

الباب العاشر البلستييات

obeikandi.com

الباب العاشر

البلاستيكات (Plastics)

اللدائن (البلاستيكات) عبارة عن راتجات محضرة بطريقة البلمرة ومن خواصها إنها تتكيف بتأثير الضغط والحرارة إلى أشكال ثابتة . وخلال عملية البلمرة يتحد العديد من الجزيئات الصغيرة لتكوين جزيئات كبيرة ومتشعبة . كما إن كلمة بولي تعني العديد فمثلاً البولي إيثيلين يعني متعدد الإثيلين ويتكون عن اتحاد العديد من جزيئات غاز الإثيلين .

والاصطلاح " اللدائن " غالباً ما يعمم استعماله على المواد المختلفة مثل الأوعية البلاستيكية والمواد المطلاة بالورنيش (Varnish) ويوجد في الوقت الحاضر العديد من اللدائن المختلفة ومئات المجاميع من هذه اللدائن ذات الصفات المختلفة .

ويشترط في الوقت الحاضر على تجهزي المواد البلاستيكية بعدم إساءة استعمالها . كذلك يجب أن يكون المهندس على علم بنوعيات اللدائن المتوفرة وخواصها الكيميائية والفيزيائية بغية استخدامها وبالصورة الصحيحة في إنتاج المواد البلاستيكية المختلفة .

ويوجد نوعين رئيسيين من اللدائن : الراتجات التي تلدن بالتسخين (Thermoplastic) والراتجات التي تصلد بالتسخين (Thermosetting) . وتحافظ المجموعة الأولى على قابليتها على القوابة وتغير شكلها عند تعرضها للحرارة مرة ثانية .

والراتنجات التي تصلد بالتسخين على عكس ذلك لا يتغير شكلها عند تسخينها مرة ثانية فوق درجة الحرارة اللازمة لإعطاء الراتنج الحالة السائلة في المرة الأولى . وإن صلابة هذه اللدائن ينتج من الارتباط الكيميائي في المحاور الثلاثة في درجات الحرارة العالية .

ومن بين المواد التي تقع ضمن الراتنجات التي تُلدن بالتسخين (**Thermoplastic**) هي المشتقات السللوزية ، البولي ستيرين ، راتنجات الفينيل ، البولي ايثيلين ، النايلون ، والميثاكريلات (**Methacrylates**) .

وتشمل الراتنجات التي تصلد بالحرارة (**Thermosetting**) المركبات الفينولية أو باكليت ، لدائن الكازيين (**Plastic Casein**) راتنجات اليوريا والفورمالديهايد (**Urea Formaldehyde**) ، الميلان (**Melamine**) ، البولي ، استر ، وراتنجات الالكيد (**Alkyd Resins**) .

وتتكون الراتنجات التي تُلدن بالحرارة من سلاسل مستقيمة **Linear Polymer** بينما تتكون الراتنجات التي تصلد بالحرارة من جزيئات كبيرة متشعبة ومرتبطة مع بعضها البعض بكافة الاتجاهات المختلفة .

وتجهز اللدائن عادة إلى الشخص المصنع على شكل مسحوق ، أو على شكل حبيبات (**granules**) ويتم تصنيع الأدوات عادة إما بالقولبة باستعمال الضغط أو بضخ اللدائن المميعة خلال القوالب أو أي شكل آخر .

وبالإمكان كذلك استعمال اللدائن بحالتها السائلة لتشرب صحائف الورق ، القماش ، الخشب ، وتوليد الرقائق المشبعة (**Laminate**) . ومن ثم دمج هذه الصفائح المشبعة بعد تقطيعها إلى الأشكال المرغوب فيها .

ويتم ذلك باستعمال الضغط والحرارة ، فمن الممكن تصنيع القوارب الدائنية ، هياكل السيارات ، الحفائب ، أغطية المناضد ، الكراسي ، الألواح العازلة ، وقبعات الرياضة والسلامة من هذه الرقائق المشبعة .

وتصنع في الوقت الحاضر العديد من اللدائن المختلفة على شكل مادة صلبة رغوية وتستعمل هذه المواد الخفيفة الوزن كمواد عازلة ، لصناعة المقاعد ، لأغراض التغليف ، والنقل ، أو لزيادة القوة الرافعة للأجسام المغمورة في الماء .

فمثلاً اثنا عشر باوند من اللدائن المصنعة على شكل مادة صلبة رغوية تستطيع أن تحمل مائة وخمسون باوند فوق سطح الماء . وبعض أنواع اللدائن الصلبة الأسفنجية ذات مواصفات خفيفة ، قوية ، ثابتة ومرنة بحيث تصلح للاستعمال كمبطنات للملابس الخارجية وحتى في الإطارات الصلبة .

المشتقات السلولوزية (Cellulose Derivative) :

1- نترات السليلوز (Cellulose nitrate) :

لقد أنتجت اللدائن التجارية وللمرة الأولى من مادة السليلوز الموجودة في الطبيعة بعد إجراء بعض التغيرات الكيميائية عليها . ويتألف السليلوز من آلاف الحلقات الشبيهة بجزيئات الجلوكوز والتي تحتوي كل منها على ثلاث جذور كحولية OH^- .

وبعد تفاعل هذه الحلقات مع حامض النتريك تتكون نترات السليلوز .
كما موضح في المعادلة التالية :



عند مزج السليلوز المتحول جزئياً من جراء التفاعل مع حامض النتريك إلى نترات السليلوز مع الكافور (Camphor) يعطي نوعاً من اللدائن الرخوة والسهلة التقولب .

ويسمى هذا النوع من اللدائن بالسليلويد (Celluloid) . حيث إن الغرض من إضافة الكافور (Camphor) هو العمل كمادة ملدنة مساعدة في عملية القولية . وإضافة إلى الكافور يوجد العديد من المواد الأخرى التي تصلح لهذا الغرض .

وتستعمل نترات السليلوز التي تحتوي على ما يقارب 10.5 إلى 11.5 بالمائة من النتروجين لصنع الأوراق بالقولية أو الانبثاق (Extrusion) . وإن نسبة النتروجين البالغة 11.15 بالمائة في نترات السليلوز تشير إلى تفاعل جذرين من جذور الهيدروكسيل الثلاثة (OH) .

