
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2009/2010

November 2009

EBP 400/3 – Product Design & Failure Analysis ***[Rekabentuk Produk & Analisis Kegagalan]***

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

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

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

Instruction: Answer **TWO** 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 **DUA** 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.]

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] The following photographs are results from a heat reversion technique conducted on audio-visual plastic products made of Polycarbonate (PC).

Gambar-gambar berikut ialah hasil yang diperolehi daripada teknik reversi haba yang dijalankan ke atas produk plastik alat pandang-dengar yang diperbuat daripada Polikarbonat (PC).



Figure 1: Rejected sample that has a cracking
Rajah 1: Sampel rosak yang mempunyai keretakan



Figure 2: Good sample that did not suffer any cracking
Rajah 2: Sampel baik yang tidak mengalami keretakan

With consideration of the information given and based on the heat reversion technique results (displayed in the Figure 1 and Figure 2):

Dengan mempertimbangkan kesemua maklumat yang diberi dan keputusan teknik reverse haba (yang digambarkan dalam Rajah 1 dan Rajah 2 di atas):

- (i) Give a brief description on the methodology of a heat reversion technique.

Berikan gambaran ringkas kaedah eksperimen bagi teknik reversi haba.

(20 marks/markah)

- (ii) State the objective of conducting such experiment in the course of investigating failures in plastic products.

Nyatakan objektif pelaksanaan eksperimen sedemikian dalam proses penyiasatan kegagalan dalam produk plastik.

(10 marks/markah)

- (iii) Based on the above figures, propose your projection on what would have caused cracking in these moulded PC products.

Berdasarkan rajah-rajah di atas, cadangkan jangkaan anda terhadap apa yang telah menyebabkan keretakan dalam produk-produk PC teracuan ini.

(30 marks/markah)

- [b] In Differential Scanning Calorimetry (DSC) analysis, it is sometime necessary to conduct DSC heating scan twice as displayed in an example given below.

Dalam analisa Kalorimetri Imbasan Pembezaan (DSC), kadangkala adalah perlu imbasan pemanasan dijalankan sebanyak dua kali seperti yang ditunjukkan dalam contoh di bawah.

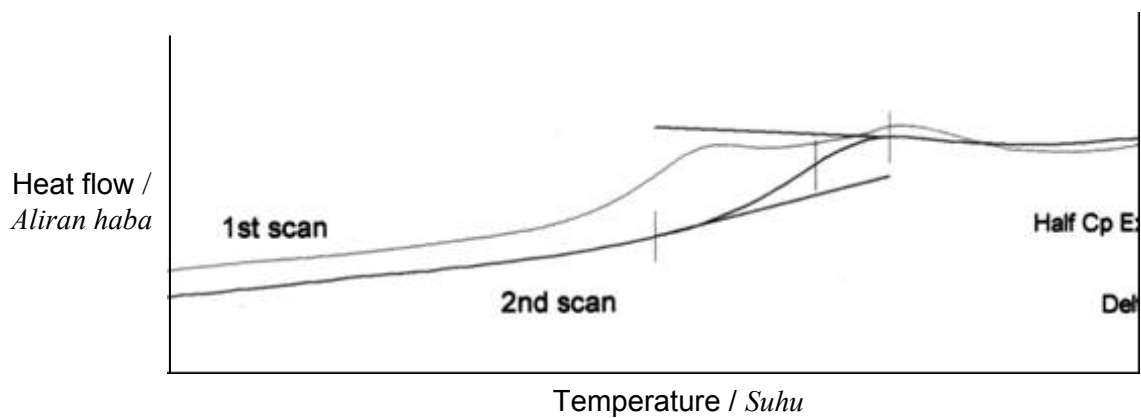


Figure 3: Glass transition temperature of ABS with two heating scans cycle of DSC runs

Rajah 3: Suhu peralihan kaca ABS dengan dua kali imbasan pemanasan Kalorimetrik Imbasan Perbezaan (DSC)

What is the significance of conducting two scans instead of one scan?
Use the above DSC results as a reference in answering this question.

*Apakah kepentingan perlaksanaan dua kali imbasan berbanding sekali?
Gunakan keputusan DSC di atas sebagai rujukan dalam menjawab soalan ini.*

(40 marks/markah)

2. [a] Explain with examples, why knowledge of the standard test methods for calculating the properties of plastics is required in selecting materials for a particular design application.

Jelaskan dengan contoh, kenapa pengetahuan tentang kaedah-kaedah ujian piawai diperlukan untuk pengiraan sifat-sifat plastik di dalam pemilihan bahan untuk sesuatu kegunaan rekabentuk.

