
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2011/2012

Januari 2012

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 THREE questions from PART A and FOUR questions from PART B.

[Kertas soalan ini mengandungi TIGA soalan dari BAHAGIAN A dan EMPAT soalan dari BAHAGIAN B.]

Instruction: Answer **ALL** questions from PART A and **TWO** 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 **SEMUA** soalan dari BAHAGIAN A dan **DUA** 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. Consider the following scenario of plastic product failure:

Three nylon couplings were evaluated and it was discovered that two of them were quite brittle. Incoming batch inspection revealed differences in the raw material appearance for the pellets used to produce the failed couplings, relative to the remaining retained resin lot.

Pertimbangkan senario kegagalan produk plastik berikut:

Tiga pengganding nilon dinilai dan didapati bahawa dua daripadanya adalah agak rapuh. Pemeriksaan baya-masuk menunjukkan ada perbezaan dalam penampilan bahan mentah bagi pelet yang digunakan untuk menghasilkan pengganding-pengganding yang gagal, iaitu bila perbandingan relatif dengan baki bahan mentah yang masih tersimpan.

Further DSC analyses yielded the following results:

(Please refer to Figure 1 & Figure 2)

Analisa "DSC" selanjutnya menghasilkan keputusan-keputusan berikut:

(Rujuk Rajah 1 dan Rajah 2)

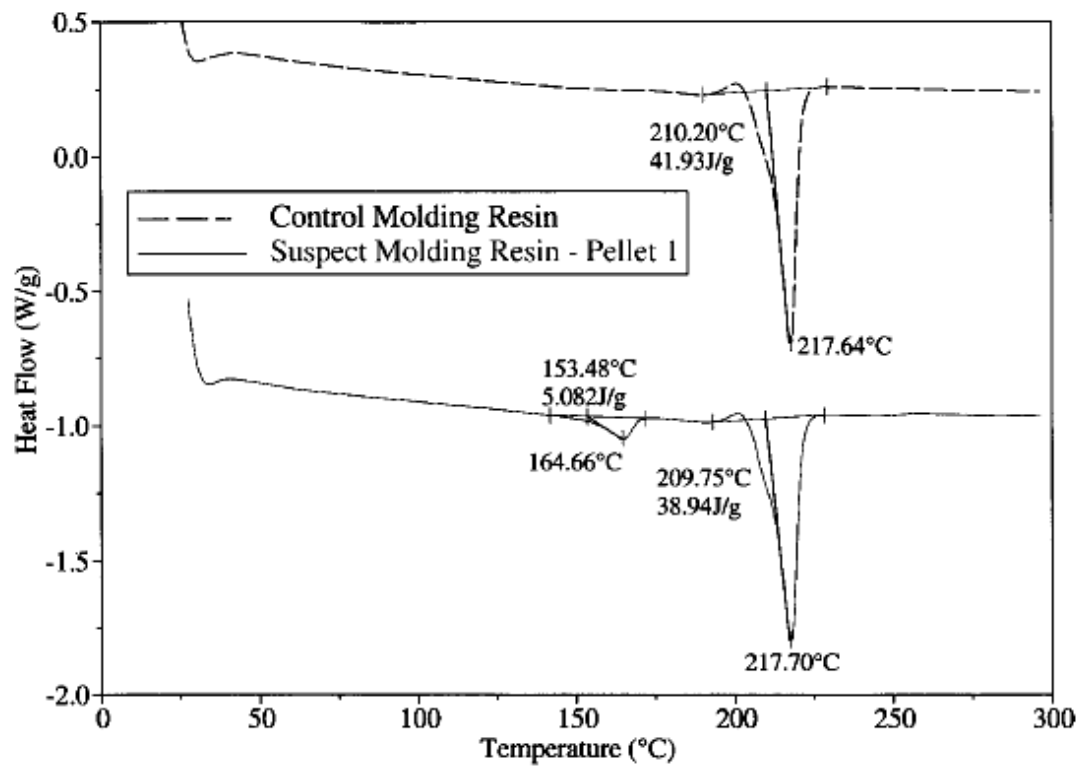


Figure 1: The DSC thermogram representing a moulding resin pellet that had produced brittle parts.

Rajah 1: Termogram DSC yang mewakili pelet resin teracuan yang menghasilkan bahagian yang rapuh.