وفي المحاليل التي تحتوي على 11.5 إلى 12.1 بالمائة نتروجين يتفاعل اثنان إلى ثلاثة من جذور الهيدروكسيل مع حامض النتريك . إن عملية التفاعل الكاملة تنتج ما يقارب 14.1 بالمائة نتروجين ويحتوي قطن المفرقات من 12.1 إلى 13.8 بالمائة من النتروجين .

كما إن خواص نترات السليلوز تعتمد بصورة خاصة على درجة التفاعل مع النترات ، فمثلاً قابلية اللدائن على الذوبان في المذيبات العضوية تزيد وتصل على الحد الأقصى للمواد التي تحتوي على 11.5 بالمائة نتروجين .

وتكون اللدائن المصنعة من نترات السليلوز قوية ، شفافة ، ومن السهل قولبتها إلى الأشكال المختلفة . وتصنع من هذه المادة مقبوضات الأدوات ، أجهزة الرسم ، إطارات النظارات ، وأشياء عديدة أخرى .

كما قد صنع المطاط الصناعي للمرة الأولى بتشبيع القماش بنترات السليلوز الملون بصورة ملائمة . ولا يزال يستعمل هذا المطاط لأغراض تغليف الكتب ، النجادة ، والحقائب .

ومن بين المساوئ المصاحبة لاستعمال هذه المادة في بعض الحالات هو درجة اشتعالها المنخفضة إضافة إلى أن اللدائن الشفافة تميل إلى الاصفرار بمرور الوقت وتتحول إلى مادة قصفة (Brittle) في درجات الحرارة المنخفضة .

2- خلاات السليلوز (Cellulose Acetate) :

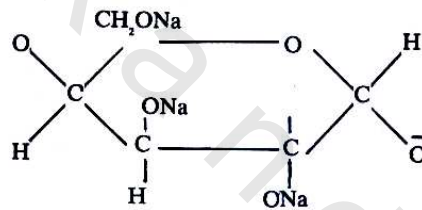
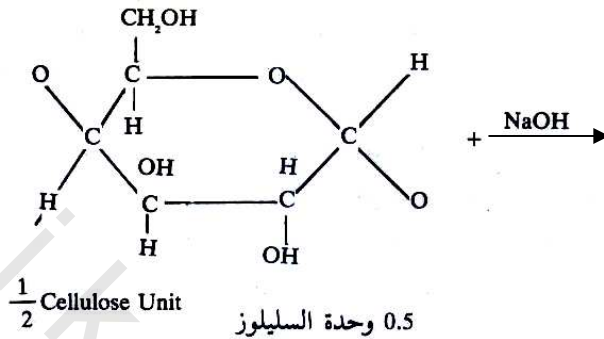
تتكون خلاات السليلوز من تفاعل السليلوز مع حامض الخليك المركز أو اللامائي (Acetic Anhydride) ولم يقتصر استعمال هذه المادة لإنتاج الصفائح الشفافة وكل ما يمكن صنعه منها فقط وإنما تستخدم كذلك كمنسوجات سيلينس (Celanese Textile) .

ونظراً لكون خلاات السليلوز أقل تعرضاً للحرق من نترات السليلوز فقد حلت محل الأخير في صناعة الأفلام التصويرية . كما أن خلاات وبيوترات السليلوز (Cellulose-Acetate Butyrate) عبارة عن راتنج مركب يقل مقدار امتصاصه للماء من الخلاات وحدها .

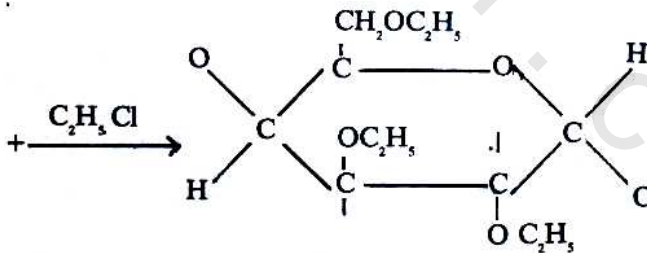
3- إيثل سليلوز (Ethyl Cellulose) :

ويعتبر الإيثل سليلوز من أقوى أنواع لدائن السليلوز . فمثلاً تصنع من هذه المادة مقابض الكسارات والعديد من الأشياء الأخرى التي تتعرض للصدمات مثل نهايات أوعية التجهيز المنقولة بالبرشوت (Parachute) .

ويصنع ايثيل سليلوز بمعاملة السليلوز مع الصودا الكاوية أولاً لإنتاج سليلوز الصوديوم ومن ثم إجراء التعامل بين هذا المنتج وكلوريد الايثيل لإعطاء معدل 2.5 بالمائة من جذور الايثوكسيل لكل 0.5 من الايثيل سليلوز .



0.5 وحدة سليلوز الصوديوم



الراتنجات المحضرة بالإضافة : Synthetic Addition Polymer

البولي اثيلين (Polyethylene) :

تصنع اللدائن السليلوزية عادة من معالجة السليلوز وهو مادة بوليمرية طبيعية . غير أن معظم اللدائن والراتنجات تحضر صناعياً ببلمرة

الجزئيات الصغيرة ومن الأمثلة الشائعة إنتاج البولي ايثيلين أو البوليثين الذي يصنع من غاز الايثلين ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$) والذي يحضر من التكسير الحراري للمشتقات النفطية .

تتنشط جزيئة الايثلين خلال عملية البلمرة بانكسار إحدى الروابط الثنائية ، تاركة إلكترون نشطاً على كل ذرة من ذرتي الكربون وعند توفير الظروف الملائمة تتحد هذه الجزيئات النشطة مع بعضها البعض مكونة جزيئة هيدروكاربونية طويلة .



ولقد أسفرت الطريقة الأصلية ذات الضغط العالي على إنتاج راتنجات متشعبة وإن البولي ايثلين المتكون في الضغط المنخفض يكون عبارة عن راتنج طولي متبلور وذو نقطة انصهار ، وكثافة ، وقوة شد عالية. كما أن المبيعات المتزايدة لمادة البولي ايثلين يعود إلى تعدد خواصه المرغوبة . إذ أن مادة البولي ايثلين من اللدائن الخفيفة والتي لا تتفاعل كيميائياً ولذلك تستعمل لصناعة أوعية حامض الهيدروفلوريك وحامض الكبريتيك .

