
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2007/2008

Oktober/November 2007

EBP 400 – Rekabentuk Produk Dan Analisis Kegagalan ***[Product Design And Failure Analysis]***

Masa: 3 jam
[Duration: 3 hours]

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

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

Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.

[This paper contains SEVEN questions.]

Arahan: Jawab **LIMA** (5) soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

[Instruction: Answer **FIVE** (5) questions. If a candidate answers more than five questions, only the first five questions answered will be examined and awarded marks.]

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

[Answers to any question must start on a new page.]

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

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

1. [a] Dalam merencanakan produk plastik, beberapa aspek penting perlu diambil kira dan antaranya ialah:
- (i) pemilihan bahan
 - (ii) aplikasi dan servis
 - (iii) teknik fabrikasi

Bincang kepentingan setiap aspek secara terperinci merujuk kepada rekabentuk bumper kereta.

In designing plastics products, there are several important aspects need to be considered and among them are:

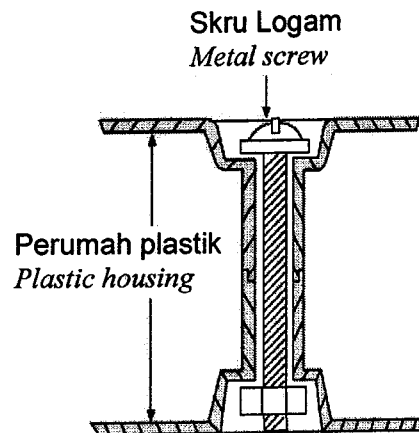
- (i) materials selection*
- (ii) application and service*
- (iii) fabrication technique*

Discuss the importance of each aspect in detail by referring to car bumper design.

(60 markah/marks)

- [b] Bagi contoh rekabentuk di bawah, senaraikan dua jenis canggaan yang dialami oleh bahan plastik yang digunakan sekiranya produk tersebut beroperasi di persekitaran luar dan terangkan sebab-sebab kehadiran kedua-dua jenis canggaan.

For the design example below, list two types of deformations experienced by the plastic materials used in the assembly if it is utilized outdoor and explain the reason for the existence of both deformations.



Rajah 1: Pemasangan perumah plastik dan skru logam

Figure 1: Plastic housing and metal screw assembly

(40 markah/marks)

2. [a] Berikan definisi
- (i) Kriteria Von Mises
 - (ii) Kriteria Tresca
 - (iii) Persamaan Griffith
 - (iv) G_I

- (v) K_I
- (vi) G_{IC}
- (vii) K_{IC}

Define the followings:

- (i) *Von Mises criterion*
- (ii) *Tresca criterion*
- (iii) *Griffith Equation*
- (iv) G_I

- (v) K_I
- (vi) G_{IC}
- (vii) K_{IC}

(70 markah/marks)

- [b] Apakah isu-isu utama terlibat di dalam menggunakan terminologi yang tersebut di atas terhadap polimer.

What are the main issues involved in adopting these terms to polymers?

(30 markah/marks)

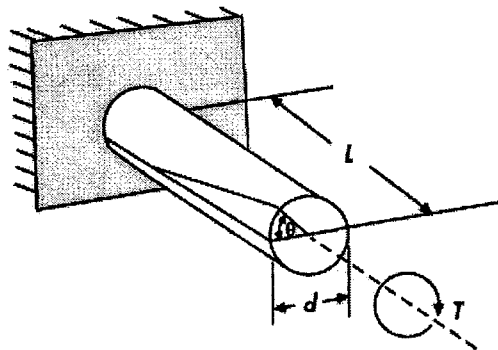
3. [a] Terangkan sifat mekanikal bahan termoplastik yang bergantung pada masa (*time-related mechanical properties*). Tunjukkan bagaimana sifat-sifat ini boleh diukur dan tunjukkan juga bagaimana keputusan ujian yang diperolehi diplotkan.

Explain the time-related mechanical properties of thermoplastic materials. Show how these properties can be measured and how the obtained results can be plotted.

(50 markah/marks)

- [b] Suatu aci bulat tumpat dengan panjang 130 mm dan diameter 15 mm, dikenakan tork sebanyak 2 Nm. Kirakan tegasan ricih, τ yang terlibat dan sudut kilasan, θ , yang terhasil.

A 130 mm long solid circular shaft of 15 mm diameter, is subjected to a torque of 2 Nm. Calculate the shear stress, τ and the angle of twist, θ .



