

الفصل العاشر
اللدائن الصناعية
Synthetic Plastics

obeikandi.com

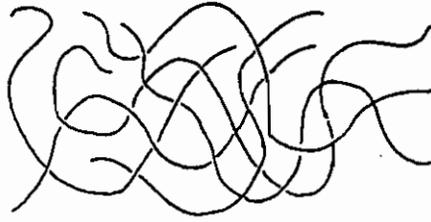
- من الملائم أن نقسم اللدائن الصناعية إلى مجموعتين رئيسيتين :
- مجموعة الراتجات التي تلين بالحرارة Thermo plastic resins .
 - مجموعة الراتجات التي تتصلد بالحرارة Thermosetting resins
- ١٠-١- الراتجات التي تلين بالحرارة (ثرموبلاستيك) :

الراتجات التي تلين بالحرارة .. عبارة عن جوامد جزيئية Molecular solids أى أنها مواد صلبة ، تتكون من : جزيئات هذه الجزيئات طويلة جدا ، ويبدأ تصنيعها من جزيء صغير يسمى مونمر Monomer الذى يمكن أن يضاف اليه عدد كبير من الجزيئات عن طريق البلمرة Polymerization ليشكل سلسلة طويلة من الجزيئات تسمى : Polymer.

Monomer Polymerization Polymer

هذه السلاسل الطويلة تكون مرنة ، وربما تميل إلى الفوضى الكاملة أى تكون متشابكة وغير منتظمة فى الأجزاء غير المتبلورة . انظر الشكل رقم (٦٥) أو تترتب جزئيا فى شكل متواز In parallel fashion وذلك فى الأجزاء المتبلورة .. انظر الشكل رقم (٦٥).

(a)



(B)



CRYSTALLINE
PART

شكل رقم (٦٥) يوضح

مظهر سلاسل البولمر

(a) سلاسل متشابكة .

(B) سلاسل منتظمة .

والجزء المتبلور يكون صلبا ، لكنه في نفس الوقت يكون صلبا ، وعندما

تكون السلاسل الجزيئية مرنة فإنها تسمح للأجزاء ذات البناء غير البلوري

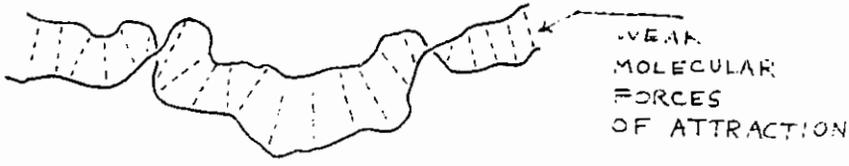
Amorphous بامتصاص الصدمات الميكانيكية Mechanical shocks .

ويلاحظ أن السلاسل الطويلة في البوليمرات تتصل ببعضها بواسطة

قوى جزيئية ضعيفة Weak molecular forces وهذه تسبب تشوهات

في المادة في درجة الحرارة المعتدلة ، وتحت الضغط المعتدل .. شكل رقم

(٦٦).



شكل رقم (٦٦) يوضح

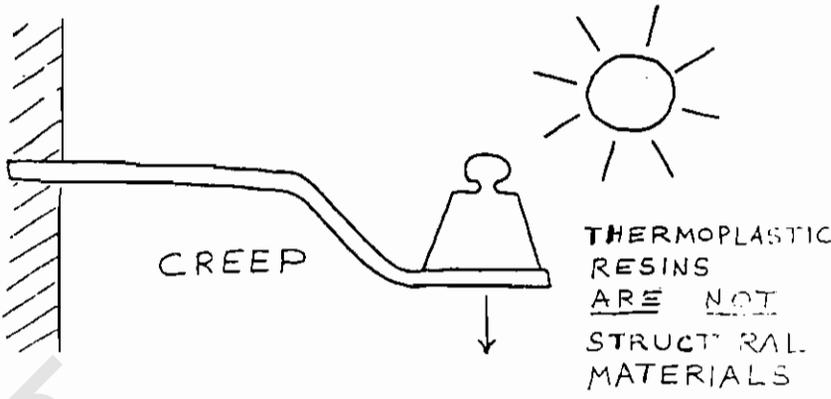
قوى اتصال الجزيئات ببعضها

والراتنجات التي تلين بالحرارة تصبح صلبة ، مثل : الزجاج تحت درجة حرارة معينة - هي درجة حرارة الزجاج Glass temperature وذلك لأن السلاسل لا تكون مرنة بدرجة كافية .. وهذه الراتنجات تصبح زجاجية او شبيهة بالزجاج فى درجة حرارة الغرفة - وتستخدم كمواد بديلة للزجاج .. مثل : Methacrylates & Perspex .