وإن قابليتها على امتصاص الماء قليلة جداً وتعتبر من العوازل الجيدة وتتمتع بمرونة عالية حتى في درجات الحرارة المنخفضة . ومن بين الاستعمالات الكثيرة للبولي ايثلين صناعة الأنابيب الخفيفة المرنة ، حواجز الأبخرة ، الأرضيات الصامدة للماء في أحواض خزن الماء .

وكذلك المأسورات لوقاية الأسلاك الكهربائية ، الأغشية المستعملة للحفاظ على ساحات كرة القدم ولإنضاج الكونكريت ، الأغشية النصف شفافة

للأعمال الإنشائية ، العوازل للذبذبات العالية ، القناني المختبرية وأنواع عديدة أخرى من الأوعية .

البولي بروبيلين (Polypropylene) :

يوجد الكثير من التشابه والتقارب بين العديد من خواص كل من لدائن البولي بروبيلين والبولي ايثيلين . فكلا الراتجين ذو معدل امتصاص منخفض للماء ومقاوم للأحماض والقواعد وكلاهما يمتلك خواصاً كهربائية جيدة .

حيث تبين أن معامل العزل من 2.0 إلى 2.3 والمقاومة الحجمية من 10 إلى 10 أوم / سم . يعتبر البولي بروبيلين من أخف أنواع المواد الراتجية المستعملة إذ تبلغ كثافته النوعية 0.91 فقط ويطفو الحبل المصنع من هذا الراتنج فوق سطح الماء .

إن حبل الجنب الاعتيادي ذو محيط يبلغ 25.4 سم (ما يقارب 7.62 سك للقطر) وقوة قطع تساوي 34881 كجم يكون ذو وزن مساوي إلى 445 كجم / 100 م . بينما يبلغ محيط حبل البولي بروبيلين ذو قوة القطع البالغة 35787 كجم 9.5 سم (6.35 انج طول القطر) ويبلغ وزنه 185/7 كجم / 100 م .

إضافة إلى ذلك ، عندما يتعرض حبل الجنب إلى الرطوبة يزداد كل من حجمه ووزنه ، ولا يتغير حجم ووزن البولي بروبيلين عند تعرضه للماء نظراً لقلّة معدل امتصاصه للماء .

إن مرونة رجوعية **Resilience** ، ومقاومة البولي بروبيلين للتبقع تجعله صالحاً للاستعمال على شكل ألياف للسجاد . وإن عدم تميّعه إلا في

درجات الحرارة العالية فقط تسمح باستعماله لصناعة أنابيب الماء الساخن وصفائح تغليف المنتجات اللازم تعميقها بالتسخين .

وننتقلص رقائق البولي بروبيلين عند تعرضها للحرارة ، ويستفاد من هذه الخاصية في عملية التغليف حيث بالإمكان الحصول على تغليف شفاف ومحكم الصنع . وتصنع كذلك من هذه المادة أكواب الشرب ، القناني ، والأوعية بأشكالها المختلفة .

مشتقات البوليثين (Polythene Derivative) :

إن الراتنج المصنع من رباعي فلوريد الايثيلين $CF_2 = CF_2$ ، والمسمى بالتفلون **Teflon** ، يتمتع بمواصفات ممتازة . إذ يقل مقدار امتصاصه للماء عن الايثيلين ويبلغ 0.00 بالمائة مقارنة بامتصاص البولي ايثيلين البالغ 0.01 بالمائة .

وإن نقطة انصهاره عالية جداً وتحتم استعمال طرق تقنية مشابه لتلك المستعملة في صناعة المعادن بغية تصنيعه إلى رقائق خفيفة أو أدوات بأشكالها المختلفة . ويعتبر التفلون خاملاً كيميائياً ولا يتفاعل مع أية مادة أخرى ما عدا المعادن القلوية المائعة .

فقد لوحظ أن عينة التفلون المحفوظة بدرجة حرارة 298.8 م ولمدة شهر واحد لم تفقد سوى 10% من قوة شدها (**Tensile Strength**) . كما يتمتع سطحان من التفلون بمعامل احتكاك مساو لذلك بين سطحين من الثلج ومعامل احتكاك صغير جداً مع السطوح الأخرى .

يستعمل هذا النوع من اللدائن كرقائق مزينة صلبة للذخيرة الحربية ، في أجزاء الأسلحة المتحركة ، وكسطوح ارتكاز الأوزان

الخفيفة . لا يلتصق التفلون مع السطوح الأخرى ولذلك سمي بالغير لاصق **Ab hesive** .

وبسبب هذه الخاصية يستعمل التفلون لصناعة الصمامات غير اللاصقة في **Burettes** وكرقائق لتغطية الأنابيب المسننة ، إذ يساعد على سهولة فتحها ثانية رغم ربطها مع بعضها البعض بصورة محكمة . تبلغ الكثافة النوعية للتفلون 2.2 ومن الممكن صناعة الأشكال الملائمة من مادة التفلون بواسطة مكائن الخراطة .

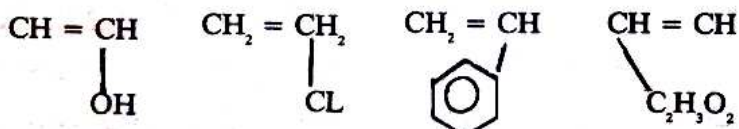
ومن بين مشتقات البوليئين الأخرى هي ، مادة المونوكلوروتراي فلوروايثيلين التي تتمتع بالعديد من مواصفات التفلون ولكن إلى درجة أقل . فمن السهل قولبته بالأشكال المختلفة إلا إنه يتجزأ بدرجة حرارة أقل (198.8° م مقارنة بدرجة حرارة فوق 398.8° م إلى التفلون) .

مشتقات الايثيلين الأخرى (Other Ethylene Derivative) :

لدائن البولي فينيل (Polyvinyl Plastic) :

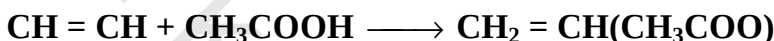
تستعمل مادة الايثيلين كنواة لصناعة العديد من اللدائن المهمة . فالجذر غير المشبع والمتكون من فصل أحد ذرات الهيدروجين من جزيئة الايثيلين يسمى بالفينيل **Vinyl (CH₂ = CH)** . وتتكون هذه المركبات من إحلال بعض الذرات أو مجموعة من الذرات محل ذرة الهيدروجين في جزيئة الايثيلين .