Rajah 2: Gambarajah skematik yang mewakili suatu aci tumpat dicangga secara kilasan
Figure 2: Schematic diagram representing a solid shaft in torsional deformation

Diberi:

Given:

Bahan : Nilon 6 (terisi 30 % gentian kaca)

Material : *Nylon 6 (filled 30 % glass fiber)*

Modulus keelastikan, E : $7.65 \times 10^9 \text{ N/m}^2$

Modulus of Elasticity, E : $7.65 \times 10^9 \text{ N/m}^2$

Nisbah Poisson : 0.35

Poisson's ratio : 0.35

(50 markah/marks)

4. [a] Dengan mengambilkira gambaran tegasan kepada jisim, tunjukkan bagaimana bahan isotropik umumnya diwakili?

By considering the description of stresses to the body, show how an isotropic material can generally be represented?

(40 markah/marks)

- [b] Tegasan sebanyak 1100 psi (7.6 MPa) dikenakan kepada satu bahan elastomer dengan terikan malar. Selepas 40 hari pada suhu 20°C , tegasan menurun kepada 700 psi (4.8 Mpa).

- (i) Apakah pemalar pengenduran masa untuk bahan tersebut?
 (ii) Apakah tegasan yang terhasil selepas 60 hari pada suhu 20°C .

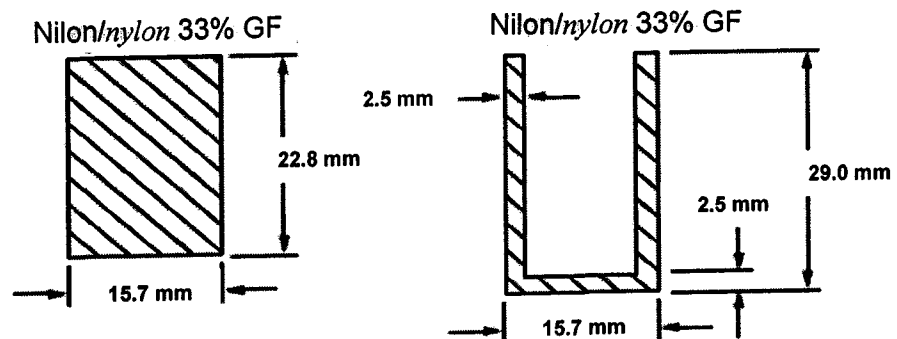
A stress of 1100 psi (7.6 MPa) is applied to an elastomeric material at a constant strain. After 40 days at 20°C , the stress decreased to 700 psi (4.8 MPa).

- (i) *What is the relaxation time constant for this material?*
 (ii) *What will be the stress after 60 days at 20°C .*

(60 markah/marks)

5. [a] Rajah 3 menunjukkan luas keratan rentas dua alur plastik (mereka menunjukkan kekakuan setara apabila dicangga pada suatu nilai pesongan). Kirakan nilai kekakuan kedua-dua bim tersebut dan bincangkan bagaimana maklumat ini boleh membantu anda dalam merekabentuk bahagian plastik dalam aplikasi sebenar.

The following diagram shows cross sectional area of two plastic beams (they show the equivalent stiffness when they are deformed at certain degree of deflection). Calculate the value of their stiffness and discuss how this information would assist you in designing plastic part in real application.



Rajah 3: Komponen dengan kekakuan setara apabila dibengkokkan

Figure 3: Sections of equivalent stiffness in bending

(50 markah/marks)

- [b] Jelaskan jenis-jenis pemasangan "snap-fit" yang biasa digunakan dalam komponen plastik. Gunakan gambarajah yang sesuai bagi menyokong jawapan anda.

Describe the type of snap-fit assemblies commonly used in plastic components. Please use suitable diagrams to support your answer.

(50 markah/marks)

6. Merujuk kepada kelakuan terminal (alah dan kegagalan) bagi polimer:

Referring to the terminal behavior (yielding and failure) of polymers:

- [a] Apakah 3 sifat umum yang boleh diperhatikan daripada bahan polimer? (Lakarkan graf tegasan terikan dan berikan nama sifat-sifat tersebut).

What are the three general behaviors observed for polymers? (Sketch the stress strain curves and give a name for the behavior).

(20 markah/marks)

- [b] Berikan tiga keadaan morfologi yang berkaitan dengan tiga kelakuan yang diperhatikan pada bahan polimer. (Berikan nama dan lakaran).

Describe the three morphological features related to the three behaviors seen in polymers. (Give the names and sketches).