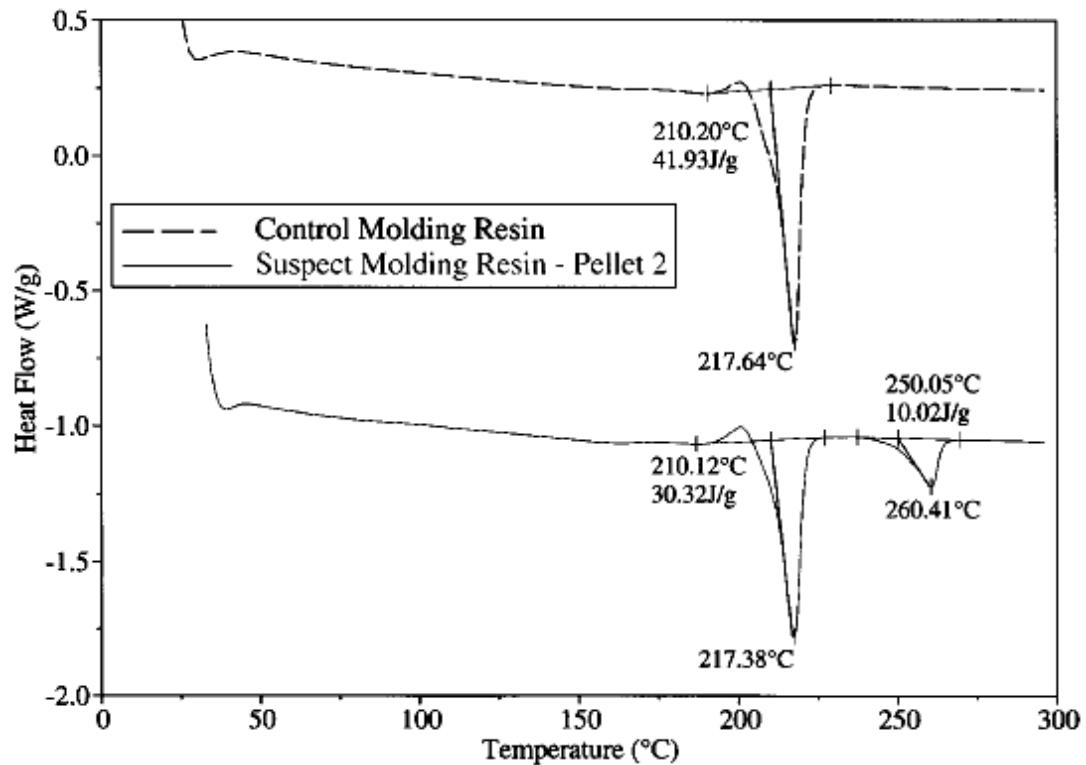


Figure 2: The DSC thermogram representing a second moulding resin pellet that had produced brittle parts

Rajah 2: Termogram DSC yang mewakili pelet resin teracuan kedua yang menghasilkan bahagian yang rapuh

It was conveyed that the control moulding resin is nylon 6/12 which has a melting temperature of 218°C as displayed in both figures. The first moulding resin showed a secondary melting point at 165°C while the second moulding resin exhibited a second melting transition at 260°C.

Telah dimaklumkan bahawa resin teracuan kawalan ialah nilon 6/12 yang mempunyai suhu lebur pada 218°C seperti yang dipamerkan dalam kedua-dua rajah. Resin teracuan pertama menunjukkan titik lebur sekunder pada 165°C manakala resin teracuan kedua memberikan peralihan lebur kedua pada 260°C.

[a] Based on the above results and data analysis:

Berdasarkan keputusan ujian dan analisa data di atas:

- (i) Write a brief failure analysis report for the encountered defect.
Tulis satu laporan analisa kegagalan yang ringkas bagi kecacatan yang dialami.
- (ii) Include in the report, your suggestion regarding the possible cause of the defect.
Sertakan dalam laporan tersebut, cadangan anda tentang punca kecacatan yang berkemungkinan.

(60 marks/markah)

[b] What circumstances can cause plastic material to experience fatigue failure and what is the manifestation that can be observed if the material has experienced fatigue failure.

Keadaan yang bagaimanakah yang boleh menyebabkan bahan plastik mengalami kegagalan fatig dan apakah manifestasi yang boleh diperhatikan sekiranya bahan tersebut telah mengalami kegagalan fatig?

