

SULIT



First Semester Examination
2024/2025 Academic Session

February 2025

EBB 440 – Metal Processing and Surface Engineering
[Pemprosesan Logam dan Kejuruteraan Permukaan]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

Please check that this examination paper consists of TWELVE (12) pages of printed material before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS (12) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini].

Instructions : Answer **FOUR (4)** questions. **Part A is COMPULSORY**. Answer **ONE (1)** question from PART B. All questions carry the same marks.

[Arahan : Jawab **EMPAT (4)** soalan. **Bahagian A WAJIB dijawab**. Jawab **SATU (1)** soalan dari BAHAGIAN B. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai].

...2/-

SULIT

PART A / BAHAGIAN A

- (1). (a). Annealing is commonly applied to cold-worked metal to re-gain some amount of ductility and enable further deformation without fracturing the metal. The annealing parameters such as the temperature, heating rate and soaking time depend on the degree of cold work, the component shape and size, and the workpiece itself.

Penyepuhlindapan sering digunakan kepada logam terkerja sejuk untuk mendapatkan kembali sebahagian kemuluran dan membolehkan ubahbentuk seterusnya dapat dilakukan tanpa mematahkan logam. Parameter penyepuhlindapan seperti suhu, kadar pemanasan dan masa rendaman bergantung kepada darjah kerja sejuk, bentuk dan saiz komponen, dan bendakerja itu sendiri.

- (i) Elaborate on how temperature, heating rate and soaking time are decided on, based on the given factors.

Perincikan bagaimana suhu, kadar pemanasan dan masa rendaman dipilih, berdasarkan faktor-faktor disebutkan.

- (ii) There are 3 different annealing process ; full anneal, process anneal and stress relief anneal. Explain how you decide which annealing process to be used, and how you select at which location within the sequence of metal working processes to carry out the said annealing.

Terdapat 3 jenis proses penyepuhlindapan; penyepuhlindapan penuh, penyepuhlindapan proses, dan penyepuhlindapan melepaskan tegasan. Terangkan bagaimana anda menentukan jenis proses penyepuhlindapan yang hendak dilakukan, dan bagaimana anda memilih pada lokasi manakah di dalam urutan proses-proses kerja logam untuk melakukan penyepuhlindapan yang disebutkan.

(10 marks/markah)

...3/-

- (b). Long and thin or flat products often are plagued by misrun and cold shut defects, or warping (see figure 1). Given the freedom to change dimension, it is easier to simply increase the thickness for defects free casting. But you would have to machine the parts to get the correct thickness, and this will delay production.

Assuming that you did not change the dimension, suggest what could be the cause(s) of these defects and how to eliminate them.

Produk-produk panjang dan nipis atau rata sering mengalami masalah kecacatan misrun dan cold shut, atau meleding (rujuk Rajah 1). Jika diberi kebebasan untuk menukar dimensi, adalah lebih mudah untuk menaikkan ketebalan supaya tuangan bebas kecacatan tersebut. Namun komponen perlu dimesin untuk mendapatkan ketebalan sebenar, dan ini akan meningkatkan masa pengeluaran.

Andaikan anda tidak menukar dimensinya, cadangkan apakah yang menjadi penyebab kecacatan-kecacatan ini dan bagaimana mengatasinya.

(10 marks/markah)



Figure/Rajah 1 : examples of cold shut, misrun and warping in thin casting /contoh tuangan nipis dengan cold shut, misrun dan meleding

- (c). The Chvorinov's rule is used to calculate total solidification time (TST), significant as it is used to prevent hot tear in casting (both expendable and permanent casting) and also in designing the dimension of riser for the casting. Explain how TST is significant for both cases, i.e prevent hot tear and design of riser.

Aturan Chvorinov's digunakan mengira masa pemejalan penuh atau TST, penting kerana ia digunakan untuk mengelakkan koyakan panas dalam tuangan (kedua-dua tuangan kekal dan boleh pecah) dan juga dalam rekabentuk dimensi riser untuk tuangan tersebut. Terangkan bagaimana TST ini penting untuk kedua-dua kes, i.e mengelakkan koyakan panas dan rekabentuk riser.

