
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

KSCP Examination
Academic Session 2008/2009

Jun 2009

EBB 440/4 – Applied Metallurgy
[Metalurgi Gunaan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

This paper contains **THREE** questions from PART A and **THREE** questions from PART B.

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

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

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] In casting experiments performed using a certain alloy and type of mold, it took 155 sec for a cube-shaped casting to solidify. The cube was 50 mm on a side.
- (i) Determine the value of the mold constant C_m in Chvorinov's rule.
 - (ii) If the same alloy and mold type were used, find the total solidification time for a cylindrical casting in which the diameter is 30 mm and length is 50 mm.

Dalam satu eksperimen tuangan yang dilakukan menggunakan satu aloi dan jenis acuan tertentu, ia mengambil masa 155 saat untuk satu tuangan berbentuk kubik untuk memejal. Kubik mempunyai dimensi 50 mm setiap sisi.

- (i) Tentukan nilai pemalar acuan C_m dalam Hukum Chvorinov.*
- (ii) Sekiranya aloi dan jenis acuan yang sama digunakan, tentukan jumlah masa pemejalan bagi satu tuangan silinder dengan diameter 30 mm dan panjang 50 mm.*

(30 marks/markah)

[b] Discuss the advantages and disadvantages for the following processes from all aspects (including cost, product suitability, ease of production, etc):

- (i) Powder metallurgy
- (ii) Sand casting
- (iii) Permanent mold casting

Discuss also suitability of the above processes to produce engine blocks, gear, and turbine engine component.

Bincangkan kelebihan dan kekurangan bagi proses-proses berikut dari pelbagai segi (termasuk kos, kesesuaian untuk produk, kemudah-hasilan dan sebagainya):

- (i) Metalurgi serbuk*
- (ii) Kaedah tuangan pasir*
- (iii) Kaedah tuangan acuan kekal*

Bincangkan juga kesesuaian proses-proses di atas untuk menghasilkan blok enjin, gear dan komponen enjin turbin.

(30 marks/markah)

- [c] A 40 mm thick plate is to be reduced to 30 mm in one pass in a rolling operation. Entrance speed = 16 m/min. Roll radius = 300 mm, and rotational speed = 18.5 rev/min. The work material has a strength coefficient = 600 MPa and a strain hardening exponent = 0.22. Determine:
- (i) The minimum required coefficient of friction that would make this rolling operation possible.
 - (ii) Exit velocity under the assumption that the plate widens by 2% during the operation.
 - (iii) Forward slip.
 - (iv) Rolling force required.
 - (v) Power required for this operation.

Satu plat berketebalan 40 mm akan dikurangkan kepada 30 mm dalam sekali laluan operasi penggelekan. Halaju masukan = 16 m/min. Radius roda penggelek = 300 mm dan halaju putaran = 18.5 rev/min. Benda kerja mempunyai koefisien kekuatan = 600 MPa dan eksponen pengerasan terikan = 0.22. Tentukan:

- (i) Koefisien geseran minimum yang diperlukan supaya operasi penggelekan ini dapat dijalankan.*
- (ii) Halaju keluar dengan andaian lebar plat bertambah sebanyak 2% sewaktu operasi.*
- (iii) Gelincir hadapan.*
- (iv) Daya gelek yang diperlukan.*
- (v) Kuasa yang diperlukan untuk operasi ini.*

(40 marks/markah)

2. [a] Wire is drawn through a draw die with entrance angle = 15° . Starting diameter is 2.5 mm and final diameter = 2.0 mm. The coefficient of friction at the work-die interface = 0.07. The metal has a strength coefficient $K = 205$ MPa and a strain hardening exponent $n = 0.20$. Determine draw stress and draw force in this operation.

Satu wayar ditarik melalui satu dai dengan sudut masukan = 15° . Diameter mula adalah 2.5 mm dan diameter akhir = 2.0 mm. Koefisien geseran pada antaramuka kerja-dai = 0.07. Bahan logam mempunyai koefisien kekuatan $K = 205$ MPa dan eksponen pengerasan terikan $n = 0.20$. Tentukan tegasan tarikan dan daya tarikan bagi operasi ini.

(40 marks/markah)

- [b] Explain the advantages and disadvantages for cold and hot work processes in steel making operation. Your explanation has to include economical aspect, mechanical properties of product, microstructure, and other aspects that you think is related.

Terangkan kelebihan dan kekurangan proses kerja sejuk dan kerja panas di dalam operasi pembuatan keluli. Penerangan anda perlu merangkumi aspek ekonomi, sifat mekanikal hasilan, mikrostruktur, dan lain-lain aspek yang anda rasakan berkaitan.

(40 marks/markah)

- [c] With simple examples, explain how you can differentiate products made by the different processes, i.e casting, powder metallurgy, forging, machining, etc. Do all the processes have their specific features that are unique to only that process?

Dengan contoh-contoh yang mudah, terangkan secara ringkas bagaimana anda dapat membezakan produk yang dibuat oleh proses-proses yang berbeza, iaitu tuangan, metalurgi serbuk, tempaan, pemesinan, dan sebagainya. Adakah semua proses-proses tersebut mempunyai ciri-ciri spesifik yang unik kepada proses tersebut?

(20 marks/markah)

3. [a] From the following design features, which one is difficult or impossible to produce by conventional powder metallurgy, i.e compaction and sintering:
- (i) Side holes
 - (ii) Threaded holes
 - (iii) Rounded corners on the outside
 - (iv) Vertical stepped holes
 - (v) Vertical wall with thickness 3 mm

Explain also why the said feature cannot be made.

