
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2010/2011

November 2010

EBB 440/4 – Applied Metallurgy
[Metalurgi Gunaan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

This paper consists of ONE question from PART A, THREE questions from PART B and THREE questions from PART C.

[Kertas soalan ini mengandungi SATU soalan dari BAHAGIAN A, TIGA soalan dari BAHAGIAN B dan TIGA soalan dari BAHAGIAN C.]

Instruction: Answer **ALL** questions from PART A, **TWO** questions from PART B and **TWO** questions from PART C. 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, **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.]

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.]

...2/-

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] The type of mold used influences a number of aspects in casting; microstructure, defects related to mold, design of product, and etc. The design and materials of mold in each group would also affect the above aspects. Compare between the expandable and permanent mold, and give examples of products for both processes.

Jenis acuan yang digunakan memberi kesan kepada beberapa aspek di dalam tuangan; mikrostruktur, kecacatan yang berkait dengan acuan, rekabentuk, dan lain-lain. Rekabentuk dan bahan acuan dalam setiap kumpulan juga akan mempengaruhi aspek-aspek di atas. Bandingkan di antara acuan boleh pecah dan acuan kekal, dan berikan contoh-contoh produk bagi kedua-dua proses.

(30 marks/markah)

- [b] Illustrate some design considerations for casting process (the good and bad design). Appropriate explanations have to be provided for each of the sketches or design examples (reason of design considerations).

Berikan beberapa pertimbangan rekabentuk untuk proses tuangan (rekabentuk yang baik dan buruk). Penerangan yang sesuai mestilah diberikan untuk setiap lakaran atau contoh-contoh rekabentuk (sebab pertimbangan rekabentuk).

(20 marks/markah)

- [c] Explain the three modes of tool failure in machining.

Terangkan tiga mod kegagalan perkakas dalam pemesinan.

(20 marks/markah)

- [d] Identify three desirable properties of a cutting tool material. What are principal alloying ingredients in high speed steel?

Namakan tiga sifat yang diperlukan untuk bahan perkakas pemotong. Apakah kandungan aloi utama di dalam keluli kelajuan tinggi?

(30 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

2. [a] Darby Medical Bhd. is a manufacturer of needle for medical applications. The production however, is hampered with cracking problem especially in these two stages; as the sheet materials are reduced to smaller thickness, and during roll forming into tube. Flat rolling section to reduce thickness reported quite high number of surface and alligating defects in certain batches of raw sheet supplied by the supplier. In the roll forming section, they noticed cracks occurring (both surface and throughout thickness cracks) as the sheets are rolled into tube. The respective engineers have tried annealing and adjustment of parameters for rolling and welding, but still have not fully solved the cracking problem. As the QA engineer, you were asked to examine the problem, and perform trouble shooting to find out the cause. After several tests and evaluations, you and your team decided that the problem is due to internal defects in the raw sheets material used.
- (i) Write a report to highlight the problem. The report will be used by the company to send a formal complaint to the supplier.
 - (ii) Justify your finding and the report must show how you come to the conclusion that the problem is in the sheets, i.e internal defects in the sheets, and not by the parameters or conditions applied in manufacturing line of your company. Hint: why the defects occurred, evaluations done, etc.
 - (iii) You have to sound very convincing in the report so that the supplier will accept your explanation and not turn the problem back to your manufacturing line.

