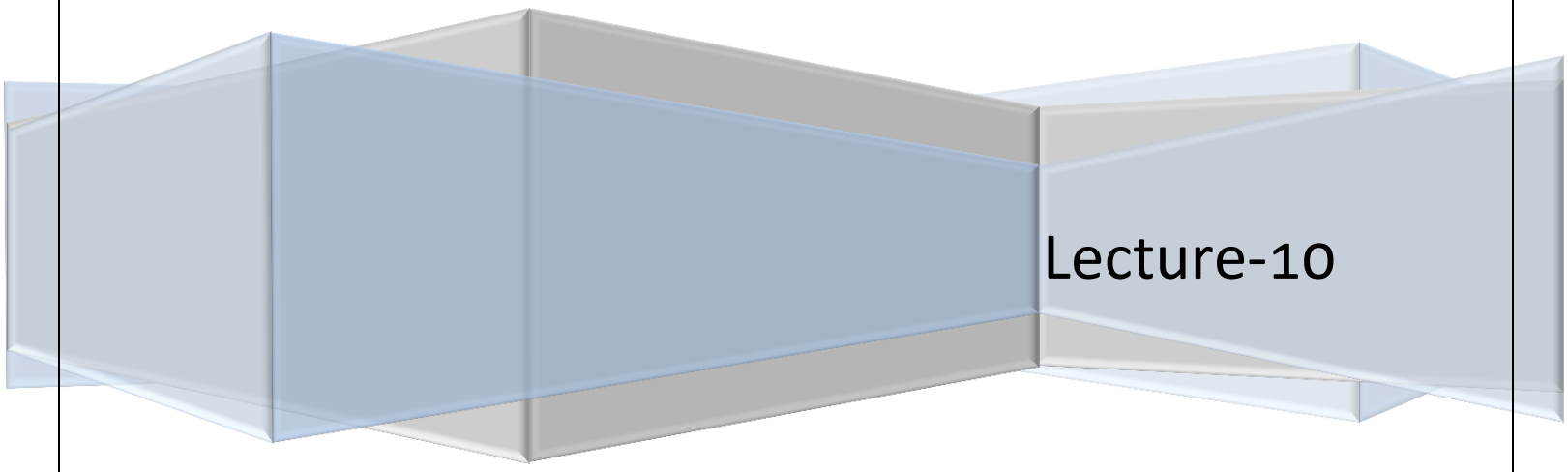
Chemical engineering department

polymers technology



Lecture-10

المواد المتراكبة (المركبة)

Composite materials

وهو خليط مكون من مادتين او اكثر ذات موصفات مختلفه تتحد مع بعضها فيزياويا دون حصول تفاعل كيمياوي ليعطي التركيب المرغوب وكذلك المواصفات الجديده والمرغوبه ولكل ماده داخلة فيها

مكونات الماده المتراكبة:

1- مادة الاساس :الطور المستمر(Continuous phase) وهو الاكثر ويحيط بالجزء الثاني .

2- ماده التقويه (Reinforcement) : تعمل على تماسك عناصرها وربط الاجزاء معا لتكوين نظام مترابط قادر على تحمل المؤثرات الخارجيه .

1- مادة الاساس (Matrix) : وهي مادة بوليمريه اهم وظائفها :

أ- تعمل على نقل الاجهادات وايصالها الى الجزء الثاني مواد التقويم (التدعيم).

ب- تمتلك خواص مناسبة كالعزل الكهربائي والحراري . ج- تقوم مادة الاساس بالمحافظه على الماده الثانيه من الضرر الناتج عن الظروف الحويه وتغير درجات الحراره والاكسده والتاكل مع الاضافه الى عملية نقل القوه لها . د- مادة الاساس تتميز بكونها منخفضه الكثافه وذات صلاده ومقاومه صدمة منخفضه مقارنة مع مواد التقويه.

انواعها :

أ- مطاوعة بالحراره Thermoplastic

ب- متصلبه بالحراره Thermoset

2- مواد التقويه (التدعيم) Reinforcement:

عباره عن مواد تضاف للمادة الاساس تعمل على رفع وتقوية وتحسين خواص الماده الاساس.

