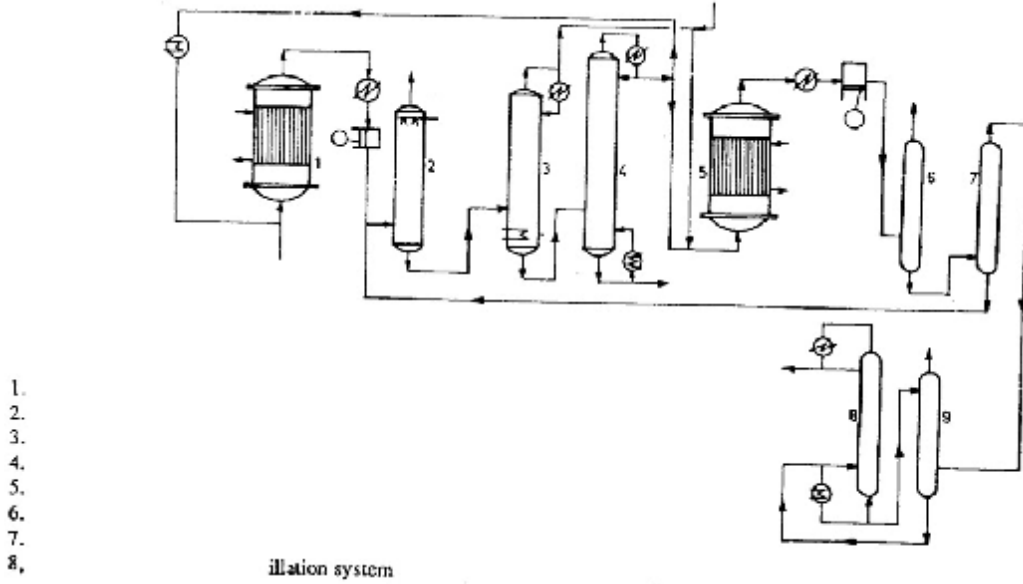
تنتج البيوتاديين $CH_2=CH-CH=CH_2$ عادة من مخزون تغذية النفط، إذ يتم فصله من غازات تكسير النافثا. كما يتم إنتاج البيوتاديين، أيضاً، بواسطة عمليات نزع الهيدروجين أو الأكسدة ونزع الهيدروجين، من البيوتيلين في وجود حفاز أكسيد الأنثيمون في حرارة $400-450^{\circ}C$ تحت ضغط ٢ جو مع الاحتفاظ بنسبة الهواء إلى البخار ١,٨ : ١ .

ويمكن إنتاج البيوتاديين من الكحول الإيثيلي بواسطة طريقتين: الطريقة الأولى يتم فيها تحويل الكحول الإيثيلي إلى أسيتالدهايد، الذي يتكثف إلى كروتونالدهايد ثم إلى بيوتاديين. أما الطريقة الثانية فيتم فيها إمرار أبخرة الكحول الإيثيلي والأسيتالدهايد فوق سليكا جيل محملة بأكاسيد الزركونيوم في حرارة $320-350^{\circ}C$ كما هو موضح في الشكل الرقم ٢٧ .

يتبلر البيوتاديين عن طريق بلمرة الكتلة أو تكنولوجيا المستحلب بواسطة بلمرة الشقوق الحرة لتكوين أنواع مختلفة من مطاط البيوتاديين BUNA

الشكل الرقم ٢٧

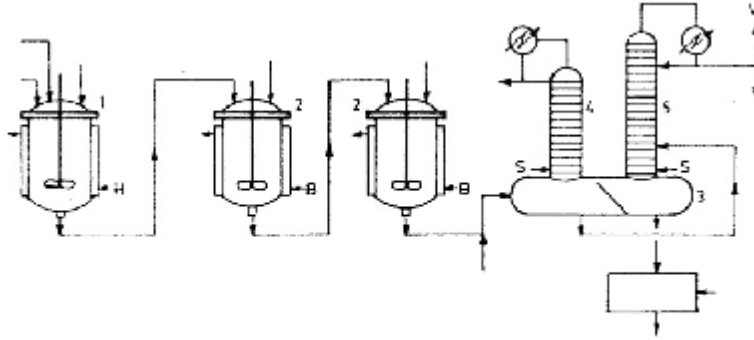
إنتاج البيوتاديين من الكحول الإيثيلي



(2) مطاط الإستايرين - بيوتاديين : SRB

يتلمر الإستايرين مع البيوتاديين بأي نسبة. والمنتج الناتج من ٧٠% بيوتاديين، ٣٠% إستايرين يعطي مطاطاً من نوع SRB. وهذا النوع هو أكثر الأنواع إنتاجاً بالنسبة لجميع أنواع المطاط الصناعي. الشكل الرقم ٢٨ يبين عملية إنتاج مطاط الإستايرين - بيوتاديين.