أما الراتنجات المرنة مثل Polyethylene & Nylon ذات درجات الحرارة الأقل من درجة حرارة الزجاج، فإنها تستخدم كمواد صاده جيدة أى مضادة للصدمات High Resilience وتستخدم فى الألياف Fibres والأفلام Films.

هذا وتصنع اللواصق من كلا النوعين من الراتنجات التى تلين بالحرارة ... مثل : Polyvinyl acetate & Acrylic .

ويلاحظ أن راتنجات ثرموبلاستيك ليست مواد بناء Not Structural Materials وذلك لأنها لا تستطيع أن تتحمل أحمالا ثقيلة لفترات طويلة .. انظر الشكل رقم (٦٧).

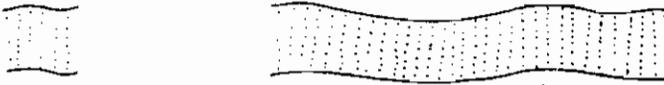


شكل رقم (٦٧) يوضح

ضعف راتنجات ثرموبلاستيك كمادة بناء

وذلك يعتمد على ضعف القوى التي تربط الجزيئات ببعضها، والتي تنهار ببطء تحت تأثير أقل قوة مسببة تشوهات، هذه التشوهات تزداد باستمرار مرور الوقت، وربما تؤدي في النهاية إلى الانهيار الكامل Complete failure أو يتغير أبعادها تغيراً طفيفاً نتيجة للجهدات المستمرة، أو نتيجة التعرض لارتفاع درجة الحرارة .

ويلاحظ أن الجزيئات ذات السلاسل الطويلة تظهر سلوك ميكانيكي أفضل من الجزيئات ذات السلاسل القصيرة، بمعنى أن خواص الصلابة والقوة Hardness & Strength تزداد في حالة طول السلاسل الجزيئية في المادة، لأن قوى التجاذب بين كل جزئين تساوي نفس قوى التجاذب بين كل ذرتيهما.

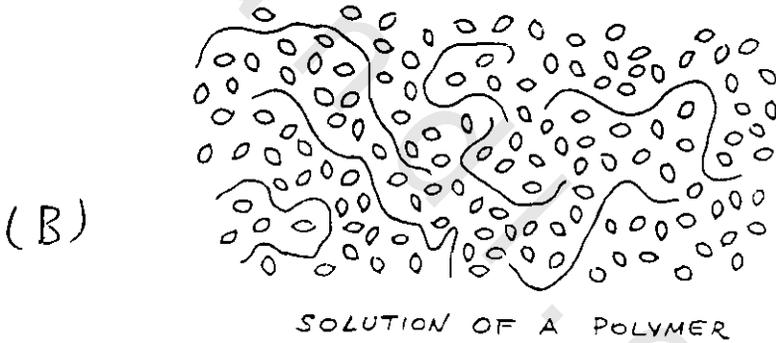
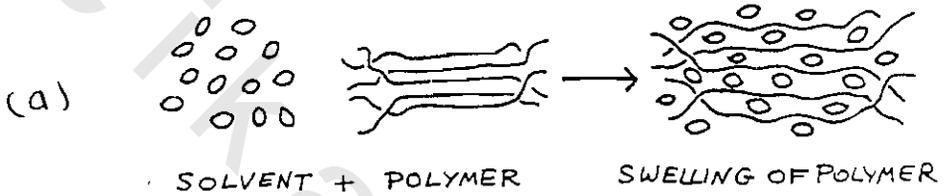


شكل رقم (٦٨) يوضح

زيادة قوى التجاذب بين الجزيئات بزيادة طولها

ذوبان راتنجات ترموبلاستيك :

الجزينات الطويلة فى راتنجات ترموبلاستيك لاتذوب بسهولة فى المذيبات ، وذلك لأن جزينات المذيب تتأخر فى التحلل بين هذه الجزينات ، لذلك يلاحظ وجود مرحلة وسط An Intermediate Stage قبل مرحلة الذوبان .. فى هذه المرحلة تنتفخ المادة Swells بعد تشبعها بالمذيب وتصبح طرية ، والتحلل الكامل يحدث عندما تنفصل كل الجزينات عن بعضها فصلا تاما مكونة محاليل . انظر الشكل رقم (٦٩).