(40 marks/markah)

2. You are working for a design company that has been commissioned to design a cover of electric water heater.

Anda sedang bekerja di sebuah syarikat rekabentuk yang telah dipertanggungjawabkan untuk merekabentuk penutup pemanas air elektrik.

- [a] Write a product requirement specification.

Tuliskan keperluan spesifikasi produk.

(40 marks/markah)

- [b] Using your product requirement specification, suggest suitable materials and justify your selection.

Dengan menggunakan keperluan spesifikasi produk, cadangkan bahan yang sesuai dan berikan justifikasi terhadap pilihan anda.

(60 marks/markah)

3. [a] Explain the yielding phenomenon in plastic components and state the types of yielding failures experienced by the components with reference to appropriate cases.

Terangkan mengenai fenomena alah dalam komponen plastik dan nyatakan jenis-jenis kegagalan alah yang dialami oleh komponen tersebut dengan merujuk kepada kes-kes yang sesuai.

(50 marks/markah)

- [b] Explain why knowledge of the standard test methods for determination of the properties of plastics is important when selecting materials for a particular design application.

Jelaskan kenapa pengetahuan berkenaan dengan kaedah ujian piawai bagi penentuan sifat-sifat plastik adalah penting apabila memilih bahan untuk sesuatu aplikasi rekabentuk.

(50 marks/markah)

PART B:

BAHAGIAN B:

4. [a] “The level of molecular degradation resulted from the processing history of plastic component for the use in mechanical-related application is very crucial in ensuring the component do not failed during service”.

Give comment on the statement based on results of Viscosity Number analysis for two polyamide 6/6 components processed with injection moulding machine having different capacity as tabulated in Table 1.

“Tahap degradasi molekul yang disebabkan oleh sejarah pemprosesan bagi komponen plastik untuk kegunaan melibatkan sifat mekanik adalah amat penting dalam memastikan komponen tersebut tidak gagal semasa servis”.

Beri komen terhadap pernyataan tersebut berdasarkan keputusan analisa Nombor Kelikatan bagi dua komponen poliamida 6/6 yang diproses dengan mesin pengacuanan suntikan yang berbeza kapasiti seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

Table 1: Changes of Viscosity Number of polyamide product with respect of machine capacity

Jadual 1: Perubahan Nombor Kelikatan produk poliamida mengikut kapasiti mesin

Label	Viscosity Number <i>Nombor Kelikatan (ml/g)</i>	Variation of VN (%) (with respect VN of Pellet) <i>Variasi VN (%)</i> (merujuk kepada VN bagi Pelet)	Failure <i>Kegagalan</i>
Pellet / <i>Pelet</i>	142		-
Sample A (product) 110 tonne machine <i>Sampel A (produk)</i> <i>Mesin 110 ton</i>	134	6	No <i>Tiada</i>
Sample B (product) 220 tonne machine <i>Sampel B (produk)</i> <i>Mesin 220 ton</i>	121	15	Yes (crack) <i>Ada</i> (retak)

(50 marks/markah)

- [b] Summarize the various stages of the design process from concept to production for an injection moulded product.

Ringkaskan pelbagai peringkat proses merekabentuk bermula dari konsep kepada pengeluaran untuk menghasilkan produk pengacuanan suntikan.

(50 marks/markah)

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

State possible cause of this type of failure and describe changes that are transpired by the product if it is said to be subjected to ESC. Please 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. Sila beri contoh-contoh seharian yang menunjukkan kejadian ESC dalam jawapan anda.

(30 marks/markah)

- [b] 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)

- [c] Give a critical comment and express your idea on the design of the selected part of the products below:

Berikan komen yang kritikal dan curahkan idea anda terhadap rekabentuk bahagian terpilih produk di bawah:

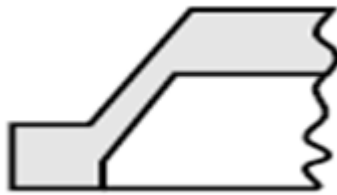


Figure 5 / Rajah 5. (a)

