
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2012/2013

January 2013

EBB 440/4 – Applied Metallurgy
[Metallurgi Gunaan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

This paper consists of SEVEN questions. TWO questions from PART A, THREE questions from PART B and TWO questions from PART C.

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

Instruction: Answer FIVE questions. Answer **ONE** question from PART A, PART B, PART C and **TWO** questions from any part. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab LIMA soalan. Jawab **SATU** soalan dari BAHAGIAN A, BAHAGIAN B, BAHAGIAN C dan **DUA** soalan dari mana-mana bahagian. 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. [a] Casting products often suffer from inferior mechanical properties due to defects such as porosities and inclusions compared to the deformed products, i.e rolled, forged and extruded. However, some casting techniques such as die-casting is able to produce products with superior mechanical properties comparable with that of produced with metal deformation methods. Explain the following and please provide examples whenever necessary:

Produk tuangan sering mengalami sifat-sifat mekanikal yang lebih lemah disebabkan kecacatan-kecacatan seperti liang dan rangkuman berbanding dengan produk ubah bentuk, contoh: pengelekan, tempaan dan semperitan. Walaubagaimanapun, beberapa teknik-teknik tuangan seperti penuangan beracuan mampu menghasilkan produk dengan sifat-sifat mekanikal yang baik setanding dengan produk yang dihasilkan dengan kaedah-kaedah ubah bentuk. Jelaskan yang berikut dan beri contoh-contoh apabila perlu:

- (i) How does die-casting and metal deformation techniques are able to manufacture products with fewer defects giving superior mechanical properties compared to conventional casting.

Bagaimana teknik-teknik penuangan beracuan dan ubah bentuk logam mampu mengeluarkan produk dengan kecacatan-kecacatan yang minimum serta memberi sifat-sifat mekanikal baik berbanding dengan tuangan konvensional.

(20 marks/markah)

- (ii) Briefly discuss some techniques that can be performed to minimize defects in casting products.

Terangkan secara ringkas beberapa teknik yang boleh dibuat untuk meminimumkan kecacatan-kecacatan dalam produk-produk tuangan.

(20 marks/markah)

- (iii) Despite the disadvantages, casting remains to be favorable to produce certain products. Briefly discuss the reasons for this.

Walaupun ada keburukan-keburukan, kaedah tuangan masih digunakan untuk menghasilkan produk-produk tertentu. Bincang secara ringkas alasan-alasan untuk ini.

(20 marks/markah)

- [b] Powder metallurgy products have often suffered from density variation rendering it inferior as compared to metal deformation products. Your company received an order from Company A for a Powder Metallurgy (P/M) product of a small automotive item and medium complexity shape. Discuss your plan to ensure quality of product by avoiding density variation, minimal defects during compaction and inhomogeneity of composition. Explain in detail the steps to be taken in order to achieve that.

Produk-produk metalurgi serbuk sering mengalami variasi ketumpatan menyebabkannya lebih lemah berbanding dengan produk-produk ubah bentuk logam. Syarikat anda menerima satu tempahan dari Syarikat A untuk satu produk Metalurgi Serbuk (M/S) bagi produk automotif kecil dan berbentuk sederhana rumit. Bincang rancangan anda untuk memastikan kualiti produk dengan mengelakkan variasi ketumpatan, kecacatan-kecacatan minimum semasa pepadatan dan ketakhomogenan komposisi. Jelaskan dengan terperinci apa langkah-langkah yang perlu diambil untuk mencapai perkara di atas.

(40 marks/markah)

...4/-

2. [a] Differentiate the expandable and permanent molds in casting process. Give the advantages and disadvantages of these molds.

Bezakan diantara acuan tidak kekal dan acuan kekal di dalam proses tuangan. Berikan kelebihan dan kekurangan bagi kedua-dua jenis acuan.

(25 marks/markah)

- [b] Briefly explain the characteristic of the starting powder in powder metallurgy process.

Terangkan secara ringkas ciri-ciri serbuk mula dalam proses metalurgi serbuk.

(25 marks/markah)

- [c] A steel casting has a cylindrical geometry with 10.2 cm diameter and weighs 9.07 kg. This casting takes 6 minutes to completely solidify. Another cylindrical-shaped casting with the same diameter-to-length ratio weighs 5.44 kg. This casting is made at the same level, and the same conditions of mold and pouring were used. Determine:
- (i) the mold constant in Chvorinov's Rule.
 - (ii) the dimensions.
 - (iv) the total solidification time of the lighter casting.

Note: the density of steel = 7.85 g/cm³.