Darby Medical Bhd. adalah sebuah pengeluar jarum untuk kegunaan perubatan. Pengeluarannya bagaimanapun, dihipit dengan masalah keretakan terutamanya dalam dua tahap berikut; apabila kepingan bahan dikurangkan kepada ketebalan yang lebih rendah, dan sewaktu penggelekan bentuk kepada tiub. Seksyen penggelekan rata untuk mengurangkan ketebalan melaporkan bilangan kecacatan permukaan dan 'alligatoring' yang agak tinggi dalam sesetengah kumpulan kepingan mentah yang dibekalkan oleh pembekal. Dalam seksyen penggelekan bentuk, mereka menyedari bahawa retakan terjadi (kedua-dua retak permukaan dan retak tembus) apabila kepingan-kepingan digelek menjadi tiub. Jurutera-jurutera bertugas telah mencuba penyepuhhindapan dan mengubahsuai parameter untuk penggelekan dan kimpalan, tetapi masih tidak dapat menyelesaikan sepenuhnya masalah keretakan tersebut. Sebagai jurutera QA, anda diminta untuk memeriksa masalah tersebut, dan melakukan penyelesaian masalah untuk mencari sebabnya. Selepas beberapa ujian dan penelitian, anda dan kumpulan anda memutuskan bahawa masalah tersebut adalah disebabkan oleh kecacatan-kecacatan dalaman dalam kepingan-kepingan bahan mentah yang digunakan.

- (i) Tulis satu laporan untuk menjelaskan masalah tersebut. Laporan akan digunakan oleh syarikat untuk menghantar satu aduan formal kepada pembekal.*
- (ii) Laporan tersebut mesti menunjukkan bagaimana anda menyimpulkan bahawa masalahnya adalah di dalam kepingan-kepingan, iaitu kecacatan dalaman dalam kepingan, dan bukannya oleh parameter atau keadaan-keadaan yang digunakan dalam barisan pengeluaran syarikat anda. Petunjuk : mengapa kecacatan-kecacatan terjadi, penelitian yang dilakukan, dan sebagainya.*
- (iii) Laporan tersebut mesti kelihatan meyakinkan supaya pembekal akan menerima penjelasan anda dan tidak akan menolak kembali masalah tersebut kepada barisan pengeluaran anda.*

(70 marks/markah)

- [b] How would you relate between microstructure, and eventually the mechanical properties, to the temperature used in metal deformation processes? Sketches would probably be useful to elaborate the points.

Bagaimanakah anda menghubungkan di antara mikrostruktur, dan kemudiannya sifat-sifat mekanikal, kepada suhu yang digunakan dalam proses-proses ubah bentuk logam? Lakaran mungkin berguna untuk menjelaskan poin-poin tersebut.

(30 marks/markah)

3. [a] A cold-heading operation is performed to produce the head on a steel nail. The strength coefficient for this steel is $K = 550$ MPa, and the strain-hardening exponent $n = 0.24$. Coefficient of friction at the die-work interface = 0.10. The wire stock out of which the nail is made is 4.75 mm in diameter. The head is to have a diameter = 9.5 mm and a thickness = 1.5 mm.
- (i) What length of stock must project out of the die in order to provide sufficient volume of material for this upsetting operation?
- (ii) Compute the maximum force that the punch must apply to form the head in this open-die operation.

Satu operasi tempa-sejuk dilakukan untuk menghasilkan bahagian kepala satu paku keluli. Koefisien kekuatan bagi keluli ini ialah $K = 550$ MPa, dan eksponen pengerasan-terikan $n = 0.24$. Koefisien geseran pada antaramuka dai-bahan kerja = 0.10. Stok wayar dari mana paku akan dihasilkan berdiameter 4.75 mm. Kepala paku akan mempunyai diameter = 9.5 mm dan tebal = 1.5 mm.

- (i) *Apakah panjang stok yang dijulurkan keluar dari dai untuk memberikan isipadu bahan yang mencukupi bagi operasi tempaan ini?*
- (ii) *Kirakan daya maksimum yang perlu diberikan oleh penolak untuk membentuk kepala dalam operasi dai terbuka ini.*

(40 marks/markah)

...7/-

- [b] Rolling Stone Steel Mill produces rods in various diameters and grades for different purposes or applications. Assess and write your opinion on these two situations:
- (i) Rolling section reported a number of misshaped defects (see Figure 1). What do you think caused such defect to occur? Suggest how to solve the problem.
 - (ii) Cooling plays a very important role in production of the steel rods. Hence, different cooling rates resulted in several grades of product. Higher quality products (or higher grades) are required when the rods is to be used to make wires, nut and bolt, nails and etc, whereas lower grade of rod commonly end up as steel mesh used in construction. Explains the reason behind this, and justify why the different grades are used for different applications.