(30 marks/markah)

- [b] The two Nylon 66 (30% glass reinforced) bars AB and CB are pinned at each end and support a load of 400 N as shown in Figure 4. The bar AB in tension should have a safety factor of 2.5, while the bar CB in compression should have a safety factor of 2.0. Determine the cross section area of these bars and also the horizontal and vertical components of displacement of point B.

Rajah 4 menunjukkan dua bar Nilon 66 (30% berpengisi gelas) AB dan CB telah dilekatkan pada hujung bahagian dan sokongan beban 400 N. Bar AB dalam tegangan sepatutnya mempunyai faktor keselamatan 2.5, sementara bar CB dalam mampatan sepatutnya mempunyai faktor keselamatan 2.0. Tentukan luas keratan rentas bar tersebut dan juga komponen anjakan titik B secara melintang dan menegak.

Figure 4: Structure diagram and load components reaction, where; modulus of elasticity (E) is 130 MPa; tensile strength (α) is 23 MPa

Rajah 4: Struktur gambarajah dan tindakbalas komponen beban dimana keelastikan modulus (E) ialah 130 MPa; kekuatan tensil (α) ialah 23 MPa.

(70 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

3. [a] A medical product company is experiencing a problem of product dimension accuracy. The problem comes in the form of having difficulties on inserting or removing the needle cap during assembly or usage (see Figure 5). This problem is only prominent in yellow-coloured needle caps although all caps, regardless of their colour, were produced from compounded Polypropylene (PP).

Satu syarikat produk perubatan sedang mengalami suatu masalah ketepatan dimensi produk. Masalah tersebut timbul dalam bentuk kesukaran untuk memasukkan atau menanggalkan pelindung jarum semasa pemasangan ataupun penggunaan (lihat Rajah 5). Masalah tersebut hanya ketara pada pelindung jarum yang berwarna kuning walaupun kesemua pelindung jarum, tanpa mengira warna, dihasilkan daripada sebatian Polipropilena (PP).

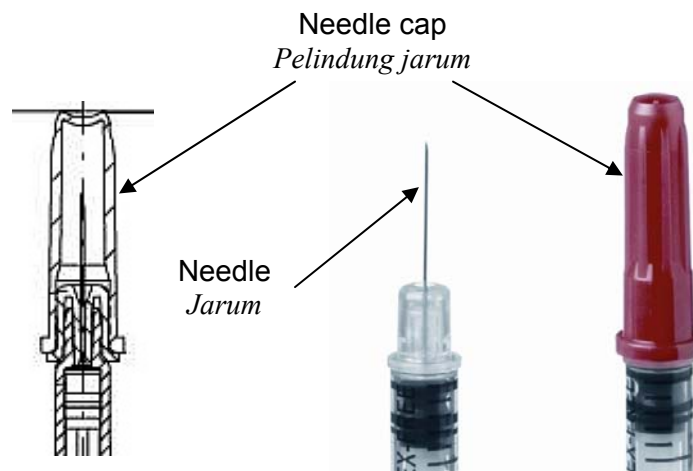


Figure 5: Actual and schematic representation of the needle cap and its assembly
Rajah 5: Perwakilan sebenar dan skematik bagi pelindung jarum dan pemasangannya

The company has given you two samples, i.e. raw material (in pellets form) for the yellow and green-coloured caps for failure analysis investigation and also has provided you with the original raw material (PP pellets) for reference purpose. After conducting several tests, you are now in the stage of writing the failure analysis report. The following are results summary of the tests you have conducted.

Syarikat tersebut telah menyerahkan kepada anda dua sampel, iaitu bahan mentah (dalam bentuk pelet) bagi pelindung jarum berwarna kuning dan hijau untuk kajian analisa kegagalan dan juga telah membekalkan anda dengan bahan mentah asal (pelet PP) bagi tujuan rujukan. Selepas menjalankan beberapa ujian, anda sekarang berada pada peringkat menulis laporan analisa kegagalan tersebut. Berikut adalah ringkasan keputusan ujian yang anda telah laksanakan.

Table 1: Summary of tests results
 Jadual 1: Ringkasan keputusan ujian

Sample labels	Test Results / Keputusan Ujian			
	Melt Flow Index <i>Indeks Aliran Leburan</i> (g/10 min.)	Filler Content / <i>Kandungan Pengisi</i> (%)	ΔH – melting ΔH – <i>peleburan</i> (J/g)	ΔH – crystallization / ΔH – <i>penghabluran</i> (J/g)
PP Granules <i>(Granul PP)</i>	14.25 ± 0.29	No filler/pigment <i>Tiada pengisi/pewarna</i>	77.47	96.02
PP Yellow / <i>PP - Kuning</i>	13.90 ± 0.35	4.10 ± 0.03	74.27	92.35
PP Green / <i>PP - Hijau</i>	18.81 ± 0.40	8.38 ± 0.04	56.23	67.83

Based on the above results:

- (i) Write a failure analysis report for the encountered defect
- (ii) Include in the report, your suggestion regarding the cause of the defect and
- (iii) Propose to the company, actions that need to be taken in order to avoid the problem from reoccurring.