Tuangan keluli mempunyai geometri berbentuk silinder dengan 10.2 cm diameter dan 9.07 kg berat. Tuangan ini mengambil masa selama 6 minit untuk memejal sepenuhnya. Satu hasil tuangan lain berbentuk silinder dengan nisbah diameter kepada panjang yang sama dengan berat 5.44 kg. Tuangan ini dibuat sama aras dan keadaan acuan dan kaedah tuang digunakan. Tentukan:

- (i) pemalar acuan dalam Hukum Chvorinov.*
- (ii) dimensi.*
- (iii) jumlah masa pemejalan tuangan ringan.*

Nota: ketumpatan keluli = 7.85 g/cm³.

(50 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

3. [a] Despite the advantages and disadvantages of both casting and metal deformation methods, there are some metals that can only be casted to the final shape, whereas the others can be casted and then deformed to the final products. Discuss the science and rationale behind this (please provide examples).

Walaupun ada kelebihan-kelebihan dan keburukan-keburukan bagi kedua-dua kaedah tuangan dan pembentukan logam, terdapat sesetengah logam yang hanya boleh di tuang ke bentuk akhir, manakala produk yang lain boleh dituang dan kemudiannya di ubah bentuk ke produk akhir. Bincang dari segi sains dan rasionalnya (sila beri contoh-contoh).

(50 marks/markah)

- [b] Increasing current is applied to a workpart surface in an electroplating process according to the relation, $I = 12 + 0.2t$, where I = current, amperes; and t = time, minutes. The plating metal is chromium and the part is submerged in the plating solution for the duration of 30 minutes. What volume of coating will be applied in the process? Given the cathode efficiency for chromium is 15% and the plating constant, $C = 2.50 \times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{amp-s}$.

Arus yang berterusan dikenakan ke atas permukaan bahan kerja dalam satu proses elektropenyaduran mengikut hubungan, $I = 12 + 0.2t$, di mana I = arus, ampere; dan t = masa, minit. Logam saduran ialah nikel dan bahan kerja direndam dalam larutan saduran selama 30 minit. Berapakah jumlah isipadu salutan akan digunakan dalam proses ini? Diberi kecekapan katod untuk kromium adalah 15% dan penyaduran malar, $C = 2.50 \times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{amp-s}$.

(50 marks/markah)

4. [a] Pipes can be made with seam and seamless. Pipes with seam are made from sheet and rolled into pipe form (either round or rectangle/square) and then welded giving pipes with seam. Seamless pipes are extruded from rod eliminating the need for welding. Discuss advantages and disadvantages for both cases. Your discussion should include justification on the advantageous and disadvantageous on making pipes from either routes.

Paip-paip boleh dibuat dengan kelim atau tanpa kelim. Paip-paip dengan kelim diperbuat daripada kepingan dan digelek menjadi paip (samaada bulat atau segiempat/segiempat sama) dan kemudiannya dikimpal memberikan paip dengan kelim. Paip tanpa kelim pula disemprit daripada rod menysihkan keperluan untuk kimpalan. Bincangkan kelebihan-kelebihan dan kekurangan untuk kedua-dua kes. Perbincangan anda perlu memasukkan justifikasi mengapa ia menjadi kelebihan dan kekurangan membuat paip dengan mana-mana kaedah.

(50 marks/markah)

- [b] In orthogonal cutting operation, the tool has a rake angle = 22° , width of cut = 3.5 mm at cutting speed of 85 m/min. The chip thickness before the cut = 0.55 mm and the cut yields a deformed chip thickness = 0.85 mm. The cutting force, $F_c = 1500$ N and the trust force, $F_t = 1650$ N was measured. Calculate:
- (i) the shear plane angle.
 - (ii) the shear strain.
 - (iii) the cutting power.
 - (iv) the specific energy.

Dalam operasi pemotongan ortogonal, pemotong mempunyai sudut sadak = 22°, lebar pemotongan = 3.5 mm dengan: halaju pemotongan = 85 m/min. Ketebalan cip sebelum pemotongan = 0.55 m dan pemotongan menghasilkan ketebalan ubah bentuk cip = 0.85 mm. Daya pemotongan dan daya “thrust” yang diukur semasa proses pemotogan ortogonal adalah seperti berikut: $F_c = 1500\text{ N}$ dan $F_t = 1650\text{ N}$. Kira:

- (i) sudut satah ricih.*
- (ii) terikan ricih.*
- (iii) kuasa pemotongan.*
- (v) tenaga spesifik.*

(50 marks/markah)

5. [a] In building of large ships, there is a need to weld large sections of steel together to form a hull. For this application, suggest three (3) types of welding operation and list the advantages and drawbacks of the operation. Make a recommendation for the preferable welding operation and give your justification.