سيراميكية

مواد التقويه ---------- فلزيه

بوليمرية

تصنيف مواد التقويم (Classification) :

1- الالياف Fibers 2- دقائق Particutaties 3- قشورFlakes 4-الطباقيه Laminate

أ- الالياف : اشكال الياف التدعيم , حصيره محاكه , حصيره مستمره , حصيره عشوائيه مقطعه , قماش .

حساب كمية الالياف:

نحسب كمية الالياف بدلالة الكسر الوزني Weigh fraction

$$Wf = \frac{wf}{wc} = \frac{\rho f\, vf}{\rho c\, vc} = \frac{\rho f}{\rho c}\, vf$$

vf= حجم الالياف wf= وزن الالياف vc=حجم المتراكبة wf=وزن المتراكبة

تم ربط الكسر الوزني بالكسر الحجمي .

اذا كان معدل الكسر الحجمي للالياف عالي جدا يؤدي الى حصر الالياف مع بعضها ممايودي الى تلف الالياف لذا تقل متانة المادة المتراكبة... متانة المادة المتراكبة تتاثر بمقدار الكسر الحجمي للالياف.

ب- المتراكبات ذات الوقائق particulates

مواد التقويه هي دقائق مثل دقائق الزجاج , حبيبات المطاط وهي وهي تعتبر كمواد مالئه والتي تشبة الالياف غير المستمره وتاثيرها على قوة الشد ومعامل المرونه اقل من حالة الالياف .

امثلة:

1- الدقائق:الكابون الاسود المضاف الى ماده المطاط المفلكن ودقائق الكاربون تزيد من المتانه والصلاده ومقاومة الاحتكاك والمقاومه الحرارية للمطاط .

2- دقائق المطاط : المضاف المضاف الى البولي ستارين المقاوم للصدمه اضافة دقائق المطاط يزيد من المتانه لانه يحول دون انتشار الشقوق ويمتص الطاقه والنتيجه النهائيه يقلل من قوة الشد ومعامل المرونه فيعطي ماده تستطيل اكثر قبل ان تتكسر .

المخاليط البوليمرية Polymer blends :

وهي المواد التي تتكون من مزيج من نوعين في الاقل من البوليمرات وبالامكان الحصول على خلطات ذات خواص ميكانيكيه وحراريه مرغوبه وذلك بالسيطره على نوع ونسب الخلطات البوليمريه وكذلك الاضافات .

ان لاختيار الخلطات البوليمرية والمضافات وكذلك والمعاملات المناسبة يودي الى خلق مركبات جديده ذات خصائص ميكانيكيه وحراريه مناسبه تستعمل لتطبيقات جديده ومتعدده .

انواع الخلطات البوليمريه Type of polymer blends:

1- المخلوط المتجانس Miscible blend

2-المخلوط الغير متجانس Immiscible blend

ويدعى ايضا بالسبيكة البوليمريه (Polymer alloys)

وهذا المخلوط يعطي مخلوط ذا مكون واحد اعتمادا على درجة الانتقال(Tg)والذي يعكس الطبيعة الامتزاجيه لهذا المخلوط.

$$\frac{1}{Tg} = \frac{w}{Tg} + \frac{w}{Tg}$$

امثلة

1- ppo Poly(propylene)

بلاستك صلب هندسي مقاوم لدرجات الحراره العاليه ولكن يكون من الصعوبه تصنيعه لذا يخلط مع PS فيصبح سهل التصنيع مع اختلاف صفات المقاومه الحراريه والمتانه .

2-HDPE+ LLDPE مخلوط بوليمري متجانس يقلل من صلاده HDPE واعطاه المرونه المطلوبه يخلط مع LLDPE

الخليط غير الممتزجImmiscible blends:

خليط ذو طورين يظهر درجتي انتقال زجاجية كل واحدة تميزطور من الاطوار

Show two Tg values characteristic of each phase .

