
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2009/2010

April/Mei 2010

EBP 317/3 - Advanced Polymer Composites [Komposit Polimer Maju]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains ELEVEN printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN questions. TWO questions in PART A and FIVE questions in PART B.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. DUA soalan di BAHAGIAN A dan LIMA soalan di BAHAGIAN B.]

Instruction: Answer **FIVE** questions. Answer **ALL** questions from PART A and **THREE** questions from PART B. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

*[Arahan: Jawab **LIMA** soalan. Jawab **SEMUA** soalan dari BAHAGIAN A dan **TIGA** soalan dari BAHAGIAN B. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]*

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

PART A**BAHAGIAN A**

1. [a] What is a composite material?

Apakah itu bahan komposit?

(15 marks/markah)

- [b] Why are composite materials being considered as substitutions for metals in many structural components such as in aerospace and automotive industries?

Kenapakah bahan komposit dipertimbangkan sebagai gantian kepada logam untuk komponen-komponen struktur bagi industri seperti angkasa lepas dan automotif?

(35 marks/markah)

- [c] A cantilever beam is made of a unidirectional continuous composite containing 40 vol. % of standard carbon fiber (density = 1.64 Mg/m^3) in a nylon 66 matrix (density = 1.14 Mg/m^3).

Suatu rasuk penyokong diperbuat daripada komposit selanjur terarah uni-paksi berasaskan 40% (peratusan isipadu) gantian karbon (ketumpatan = 1.64 Mg/m^3) dan matrix nilon 66 (ketumpatan = 1.14 Mg/m^3).

- (i) Calculate the composite density

Kirakan ketumpatan komposit

(15 marks/markah)

- (ii) Calculate the strength and modulus-weight ratios. Given that the composite strength and modulus are 246 MPa and 22 GPa, respectively.

Kirakan nisbah kekuatan dan ketegaran terhadap berat. Diberi kekuatan dan modulus komposit sebagai 246 MPa dan 22 GPa.

(35 marks/markah)

...3/-

2. Consider an injection molded composite produced from the combination of poly(amide 6) (PA6) and short E-glass fibre. Fracture test was conducted under standard condition to determine the work of fracture of the composite. Based on the information given below determine the work of fracture for:

(i) fibre pull-out

(ii) fibre debonding

Discuss the reason for the differences in the values of both energy absorbing mechanisms.

Given:

Ratio of tensile strength of constituent materials	= 14.29
Ratio of tensile modulus of constituent materials	= 25.0
Ratio of density of constituent materials	= 1.95
Density of E-glass fibres	= 2540 kg/m ³
Weight fraction of PA6	= 0.6
Fibre original length	= 10 mm
Shear modulus of PA6	= 1.15 GPa
Shear strength of PA6	= 35 MPa
Tensile strength of PA6	= 140 MPa
Ratio of shear strength of PA6 to interfacial shear strength	= 1.4
Poisson ratio of PA6	= 0.38
Fibre length in the product	= 0.5 mm
Radius of fibre	= 5 μ m

Pertimbangkan komposit yang telah teracuan suntik yang terhasil daripada gabungan poli(amida 6) (PA6) dan gentian kaca-E pendek. Ujian rekahan telah dijalankan di bawah keadaan piawai untuk menentukan kerja rekahan bagi komposit tersebut. Berdasarkan kepada maklumat yang diberikan di bawah tentukan kerja rekahan bagi:

- (i) tarik-keluar gentian
- (ii) penyahikatan gentian

Terangkan kenapakah wujud perbezaan di antara kedua-dua mekanisme penyerapan tenaga tersebut?

Diberi:

Nisbah kekuatan tegangan bahan juzuk	= 14.29
Nisbah modulus tegangan bahan juzuk	= 25.0
Nisbah ketumpatan bahan juzuk	= 1.95
Ketumpatan kaca-E	= 2540 kg/m ³
Pecahan berat PA6	= 0.6
Panjang asal gentian	= 10 mm
Modulus ricih PA6	= 1.15 GPa
Kekuatan ricih PA6	= 35 MPa
Kekuatan tegangan PA6	= 140 MPa
Nisbah kekuatan ricih PA6 kepada	
Kekuatan ricih pada antaramuka	= 1.4
Nisbah Poisson PA6	= 0.38
Panjang gentian dalam produk	= 0.5 mm
Jejari gentian	= 5 μm

(80 marks/markah)

- (iii) Proposed the strategy that can be adopted to improve the fracture resistance of the above composites towards testing variables such as sub-ambient temperature and high strain rates.

