
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2011/2012

Januari 2012

EBB 440/4 – Applied Metallurgy **[Metalurgi Gunaan]**

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains THIRTEEN printed pages and ONE page APPENDIX before you begin the examination.

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

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

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

Instruction: Answer ALL questions from PART A, ONE question from PART B and ONE question 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, SATU soalan dari BAHAGIAN B dan SATU 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.]

PART A:**BAHAGIAN A:**

1. [a] In addition to being an excellent way to produce hollow cylindrical components, centrifugal casting provides a way of centrifuging lightweight, non-metallic contaminants (slag) to the inside diameter of the component. Here the contaminants may be easily machined away after casting, rather than dispersed throughout the component.
- (i) Explain how this happens.
 - (ii) List several variables in the process that govern the effectiveness of this separation process.
 - (iii) Explain why, if the metal is poured at too low a temperature, the separation effect may not occur.

Selain dari menjadi satu cara yang baik untuk menghasilkan komponen silinder berlubang, penuangan sentrifugal memberikan satu cara untuk memusatkan bahan asing ringan dan bukan logam (slag) ke diameter dalam komponen tersebut. Di sini, bahan asing tersebut boleh dimesin dan dibuang selepas tuangan, daripada tersebar ke seluruh bahagian komponen.

- (i) Terangkan bagaimana ini boleh terjadi.*
- (ii) Senaraikan beberapa pembolehubah dalam proses yang menentukan keberkesanan proses pemisahan ini.*
- (iii) Terangkan mengapa, jika logam dituang pada suhu yang terlalu rendah, kesan pemisahan ini mungkin tidak berlaku.*

(25 marks/markah)

- [b] A large steel sand casting shows the characteristic signs of penetration defect – a surface consisting of a mixture of sand and metal.
- (i) What steps can be taken to avoid the defect?
 - (ii) What other possible defects might result from taking each of the steps mentioned?

Satu tuangan pasir keluli menunjukkan ciri-ciri kecacatan penusukan – permukaan yang mengandungi campuran pasir dan logam.

- (i) *Apakah langkah-langkah yang boleh diambil untuk mengelakkan kecacatan ini?*
- (ii) *Apakah kecacatan-kecacatan lain yang mungkin terjadi akibat dari melakukan langkah-langkah yang disebutkan?*

(25 marks/markah)

- [c] Cutting fluids, also called lubricants and coolants, are used extensively in machining operation. Determine the influence of cutting fluids in machining process and identify four general types of cutting fluids commonly used in manufacturing operation.

Bendalir pemotong yang juga dikenali sebagai pelincir dan bahan penyejuk digunakan secara meluas dalam proses operasi pemesinan. Tentukan pengaruh bendalir-bendalir pelincir dalam proses pemesinan dan kenal pasti empat jenis bendalir pemotong yang biasa digunakan dalam proses pengendalian mesin.

(50 marks/markah)

2. [a] A connecting rod is designed to be hot forged in an impression die. The projected area of the part is $6,500 \text{ mm}^2$. The design of the die will cause flash to form during forging, so that the area, including flash, will be $9,000 \text{ mm}^2$. The part geometry is considered to be complex. When heated, the work material yields at 75 MPa , and has no tendency to strain harden. Determine the maximum force required to perform the operation.

Satu rod penyambung direkabentuk untuk di tempa panas dalam dai tekanan. Luas permukaan yang diunjurkan bagi bahagian tersebut ialah $6,500 \text{ mm}^2$. Rekabentuk dai akan menyebabkan 'flash' terbentuk sewaktu tempaan, menjadikan luas permukaan termasuk 'flash' menjadi $9,000 \text{ mm}^2$. Geometri bahagian tersebut diperkirakan sebagai kompleks. Dalam keadaan panas, bahan kerja mengalah pada 75 MPa , dan tidak cenderung untuk mengalami pengerasan terikan. Tentukan daya maksimum yang diperlukan untuk melakukan operasi tersebut.

(40 marks/markah)

- [b] The calculation of force in (a) neglects two conditions that occur in practice, and they are more significant in hot working process. These conditions led to higher force or flow stress required to perform the operation. Explain these two conditions.