امثله :

1- المطاط + Ps

يذاب المطاط في مونيمر الستيرين الذي يبلمر لاحقا فيحصل فصل للاطوار ويتم السيطره على الظروف التشغيليه لكي يتم الحصول على طور مستمر تنتشر فيه دقائق المطاط ضمن طور

.(Ps)

2- راتنج ABC

AD موجود في الطور المستمر لكل بوليمر AN + S حيث تطعم دقائق المطاط على كوبوليمر

AN - S لكي يزداد التلاحم والالتصاق عن السطوح.

تحضير المخاليط البوليميريه .

1- الخلط الميكانيكي 2- الاذابه في مذيب تليه عملية صب الفلم (تكوينه) 3- استعمال المونيمر كمذيب لمكونات المخلوط 4- مزج المسحوق الناعم يفضل الاول من الناحية الاقتصاديه.

بوليمرات شبكة التداخل Interpenetrating network polymers IPNS:

هي نوع من انواع المخاليط البوليميريه والذي يجمع خصائص المكونات لهذه الشبكه البوليميريه والتي من الصعب فصلها فيزيائيا .

تعريف IPNS: بوليمر مشترك لبوليمرين والذي يحصل لهما تشابك بوجود الاخر .

مثال بوليمر (A) Divinely Benz (DV) + styrene (S)

(B) Polyurethane يبلمران معا بلمرة الجذور الحره

الخصائص الفيزيائيه للبوليمرات

Physical properties of polymers

وقابلية للتركيب الفيزيائي للبوليمرات تاثير على العديد من خواص البوليمر كالشفافيه والقوة والمرونة الذوبان وقابلية الامتصاص الاصباغ ومقاومة الظروف البيئية كالتشقق ومن ضمن الخواص الفيزيائية يمكن ادخال العديد من التحسينات على البوليمرات بطريق كيمياوية او تكنولوجية لرفع

درجة انصهارها وزيادة مقاومتها الحراريه ورفع Tg لها .

التبلور والبوليمرات المتبلورة Crystallinity and crystalline polymers Crystallinity:

التبلور :امكانية ترتيب اجزاء السلاسل البوليمرية في بعض البوليمرات وتكوين تراكيب منتظمة تدعى المناطق البلورية .

البوليمر المتبلور : هو بوليمر الحاوي على نسبة عالية من التراكيب البوليمرية ولايوجد بوليمر متبلور كليا 100% .

متطلبات التبلور في البوليمرات :

1- انتظام التركيب الجزيئي: وهذا يتطلب أ- تركيب كيمياوي منتظم ب- قلة التفرعات ج- عدم وجود مجاميع معوضه التي تعيق التبلور . د – البلمرة المشتركه .

2- القوى بين السلاسل البوليمرية : وهي على نوعين :

أ- مجاميع مستقطبة : في البولي استر Polyester .

ب- اواصر هيدروجينية : في بولي اميد Polyamide

3- حرية الحركة الموضعية : تساعد على زيادة التبلور .

درجة الانصار البلورية Tm crystalline meiting point:

وهي الدرجة الحرارية التي تختفي عندها اخر التراكيب البلورية تنصهر البليمرات عادة ضمن مدى من درجات الحراره وذلك لتغير تراكيب المناطق البلورية من حيث حجمها وتكاملها فالتراكيب الغير متكاملة والصغيرة الحجم هي التي تنصهر اولا .

العوامل المؤثرة على درجة الانصار البلورية Tm:

1- الوزن الجزيئي = علاقة طردية .

2- البلمرة المشتركة = تنخفضTm

3- الملدنات والمذيبات= تنخفض Tm

4- مرونة السلاسل البوليمرية = تنخفض Tm

5- القوى بين سلاسل البوليمر تزداد Tm مع ازياد القوى.