ومن بين هذه المركبات كحول الفينيل ، كلوريد الفينيل ، بنزين الفينيل ، والذي يدعى بمادة الستيرين **(Styrene)** وخلات الفينيل .



وتعطى هذه الجزيئات راتنجيات طويلة ذات سلاسل رئيسية متشابهة وتختلف باختلاف مجاميع الذرات المرتبطة جانبياً . وعند مزج نوعين من هذه الراتنجيات يتكون راتنج ثنائي ذو مواصفات تعتمد على نسبة الراتنجيات المستعملة .

وتصنع معظم الفينيلات عادة من الاستيلين . فمثلاً تتكون خلاات الفينيل نتيجة تفاعل جزيئة غاز الاستيلين مع جزيئة حامض الخليك بوجود سلفات الزئبقيك كعامل مساعد .



كذلك كلوريد الفينيل



ويتم الحصول على البولي فينيلات الكحول من تحلل الخلاات مائياً . ويمكن تصنيعها على شكل رقائق مطاطية وتمزج عادة مع راتنجيات خلاات الفينيل أو تتفاعل مع الالديهايد لإعطاء صفائح مرنة كتلك المستخدمة في صناعة زجاج الأمان .

خلاات البولي فينيل : (Polyvinyl Acetate)

تعتبر هذه اللدائن ذات الوزن الجزيئي القليل نسبياً من المواد اللاصقة الجيدة . والبولمرات الكبيرة ذات الوزن الجزيئي الكبير تصنع إلى راتنجيات شفافة تلدن بالحرارة وذات مواصفات قولبة جيدة إذ إنها تتوسع قليلاً عند التصلب وبذلك تملأ كافة أجواء القالب . كذلك تستعمل هذه اللدائن بشكل مستحلب في الأصباغ المائية .

كلوريد البولي فينيل (Polyvinyl Chloride)

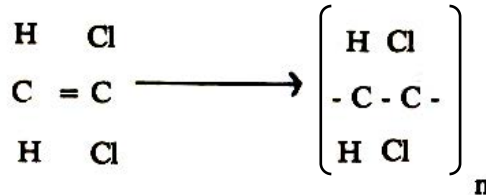
بالإمكان بلمرة كلوريد الفينيل إلى راتنج شبيه بالمطاط ويمزج عادة مع 5 إلى 20 بالمائة من خلاص البولي فينيل لإعطاء سلسلة من اللدائن المدعاة فينيليت **Vinylite** .

ومن الصفات الجيدة التي يتمتع بها هذا النوع من اللدائن هو مقاومته العالية للبلل بالحك ، قلة امتصاصه للماء ، قلة تعرضه للاحتراق وبثابته بدرجات الحرارة المنخفضة . ويضاف عادة إلى الراتنج مواد ملدنة قبل إجراء عملية القولبة أو البثق **Extrusion** .

ومن الاستعمالات الحديثة للفينيليت استخدامه لصنع الموصلات التمديدية القابلة للتمدد **Expansion Joint** بين الكتل الكونكريتية كذلك قد تم استعماله لصناعة الخرطوم اللدائنية ، الرقائق ، المعاطف المطرية ، ستائر الحمامات ، طبقات الأرضيات ، الجلود الاصطناعية ، العوازل الكهربائية ، الاسطوانات الصوتية ، والعديد من المنتجات الأخرى .

كلوريد الفينيلدين (Vinylidene Chloride)

يحضر كلوريد الفينيلدين من إحلال الكلور محل ذرتي الهيدروجين المرتبطين إلى إحدى ذرات الكربون في جزيئة الايثلين . وعند بلمرة هذه المادة ، تتكون مادة لدائنية خاملة جيدة وتسمى هذه المادة بالساران **Saran** .



كما يسمى الراتنج الثنائي المركب مع كلوريد الفينيل بالثايكون .

ونجد إن الأنابيب المصنوعة من الساران لا تتأثر بالأحماض القوية .
ومن الممكن خراطة ولحم هذه الأنابيب بتسخين نهايات الأنبوب بالمكوى الساخن ومن ثم ضغطها سوية .

كما أن راتنجات كلوريد الفينيلدين عديمة التأثير بالماء وتستعمل الأنسجة المصنعة منها لحمل سطوح السقائف ، النجادات الخارجية **Outdoor Upholstery** ، الشبكات المخلية وغيرها .

وتتمتع أنابيب ورقائق الساران بمرونة عالية . فلم تظهر أي علامة من علامات التشقق على أنبوب الساران ذو سمك 0.108 سم ($\frac{1}{17}$ انج) والمعرض إلى لوي بمقدار 5° درجة ولمدة 2.5 مليون مرة بينما يفشل بالفحص أنبوب نحاسي بأبعاد متساوية بعد 500 دورة فقط .

البولي سترين (Polystyrene) :

تعتبر هذه المادة من أرخص أنواع اللدائن الشفافة ويصنع الستيرين أو فينيل البنزين بواسطة إزالة الهيدروجين من اثيل بنزين . ويشبه السيتيرين من حيث الرائحة واللون إلى حد كبير من الطولوين . وعند ترك قنينة غير مفتوحة من سائل الستيرين لمدة طويلة يتحول إلى مادة صلبة نتيجة عملية البلمرة .

وبوجود عامل مساعد تكتمل عملية البلمرة بصورة سريعة . ومن خصائص الستيرين عدم قابليته على امتصاص الماء وغير قابل للإذابة في معظم الأحماض والقواعد والكحول والأسيتون أو الكازولين . لكنه يذوب في البنزين أو المواد الهيدروكربونية العطرية وفي المذيبات المتعرضة للكلور والأسترات .

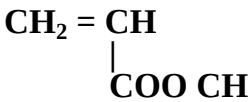
ونظراً لعدم تمدده أو انكماشه فإنه يستعمل لصنع المساطر .
ويبلغ مقدار نفاذية الضوء في الرقائق ذات سمك 0.25 سم (0.1 انج)
92 بالمائة . كما إنه عازل كهربائي جيد ويتحمل فولتية بمقدار 550
إلى 700 فولت / مل .

