
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2005/2006

April/Mei 2006

EBP 317/3 - Komposit Polimer Maju

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan, SATU soalan di BAHAGIAN A, TIGA soalan di BAHAGIAN B dan TIGA soalan di BAHAGIAN C.

Jawab LIMA soalan. Jawab semua soalan di BAHAGIAN A, DUA soalan dari BAHAGIAN B dan DUA soalan dari BAHAGIAN C. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

BAHAGIAN A

1. [a] Bincangkan kelebihan bahan komposit berbanding bahan lazim.
(50 markah)
- [b] Rekabentuk produk merupakan suatu aspek yang penting dalam pembangunan dan pengeluaran produk komposit. Berdasarkan kepada kenyataan tersebut, terangkan dengan jelas perkara berikut:
- (i) kitaran rekabentuk atau "*design cycle*"
 - (ii) masalah utama yang dihadapi dalam merekabentuk produk komposit polimer?
- (50 markah)

BAHAGIAN B

2. [a] 21 siri ujian tegangan yang dilakukan terhadap gentian rapuh telah menghasilkan nilai-nilai berikut bagi tegasan patah dalam MPa.

2530	2780	2220	2120	1350	2210	2200
2300	2810	2400	2210	2190	1700	1680
3260	2000	1930	2450	2080	2640	2300

Sekiranya gentian-gentian tersebut dikumpulkan dan diuji sebagai satu berkas, apakah tegasan statik yang akan menggagalkan berkas tersebut?

(50 markah)

- [b] Terangkan dengan terperinci proses penghasilan gentian kaca.

(50 markah)

3. [a] Bezakan antara komposit termoset dan komposit termoplastik dan bincangkan kelebihan dan kekurangan kedua-dua komposit (fokus kepada kimia, prestasi dan keperluan pemprosesan).

(50 markah)

- [b] Tentukan ungkapan pecahan isipadu gentian bagi gentian yang disusun secara heksagonal. Buktikan pecahan isipadu maksima bagi penyusunan gentian tersebut adalah 0.907.

(25 markah)

- [c] Senaraikan dan bincangkan tujuan setiap bahan yang digunakan dalam beg vakum.

(25 markah)

BAHAGIAN C

5. [a] Aspek kawalan dan jaminan kualiti memainkan peranan yang penting dalam pengeluaran produk komposit yang berkualiti. Terangkan dengan jelas peringkat yang terbabit dengan kawalan dan jaminan kualiti bagi bahan komposit.

(30 markah)

- [b] Satu sistem komposit terdiri daripada gabungan resin epoksi dan gentian kaca selanjur. Sekiranya arah jajaran gentian adalah bertegak lurus dengan paksi ujian, ramalkan nilai:

- (i) modulus tensil bagi sampel tersebut dengan menggunakan pendekatan mekanik pepejal mudah
- (ii) modulus tensil bagi sampel tersebut dengan menggunakan pendekatan empirikal

Pada pendapat anda, pendekatan mana yang akan memberikan ramalan yang lebih tepat. Jelaskan.

Diberi:

Nisbah Poisson resin epoksi = 0.38

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

Modulus ricih resin epoksi pada suhu bilik = 1.15 GPa

Nisbah modulus tensil bahan jujuk = 25

(70 markah)

...6/-

6. [a] Bagaimanakah anda mengelaskan jenis kecacatan komposit polimer. Terangkan secara ringkas kaedah yang digunakan untuk mengenalpasti kecacatan dalam produk komposit.

(30 markah)

- [b] Kekuatan tegangan bagi suatu komposit selanjat dan terjajar dapat diramalkan menggunakan persamaan berikut:

$$(\sigma_c)^* = \sigma_f^* V_f + \sigma_m^* (1-V_f)$$

- (i) Sejauh manakah ketepatan anggapan yang dibuat untuk menerbitkan persamaan di atas. Berikan komen anda.
- (ii) Apakah pengubahsuaian yang perlu dibuat untuk membolehkan model tersebut dapat meramalkan kekuatan tegangan suatu komposit tak terjajar yang diperkuat gentian pendek dengan lebih tepat.
- (iii) Apakah kerumitan yang sering kali dikaitkan dalam analisis teori bagi komposit gentian pendek yang dihasilkan melalui teknik pengacuanan suntikan?
- (iv) Terangkan secara ringkas kesan kewujudan hujung gentian ke atas sifat mekanik komposit gentian pendek.

(50 markah)

- [c] Berikan keterangan ringkas tentang ungkapan berikut:

- (i) Pecahan isipadu gentian kritikal
- (ii) Pecahan isipadu gentian min
- (iii) Panjang gentian kritikal

(20 markah)

7. Pertimbangkan komposit yang telah terhasil daripada gabungan poli(amida 6.6) (PA66) dan gentian kaca-E pendek (panjang asal gentian ialah 10 mm) menggunakan teknik pengacuanan suntikan. Ujian rekahan telah dijalankan di bawah keadaan piawai untuk menentukan kerja rekahan bagi komposit tersebut. Berdasarkan kepada maklumat yang diberikan di bawah:

- (a) tentukan kerja rekahan bagi tarik-keluar gentian
- (b) tentukan kerja rekahan bagi penyahikatan gentian

Terangkan kenapakah wujud perbezaan di antara kedua-dua mekanisme penyerapan tenaga tersebut? Berikan gambarajah skematik yang sesuai untuk menjelaskan jawapan anda.