شكل رقم (٦٩) يوضح

ذوبان راتنجات ترموبلاستيك

(a) مرحلة الانتفاش .

(B) مرحلة الذوبان .

ويلاحظ أن محاليل البوليمرات تكون لزجة Viscous ويرجع السبب في ذلك إلى أن الجزيئات الطويلة تتجاذب مع بعضها وتمنع سيولة المادة .. كما أن بعض البوليمرات ذات الجزيئات الطويلة جدا مثل : النايلون والبولي إيثيلين من الممكن أن تكون مواد غير قابلة للذوبان .. إلا أنها قد تكون محاليل عالية اللزوجة .

البوليمرات التي تضع من الجزيئات الصغيرة تتحلل بسهولة ومحاليلها تكون أقل لزوجة من محاليل البوليمرات ذات الجزيئات الكبيرة ، إلا أن قواها الميكانيكية في الحالة الصلبة تكون أقل ... لذلك فإنها تكون مناسبة أكثر لعمليات التخلل في المواد المسامية من خلال عملية التشبيح Impregnation.

- استخدام راتنجات ترموبلاستيك في أعمال الترميم ك

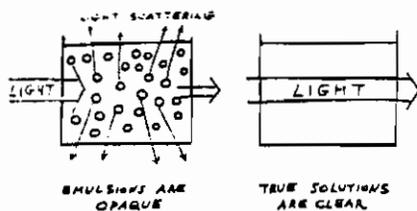
في أعمال ترميم المباني فإن الراتنجات التي تلين بالحرارة من نوع الاكريلات Acrylics والبولي فينيل أسيتات Poly Vinyl Acetate تكون أكثر فائدة ، وذلك لأنها من الممكن أن تذوب في المذيبات العضوية ، ومحاليلها يمكن أن تستخدم كمواد لصق للمواد ذات الأوزان الخفيفة ، أو تكون غطاءات (طلاءات) واقية Protective coatings على الأحجار والجبس والصور الجدارية .

ومن حسن الحظ أنه يمكن استخدامها أيضا في تقوية الخشب والمون والأحجار بطريقة التشبيح ..

- مستحلبات راتنجات ترموبلاستيك :

الأكريلات والبولي فينيل أسيتات ، راتنجات مناسبة لتكوين مستحلبات مع الماء ، ويسهل التعرف عليها من خلال محاليلها الحقيقية ، لأنها تكون

معتمة ، وببعض اللون مثل اللبن ، ويرجع السبب في إعتام هذه المستحلبات إلى إحتوائها على جزيئات متكثله في صورة عناقيد من البوليمر معلقة في الماء، وهذه تؤدي إلى تفريق الضوء الأبيض الذي يمر خلالها.

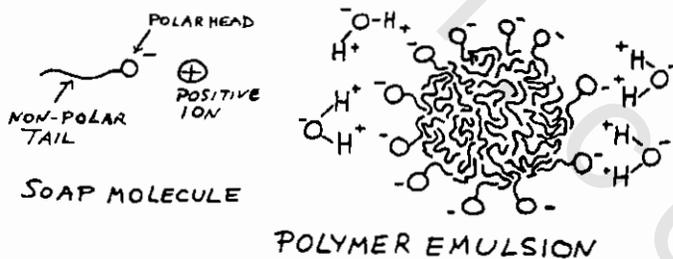


شكل رقم (٧٠) يوضح

يوضح إعتام مستحلبات راتنجيات ثرموبلاستيك وتفريقها للضوء

ويلاحظ أنه في المحاليل الحقيقية The true solution الجزيئات الصغيرة المفردة تتفصل عن بعضها ولا تسبب تفريق أو تبعثر الضوء لأنها أصغر كثيرا من الطول الموجي للضوء.

ومن الممكن صنع مستحلبات باستخدام صوابين تغطي القطرات الصغيرة من جزيئات البوليمر، التي لا تذوب في الماء ... انظر الشكل رقم (٧١) حيث أن الرأس القطبي المحب للماء في الصابون تجذب الماء وتذوب فيه، ولا تسمح لقطرات البوليمر الصغيرة بالاتحاد مرة ثانية ..