(5 marks/markah)

- (2). (a). A company needs to manufacture a highly complex titanium part with minimal material wastage. Would you recommend powder metallurgy or additive manufacturing? Justify your recommendation with technical reasoning.

Sebuah syarikat perlu mengeluarkan bahagian titanium yang sangat kompleks dengan pembaziran bahan yang minimum. Adakah anda akan mencadangkan penggunaan serbuk metalurgi atau pembuatan aditif? Berikan justifikasi anda dengan alasan teknikal.

(15 marks/markah)

- (b). A manufacturing company is facing tearing defects in a sheet metal component after drawing operation. Suggest the possible causes of this defect and strategies to mitigate it.

Sebuah syarikat pembuatan menghadapi kecacatan koyakan dalam komponen logam kepingan selepas operasi drawing. Cadangkan kemungkinan punca kecacatan ini dan strategi untuk mengatasinya.

(10 marks/markah)

...5/-

- (3). (a). Explain the different between hot dip galvanizing and electro galvanizing in term of process and microstructure of coating form.

Jelaskan perbezaan antara galvanisasi celupan panas dan galvanisasi elektro dari segi proses dan mikrostruktur lapisan yang terbentuk.

(5 marks/markah)

- (b). A manufacturing company specializes in producing steel components for outdoor infrastructure. To improve corrosion resistance, the company adopts hot-dip galvanizing (HDGI) as its primary surface treatment method. However, the company encounters challenges such as uneven zinc coating, spangle size variations, and white rust formation during storage and transportation. They are also exploring ways to optimize the process to reduce energy consumption and environmental impact.

Sebuah syarikat pembuatan yang mengkhususkan dalam penghasilan komponen keluli untuk infrastruktur luaran menggunakan kaedah pencelupan panas galvanisasi (HDGI) sebagai kaedah utama rawatan permukaan untuk meningkatkan ketahanan terhadap kakisan. Namun, syarikat tersebut menghadapi cabaran seperti salutan zink yang tidak sekata, perbezaan saiz "spangle", dan pembentukan karat putih semasa penyimpanan dan pengangkutan. Selain itu, mereka juga sedang mencari cara untuk mengoptimumkan proses tersebut bagi mengurangkan penggunaan tenaga dan impak terhadap alam sekitar.

- (i). Describe the principle of the hot-dip galvanizing process and the steps involved in achieving a uniform zinc coating on steel components.

Jelaskan prinsip proses galvanisasi celupan panas dan langkah-langkah yang terlibat untuk mencapai salutan zink yang seragam pada komponen keluli.

(6 marks/markah)

...6/-

- (ii). Depict the factors that lead to the formation of white rust and outline measures to prevent it during storage and transportation.

Terangkan faktor-faktor yang menyebabkan pembentukan karat putih dan huraikan langkah-langkah untuk mencegahnya semasa penyimpanan dan pengangkutan.

(7 marks/markah)

- (iii). Propose alternative materials or innovations to make the hot-dip galvanizing process more environmentally friendly while maintaining corrosion resistance.

Cadangkan bahan alternatif atau inovasi untuk menjadikan proses galvanisasi celupan panas lebih mesra alam sambil mengekalkan ketahanan terhadap kakisan.

(7 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

- (4). (a). Spring steel is a name given to a wide range of steels used in the manufacture of springs, prominently in automotive and industrial suspension applications. High carbon of HC82BCr grade steel is drawn in the range of 4.0–3.0 mm as per customer's requirement for production of spring mainly in automobile components. This spring steel grade is produced from continuous cast billet of size 150 mm × 150 mm and then hot rolled into 5.5 mm diameter wire rod. Quality aspects of these spring are significant as any inherent abnormality in the material could lead to unwanted productivity losses or quality claims or sometimes serious safety issues. In this study, detailed microstructure investigation revealed that the root cause of breakage of the spring is related to segregation of phosphorous and chromium in the billet which leads to the formation of martensite during rolling process (see Figure 2). Formation of martensite increases the stress level at the interface of pearlite and martensite. During wire drawing, this increased stress level causes formation of internal crack in subsequent passes causing breakage during spring formation.