ويعتبر الستيروفوم من بين اللدائن الأسفنجية المستعملة في التعبئة ،
المساعدة على الطفو ، العزل والتزيين . ويعتبر الستيرين من الراتنجات
المهمة التي تدخل في صناعة المطاط (Buna rubber) .

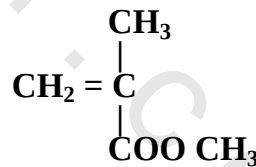
الأكريلات (Acrylates) :

إن من أحسن أنواع اللدائن التي تقع ضمن هذه المجموعة هي
اللوسايت Lucite أو البولي مثيل ميثا آكريلات ، لما يتمتع به من خواص
ضوئية جيدة .

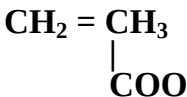
وبالإمكان ملاحظة العلاقة بين الأكريلات والفينيل أو الإثيلين من
الصيغ التالية :



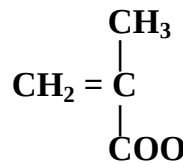
مثيل الأكريلات



مثيل أكريلات



حامض الكربليك



مثيل حامض الكربليك

وتؤدي عمليات البلمرة للمركبات أعلاه إلى إنتاج سلاسل مستقيمة .
وتتمتع مثيل ميثا اكريلات بشفافية عالية وتسمح بمرور 98 بالمائة من أشعة الشمس ومن ضمنها الأشعة فوق البنفسجية .

ونظراً للانعكاس الداخلي ، يخرج الضوء الداخل إلى إحدى نهايات أنبوب ميثا اكريلات المنحني من النهاية الأخرى وبدون أي تغيير في شدة الضوء . ولهذا السبب تستعمل حزمة أنابيب الميثا اكريلات لنقل الضوء وراء الأجسام المعتمة وكذلك لنقل الصور بعد استعمال العدسات الملائمة .

نتريل الاكرليك (Acrylic Nitrile)

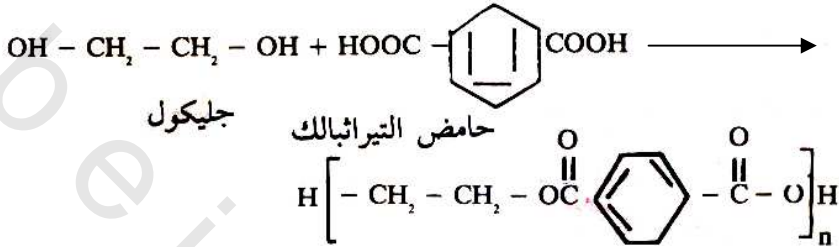
بالإمكان صنع هذه المادة بإضافة HCN إلى الاستيلين أو بطريقة أخرى من الايثيلين . يستعمل هذا الراتنج بصورة رئيسية في صناعة ألياف النسيج مثل أرولون Orlon وكذلك تستخدم البلمرة المشتركة بين نترات الاكريلك مع البيوتاديين لصناعة المنتجات المطاطية مثل Buna N أو بيوبرنات Buna N or Perbunan .

البلمرات الخيطية (Liner Condensation Polymers)

الراتنجات التي تلدن بالحرارة والتي سبق ذكرها تتكون من سلاسل طويلة نتيجة اتحاد الجزيئات المتفاعلة مع بعضها البعض وبدون خسارة أي جزء من هذه الجزيئات . وبعض اللدائن الطويلة الأخرى التي تلدن بالحرارة تتكون ببلمرة التكثيف والتي يصاحبها تحرر جزيئة الماء أو بعض الجزيئات الأخرى .

فعندما يتفاعل الكحول مع حامض عضوي ، يتحرر الهيدروجين الحامضي ويتحد مع هيدروكسيل مكوناً ماء ، ويتكون الأستر من اتحاد

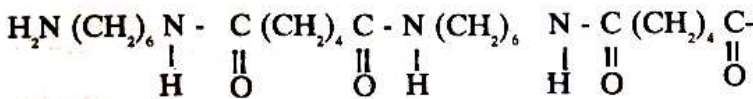
الجذور الطليقة . وعندما يحتوي الكحول على مجموعتين من الهيدروكسيل (OH^-) مثل الجلايكول والحامض ثنائي ، تكتمل بلمرة التكثيف في كل من نهايتي الجزيئات مكونة سلسلة طويلة من الراتنجات ، فمثلاً :



ويتحد الجليكول مع حامض التيرابثاليك لتكوين البولي أستر أو ما يسمى بالترايلين أو الدايكون وتتكون من هذا الراتنج ألياف ذو قوة شد كبيرة ومواصفات جيدة أخرى . ويصنع كذلك من هذا الراتنج الميلار (Mylar) وهو من اللدائن الشفافة القوية والتي تتكون من بثق البولي أستر على شكل ألواح رقائقية .

ومن الألياف المهمة الأخرى والتي تتكون نتيجة بلمرة التكثيف هو النايلون . وتتألف المكونات الرئيسية من ثنائي الأمين $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6 \text{NH}_2$ ، والـ **Diamine** والذي يسمى هيكسا ميثيلين داي أمين **Hexamethylene diamine** ، وحامض الادمبيك $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$

ومرة أخرى يتحرر الماء وترتبط جذور الميثيلين ($-\text{CH}_2-$) سوية خلال ذرات الكربون والنيتروجين في مجموعة الأميد ($\text{RNHCO}-$) .



ولم يقتصر استعمال النايلون لصناعة ألياف النسيج فقط ، إذ قد تم قولبة وبتق النايلون لصناعة اسطوانات التسوية **Rollers** ، الشعر الخشن **Bristle** وقوالب الصب . وبالإمكان استعمال الماء كعامل تزييت لسطوح ارتكاز النايلون .

الراتنجات التي تصلد بالحرارة (Thermosetting Resins) :

البلمرة في الأبعاد الثلاثة : (Three – Dimensional Polymerization)

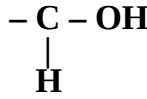
إن أقدم أنواع الراتنجات التي تصلد بالحرارة يسمى البكلايت **Bakelite** . حيث تم تحضيره بواسطة تفاعل التكثيف بين الفينول والفورمالديهايد .