شكل رقم (٧١) يوضح

مستحلب صابوني لا يذوب في الماء

- استخدام المستحلبات فى صيانة الآثار :

لاشك أن استخدام المستحلبات فى صيانة الآثار محدود لأنه مرتبط بحقيقة ثابتة وهى : أنها تحتوى على صابون واطافات أخرى غير مضمون سلوكها عند القدم .

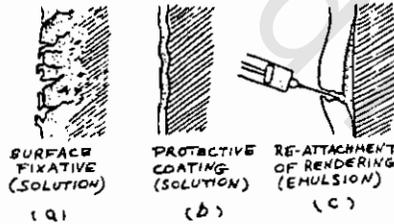
أيضا لانستطيع استخدامها فى تشبيح المواد المسامية ، لأن تجمع جزيئاتها الطويلة لايسمح بتخللها جيدا فى المسام .

وغالبا تستخدم مستحلبات راتنجات ثرموبلاستيك فى أعمال الصيانة كإصاق As adhesives لإعادة لصق طبقات البياض مرة أخرى بالجدران، أو إضافات للجير أو الجبس أو الأسمنت عند عمل المون، وذلك لرفع مقاومة المون للإنثناء Flexural strength وأيضا لتقليل هشاشيتها . Decrease Fragility of the mortars

وفيما يلى شكل يوضح أسلوب استخدام راتنجات ثرموبلاستيك فى

أعمال الصيانة للآثار .. شكل (٧٢).

USES OF THERMOPLASTIC RESINS IN CONSERVATION



شكل رقم (٧٢) يوضح

أسلوب استخدام راتنجات ثرموبلاستيك فى الصيانة

(a) تثبيت وتقوية سطح الأثر

(b) عمل طبقة سطحية واقية

(c) إعادة تثبيت طبقة البياض

١٠-٢- راتنجات تستقر بالحرارة Thermosetting Resins :

يتم تصنيع الراتنجات التي تستقر أو تتصلد بالحرارة على مرحلتين :

المرحلة الاولى : تجهيز جزيئات السلاسل الطويلة بالطريقة الكيميائية .

المرحلة الثانية : التفاعل الكيميائي أو تأثير الحرارة أو كلاهما معا لاجداث

ارتباط مستعرض أو تشابك Cross linking للسلاسل مع بعضها البعض

لتكون في النهاية كتلة صلبة هشة Hard brittle mass وتسمى هذه المرحلة.

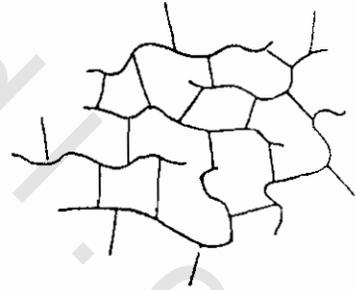
مرحلة إستقرار الراتنج . انظر الشكل رقم (٧٣).



THERMOSETTING RESIN
FIRST STAGE
VISCIOUS LIQUID

(a)

THERMOSETTING RESIN
SECOND STAGE
HARD , BRITTLE SOLID



(b)

شكل رقم (٧٣) يوضح

مراحل تصنيع راتنجات ثرموسيتنج

(a) الراتنج في صورة سائل لزج .

(b) الراتنج كتلة هشة صلبة .

الراتنجات التى تتصلد بالحرارة ، وشائعة الاستخدام هى :
الإيبوكسيات مثل : الأرالديت ، والبولى استرات .. وكل منهما يوجد فى
صورة سوائل لزجة Viscous liquids تتجمد بدون حرارة ، ولكن بإضافة
سوائل أخرى تعمل كعامل حفاز Catalyst تسمى : مجمد أو مصلب
..Hardener