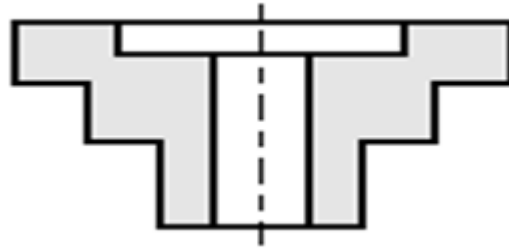


Figure 5 / Rajah 5 (b)

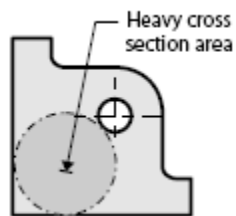


Figure 5 / Rajah 5 (c)

(40 marks/markah)

6. [a] Describe how the application of additional feature of Energy Dispersive X-ray (EDX) which is coupled with Scanning Electron Microscope (SEM) could assist in identifying cause of failure in a plastic component. Use suitable examples to explain your answer.

Terangkan bagaimana penggunaan ciri tambahan Sinar-X Sebaran Tenaga (Energy Dispersive X-ray – EDX) yang digandingkan dengan Mikroskop Penskanan Elektron (SEM) dapat membantu dalam mengenalpasti punca suatu kegagalan komponen plastik. Gunakan contoh yang sesuai untuk menjelaskan jawapan anda.

(40 marks/markah)

- [b] An open box of dimensions given below is to be injection moulded. Each side wall has two internal ribs and each end wall has one internal rib; the ribs being triangular in shape.

Base dimensions	10 cm x 6 cm
External wall height	5 cm
Base and wall thickness	2 cm
Rib height	20 mm
Rib base length	3 mm
Rib thickness	1 mm

The material to be used is 30% talc filled polypropylene. Given the following information:

Cost of PP	RM 250 per bag of 25 kg
Cost of talc	RM 70 per bag of 25 kg
Density of PP	0.91 g/cm ³
Density of talc	2.70 g/cm ³

Calculate the material cost of the moulding.

Sebuah kotak terbuka dengan ukuran dimensi diberikan seperti di bawah akan diproses menggunakan acuan penyuntikan. Setiap dinding tepi mempunyai dua “ribs” dalaman dan setiap tepi dinding mempunyai satu “rib” dalaman; “rib” tersebut berbentuk “segitiga”.

<i>Ukuran tapak</i>	<i>10 cm x 6 cm</i>
<i>Tinggi dinding luar</i>	<i>5 cm</i>
<i>Tebal tapak dan dinding</i>	<i>2 cm</i>
<i>Tinggi ‘Rib’</i>	<i>20 mm</i>
<i>Panjang tapak ‘Rib’</i>	<i>3 mm</i>
<i>Tebal ‘Rib’</i>	<i>1 mm</i>

Bahan yang akan digunakan ialah 30% polipropilena terisi talkum. Diberikan maklumat seperti berikut:

<i>Kos polipropilena</i>	<i>RM 250 per beg (Satu beg mempunyai 25 kg)</i>
<i>Kos talkum</i>	<i>RM 70 per beg (Satu beg mempunyai 25 kg)</i>
<i>Ketumpatan polipropilena</i>	<i>0.91 g/cm³</i>
<i>Ketumpatan talkum</i>	<i>2.70 g/cm³</i>

Kirakan kos bahan produk tersebut.

(60 marks/markah)

7. [a] You are given a plastic product that have been optimized in terms of design and raw material used and asked to predict a failure that is related to the product fabrication technique (i.e. injection moulding). In order to fulfil this task, you are equipped with Cadmould™ software.

Discuss the type of analysis that you would conduct and explain the positive and downside of the analysis.

Anda diberikan satu produk plastik yang telah dioptimalkan di aspek rekabentuk dan penggunaan bahan mentah dan anda diminta untuk menjangkakan kegagalan yang berkait dengan teknik fabrikasi produk tersebut (iaitu pengacuanan suntikan). Bagi melaksanakan tugas tersebut dengan jayanya, anda dibekalkan perisian Cadmould™.

Bincangkan jenis analisa yang anda akan jalankan dan terangkan apakah kebaikan dan kelemahan analisa tersebut.

(50 marks/markah)

- [b] Write a short proposal why should you change the material for the egg carton from hard paper to clear plastic packaging.

Tuliskan satu cadangan ringkas mengapa anda patut menukar bahan untuk karton telur daripada pembungkusan kertas keras kepada plastik cerah.

(50 marks/markah)