مخطط إنتاج مطاط الإستايرين - بيوتادين



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

(3) مطاط الكلوروبرين (النيوبرين) : (CR)

مطاط الكلوروبرين مطاط له استخدامات خاصة، ويتميز بمقاومة الحرارة والزيوت والأوزون. هذا النوع من المطاط محور بالكور والكبريت، لإكسابه خاصة المقاومة العالية للتمزق والحرارة

(4) مطاط البولي يوريثان :

أدخل هذا النوع من المطاط بواسطة شركة باير عام ١٩٥٠م، ويتميز بأن له خواص متوسطة بين البولي إستر والبولي أميد، وله تطبيقات عديدة في مجال المواد اللاصقة والنسيج والرغويات المرنة والصلبة، ولذلك يدخل في صناعة الأثاث والسيارات والثلاجات ومواد البناء والأحذية

ب. صناعة المطاط الصناعي في العالم

(١) بلغ الاستهلاك العالمي من المطاط الصناعي عام ١٩٩٤م حوالي ٩ ملايين طن

٢,١٦٤	أوروبا الغربية
٢,٠٢٠	آسيا وأستراليا
٢,٩٣٥	أمريكا الشمالية
٠,٥٦١	أمريكا الجنوبية
٩,٠٢٠	الإجمالي

توزيعها الجغرافي كما يلي
(مليون طن):

وينتظر أن يرتفع الاستهلاك إلى ١٠,٥ مليون طن عام ٢٠٠٠م، وتجدر الإشارة إلى أن هذه الأرقام لا تشمل استهلاك دول أوروبا الشرقية والاتحاد السوفيتي السابق والصين وفيتنام وكوريا الشمالية

(٢) بلغ حجم السوق العالمي للمطاط عام ١٩٩٥م حوالي ١٥ مليون طن، استهلكت صناعة الإطارات ٦٠% منها، وبلغت نسبة المطاط الصناعي ثلثي حجم السوق العالمي للمطاط (١٠ ملايين طن).

(٣) ينتظر أن يصل حجم أسطول السيارات العالمي عام ٢٠٠٠م إلى أكثر من ٨٠٠ مليون سيارة، وأن تحدث فجوة بين العرض والطلب على المطاط الصناعي.

(٤) التوزيع النسبي لنوعيات المطاط المستهلك بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٣م على النحو التالي:

النسبة %	البيان
٣٩	إستايرين / بيوتاديين
٢٧	مطاط طبيعي
١٣	بولي بيوتاديين
٦	إيثيلين / بروبيلين
٣	نيتريل
٢	بولي كلوروبرين
١٠	أنواع أخرى

(٥) قدر حجم الاستهلاك العالمي من أسود الكربون المستخدم في صناعة المطاط عام ١٩٩٤م بحوالي ٦ ملايين طن، وحجم سوقه ٣ بلايين دولار.

(٦) بلغ حجم السيليكا المرسبة الداخلة حديثاً في صناعة الإطارات بالولايات المتحدة حوالي ٤٥ ألف طن، وينتظر التوسع في استخدامها ترشيحاً لاستهلاك الطاقة، وإطالة عمر الإطارات وزيادة الأمان في استخدامه. وتستهلك المنطقة العربية سنويًا أكثر من ٦ ملايين إطار سيارات تصل قيمتها إلى ٣٠٠ مليون دولار.

(٧) حدث تطور كبير في استهلاك المطاطيات من نوعية الثرموبلاستيك، نظرًا للوفر في عمليات الإنتاج وإمكانية إعادة تدويرها، مما رفع من حجم استهلاكها على المستوى

قام بإعداده وتنسيقه من الشبكة الألكترونية : المهندس مهند الكاطع

العالمي من ٩٠ ألف طن إلى ٦٥٠ ألف طن خلال الفترة من الستينات إلى بداية التسعينات.