Keluli spring merupakan nama yang diberikan kepada sekumpulan keluli yang digunakan dalam pembuatan spring, terutamanya di dalam aplikasi otomotif dan suspensi industri. Keluli gred HC82BCr karbon tinggi di tarik kepada julat 4.0 – 3.00 mm seperti keperluan pelanggan untuk pengeluaran spring untuk komponen otomobil. Gred keluli spring ini dihasilkan daripada billet tuangan berterusan dengan saiz 150 mm x 150 mm dan kemudiannya di gelek panas menjadi wayar rod berdiameter 5.5 mm. Aspek kualiti spring tersebut adalah sangat penting kerana sebarang keabnormalan yang wujud di dalam bahan boleh menjurus kepada kehilangan produktiviti yang tidak diingini atau tuntutan kualiti atau kadangkala isu keselamatan yang serius. Di dalam kajian ini, penyiasatan mikrostruktur terperinci menunjukkan punca penyebab kepatahan spring berkait dengan pengasingan fosforus

...8/-

dan kromium di dalam bilet yang mana menyebabkan pembentukan martensit sewaktu proses gelean (lihat Rajah 2). Pembentukan martensit ini meningkatkan tahap tegasan pada antaramuka pearlit dan martensit. Sewaktu penarikan wayar, tahap tegasan tinggi ini menyebabkan pembentukan retakan dalaman ketika penarikan seterusnya menyebabkan patah sewaktu segelung dibentuk.

- (i) Consider the above summary and justify how the formation of martensite increases the stress level within the rod during rolling.

Pertimbangkan ringkasan di atas dan berikan wajaran bagaimana pembentukan martensit meningkatkan tahap tegasan di dalam rod sewaktu gelean.

- (ii). Presence of martensite especially on the surface of rod could also lead to wire breakage during drawing. Explain why it happens.

Kehadiran martensit terutamanya pada permukaan rod juga boleh membawa kepada pemutusan wayar sewaktu penarikan. Terangkan mengapa ia berlaku.

(15 marks/markah)

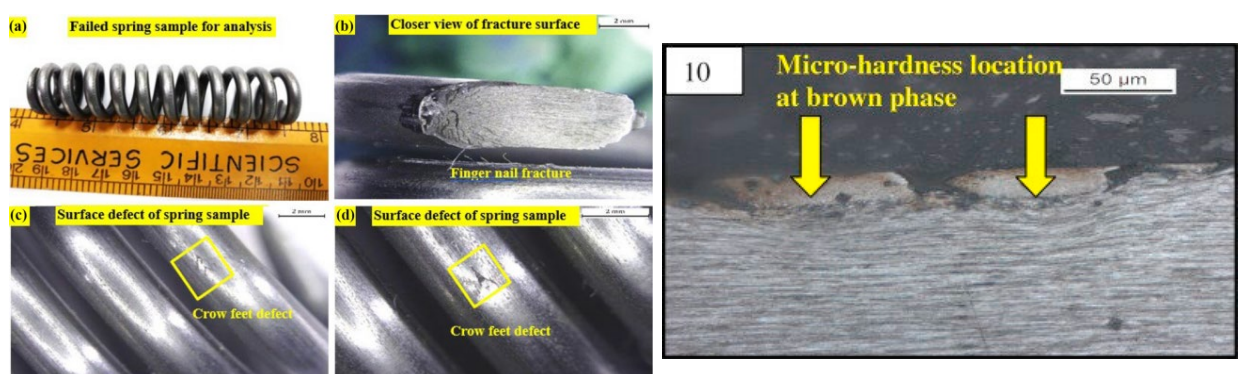


Figure 2 / Rajah 2 : Left – failed spring sample, right – presence of martensite on surface of wire / kiri – sampel segelung yang gagal, kanan – kehadiran martensit pada permukaan wayar

- (b). (i). Figure 3 illustrates porosities found in casting. Explain whether the two figures are from the same type of porosity or of different types, and why the defects occur. Explain also what can be done to avoid such defects.