Pengiraan daya di dalam (a) mengabaikan dua keadaan yang wujud dalam praktis, dan keadaan-keadaan tersebut lebih ketara di dalam proses kerja panas. Kedua-dua keadaan tersebut menyebabkan daya atau tegasan aliran yang lebih tinggi diperlukan untuk melakukan operasi tersebut. Terangkan kedua-dua keadaan ini.

(20 marks/markah)

- [c] A batch of 40 parts made of steel is to be nickel plated. Each part has a surface area, $A = 22.5 \text{ cm}^2$. If it is desired to plate an average thickness of 0.010 mm on the surface of each part in an acid sulphate electrolyte, calculate the plating time operation at current, $I = 80 \text{ amps}$. Given the cathode efficiency for nickel is 95%, and the plating constant, $C = 3.42 \times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{amp}\cdot\text{s}$.

Satu set yang mengandungi 40 barangan yang diperbuat daripada keluli akan disadur dengan nikel. Setiap barangan mempunyai luas permukaan, $A = 22.5 \text{ cm}^2$. Jika purata ketebalan lapisan logam yang dijangka terhasil dalam elektrolit asid sulfat pada setiap barangan = 0.010 mm, kira masa yang perlu diambil untuk menjalankan operasi saduran menggunakan arus, $I = 80 \text{ amps}$. Diberi kecekapan katod 95% dan konstan saduran, $C = 3.42 \times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{amp}\cdot\text{s}$.

(40 marks/markah)

3. [a] Wire stock of initial diameter = 3.2 mm is drawn through two dies each providing a 15% area reduction. The starting metal has a strength coefficient = 260 MPa and a strain hardening exponent of 0.15. Each die has an entrance angle of 12° and the coefficient of friction at the work-die interface is estimated to be 0.2. The motors driving the capstans at the die exits can each deliver 150 hp at 90% efficiency. Determine the maximum possible speed of the wire as it exits the second die. Given that $1 \text{ hp} = 745.7 \text{ W}$ or Nm/s .

Satu stok wayar dengan diameter asal = 3.2 mm ditarik melalui dua bukaan dai yang setiap satunya memberikan 15% pengurangan luas. Bahan logam mula mempunyai koefisien kekuatan = 260 MPa dan eksponen pengerasan terikan sebanyak 0.15. Setiap dai mempunyai sudut masukan 12° dan koefisien geseran pada antaramuka bahan kerja-dai dianggarkan sebanyak 0.2. Motor yang menggerakkan drum penggulung wayar setelah melalui dai setiap satunya boleh memberikan 150 kuasa kuda pada tahap keberkesanan 90%. Tentukan halaju maksimum yang mungkin bagi wayar apabila ia keluar dari dai kedua. Diberi 1 kuasa kuda = 745.7 W atau Nm/s.

(50 marks/markah)

- [b] An orthogonal cutting operation is performed using a tool rake angle = 15° at the following cutting conditions; cutting speed = 100 m/min, chip thickness before the cut, $t_0 = 0.30$ mm, chip thickness after the cut, $t_c = 0.65$ mm and width of cut, $w = 3$ mm. The cutting force and thrust force are measured during an orthogonal cutting operation : $F_c = 1559$ N and $F_t = 1271$ N. Calculate (a) shear plane angle (b) the shear strain for the operation (c) the cutting power and (d) the specific energy.

Operasi pemotongan ortogonal dijalankan dengan sudut sadak = 15° dengan parameter pemotongan seperti berikut: halaju pemotongan = 100 m/min, ketebalan cip sebelum pemotongan, $t_0 = 0.30$ mm, ketebalan cip selepas pemotongan, $t_c = 0.65$ mm dan lebar pemotongan, $w = 3$ mm. Daya pemotongan dan daya "thrust" yang diukur semasa proses pemotogan ortogonal adalah seperti berikut: $F_c = 1559$ N dan $F_t = 1271$ N. Kira (a) sudut satah ricih (b) terikan ricih semasa operasi (c) kuasa pemotongan dan (d) tenaga spesifik.

(50 marks/markah)

PART B:

BAHAGIAN B:

4. [a] As a metallurgical engineer, you were given a task to investigate the failure of stainless steel welding of a ship body. Describe the necessary steps to be taken in order to investigate and examine the failure of the stainless steel after welding process.