Cadangkan strategi yang boleh diambil untuk meningkatkan rintangan rekahan komposit tersebut terhadap pembolehubah ujian seperti suhu sub-ambien dan kadar terikan yang tinggi.

(20 marks/markah)

PART B

BAHAGIAN B

3. [a] Describe the production of graphite fibers.

Jelaskan penghasilan gentian grafit.

(60 marks/markah)

- [b] What contributes to the high mechanical and thermal properties of aramid fibers?

Apakah yang menyumbang kepada sifat-sifat mekanikal dan terma yang tinggi bagi gentian aramid?

(40 marks/markah)

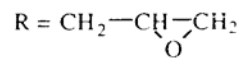
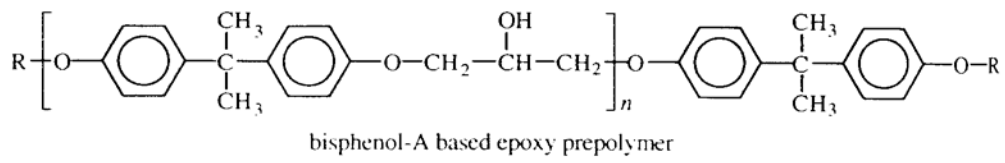
4. [a] Describe briefly the concept of load transfer.

Jelaskan dengan ringkas konsep pemindahan beban.

(20 marks/markah)

- [b] Epoxy pre-polymers can be cross-linked with amine hardeners. Sketch the 3-D network formed when bisphenol-A based epoxy pre-polymers are reacted with the following amine hardeners. Which amine hardener would result in better thermal and mechanical properties of the epoxy?

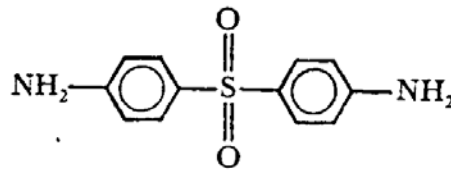
Prapolimer epoksi boleh dirangkaisilangkan menggunakan agen rangkai silang amina. Lakarkan struktur rangkai silang 3-D yang terbentuk apabila prapolimer epoksi berasaskan bisfenol A bertindak-balas dengan agen rangkai silang amina yang berikut. Agen rangkai silang amina yang manakah yang akan menghasilkan epoksi dengan sifat-sifat terma dan mekanikal yang lebih baik?



Amine hardeners

Agen rangkai silang amina

**Diaminophenyl
sulphone (DDPS)**



**Diethylenetriamine
(DET)**



(80 marks/markah)

5. [a] Write a comprehensive note on single fiber pull-out test.

Tuliskan nota komprehensif tentang ujian tarik-keluar gentian tunggal.

(70 marks/markah)

- [b] SEM micrographs of fracture surfaces of glass fiber reinforced polypropylene composites with and without a coupling agent are shown in Figure 1. These micrographs were obtained at low and high magnifications. State the differences between the composites in terms of fracture surface morphologies.

Mikrograf SEM permukaan patah bagi komposit polipropilena diperkuat gentian kaca dengan kehadiran dan tanpa kehadiran agen pengkupel ditunjukkan pada Rajah 1. Mikrograf ini diperolehi pada pembesaran yang rendah dan tinggi. Nyatakan perbezaan morfologi permukaan patah bagi komposit tersebut.