Rajah 3 menunjukkan keliangan yang dijumpai di dalam tuangan. Terangkan sama ada ke dua-dua gambar adalah daripada jenis liang yang sama atau jenis liang yang berbeza, dan jelaskan mengapakah kecacatan-kecacatan tersebut berlaku.

- (ii). In relation to (i), explain why shrinkage occurs in metal casting and why the percentage of shrinkage is dependent on the metal to be casted.

Berkaitan dengan (i), terangkan mengapakah pengecutan berlaku dalam tuangan logam dan mengapa peratus pengecutan bergantung kepada logam yang ingin dituang.

(10 marks/markah)

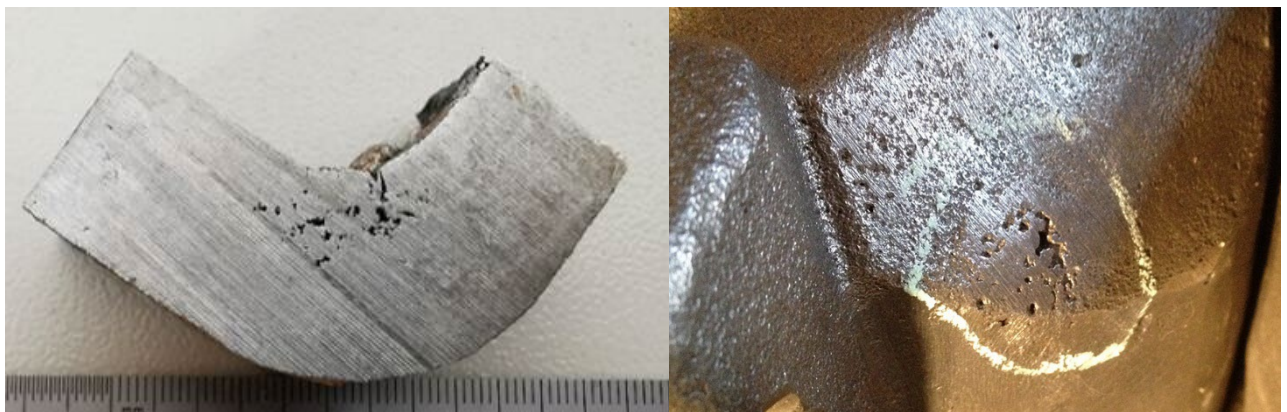


Figure / *Rajah 3 : Porosity found in casting / Kecacatan liang yang dijumpai dalam tuangan*

- (5). (a). Discuss the challenges associated with metal-filled polymers in additive manufacturing, including issues related to material compatibility, processing parameters, and part quality. Suggest possible solutions to overcome these challenges.

Bincangkan cabaran yang berkaitan dengan penggunaan polimer berisi logam dalam pembuatan aditif, termasuk isu berkaitan dengan keserasian bahan, parameter pemprosesan, dan kualiti bahagian yang dihasilkan. Cadangkan penyelesaian yang mungkin untuk mengatasi cabaran ini.

(15 marks/markah)

- (b). (i). Explain the concept of forming limit diagrams (FLDs) as a tool to assess formability.

Terangkan konsep diagram had bentuk (Forming Limit Diagrams, FLDs) sebagai alat untuk menilai kebolehdapatan bentuk.

(5 marks/markah)

- (ii). Compare formability of aluminum and low carbon steel by referring to Figure 4.

Bandingkan kebolehbentukan aluminum dan keluli karbon rendah dengan merujuk Rajah 4.

