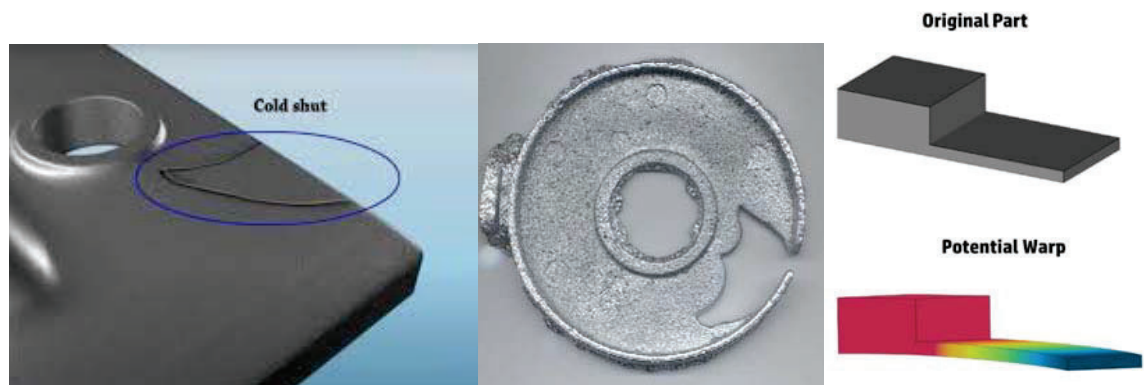


**PART A / BAHAGIAN A**

- (1). (a). 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. Suggest what could be the cause(s) of these defects and how to eliminate them.

*Produk Panjang dan nipis atau rata sering didapati mempunyai kecacatan 'misrun' dan 'cold shut', atau meleding (lihat Rajah 1). Jika diberi kebebasan untuk menukar saiz, adalah lebih mudah untuk hanya meningkatkan ketebalan bagi tuangan tanpa kecacatan. Tetapi anda akan perlu mem mesin komponen tersebut untuk mendapatkan ketebalan yang betul, dan ini akan menanggungkan pengeluaran. Cadangkan apakah yang menyebabkan kecacatan-kecacatan tersebut, dan bagaimana untuk mengelakkan kecacatan itu.*

(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

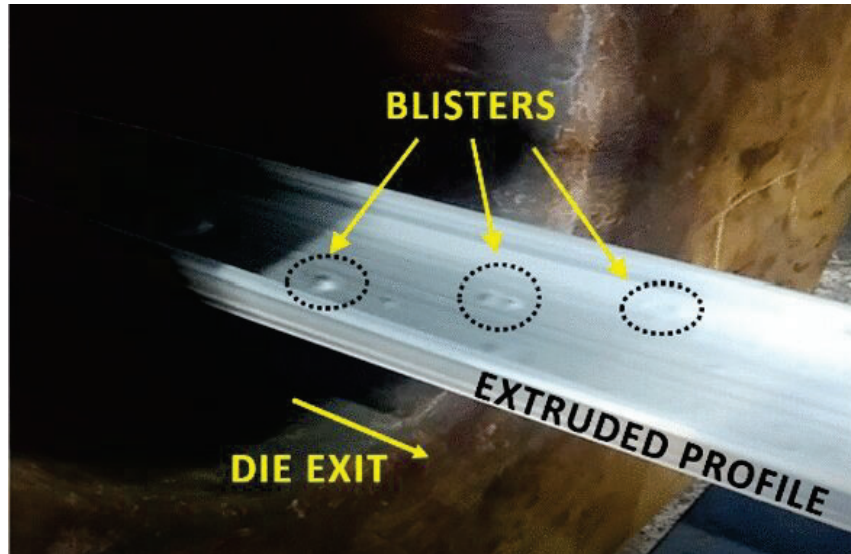
...3/-

- (b). A cold extrusion of aluminium billets for making C-profile channels for ladder applications was found to have blisters. The as-cast billets upon extrusion resulted in the formation of blisters on the inner surface of the channels. Blisters were found at the beginning and end of the extruded part. Initially, microstructure studies of the blister reveal the presence of a high amount of carbonaceous material, which is attributed to the lubricant used during the process. The confirmation test of repeating extrusion without lubrication revealed that blisters were forming even in absence of lubrication. The engineers made some enquiries and learnt that blisters are not as common in hot extrusion. Discuss the possible causes and suggest a plausible method to avoid blister defect in cold extrusion process.