قياس النسبة المئوية للتبلور

1- من الحجم او الكثافة .

$$\% \text{ cry} = \frac{\boldsymbol{Vam}}{\boldsymbol{Vcry - Vam}} \boldsymbol{x}\ 100\ \%$$

$$= \frac{\rho am}{\rho cry - \rho am}\ \boldsymbol{x}\ 100\%$$

P	ρ_{cry}	ρ_{am}
PE	1	0.95
pp	0.93	0.86
ps	1.1	1.05
pvc	1.34	1.26

2- من قياس الاشعة تحت الحمراء IR

$$\% \text{ cry} = \frac{\boldsymbol{D}}{\boldsymbol{D - Dcry/Dam}}$$

D=absorption coeffecient

3- التغير في الانثالبي

$$\% \text{ cry} = \frac{\boldsymbol{Ham}}{\boldsymbol{Hcry - Ham}}\ \boldsymbol{x}\ 100$$

H_{am}=عشوائي

H_{cry} = متبلور

H = m c dT

الحالة الزجاجية والبوليمرات غير المتبلورة

Glassy state and amphorous polymers

البوليمرات غير المتبلورة : هي التي لاتظهر اي درجة من التبلور عند فحصها بالاشعه السينية غير ان ذلك لاينبغي وجود تراكيب منتظمه صغيره جدا بين اجزاء السلاسل البوليمرية .

درجة الانتقال الزجاجية .Tg Glass transition temp :

وهي الدرجة التي يتحول فيها البوليمر من مادة زجاجية صلبة قوي الى مادة مرنة جلدية.فوق هذه الدرجة يكون البوليمر لينا ومرنا ويكون البوليمرعند هذه الدرجات اما في الحالة المطاطية او بهئية سوائل عالية اللزوجة عند هذه الدرجة الحرارية تحصل تغيرات ملحوضة في صفات البوليمرات الزجاجية الفيزيائية والميكانيكية مثل تغير الحجم النوعي والسعه الحرارية والحراره النوعيه ومعامل المرونه وغيرها.

1- Tg للبوليمرات المطاطية تقع تحت درجة الحراره الطبيعيه ودرجة لذا تتصف بالمرونه .

2-Tg للبوليمرات الهشه او الصلده لها فوق درجه الحراره الطبيعية(درجة حراره الغرفه)

العوامل المؤثره علىTgللبوليمرات :

1- العوامل المعتمده على التركيب الكيمياوي : مثل أ- صلاده السلاسل البوليمريه وجود مجاميع معوضه او اواصر كيمياويه تزيد من مرونة السلاسل وتخفضTg

ب- مجاميع صلده (تراكيب اروماتية) تزيد Tg

ج- تناظر السلسلة البوليمرية :كلما قل التناظر تزداد Tg

د- الحجم الحر في البوليمر : الضغطالخارجي يودي الى نقصان الحجم الحر ممايزيد Tg

ه- الاعاقه الفراغيه : وجود مجاميع مسببه للاعاقه الفراغيه للسلاسل البوليمرية يزداد Tg

2- العوامل التركيبية وهي : أ- الوزن الجزيئي تزداد Tg مع زياد الوزن الجزيئي .

ب- التشابك تزدادTg بزيادة التشابك لان التشابك يفيد حركة السلاسل . ج- البلمرة المشتركة Tg يتوسط بين النوعين المتجانسة المكون كبوليمر. د- درجة التفرع: يقلل من Tg لان مع زيادة تزداد نهايات السلاسل ممايؤدي الى زيادة الحجم الحر. ه- الملدنات تخفض Tg والمالئات تزيد Tg.

علاقة Tg بالوزن الجزيئي :

$$1/Tg = \frac{K.W}{2M}$$

عدد نهايات السلاسل = W , الوزن الجزيئي=M ,

$$Tg = \frac{2M}{K.W}$$

K= constant

طرق قياس Tg: 1- من قياس معامل الانكسار مع درجة الحرارة

2- الطرق المعتمده على قياس التغير في الحراره النوعية حيث تزداد الحراره النوعية للبوليمر مع زيادة درجة الحرارة.

3- الطرق المعتمده على قياس الحجم النوعي للبوليمر الجهاز المستخدم (Dilatometer) لقياس لتغير في الحجم .

4- الطرق المعتمده على قياس التغير في الانثالبي (المحتوى الحراري) بالاجهزة المسعرية اعلى تغير هو في Tg.

5- الطرق المعتمده على تغير الخواص الميكانيكية زيادة درجة الحرارة انخفاض معامل المرونة تزداد الخواص الميكانيكيه .