(20 markah/marks)

- [c] Polimer separa-hablur selalunya mempunyai simetri kristal yang sangat rendah. Jelaskan mengapa polimer separa-hablur adalah umumnya mulur?

Semi-crystalline polymers always have very low symmetry crystals. Explain why semi-crystalline polymers are generally ductile?

(20 markah/marks)

- [d] Modulus tegasan suatu siri polimer menunjukkan pengurangan bersama berat molekul yang mematuhi $1/M$. Jelaskan pemerhatian ini.

The shear modulus of a series of polymers show a decrease with molecular weight that follows $1/M$. Explain this observation.

(20 markah/marks)

- [e] Jelaskan mengapa cawan polistirena bertukar putih apabila dilenturkan

Explain why a polystyrene cup turns white when it is flexed.

(20 markah/marks)

7. [a] Pertimbangkan suatu kes apabila suatu plat rata aluminium dengan dimensi 191 mm x 254 mm dan ketebalan (W) bersamaan 3.2 mm, perlu ditukarganti dengan suatu plat nilon terisi gentian kaca yang mempunyai ciri-ciri rusuk (rib) dan mempunyai kekakuan yang setara. Untuk plat-plat dengan ketegaran setara, nisbah berikut adalah benar:

Consider a case where a flat aluminium plate of 191 mm x 254 mm having a thickness (W) of 3.2 mm need to be replaced with a typical glass fiber reinforced nylon plate with ribs and having equivalent stiffness. For flat plates of equal rigidity the following ratio is valid:

$$E_{Al} t_{Al}^3 = E_p t_{Al}^3$$

dengan,
where,

$$E_{Al} = 68.9 \text{ GPa}$$

$$E_p = 3.4 \text{ GPa}$$

dan,
and,

$$t_p = \text{Ketebalan Setara} = W_{equiv}$$

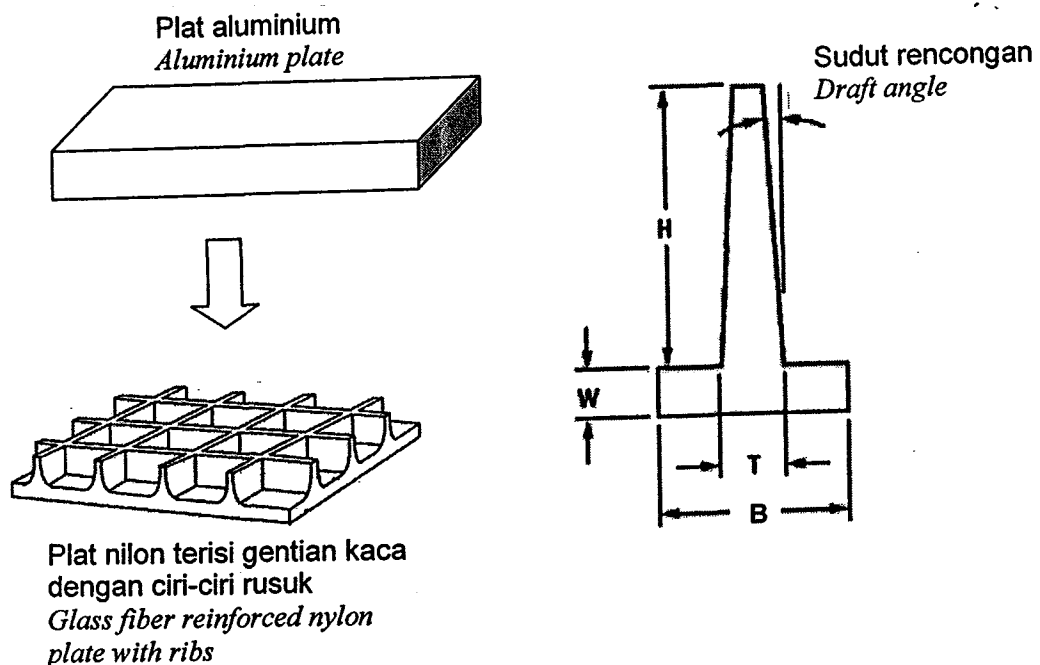
$$t_p = \text{Equivalent Thickness} = W_{equiv}$$

Di sini, W_{equiv} , ialah ketebalan bahagian termoplastik sepatutnya tanpa kehadiran ciri-ciri rusuk. Anggapkan ketinggian rusuk (H) ialah 18.4 mm, sudut rencongan 0.5° pada setiap belah rusuk dan hubungan T/W bersamaan dengan 0.75.