ويوجد في الوقت الحاضر العديد من راتنجات الفينول فورمالديهايد المختلفة والتي تجد استعمالات عديدة على شكل مواد لاصقة دائمة في الماء ، كصفائح الاكساء اللدائنية ، مواد لصناعة الأصباغ ، مساحيق لأغراض القولبة المختلفة .

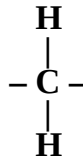
وتعتمد مواصفات المنتجات على عدة عوامل ، وتتمثل العوامل الرئيسية منها بنسبة المواد المتفاعلة وخواص العامل المساعد الحامضية والقاعدية . وعندما تكون نسبة الفينول إلى الفورمالديهايد أكثر من واحد ، أي عندما يوجد فائض الفينول ، يسير التفاعل بصورة طويلة .

ويتولد من التفاعل الأول مركب بالإضافة . حيث يأخذ الفورمالديهايد ذرة هيدروجين من ذرة الكربون في موقع الاورثو أو الباراف في حلقة البنزين ، ويصبح :

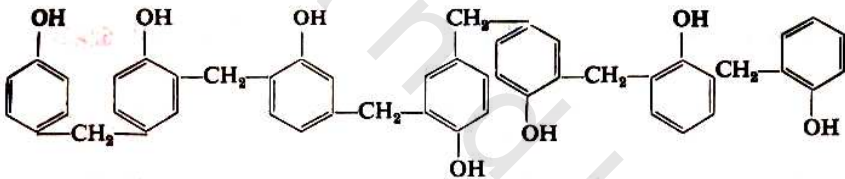




ويحل هذا الجذر محل ذرة الهيدروجين المفقودة على حلقة البنزين ومن ثم يتفاعل هذا المركب الجديد مع جزيئة فينول أخرى وتحرر جزيئة ماء من جراء التفاعل والذي يسفر عن اتحاد جزيئتين من الفينول بواسطة :

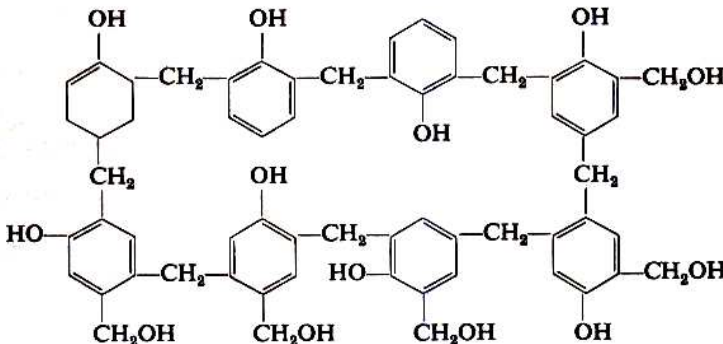


المسمى بجسر الميثيلين . تتكرر هذه التفاعلات عدة مرات وكما موضح أدناه .



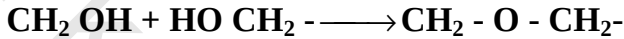
يكون هذا المركب إلى حد ما طولي وقابل للذوبان في المذيبات العضوية . ويسمى هذا المنتج بالنوفولاك (Novolac) .

وعند إضافة المزيد من الفورمالديهايد إلى النوفولاك (Novolac) ، بحيث تصبح نسبة الفينول إلى الفارمالديهايد مساوية إلى واحد أو أقل ، يتكون المزيد من جذور الميثنول (H₂ OH Methylol -) والتي تؤدي إلى ترابط السلاسل المتجاورة عرضياً عند التسخين . وتمثل هذه راتنجات الصب .



وعندما تكون نسبة الفينول إلى الفورمالديهايد قليلة ، يعطي فائض الفورمالديهايد الكثير من مجاميع الميثيلول (Methylol Group) على المنتج الأولي في كل من مواقع الاوثر (Ortho) والبارا (Para) .

وتتفاعل هذه بوجود العامل المساعد القلوي مع الفينول مكونة ترابط في الأبعاد الثلاثة . وقد يتفاعل قسم من هذه المركبات لتكوين حلقة وصل من نوع الايثر .

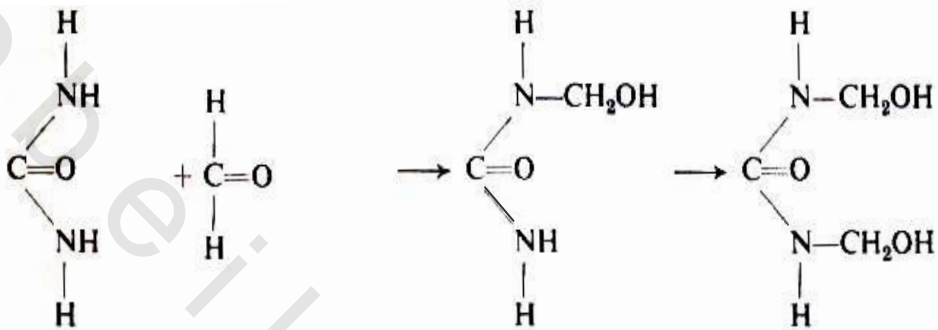


وتصلح هذه الراتجات لصناعة المواد اللاصقة الجيدة . ونظراً لكثرة المجاميع الكحولية ، بالإمكان مزج هذه المركبات مع الدهون لتكوين الأصباغ المختلفة . ويتفاعل كذلك الفورمالديهايد مع مشتقات الفينول مثل الكيرزول Gresols مكوناً الراتجات بالتكثيف .

لدائن اليوريا : (Urea Plastics) :

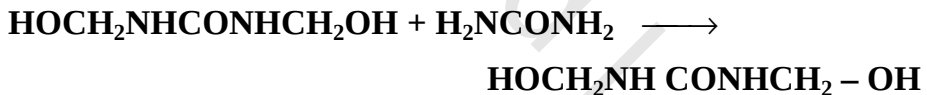
تتفاعل اليوريا مع الفورمالديهايد لإنتاج راتجات التكثيف (Condensation Poly - mer) التي تتقوّلب للأشكال المختلفة والتي تستخدم لصنع الرقائق اللدائنية اللاصقة . كذلك تستعمل لتشرب الأخشاب والحد من تشققها .