Sebagai jurutera metalurgi, anda diberi tugas untuk menyiasat kegagalan kimpalan keluli nirkarat pada badan kapal. Huraikan langkah-langkah yang perlu diambil untuk menyiasat dan memeriksa kegagalan kimpalan keluli nirkarat selepas proses kimpalan.

(50 marks/markah)

- [b] Manufactured parts need to be cleaned. Identify the factors need to be considered in order to select the suitable cleaning method.

Barangan terkilang perlu dibersihkan. Kenalpasti faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan kaedah pembersihan.

(25 marks/markah)

- [c] The cutting tool materials are an important component in machining operation. List the factors need to be considered in order to select the right cutting tool materials. Give FOUR examples of the cutting tool materials.

Bahan untuk mata pemotong adalah bahagian penting dalam operasi pemesinan. Senaraikan faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan untuk memilih bahan mata alat yang sesuai. Beri EMPAT contoh bahan alat mata pemotong.

(25 marks/markah)

5. [a] ZD Tech Sdn Bhd had received a few complaints from the customer on the rusty part of their product. The top management then called up a meeting and decided to find other alternative coating process to overcome this problem. The vendor claimed that they have three different types of metal coating process; electroplating, electroless plating and anodizing. You have been assigned by your manager to find out the suitable metal coating process and present to the top management. Explain details of each process including advantages and disadvantages.

Syarikat ZD Tech Sdn Bhd telah menerima beberapa aduan daripada pelanggan mengenai bahagian yang berkarat pada produk mereka. Pihak pengurusan atasan telah bermesyuarat dan mengambil keputusan untuk mencari alternatif proses salutan lain untuk mengatasi masalah tersebut. Pihak vendor menyatakan terdapat tiga jenis salutan logam yang ditawarkan; kaedah elektro-mendapan, kaedah mendapan tanpa daya elektrik dan kaedah penganodan. Anda telah diarahkan oleh pengurus untuk mengkaji ketiga-tiga proses tersebut dan membentangkan kepada pengurusan atasan syarikat. Terangkan ketiga-tiga proses tersebut secara teliti termasuk kebaikan dan keburukan proses tersebut.

(50 marks/markah)

- [b] Many advanced engineering products required joining of dissimilar material. Suggest any welding process capable of joining steel and copper sheet. Discuss the problems that might be encountered during welding process.

Kebanyakan produk kejuruteraan masa terkini memerlukan penyambungan bahan yang berbeza. Cadangkan proses kimpalan yang boleh menyambung kepingan keluli dan kuprum. Bincangkan masalah-masalah yang mungkin dihadapi semasa proses kimpalan.

(35 marks/markah)

- [c] In some conditions brazing or soldering would be preferred over welding. Determine the criteria of process selection.

Dalam keadaan tertentu pateri keras atau pematerian lebih diutamakan berbanding dengan kimpalan. Tentukan kriteria pemilihan proses tersebut.

(15 marks/markah)

PART C:

BAHAGIAN C:

6. [a] Bolt and screws can be made via rolling, machining and powder metallurgy routes. Discuss advantages given by each process in making the said products, and how would you decide which process to use? Explain all factors considered in making your decision.

Bolt dan skru boleh dihasilkan menggunakan kaedah pengelekan, pemesinan dan metalurgi serbuk. Bincangkan kelebihan-kelebihan yang diberikan oleh setiap proses dalam membuat produk-produk yang disebutkan, dan bagaimanakah anda menentukan proses mana yang akan digunakan? Terangkan semua faktor yang anda ambil kira dalam membuat keputusan.

(40 marks/markah)

- [b] For components given in APPENDIX 1, discuss the most suitable method to produce each component. Your discussion must include why you choose the production method and advantages of the said method compared to any other methods.

Untuk komponen-komponen yang diberikan dalam LAMPIRAN 1, bincangkan kaedah paling sesuai untuk menghasilkan setiap komponen. Perbincangan anda mestilah termasuk mengapa anda memilih kaedah penghasilan tersebut dan kelebihan-kelebihan kaedah yang disebutkan berbanding dengan lain-lain kaedah.