Rolling Stone Steel Mill menghasilkan rod-rod dengan diameter berbeza dang red untuk tujuan atau aplikasi berbeza. Nilai dan tulis pendapat anda bagi kedua-dua situasi:

- (i) *Seksyen pengelekan melaporkan sejumlah kecacatan salah-bentuk (rujuk Rajah 1). Apakah yang anda rasakan menyebabkan kecacatan tersebut untuk terjadi? Cadangkan bagaimana untuk menyelesaikan masalah tersebut.*
- (ii) *Penyejukan memainkan peranan yang sangat penting dalam penghasilan rod keluli. Maka, kadar penyejukan yang berbeza menghasilkan produk dengan gred berbeza. Kualiti produk yang lebih baik (atau gred lebih tinggi) diperlukan apabila rod-rod tersebut akan digunakan untuk membuat wayar, nut dan bolt, paku, dan sebagainya, manakala gred yang lebih rendah selalunya akan digunakan sebagai jejaring keluli dalam pembinaan. Terangkan alasan disebalik perkara ini, dan justifikasikan mengapa gred yang berbeza digunakan untuk aplikasi berbeza.*

(60 marks/markah)

...8/-

4. [a] The downsprue leading into the runner of a certain casting mold has a length of 175 mm. The cross-sectional area at the base of the sprue is 400 mm^2 . The mold cavity has a volume of 0.001 m^3 . Determine:
- (i) The velocity of the molten metal flowing through the base of the downsprue
 - (ii) The volume rate of the flow
 - (iii) The time required to fill the mold cavity
 - (iv) Explain why the velocity of molten flow and time required to fill the mold cavity are important parameters in casting. How do the two parameters affect casting quality?

'Downsprue' yang menuju kepada 'runner' untuk satu acuan tuangan mempunyai panjang 175 mm. Luas keratan rentas pada dasar sprue adalah 400 mm^2 . Lompang acuan mempunyai isipadu 0.001 m^3 . Tentukan:

- (i) Halaju aliran logam lebur melalui dasar downsprue*
- (ii) Kadar isipadu aliran*
- (iii) Masa yang diperlukan untuk mengisi lompang acuan*
- (iv) Terangkan mengapa halaju aliran leburan dan masa diperlukan untuk mengisi lompang acuan adalah parameter penting di dalam tuangan. Bagaimanakah kedua-dua parameter tersebut mempengaruhi kualiti tuangan?*

(40 marks/markah)

- [b] The manufacturing team of a company producing powder metallurgy (P/M) gears in various sizes noticed a high percentage of cracks and chipping of the edges of gear tooth in the green body (before sintering process). This resulted in low yield of production and high waste material. Explains the most probable cause of the problem and recommend ways to eliminate or reduce it.

Pasukan pembuatan sebuah syarikat menghasilkan gear metalurgi serbuk dalam pelbagai saiz menyedari peratus yang tinggi retakan dan penyerpihan bucu gigi gear dalam jasad hijau (sebelum proses persinteran). Ini menyebabkan kadar penghasilan menjadi rendah dan bahan buangan yang tinggi. Terangkan penyebab utama yang mungkin bagi masalah ini dan cadangkan cara-cara untuk mengurangkan atau mengatasi masalah tersebut.

(30 marks/markah)

- [c] Another company of P/M product is having a slightly different problem: internal crack occurring at the centre of sintered body. The QA department realized this as they carried out destructive test to evaluate the mechanical properties of the product and they also start receiving complaints from the customer about the lower mechanical properties. Explains the most probable cause of the problem and recommend ways to eliminate or reduce it.