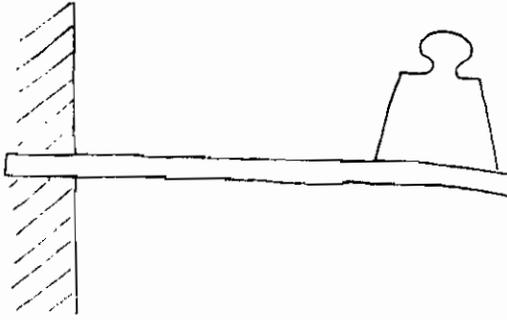
وعند شك الراتنج فإن السلاسل الطويلة تظل مرتبطة مع بعضها
البعض بروابط كيميائية قوية ، على عكس راتنجات ثرموبلاستيك التى ترتبط
جزئياتها مع بعضها يقوى ربط جزئية ضعيفة Weak molecular forces .
وبناء على ذلك فإن راتنجات ثرموسيتنج بعد التجمد أو التصلد
لاتنشى بسهولة ، ولايمك تشكيلها بالحرار أو الضغط .. أى أن راتنجات
ثرموسيتنج أصلد وأقوى من راتنجات ثرموبلاستيك ، ولكنها أيضا أكثر
هشاشية .

من أجل ذلك يتم تحسين الخواص الميكانيكية لراتنجات ثرموسيتنج
بإضافة مواد مألثة لسائل الراتنج قبل الشك أو التصلد..

ومن أشهر المواد المألثة : الصوف الزجاجى Fibrous glass
والمواد اللدنة Yields materials وذلك لتحسين خواص المرونة.

راتنجات ثرموسيتنج مواد بناء :

من الممكن استخدام راتنجات ثرموسيتنج كمواد بناء نظرا لكونها
أكثر مقاومة للتشوهات من راتنجات ثرموبلاستيك .. انظر الشكل رقم (٧٤)
حيث يقاوم الراتنج المسلح الأحمال الثقيلة .



REINFORCED
THERMOSETTING
RESINS ARE
STRUCTURAL
MATERIALS

شكل رقم (٧٤) يوضح

اتنتاجات ترموسيتنج المسلحة للأحمال الثقيلة

بعض راتنتاجات ترموسيتنج :

راتنج الايبوكسى : راتنج الايبوكسى لاصق جيد لمعظم المواد فيما عدا البولى ايثيلين والنايلون والأسطح الدهنية أو الشحمية والسياليكونات ، كما أنه مقاوم للماء ، وللعديد من المواد الكيميائية .

واللواصق التى أساسها راتنج الإيبوكس تستخدم على نطاق واسع فى صيانة مواد البناء .. مثل : إصلاح الأحجار المكسرة وسد الشروخ فى الخرسانة ، ولحام وصل أعمدة التسليح فى المباني .. الخ .

كما أن راتنج الايبوكس أحد أشهر راتنتاجات ترموسيتنج التى لاتذوب

فى معظم المذيبات ..

راتنج بولى استر : راتنج البولى استر أقل مقاومة كيميائية من الايبوكسى ، لكنه أرخص سعرا منه .. والبولى استر المسلح بألياف الزجاج مادة واسعة الانتشار والاستخدام فى الاسقف خفيفة الوزن Light weight sheds أو كعناصر بنائية Structural elements ، كما أن راتنج البولى استر المقوى يستخدم فى تكنيك ماسارى Massari technique لبناء مدماك ضد الرطوبة Damp-proof course فى المباني القديمة ، أيضا يستخدم البولى استر فى حقن الشروخ الدقيقة حيث يتصلب داخلها ويعمل على تقويتها .

كما أن كلا من الايبوكسى والبولى استر يستخدم فى عمل قوالب ،
نسخ القطع الفنية .

١٠-٣- تجوية اللدائن الصناعية

Weathering of synthetic plastics

اللدائن الصناعية تتحلل بفعل تأثير البيئة، والعامل الأساسى فى التحلل هو: غاز الأوكسجين، خاصة فى وجود الضوء ، إذ ثبت أن الأشعة فوق البنفسجية هى أخطر الإشعاعات على المواد المصنعة من اللدائن الصناعية ..
وأكسدة اللدائن الصناعية يتم بأسلوبين متناقضين ظاهريا .

الأسلوب الأول : تكسر الجزيئات ، وتكوين جزيئات صغيرة مؤكسدة
oxidized fragments .

الاسلوب الثانى : فك الارتباط المستعرض Cross- linking بين السلاسل الطويلة ..

وتكون نتيجة هذه العمليات المعقدة مايلى :

١- تغير اللون Discoloration .

٢- فقد قوى الشد Loss of tensile strength.

٣- الهشاشة Brittleness .