عام ١٩٩٣م، استهلكت الولايات المتحدة وأوروبا الغربية واليابان ٣٢٥ ألف طن من مطاط البولي يوريثان بلغت قيمتها أكثر من ١,٥ بليون دولار، وهي المناطق الرئيسية للاستهلاك في الوقت الحاضر، ولكن الإنتاج والاستهلاك يتزايدان على المستوى العالمي، خاصة في منطقة الباسيفيك نظراً للخواص المتميزة للمنتجات.

وبلغت قيمة المطاط الصناعي المستهلك عام ١٩٩٤م بالولايات المتحدة الأمريكية ٤,٥ بليون دولار، بينما وصلت قيمة المنتجات المطاطية لأكثر من ١٨ بليون دولار (الإطارات ١١,٤ بليون دولار، ومنتجات مطاطية أخرى ٦,٧ بليون دولار).

وقدر حجم الكيماويات المستخدمة في صناعة المطاط على المستوى العالمي عام ١٩٩٤ بحوالي ٦٣٥ ألف طن، بلغت قيمتها ٢,٤ بليون دولار.

(٨) بينما كان استهلاك الاتحاد السوفيتي ودول أوروبا الشرقية يمثل حوالي ١٥% من حجم الاستهلاك العالمي من المطاط، انخفض الاستهلاك حالياً لأقل من ٥% من الاستهلاك العالمي.

8. المنظفات الصناعية: Synthetic detergents:

أ. عام

المنظفات الصناعية هي إحدى المواد ذات النشاط السطحي surfactants والتي كثر استخدامها بعد الحرب العالمية الثانية كمواد فعالة تستخدم في أغراض التنظيف المختلفة كبديل للصابون .


وتوجد عدة أنواع من المنظفات الصناعية، أهمها :

(١) منظفات أنيونية : Anionic detergents

قام بإعداده وتنسيقه من الشبكة الألكترونية : المهندس مهدي الكاطع

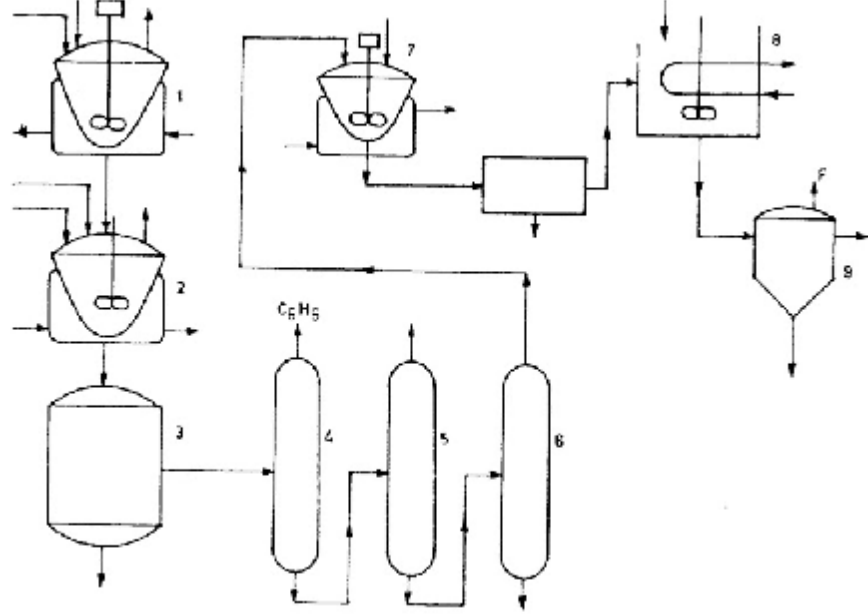
وتشمل كبريتات الألكيل، ومنها نوعان. كبريتات ألكيل أولية، وتحضر بتفاعل الكحول الأولي ذي السلسلة الكربونية الطويلة (١٢ - ١٨ ذرة كربون) مع حامض الكبريتيك المركز، وكبريتات ألكيل ثانوية، وهذه تحضر بتفاعل الأوليفينات أو الكحول الثانوي، مع حامض الكبريتيك المركز. وهناك نوع آخر من المنظفات الأنيونية يسمى سلفونات الألكيل، الذي يحضر من البارافينات المحتوية على ١٢-١٨ ذرة كربون بواسطة التفاعل مع غازي ثاني أكسيد الكبريت والكلور (تفاعل ريد)، أو تفاعلها مع خليط ثاني أكسيد الكبريت والأكسجين. وقد ذكرت هذه الطرق في باب المواد البتروكيمياوية الوسيطة كمواد ناتجة من البارافينات (سلفو كلورة وسلفو أكسدة).