(30 marks/markah)

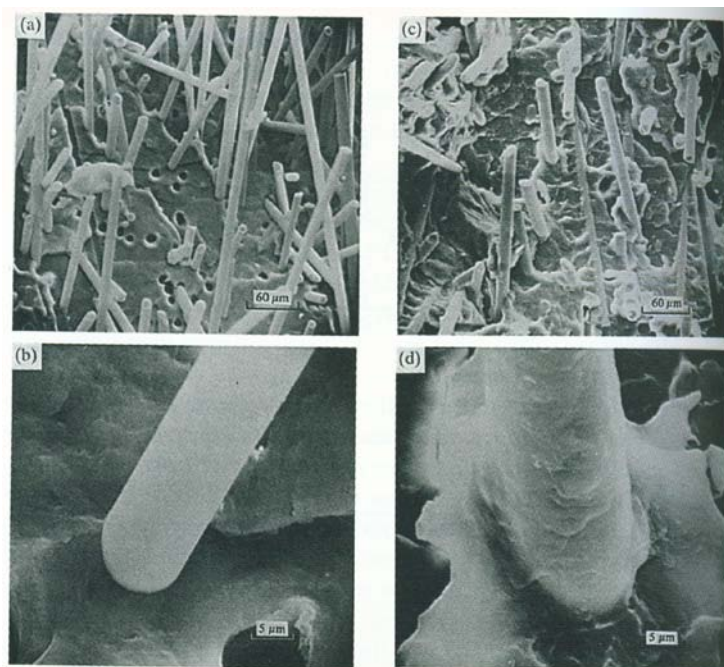


Figure 1 - SEM micrographs of fracture surfaces of polypropylene-glass fibers composites.

(a) and (b) with out a coupling agent. (c) and (d) with a coupling agent.

Rajah 1 - Mikrograf SEM permukaan patah bagi komposit polipropilena diperkuat gentian kaca.

(a) dan (b) tanpa kehadiran agen pengkupelan. (c) dan (d) dengan kehadiran agen pengkupelan.

6. [a] Write short notes on the following topics:

Tuliskan nota-nota ringkas bagi tajuk-tajuk yang berikut:

- (i) Hand lay-up method

Kaedah 'hand lay-up'

(30 marks/markah)

- (ii) Vacuum bagging

"Vacuum bagging"

(40 marks/markah)

- (iii) Resin transfer molding

Pengacuanan pemindahan resin

(30 marks/markah)

7. A glass fibre reinforced epoxy composite is injection moulded to produce rods with the fibres aligned parallel to the rod axis. Four different processing conditions are used, which produce composites with fibre aspect ratios of 5, 15, 30 and 50.
- (i) Calculate the axial Young's modulus of the four composites using the shear lag model.
 - (ii) Compare your values with that for a corresponding continuous fibre composites.
 - (iii) With the aid of a plot showing the variation of Young's modulus and fiber aspect ratio, explain how the processing conditions affect the microstructure and properties of the injection moulded composites.

Given:

Poisson ratio of composite	= 0.34
Poisson ratio of glass fibres	= 0.22
Density of epoxy resin	= 1300 kg/m ³
Density of glass fibers	= 2540 kg/m ³
Weight fraction of matrix	= 0.6
Fibre diameter	= 12 μm
Shear modulus of epoxy resin at room temperature	= 1.15 GPa
Ratio of tensile modulus of constituent materials	= 25

Komposit berasaskan resin epoksi diperkuatkan gentian kaca telah diacuan suntikan untuk menghasilkan rod dengan gentian terarah selari dengan paksi utama rod. Empat keadaan pemprosesan telah digunakan untuk menghasilkan komposit yang mempunyai nisbah aspek gentian 5, 15, 30 dan 50.

- (i) Tentukan modulus Young bagi keempat-empat komposit dengan menggunakan model “shear lag”.
- (ii) Bandingkan nilai yang anda perolehi dengan komposit gentian selanjur.
- (ii) Dengan bantuan satu plot yang menunjukkan perubahan modulus Young dengan nisbah aspek gentian, jelaskan bagaimanakah keadaan pemprosesan mempengaruhi mikrostruktur dan sifat komposit teracuan suntikan.

Diberi:

Nisbah poisson komposit	= 0.34
Nisbah poisson resin gentian kaca	= 0.22
Ketumpatan resin epoksi	= 1300 kg/m ³
Ketumpatan gentian kaca	= 2540 kg/m ³
Pecahan berat matrik	= 0.6
Garispusat gentian	= 12 μm
Modulus ricih resin epoksi pada suhu bilik	= 1.15 GPa
Nisbah modulus tensil bahan jujuk	= 25

(100 marks/markah)