وغالبا ماتصبح المواد قابلة للذوبان فى الماء ، ويسهل غسلها ونزحها من الأسطح الظاهرة، مثل ما يحدث لمادة البولى استر فى الأسقف المصنوعة من البولى استر المقوى بألياف الزجاج Polyester- glass Roofing .

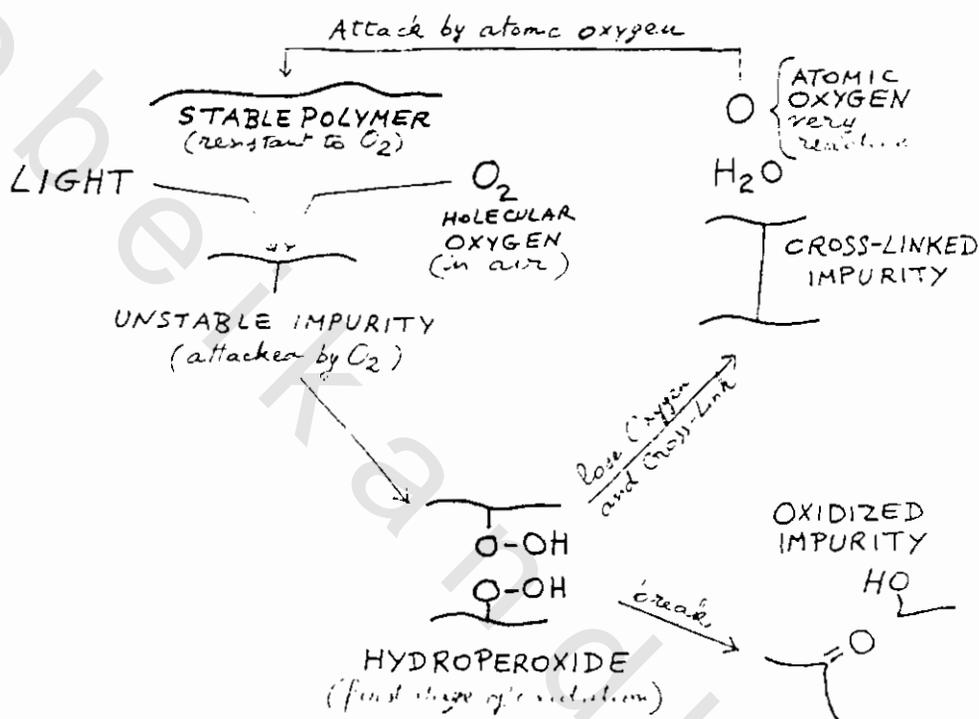
أيضا فإن أكسدة اللدائن الصناعية تصبح سهلة لو وجد بها شوائب ، حيث يسهل مهاجمتها بالأكسجين ، وأثناء أكسدة هذه الشوائب ينتج اكسجين جديد Fresh Oxygen يكون أنشط من أكسجين الهواء الجوى ، ويعمل بسرعة على تكسير الجزيئات الأكثر مقاومة لأكسجين الهواء الجوى .. لهذا السبب فإن المواد الصناعية يجب أن تكون نقية جدا وذات خواص ثابتة إلى أقصى درجة .. انظر الشكل رقم (٧٥).

وكل المنتجات التجارية يجب أن تختبر على أفراد ، ويكرر الاختبار مرة بعد أخرى ، كما أن المواد الكيميائية المشابهة لها فى التركيب الكيميائى، لايجب أن نوافق عليها إلا إذا قام الدليل على أن سلوكها جيد عند القدم .. ويجب أن نرفضها إذا كان سلوكها سيء عند القدم Ageing .

ويلاحظ أن راتنجات الاكرليك تعطى مقاومة عالية ضد الأكسجين ، والأشعة فوق البنفسجية ، فى حين أن راتنجات الأيبوكس يتغير لونها بسرعة، لذلك لايجب استخدامها فى الأسطح الظاهرة أو المعرضة للجو ..

والأيبوكسيات والبولى استرات تبدى مقاومة جيدة ضد عمليات القدم Ageing لو حفظت بعيدا عن الضوء والاكسجين ، مثلما يحدث عند استخدامها كلواصق بنائية ، أو مداميك مانعة للرطوبة .

OXIDATION OF POLYMERS IS MADE EASIER BY UNSTABLE IMPURITIES



شكل رقم (٧٥) يوضح

أكسدة البوليمرات في وجود الشوائب والضوء والأكسجين