وبالإمكان تكييف الألواح الخشبية المشربة براتجات اليوريا بصورة دائمية بواسطة الضغط والحرارة . يتمثل تفاعل التكثيف (Condensation Reaction) بما يلي :



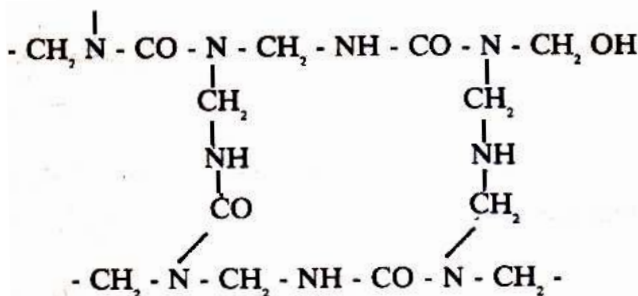
اليوريا الفورمالديهايد مونو ميثلول اليوريا داي ميثلول اليوريا

وقد تتفاعل هذه المركبات مع المزيد من اليوريا وتكون مصحوبة بتحرر الماء .

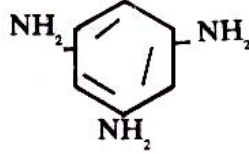


داي ميثلول اليوريا اليوريا KN CO NH₂
 Dimethylol Urea A tri - mer

وعند وجود فائض الفورمالديهايد ، يتفاعل كل من ذرتي الهيدروجين في مجموعة الأمين مكونة ارتباطات متشعبة والتي بدورها تعطي راتنج قابل للتصلب بالحرارة .



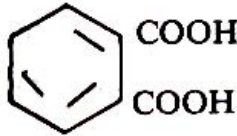
الميلامين : (Melamine)



الميلامين ، ذو الصيغة الكيميائية :

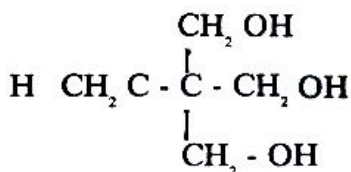
يتفاعل مع الفورمالديهايد ويكون شبكة مترابطة من حلقات الميلامين .
وتستعمل اللدائن المعروفة بالميلاماك (Melamac) في مجالات عديدة منها
صناعة الأواني ، زيادة قوة الورق المبلل ، والأصواف المقاومة للكرمشة ،
وفي الأصباغ المختلفة .

ويكون كذلك الفورمالديهايد راتنجات مع المواد الأخرى
الحاوية على مجموعة الأمين مثل البروتين . وراتنجات الكليبتال
والألکید (Glyptal and Alkyd Resins) : وراتنجات الكليبتال
عبارة عن بولي أستر تتكون من تفاعل التكتيف أو أسترة
الجليسترول ($\text{OH}_2\text{OH} - \text{CH}_2 - \text{OH} - \text{CH}_2\text{OH}$) مع حامض ثنائي ،
مثل حامض البتاليك .

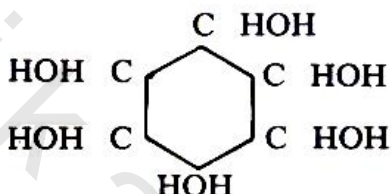


ونجد أن اسم المنتج مشتقاً من أسماء المواد المتفاعلة . ونظراً
لاحتواء الجليسترول على أكثر من مجموعتين للهيدروكسيل ، يتكون راتنج ذو
جزئية متشعبة . إن مثل هذه الراتنجات تكون في غاية الأهمية لصناعة

الورنيش والأطلية الواقية . ومن بين المركبات الأخرى ذات جذور الهيدروكسيل المتعددة بنتا أثريتول (Pentaerythritol)



الأنوسيتول



وتكون بعض الأحماض الثنائية والمتعددة القاعدية راتنجات مشابهة . وتسمى هذه المركبات براتنجات الالكيد . تلعب هذه الراتنجات دوراً كبيراً ومتزايداً في صناعة الأصباغ .

راتنجات الايبوكسي (Epoxy Resin) :

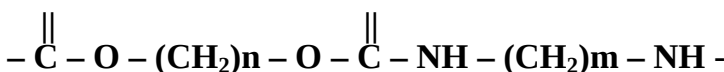
إن راتنجات الايبوكسي (Epoxy Resin) عبارة عن بولي أستر ذو مكونات ثلاث ويتصلب بدرجة حرارة الغرفة ويعطي مواداً لاصقة ثابتة وقوية وصامدة ضد عوامل التعرية وتستعمل في صناعة قوارب الألياف الزجاجية والهياكل الأخرى .

البولي يوريثان : (Poly Urethane) :

البولي يوريثان عبارة عن نوع آخر من أنواع البولي أستر ويتمثل تركيبه العام بالصيغة الكيميائية التالية .

O

O



ويشكل اليوريثان أهمية كبيرة في صناعة اللدائن الرغوية والمواد اللاصقة .

راتنجات الكيومارون : (Cumarone Resins) :

تستخلص راتنجات الكيومارون (Cumarone) من قطران الفحم . وتستعمل هذه الراتنجات بكثرة في صناعة البلاط الإسفلتي Asphalt tile ، إن معظم البلاطات ذات الألوان الخفيفة تحتوي على هذه المادة .

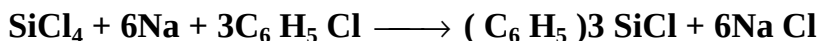
وتستعمل هذه الراتنجات كذلك في الأصباغ الالمنيومية وسوائل البرونز Bronzing Liquids . كما أن المقاومة العالية التي تتمتع بها هذه المواد للماء والقواعد تحسن من مواصفات الورنيش والأطلية بصورة عامة.

السليكونات : (Siliconos) :

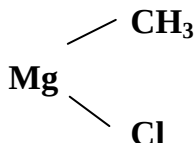
تتكون العديد من البوليمرات المهمة والمفيدة من تفاعل التكتيف لمركبات عنصر السليكون . ويقع هذا العنصر المتوفر بكثرة في الصخور مباشرة تحت الكربون في المجموعة الرابعة من الجدول الدوري .

ونجد له أربعة تكافؤات تساهمية وخواص كيميائية ومشابه إلى عنصر الكربون . حيث يتحرر غاز SiCl_4 عندما يتفاعل حامض الهيدروفلوريك مع الزجاج . كما يشبه تركيب نتراكلوريد السليكون من ذلك لتتراكلوريد الكربون CCl_4 .