Dalam pembinaan kapal-kapal besar, terdapat satu keperluan untuk mengimpal bahagian-bahagian besar keluli bersama untuk membentuk sebuah badan kapal. Untuk aplikasi ini, cadangkan tiga (3) operasi kimpalan dan senaraikan kelebihan-kelebihan dan kelemahan operasi tersebut bagi produk ini. Buat satu cadangan, operasi kimpalan yang mana lebih sesuai dan berikan justifikasi anda.

(50 marks/markah)

- [b] Wire of starting diameter = 3.0 mm is drawn to 2.5 mm in a die with entrance angle = 15° . Coefficient of friction at the work die interface = 0.07. The metal has a strength coefficient $K = 500$ MPa and a strain hardening exponent $n = 0.30$. Determine:
- (i) area reduction.
 - (ii) draw stress.
 - (iii) draw force required for the operation.

Dawai dengan diameter mula = 3.0 mm ditarik kepada diameter 2.5 mm dalam satu acuan dengan sudut masukan = 15° . Pekali geseran pada antara muka kerja acuan = 0.07. Bahan logam mempunyai koefisien kekuatan, $K = 500$ MPa dan eksponen pengerasan tekanan, $n = 0.30$. Tentukan:

- (i) pengurangan keluasan.*
- (ii) tegasan tarikan.*
- (iii) daya tarikan yang diperlukan untuk operasi ini.*

(50 marks/markah)

PART C / BAHAGIAN C

6. [a] A spot joint is formed by an arc welding operation. The total volume of melted weld = 0.0820 cm^3 , and the operation required the arc to be on for 4 sec. If $f_1 = 0.85$, $f_2 = 0.5$, and the metal to be welded was aluminium. Determine:
- what quantity of heat required to accomplish the weld.
 - the rate of heat generation that was required at the source to accomplish this weld.

The constant value, $K = 3.33 \times 10^{-6}$ and melting temperature of aluminium is 660°C .

Satu sambungan titik dilakukan menggunakan operasi kimpalan arka. Jumlah isipadu cair logam kimpal terbentuk = 0.0820 cm^3 dan operasi memerlukan arka untuk 4 saat. Jika $f_1 = 0.85$, $f_2 = 0.5$, dan logam untuk dipateri adalah aluminium. Tentukan:

- jumlah haba yang diperlukan untuk melengkapkan kimpalan.*
- kadar penjanaan haba yang dikehendaki pada sumber untuk mencapai kimpalan.*

Nilai malar $K = 3.33 \times 10^{-6}$ dan suhu lebur aluminium adalah 660°C .

(50 marks/markah)

- [b] AZB Sdn Bhd has received a new project from customer to machine metal parts for high load application. The material supplied was quite brittle and the metal part will be subjected to repeated tensile loads during the operation. Would you select Electrochemical Machining (ECM) or Electric Discharge Machine (EDM) for making it. Your discussion should include what is the advantageous and disadvantageous of the processes and why you select it.

AZB Sdn Bhd telah menerima satu projek baru daripada pelanggan untuk mem mesin bahagian logam untuk aplikasi beban tinggi. Bahan yang digunakan untuk membuat bahagian logam adalah agak rapuh dan bahagian akan mengalami beban tegangan yang berulang semasa proses operasi. Adakah anda akan mencadangkan proses “Electrochemical Machining” (ECM) atau “Electric Discharge Machine” (EDM) untuk membuatnya. Perbincangan anda perlu memasukkan apa kelebihan atau kekurangan proses-proses tersebut dan mengapa anda memilih proses tersebut.

(50 marks/markah)

7. [a] Mechanical cleaning are often performed in addition to chemical cleaning process. Briefly discuss the type of mechanical cleaning process and justify the reasons for the selection.

Pembersihan mekanikal selalunya dilakukan selain proses pencucian kimia. Bincang secara ringkas jenis proses pembersihan mekanikal dan beri justifikasi alasan-alasan untuk pemilihan.

(30 marks/markah)

- [b] (i) Briefly describe the carburizing and nitriding process on steel.

Huraikan secara ringkas proses penyusukkarbonan dan penitridan pada keluli.

(20 marks/markah)

- (ii) Explain why quenching is required in carburizing and not in nitriding.

Jelaskan mengapa lindapkejut diperlukan dalam penyusukkarbonan dan tidak dalam penitridan.

(20 marks/markah)

- [c] In brazing assembly, galvanic corrosion becomes a significant and chronic problem. Can you recommend a method that could possibly reduce or eliminate the problem.

Dalam operasi pateri, kakisan galvanik menjadi satu masalah penting dan kronik. Bolehkah anda mencadangkan kaedah yang mungkin boleh mengurangkan atau menghapuskan masalah kakisan galvanik.

(30 marks/markah)