Sebuah syarikat lain yang menghasilkan produk metalurgi serbuk mengalami masalah yang sedikit berbeza: retakan dalaman yang terjadi pada bahagian tengah jasad tersinter. Jabatan QA menyedari masalah ini apabila mereka menjalankan ujian termusnah untuk menilai sifat-sifat mekanikal produk tersebut dan mereka juga sudah mula menerima aduan daripada pelanggan mengenai sifat-sifat mekanikal yang lebih rendah. Terangkan penyebab utama yang mungkin bagi masalah ini dan cadangkan cara-cara untuk mengurangkan atau mengatasi masalah tersebut.

(30 marks/markah)

Figure 1: Fin defect at Rolling Mill
Rajah 1: Kecacatan 'fin' pada Mill Penggelekan

PART C / BAHAGIAN C

5. [a] Chemical cleaning of metal parts uses various types of chemicals to effect contaminant removal from the surface. Lists down the major cleaning methods.

Pembersihan kimia untuk bahagian-bahagian logam menggunakan pelbagai jenis kimia untuk membolehkan pembuangan bahan-cemar dari permukaan. Senaraikan kaedah-kaedah utama pembersihan kimia.

(40 marks/markah)

- [b] Your company produce mild steel piping components such as elbows and tees. Hot dipping process is shortlisted for the components.
- (i) Explain the cleaning processes necessary prior to hot dipping.
 - (ii) What is the main purpose for hot dipping. Justify in terms of your choice of coating metal, and its purpose as coating metal.

Syarikat anda mengeluarkan komponen paip seperti tee dan siku diperbuat dari keluli lembut. Proses celup-panas telah disenarai pendek untuk komponen-komponen tersebut.

- (i) *Terangkan proses-proses pembersihan yang diperlukan sebelum melakukan celup-panas.*
- (ii) *Apakah tujuan utama untuk celup-panas. Justifikasikan pilihan bahan salutan dan kegunaannya sebagai logam salutan.*

(60 marks/markah)

6. You are assigned to the task of doing Ni electroplating on many small parts made of steel in a batch.

Anda telah diberi tugas untuk melakukan elektropenyaduran Ni ke atas bahagian-bahagian kecil yang banyak diperbuat dari keluli dalam suatu kelompok.

- [a] With the help of flow chart, draw the steps necessary in preparing the parts for electroplating. Explain the steps.

Dengan berbantu carta alir, lukiskan langkah-langkah yang diperlukan dalam menyediakan bahagian-bahagian ini untuk elektropenyaduran. Terangkan langkah-langkah itu

(30 marks/markah)

- [b] Sketch the set-up for batch-wise electroplating. Label your sketch and explain.

Lakarkan "set-up" untuk elektropenyaduran secara-kelompok. Labelkan lakaran anda dan terangkan.

(40 marks/markah)

- [c] After electroplating is done, what are the post-treatments normally required. Please justify your choice.

Selepas proses elektropenyaduran dilakukan, apakah rawatan-rawatan pasca lazim yang diperlukan. Sila beri justifikasi pilihan anda.

(30 marks/markah)

7. [a] What is the fundamental difference between a fusion weld and solid state weld?

Apakah perbezaan asas antara kimpalan lakur dan kimpalan keadaan pepejal?

(30 marks/markah)

- [b] What is the heat affects zone (HAZ) in a fusion weld?

Apakah zon terkesan haba dalam kimpalan lakur?

(30 marks/markah)

- [c] In austenitic stainless steel, explain how the heat affected zone (HAZ) will affect the properties. Suggest some techniques to minimize this problem.

Dalam keluli nirkarat austenit, terangkan bagaimana kesan haba ke atas zon terkesan haba akan memberi kesan ke atas sifat. Cadangkan beberapa kaedah untuk mengurangkan masalah ini.

(40 marks/markah)