ولقد اكتشف العلماء إمكانية أحلال جذور الفينيل محل ثلاثة من ذرات الكلور في نتراكلوريد السليكون SiCl_4 عند معاملته مع كلوريد البنزين $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ وبوجود معدن الصوديوم .

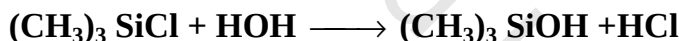


يتصف معدن المغنيسيوم بقابليته على الاتحاد بسهولة مع كل من جزئي هالوجين الكيل **Alkyl halide** مثل كلوريد الميثيل ، لتكوين المركب .

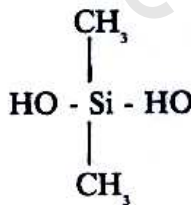
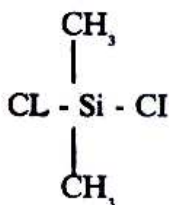


وتفضل ذرة المغنيسيوم الاتحاد بذرة أخرى من الكلورين بدلاً من الجذر العضوي لذلك فعندما يتفاعل هذا المحلول والمدعي " محلول كرينيارد " بوجود الايثر الجاف ، تكتمل عملية الاستبدال . وعند زيادة نسبة محلول الجرينيارد (**Grignard Reagent**) على تتراكلوريد السليكون تستبدل كل من ذرات الكلور الأربعة بجذور الالكيل .

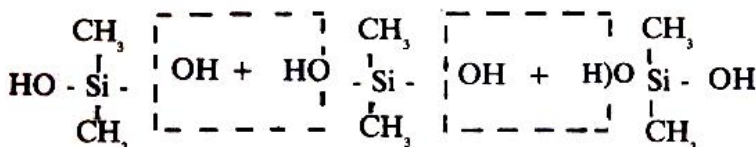
وبالإمكان استبدال الكلوريد في مركبات السليكون العضوية بواسطة التحلل المائي بجذور الهيدروكسيل .



ويسمى هذا المركب بالمترائي مثل سيلانول **Trimethyl Silanol** . وعند تحلل المركب $(\text{CH}_3)_2 \text{SiCl}_2$ مائياً يتكون الدايمثيل سيلانول



ويعطي هذا المركب بتفاعلات التكثيف بوليمرات طويلة . حيث تتكون هذه السلاسل الطويلة من ذرات السليكون والأكسجين على التناوب وترتبط المجاميع العضوية بذات السليكون .



ويشبه هيكـل (Si - O -) التركيب الموجود في الاسبستوس والمايكا . ويبدو واضحاً من أن مقاومة هذه المواد للحرارة ناتجة عن وجود المركبات السليكونية . وتتراوح مواصفات البوليمرات الطويلة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة المرنة .

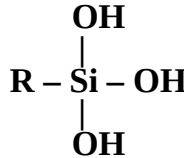
وتستخدم دهونات السليكون في صناعة المزيـتات المقاومة للحرارة ومركبات مانعة الرغوة والأصبـاغ المقاومة للحرارة والحرائق والشحوم المستخدمة بدرجات الحرارة العالية والسوائل العازلة للكهربائية ، والعوامل الصامدة والطاردة للماء .

وتتحد جزيئتان فقط من مونوسيلانول R_3SiOH ، بتفاعل التكثيف .



ونظراً لاحتمال اختلاف المجاميع العضوية تتكون العديد من مركبات السليكون المختلفة وتعطي هذه المركبات سوائـل طاردة للماء وناقلة للحرارة .

يتفاعل مركب الترايسيدنول في الانجاهات الثلاثة المختلفة وتركيبه هو :



حيث يعطي هذا المركب لدائن صلبة ، كثيفة ، مقاومة للحرارة وصالحة للاستعمال في العوازل الكهربائية في القماش الزجاجي لتكوين الرقائق اللدائنية الحاجزة للحرارة .

ولقد وجد في إحدى التطبيقات العملية وعندما تعرض صفيحة معدنية مشربة بهذا الراتنج وذات سمك 0.159 سم إلى درجة حرارة 648.8 م ، تبلغ درجة الحرارة القصوى للوح المعاكس 254.4 م ، ودرجة حرارة الهواء على بعد 0.953 سم من الصفيحة 126 م .

وتصنع عادة المواد اللدائنية للاستعمالات الخاصة باختيار المركب الصحيح ، أو بدمج المواد المختلفة وإدخال الهالوجينات أو البدائل الأخرى .

وتلعب المواد اللدائنية دوراً كبيراً وامتزائداً في صناعة الأقمار الصناعية وأبحاث الفضاء ، فتصنع الدوائر الكهربائية المطبوعة ، أغلفة الهوائيات ، علب الأجهزة الدقيقة الخفيفة ، الحواجز الحرارية ، مخروط الرجوع إلى جو الأرض للمركبات الفضائية ، وحتى محركات الصواريخ من المواد اللدائنية ، وإنه ليس من المستبعد تصنيع مركبة فضائية متكاملة من المواد اللدائنية بل إنه حقيقة واقعية .

"الأسئلة"

- 1- عرف للدائن تعريفاً علمياً واسعاً . مبيناً أنواعها وبعض صفاتها ؟
- 2- كيف يمكن تحضير نترات السليوز ؟ ثم بين استعمالاتها وخواصها .
- 3- اكتب مذكرات علمية مختصرة عن :
 - أ- خلاات السليوز .
 - ب- إثيل سليوز .
 - ج- البولي إثيلين .
 - هـ- مشتقات البوليئين .
- 4- اكتب ما تعرفه بالتفصيل عن كل مما يأتي :
 - أ- لدائن البولي فينيل .
 - ب- خلاات البولي فينيل .
 - ج- كلوريد البولي فينيل .
 - هـ- البولي سترين .
- 5- تكلم بالتفصيل عن الآريلات ونتريل الاكرليك .
- 6- وضح بالتفصيل البلمرات الخيطية .
- 7- تكلم بإيضاح عن الراتجات التي تصلد بالحرارة .
- 8- اكتب ما تعرفه عن لدائن اليوريا - الميلامين - البولي بوريثان السليكونات - راتجات الكينومارون .