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 PA66	= 0.6
Modulus ricih PA66	= 1.15 GPa
Kekuatan ricih PA66	= 35 MPa
Kekuatan tegangan PA66	= 140 MPa
Nisbah kekuatan ricih PA66 kepada kekuatan ricih pada antaramuka	= 1.4
Nisbah Poisson PA66	= 0.38
Panjang gentian dalam produk	= 0.5 mm
Jejari gentian	= 5 mikron

(60 markah)

...8/-

- (c) Sekiranya sampel di atas didedahkan kepada penuaan higroterma pada suhu 90°C, terangkan perubahan yang dijangka akan berlaku kepada mekanisme penyerapan tenaga dan mod kegagalan bahan. Apakah langkah yang perlu diambil untuk memperbaiki prestasi komposit terbabit?

(20 markah)

- (d) Cadangkan strategi yang boleh diambil untuk meningkatkan rintangan rekahan bahan terhadap pembolehubah ujian seperti suhu sub-ambien dan kadar terikan yang tinggi.

(20 markah)

- oooOooo -

TRANSLATION

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session of 2005/2006

April/May 2006

EBP 317/3 - Advanced Polymer Composites

Time : 3 hours

Please ensure that this paper consists of EIGHT printed pages before you proceed with the examination.

This paper contains SEVEN questions, ONE question in SECTION A, THREE questions in SECTION B and THREE questions in SECTION C.

Answer any FIVE questions. Answer all questions in SECTION A, TWO question in SECTION B and TWO questions from a SECTION C. If a candidate answers more than five questions, only the first five answered will be examined and awarded marks.

Answer to any question must start on a new page.

All questions must be answered in Bahasa Malaysia.

...2/-

PART B

2. [a] A series of 21 tensile tests on a brittle fiber yielded the following values of its fracture stress in MPa.

2530	2780	2220	2120	1350	2210	2200
2300	2810	2400	2210	2190	1700	1680
3260	2000	1930	2450	2080	2640	2300

If the fibers were assembled and tested as a bundle, at what static stress would the bundle fail?

(50 marks)

- [b] Describe in details the production process for glass fibres.

(50 marks)

3. [a] Differentiate between Thermosetting and Thermoplastic composites and discuss the advantages/disadvantages of both composites (focus on their chemistry, performance and processing requirements).

(50 marks)

- [b] Determine an expression for fiber volume fraction for fibers that are arranged in hexagonal packing. Prove that the maximum fiber volume fraction for this fiber arrangement is 0.907.

(25 marks)

- [c] List and discuss the purpose of each of the materials normally used in vacuum bagging.

(25 marks)

...4/-

PART C

5. [a] Quality control and assurance aspects play an important role in the production of quality composite products. Describe clearly the stages involved in the quality control and assurance of composite materials.
(30 marks)

- [b] A composite system was produced based on the combination of epoxy resin and continuous glass fiber. If the fibers were arranged perpendicular to the testing direction, determine the values of:

- (i) tensile modulus of the sample using simple solid mechanic approach
(ii) tensile modulus of the sample using empirical approach.

In your opinion, which approach will give a correct prediction of the property. Explain.

Given:

Poisson ratio of epoxy resin = 0.38

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

Shear modulus of epoxy resin at room temperature = 1.15 GPa

Ratio of tensile modulus of constituent materials = 25

(70 marks)

...6/-

6. [a] How do you categorized the types of defects in polymer composites. Describe briefly techniques that can be used to identify the defects in composite products.

(30 marks)

- [b] Tensile strength of a uniaxially aligned continuous composite can be predicted from the following equation:

$$(\sigma_c)^* = \sigma_f^* V_f + \sigma_m^1 (1-V_f)$$

- (i) Give your comments on the validity of the assumptions made in deriving the equation.
- (ii) What are the necessary modifications needed in order to ensure an accurate prediction of the tensile strength of a randomly oriented short fiber composites be made using the above model.
- (iii) What are the difficulties frequently associated with the theoretical analysis of a short fiber composite produced using injection molding technique?
- (iv) Discuss briefly the fiber-ends effect on the mechanical properties of a short fiber composite.

(50 marks)

- [c] Write short notes on the following terms:

- (i) Critical fibre volume fraction
- (ii) Minimum fibre volume fraction
- (iii) Critical fibre length

(20 marks)

7. Consider a composite produced from the combination of poly(amide 6.6) (PA66) and short E-glass fibre (original fibre length is 10 mm) using injection molding technique. Fracture test was conducted under standard condition to determine the work of fracture of the composite. Based on the information given below:

- (a) determine the work of fracture for fibre pull-out
- (b) determine the work of fracture for fibre debonding

Discuss the reason for the differences in the values of both energy absorbing mechanism. Show a suitable schematic representation to justify your answer.

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 PA66	= 0.6
Shear modulus of PA66	= 1.15 GPa
Shear strength of PA66	= 35MPa
Tensile strength of PA66	= 140MPa
Ratio of shear strength of PA66 to interfacial shear strength	= 1.4
Poisson ratio of PA66	= 0.38
Fibre length in the product	= 0.5 mm
Radius of fibre	= 5 micron

(60 marks)

...8/-

- (c) If the sample is exposed to hygrothermal aging at 90°C, describe the changes expected to take place in the energy absorbing mechanism and mode of failure of the material. What are the necessary steps needed to improve the performance of the composite?

(20 marks)

- (d) Propose the strategy that can be adopted to improve the fracture resistance of the material towards testing variables such as sub-ambient temperature and high strain rates.

(20 marks)

- oooOooo -