Di antara ciri rekabentuk berikut, yang manakah sukar atau mustahil untuk dihasilkan dengan proses metalurgi serbuk konvensional, i.e pepadatan dan persinteran:

- (i) *Lubang sisi*
- (ii) *Lubang dengan ulir*
- (iii) *Sudut tepi membulat pada luaran komponen*
- (iv) *Lubang bertangga menegak*
- (v) *Dinding menegak dengan ketebalan 3 mm*

Terangkan juga mengapa ciri tersebut tidak boleh dilakukan.

(40 marks/markah)

- [b] Discuss the following:
- (i) Will the force in direct extrusion process vary as the billet gets shorter and shorter? If so, why? How does the force different from the force in an indirect extrusion?
 - (ii) What properties determine the quality of a sand mold for sand casting?
 - (iii) What are the important features one would have to consider when choosing the suitable sand for the mold?

Bincangkan yang berikut:

- (i) *Adakah daya dalam proses pengekstrudan terus akan berubah apabila bilet menjadi semakin pendek? Sekiranya ya, mengapa? Bagaimanakah daya ini berbeza dengan daya bagi proses pengekstrudan tidak terus?*
- (ii) *Apakah sifat-sifat yang menentukan kualiti acuan pasir untuk tuangan pasir?*
- (iii) *Apakah ciri-ciri penting yang perlu dipertimbangkan apabila memilih pasir yang sesuai untuk acuan tersebut?*

(60 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

4. [a] Reasons why workparts must be cleaned include which of the following (more than one)?
- (i) for better appearance
 - (ii) to enhance mechanical properties of the surface
 - (iii) to improve hygiene conditions for worker
 - (iv) to prepare the surface for subsequent processing or
 - (v) to remove contaminant that might chemically attack the surface.

Apakah di antara yang berikut (lebih dari satu) adalah sebab-sebab mengapa bahagian kerja mesti dibersihkan?

- (i) untuk kelihatan lebih baik*
- (ii) untuk meningkatkan sifat-sifat mekanik*
- (iii) untuk menambahbaik keadaan kebersihan untuk pekerja*
- (iv) untuk menyediakan permukaan untuk pemprosesan berikutnya atau*
- (v) untuk menghilangkan bahan cemar yang mungkin akan menyebabkan serangan kimia ke atas permukaan.*

(30 marks/markah)

- [b] What is meant by the term mass finishing? Describe any cleaning methods.

Apakah yang dimaksudkan dengan istilah kemas massa? Perihalkan sebarang dua jenis kaedah pembersihan mekanik.

(40 marks/markah)

- [c] In addition to surface cleaning, what is the main function performed by shot peening.

Sebagai tambahan kepada pembersihan permukaan, apakah fungsi utama yang dilakukan oleh pempinan das.

(30 marks/markah)

5. [a] What is a conversion coating? Give some examples.

Apakah yang dimaksudkan dengan salutan penukaran? Berikan beberapa contoh.

(30 marks/markah)

- [b] How does anodizing differ from other conversion coating. Explain.

Bagaimanakah penganodan berbeza dengan salutan penukaran yang lain. Jelaskan.

(30 marks/markah)

- [c] What is meant by the term cathode efficiency in electroplating? A steel part with surface area $A = 125 \text{ cm}^2$ is to be nickel plated. What average plating thickness will result if 12 amps are applied for 15 min in an acid sulphate electrolyte bath. Given the cathode efficiency for nickel is 95%, and the plating constant $C = 3.42 \times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{amps}$.

Apakah yang dimaksudkan dengan istilah kecekapan katod dalam penyaduran elektrik? Suatu bahagian keluli dengan luas permukaan $A = 125 \text{ cm}^2$ akan dilakukan saduran nikel. Berapakah ketebalan purata saduran akan terhasil jika 12 amp dikenakan untuk masa 15 min di dalam larutan elektrolit asid sulfat. Diberikan kecekapan katod 95%, dan konstant saduran $C = 3.42 \times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{amp}$.

(40 marks/markah)

... 10/-

6. [a] What are the advantages and disadvantages of welding compared to other types of assembly operations?

Apakah kelebihan dan kekurangan kimpalan berbanding dengan lain-lain jenis operasi pemasangan?

(30 marks/markah)

- [b] For metallurgical reasons, it is desirable to melt the weld metal with minimum energy input. Which one of the following heat sources is most consistent with this objective?

- (i) high power
- (ii) high-power density
- (iii) low power or
- (iv) low-power density

Atas sebab metalurgi, adalah diingini untuk melebur logam kimpal dengan input tenaga yang minimum. Sumber tenaga berikut yang manakah memenuhi objektif input tenaga minimum?

- (i) kuasa tinggi
- (ii) ketumpatan kuasa tinggi
- (iii) kuasa rendah
- (iv) ketumpatan kuasa rendah

(30 marks/markah)

- [c] A heat source can transfer 3000 J sec^{-1} to a metal part surface. The heated area is circular and the heat intensity decreases as the radius increase, as follow: 60% of the heat is concentrated in a circular area that is 3 mm in diameter. Is the resulting power density enough to melt metal?

Suatu sumber haba boleh memindahkan 3000 J sec^{-1} ke suatu permukaan bahagian logam. Kawasan yang dipanaskan berbentuk bulatan dan keamatan haba berkurangan dengan peningkatan jejari, dan adalah seperti berikut: 60% haba tertumpu di dalam luas bulatan berdiameter 3 mm. Adakah ketumpatan kuasa terhasil mencukupi untuk melebur logam?

(40 marks/markah)