أما النوع الأكثر شيوعاً في المنظفات الأنيونية فهو سلفونات ألكيل الأريل، ومن أمثلتها سلفونات دوديسيل بنزين *sulphonic Dodecyl benzene*، الذي يتم تحضيرها بتفاعل رباعي البروبيلين مع البنزين في وجود عامل مساعد كما ذكر سابقاً في باب ألكلة الأروماتيات. ويتم إجراء عملية سلفنة الناتج بواسطة حامض كبريتيك مدخن أو ثالث أكسيد الكبريت، وأخيراً يعادل الحامض السلفوني الناتج بواسطة الصودا الكاوية، إذ يتكون دوديسيل بنزين سلفونات الصوديوم.

هناك طريقة أخرى اقتصادية لتحضير المنظفات الأنيونية من الكيروسين، وذلك بواسطة إزالة الأروماتيات من الكيروسين بامتصاصها اختياريًا فوق السليكاجيل النشطة السطوح أو الاستخلاص أو السلفنة، ثم يتم كلورة البارافينات المتبقية في الكيروسين بواسطة غاز الكلور، إذ يتكون الكلورو بارافين، الذي يتم ألكلة البنزين بواسطته في وجود حفاز كلوريد الألومنيوم للحصول على كيريل البنزين *benzene Keryl*. يتم سلفنة الناتج الأخير ومعادلته بالصودا الكاوية للحصول على المنظف المطلوب  طبقاً لما هو موضح في الشكل الرقم ٢٩.

ومن المفيد أن نذكر هنا أن إنتاج المنظفات الأنيونية بجميع أنواعها يبلغ حوالي ٤٨% من الإنتاج الكلي للمنظفات.

منظفات صناعية من الكيروسين



(٢) منظفات غير أيونية Nonionic detergents

يحضر هذا النوع من المنظفات بتفاعل المركبات المحتوية على هيدروجين نشيط، مثل الحموض الدهنية أو الكحولات الدهنية أو ألكيلات الفينولات أو الأمينات الدهنية مع أكسيد الإيثيلين. وتسمى المواد الناتجة من هذا التفاعل بالإيثوكسلات.

يتميز هذا النوع من المنظفات بقلّة الرغوة وقوة الاستحلاب، كما أن نسبة الإنتاج منها تصل إلى ٣٢% من المجموع الكلي للمنظفات

(٣) منظفات كاتيونية : Cationic detergents

من أمثلة هذا النوع من المنظفات الأمينات الدهنية ذات السلاسل الطويلة C8-C18، وأيضاً، أملاح الأمونيوم الرباعية التي تحضر بتفاعل الأمين الثلاثي مع هاليدات الألكيل.

ويستخدم هذا النوع من المنظفات في صناعات النسيج وعمليات الصباغة، بالإضافة إلى استعمالها كمواد مضادة للبكتيريا والفطريات، ويمثل إنتاج هذا النوع من المنظفات حوالي ١٢% من الإنتاج الكلي للمنظفات.

ب. الطلب على المنظفات بالولايات المتحدة الأمريكية

١. بلغ حجم الطلب على المواد الفعالة بالمنظفات الصناعية بالولايات المتحدة عام ١٩٩٣م حوالي ١,٢٦ مليون طن، ويُنْتَظَر أن يرتفع إلى ١,٤٧ مليون طن عام ٢٠٠٥م.
٢. دخلت المواد الفعالة في تصنيع منتجات نهائية حجمها ٥,٣٥ مليون طن، وصلت قيمتها لأكثر من ٥ بلايين دولار (عام ١٩٩٣م).
٣. تم تطوير إنتاج وإحلال مواد الجلوكوز كمادة فعالة منظفة أسهل في تحللها وأمنى على الجلد من ألكيل بنزين سلفونات الشائع استخدامه حالياً، كما يتم تطوير منتجات من النشا للاستخدام كمادة مالئة، أو منظفة، أيضاً.
٤. كان استهلاك الفرد من المنظفات عام ١٩٩٣م من ٣-٥ كجم في السنة بمنطقة أمريكا الجنوبية، مقارنةً بحوالي ١١ كجم في المكسيك، 9.5 كجم في الولايات المتحدة الأمريكية.
٥. يتجه العالم لتطوير وإنتاج منظفات من أصل نباتي كمصدر متجدد بجانب الحفاظ على البيئة.