(60 marks/markah)

7. [a] Your company produced medium and large sand casting components. But some of the products suffer from lower mechanical properties and complaints from the customer are coming in. Upon inspection, the products appear to have serious porosity defects.

Syarikat anda menghasilkan komponen tuangan pasir bersaiz besar dan sederhana. Tetapi sebahagian produk menghadapi masalah sifat-sifat mekanikal yang rendah dan pelanggan mula menghantar aduan. Apabila diuji, produk-produk tersebut mempunyai masalah liang yang serius.

- (i) Can you recommend the quickest way (non-destructive and quick) to check whether the pores are caused by shrinkage or dissolved gas? This will then help in determining the proper corrective action to solve the issue.

Bolehkah anda cadangkan cara terpantas (tidak musnah dan pantas) untuk menguji samaada liang disebabkan oleh pengecutan atau gas terlarut? Ini akan membantu untuk mengenalpasti kaedah pembedahan yang sesuai untuk menyelesaikan isu tersebut.

(10 marks/markah)

- (ii) Write a short recommendation report to your boss to install this method of testing. The report has to include detail reason(s) why you think the investment is important to the company.

Tuliskan satu laporan cadangan kepada bos anda untuk memasang kaedah ujian tersebut. Laporan ini haruslah termasuk sebab-sebab mengapa anda merasakan pelaburan ini penting untuk syarikat.

(20 marks/markah)

- (iii) Suggest at least one method to eliminate the defect for each of the pore types (shrinkage and gas pores).

Cadangkan sekurang-kurangnya satu kaedah untuk mengurangkan kecacatan bagi setiap jenis liang (liang pengecutan dan gas).

(10 marks/markah)

- [b] Metal Comp. Sdn. Bhd. produces Aluminum matrix composite components for automotive industry. The products are made via sand casting method. The company are facing trouble in maintaining the performance of products and this stems from poor dispersion of the reinforcement. Recommend at least 2 ways how this problem can be avoided. Your recommendation must also include brief explanation why you think the method can improve the dispersion of reinforcement in the matrix.

Metal Comp. Sdn. Bhd. menghasilkan komponen komposit matrik aluminium untuk industri automotif. Produk-produk tersebut dihasilkan menggunakan kaedah tuangan pasir. Tetapi syarikat tersebut menghadapi masalah mengekalkan prestasi produk-produk yang dihasilkannya dan ini disebabkan oleh taburan penguat yang tidak baik. Cadangkan sekurang-kurangnya 2 cara bagaimana masalah ini boleh diatasi. Cadangan anda mestilah merangkumi penerangan ringkas mengapa anda merasakan kaedah tersebut boleh memperbaiki taburan penguat di dalam matrik.

(30 marks/markah)

- [c] Another company is producing extruded pipes made of copper alloy. The pipes are hot extruded before undergoing some surface treatment to improve the surface finish. However, they noticed that cracks sometimes occur on the surface of the pipes after the surface treatment. Could the surface treatment cause such defect? If not, explain how the cracks occurred and suggest some corrective actions.

Satu lagi syarikat mengeluarkan paip yang disemprit diperbuat dari aloi kuprum. Paip-paip tersebut disemprit panas sebelum mereka melalui beberapa langkah rawatan permukaan untuk memperbaiki kemas permukaan. Walaubagaimanapun, mereka melihat bahawa retakan kadangkala terjadi pada permukaan paip selepas rawatan permukaan tersebut. Mungkinkah rawatan permukaan menjadi sebab kepada retakan tersebut? Sekiranya tidak, terangkan bagaimana retakan boleh terjadi dan cadangkan beberapa cara pembedulan.

(30 marks/markah)

APPENDIX 1

LAMPIRAN 1



Component 1 – Aluminum 6063 LED radiator, complex shape, small size.

Komponen 1 – aluminum 6063 radiator LED, bentuk kompleks dan bersaiz kecil.



Component 2 – stainless steel small fitting component.

Komponen 2 – komponen pengetat bersaiz kecil keluli tahan karat.



Component 3 – cast iron cylinder head for automotive engine, medium size.

Komponen 3 – kepala silinder untuk enjin automotif, bentuk kompleks dan saiz sederhana.