(5 marks/markah)

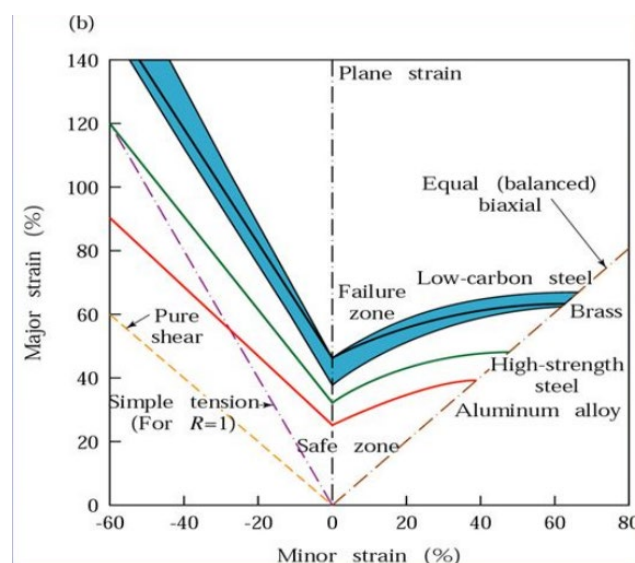


Figure 4 / Rajah 4 : Forming limit diagram / Diagram had bentuk

- (6). (a). Define inclusion and explain the various types of inclusions that can occur in welding.

Beri definisi rangkuman dan jelaskan pelbagai jenis rangkuman yang boleh berlaku dalam proses kimpalan.

(5 marks/markah)

- (b). A chemical processing plant employed a fabrication company to build a large stainless steel storage tank for handling corrosive liquids. Due to the requirement for high-quality, corrosion-resistant welds, Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) was chosen for welding the tank. However, within two months of commissioning, leaks developed along the weld seams, particularly in high-stress areas near the tank's base. Inspection revealed localized pitting corrosion along the weld seams, with fine cracks propagating from these areas into the base metal, causing the structural failure.

Sebuah kilang pemprosesan kimia telah mengupah sebuah syarikat fabrikasi untuk membina tangki simpanan keluli tahan karat bersaiz besar untuk mengendalikan cecair yang bersifat menghakis. Oleh kerana keperluan untuk kimpalan berkualiti tinggi dan tahan kakisan, proses Kimpalan Arka Tungsten Gas (GTAW) telah dipilih untuk mengimpal tangki tersebut. Walau bagaimanapun, dalam tempoh dua bulan selepas tangki mula beroperasi, kebocoran telah berlaku di sepanjang kelim kimpalan, terutamanya di kawasan tekanan tinggi berhampiran dasar tangki. Pemeriksaan mendapati kakisan berbentuk lubang kecil pada kelim kimpalan, dan rekahan halus merebak dari kawasan tersebut ke dalam logam asas, menyebabkan kegagalan struktur.

- (i). Discuss the reasons for selecting Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) for fabricating the stainless steel storage tank and explain how this welding process achieves high-quality and corrosion-resistant joints.

...12/-

Bincangkan sebab-sebab pemilihan proses Kimpalan Arka Tungsten Gas (GTAW) untuk fabrikasi tangki simpanan keluli tahan karat dan terangkan bagaimana proses kimpalan ini menghasilkan sambungan berkualiti tinggi serta tahan kakisan.

(6 marks/markah)

- (ii). Analyze the possible reasons for leaks occurring along the weld seams of the stainless steel storage tank, especially in high-stress areas near the base. Discuss the role of pitting corrosion and crack propagation in contributing to the structural failure.

Analisis kemungkinan punca-punca kebocoran yang berlaku pada kelim kimpalan tangki simpanan keluli tahan karat, terutamanya di kawasan tekanan tinggi berhampiran dasar tangki. Bincangkan peranan kakisan berbentuk lubang kecil dan penyebaran rekahan dalam menyumbang kepada kegagalan struktur

(7 marks/markah)

- (iii). Propose preventive measures and corrective actions that could have been taken during the fabrication and commissioning of the tank to avoid structural failure.

Cadangkan langkah pencegahan dan tindakan pembetulan yang boleh diambil semasa proses fabrikasi dan pentauliahan tangki untuk mengelakkan kegagalan struktur.

(7 marks/markah)

-oooOooo-