Here, W_{equiv} is the thickness of the thermoplastic part would need to be if no ribs were present. Assumes that the height of the rib (H) is 18.4 mm, draft angle is 0.5° per rib side and the relationship of T/W is equal to 0.75.

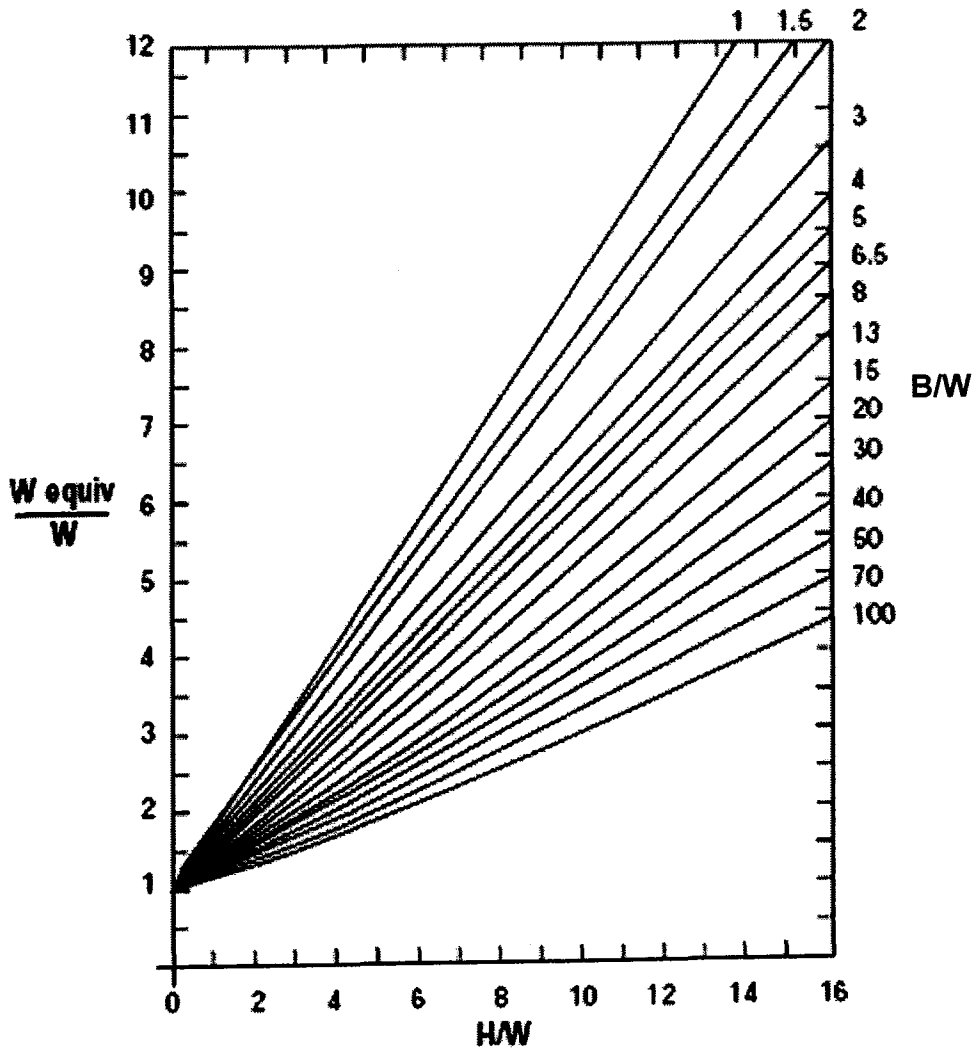
Dengan bantuan rajah-rajah berikut (Rajah 4 & 5), tentukan ketebalan rusuk, T , dan bilangan rusuk yang boleh diletakkan pada setiap sisi plat.

With the assistance of the following diagrams, determine the rib thickness, T , and the number ribs that can be allocated on each side of the plate.



Rajah 4: Perwakilan skematik perubahan geometri produk dan parameter teknikal geometri bagi bahagian rusuk

Figure 4: Schematic representation of product geometry changes and the rib technical geometrical parameter



Rajah 5: Plot pesongan-ketebalan setara
Figure 5: Equivalent thickness-deflection plot

(70 markah/marks)

- [b] Jelaskan teknik kimpalan elektromagnet dalam penyambungan komponen-komponen plastik.

Describe electromagnetic welding technique in joining plastic components.

(30 markah/marks)