Berdasarkan keputusan di atas:

- (i) *Tulis satu laporan analisa kegagalan bagi kecacatan yang dialami*
- (ii) *Sertakan dalam laporan tersebut, cadangan anda tentang punca kecacatan dan*
- (iii) *Cadangkan kepada syarikat tersebut, tindakan yang perlu diambil bagi mengelakkan masalah itu berlaku lagi.*

(70 marks/markah)

- [b] Environmental Stress Cracking (ESC) is one type failures that are usually experienced by plastic products.

State possible cause of this type failure and describe changes that are transpired by the product if it is said to be subjected to ESC. Give real-life examples of ESC occurrence in your answer.

Peretakan Tegasan Persekitaran (ESC) adalah salah satu jenis kegagalan yang biasa dialami oleh produk plastik.

Nyatakan punca yang berkemungkinan menyebabkan kegagalan jenis ini dan jelaskan perubahan yang dipamerkan oleh produk yang dikatakan telah terdedah kepada ESC. Beri contoh-contoh seharian yang menunjukkan kejadian ESC dalam jawapan anda.

(30 marks/markah)

4. [a] List the advantages of using simulation software in predictive analysis of failures in plastic products. Please provide examples for every advantage that you have listed out.

Senaraikan kelebihan-kelebihan penggunaan perisian simulasi dalam analisa jangkaan bagi kegagalan produk plastik. Sila berikan contoh-contoh untuk setiap kelebihan yang anda senaraikan.

(40 marks/markah)

- [b] Repeated or cyclic loading can provide a condition known as auto-accelerating phenomenon:
- (i) Explain this phenomenon and its consequences towards failure of a plastics.
 - (ii) How plastic components manufacturer solved problem that are arised by this phenomenon?

Pembebanan berulang-ulang atau berkitar boleh menghasilkan keadaan yang dikenali sebagai fenomena auto-memecut (auto-accelerating phenomenon):

- (i) *Jelaskan fenomena tersebut dan akibatnya terhadap kegagalan suatu plastik.*
- (ii) *Bagaimanakah pengeluar komponen plastik mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh fenomena tersebut?*

(30 marks/markah)

- [c] What is meant by accelerated testing and what is the purpose and importance of accelerated testing on failure analysis of a plastic component?

Apakah yang dimaksudkan dengan pengujian yang dipercepatkan dan apakah tujuan serta kepentingannya terhadap analisis kegagalan suatu komponen plastik?

(30 marks/markah)

5. [a] "In some cases during failures investigation of plastics products, optical microscopes are more favourable and practical compared to electron microscopes (EM)".

Give an example of plastic product failure that would support the statement and explain the reason behind the utilization of optical microscope instead of EM.

"Dalam sesetengah kes penyiasatan kegagalan produk plastik, mikroskop optikal lebih digemari dan praktikal berbanding mikroskop elektron (EM)".

Berikan satu contoh kegagalan produk plastik yang menyokong kenyataan tersebut dan terangkan sebab terhadap penggunaan mikroskop optik dan bukannya EM.

(50 marks/markah)

- [b] Figure 6 (a-e) show a poor design and molding problem of injection moulded product. As an expert in polymer product design, recommend a good design in order to avoid a molding problem.

Rajah 6 (a-e) menunjukkan rekabentuk yang tidak sempurna dan masalah pengacuanan produk pengacuan penyuntikan. Sebagai pakar di dalam rekabentuk produk polimer, cadangkan rekabentuk yang bagus untuk mengelakkan masalah pengacuanan.

...12/-

(50 marks/*markah*)

...13/-

6. [a] Outline the various stages of the design process from concept to production for an injection moulded product.

Gariskan pelbagai peringkat proses rekabentuk daripada konsep hingga penghasilan produk pengacuan penyuntikan.

(40 marks/markah)

- [b] Discuss the design factors which should be taken into account when designing a product to be made by injection moulding of thermoplastic materials.

Bincangkan faktor rekabentuk yang perlu diambilkira apabila merekabentuk produk yang akan dihasilkan dengan menggunakan pengacuan penyuntikan bahan termoplastik.

(60 marks/markah)

7. [a] Write a critical comment about four main types of assembly method.

Tuliskan kritikal komen tentang empat jenis kaedah penyambungan utama.

(80 marks/markah)

- [b] Explain briefly about the snap-fit assembly and list out three principal of snap-fit.

Terangkan secara ringkas tentang penyambungan 'snap-fit' dan gariskan tiga prinsip 'snap-fit'.

(20 marks/markah)