*Satu penyempritan sejuk bilet aluminium untuk membuat saluran profil-C untuk kegunaan tangga dilihat mempunyai kecacatan melepuh. Bilet tuangan yang kemudiannya disemperit mengalami kecacatan melepuh pada permukaan dalaman saluran. Melepuh dijumpai pada kawasan mula dan hujung akhir bahagian disemperit. Pada mulanya, kajian mikrostruktur mendapati wujud bahan berkarbon, yang disebabkan oleh bahan pelincir yang digunakan sewaktu proses penyempritan. Ujian pengesahan dengan mengulang proses penyempritan tanpa bahan pelincir telah menunjukkan bahawa melepuh tetap terjadi walaupun tanpa bahan pelincir. Para jurutera terlibat telah membuat sedikit kajian dan menemui bahawa kecacatan melepuh jarang terjadi di dalam proses penyemperitan panas. Bincangkan beberapa kemungkinan punca dan cadangkan satu kaedah yang mungkin untuk mengatasi kecacatan melepuh di dalam proses penyemperitan sejuk.*

(10 marks/markah)

...4/-



Figure/Rajah 2 Blisters defect in Aluminum extrusion / kecacatan melepuh pada penyempitan aluminium

- (c). Both casting and metal deformation have their own advantages and disadvantages. Casting usually has bigger freedom of shape and size, but usually prone to defects such as porosity, segregation, and cracks. On the other hand, metal deformation has a higher production rate and can be automated, while giving high mechanical properties to the product. Discuss how you would do selection of process i.e what factors to consider, limitations that needed attention, and feasibility of process in terms of early investment and cost of manufacturing.

*Proses tuangan dan ubah bentuk logam setiap satunya mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Tuangan selalunya mempunyai kebebasan lebih tinggi dalam bentuk dan saiz, tetapi biasanya lebih cenderung mempunyai kecacatan seperti keliangan, pengasingan elemen, dan retakan. Manakala ubah bentuk logam pula mempunyai kadar pembuatan lebih tinggi dan boleh diautomasikan, serta mampu memberikan sifat-sifat*

...5/-

- 5 -

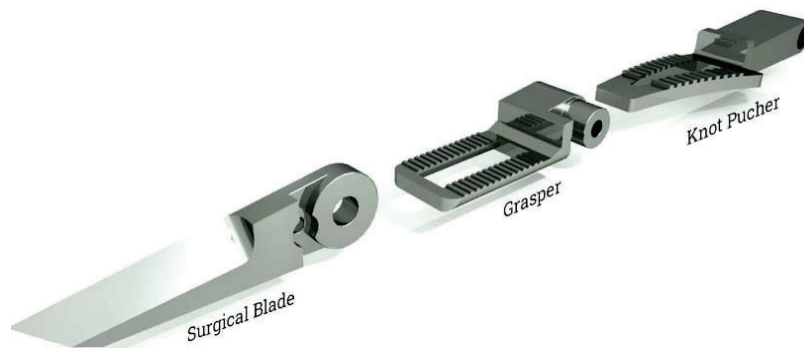
*mekanikal lebih baik kepada produk. Bincangkan bagaimana anda mahu melakukan pemilihan proses, i.e apakah faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan, had pemprosesan yang perlu dititikberatkan, dan kebolehlaksanaan proses daripada sudut pelaburan awal dan kos pembuatan.*

(5 marks/markah)

- (2). (a). Propose process and its general overview to manufacture medical surgical tools shown in Figure 3. Justify your answer from various aspects including quality, cost-effectiveness and sustainability.

*Cadangkan proses dan gambaran umum untuk pembuatan alat pemotong perubatan seperti dalam Rajah 3. Beri justifikasi dari pelbagai aspek termasuklah kualiti, keberkesanan-kos dan kelestarian.*

(15 marks/markah)



#

Figure 3 / Rajah 3

...6/-

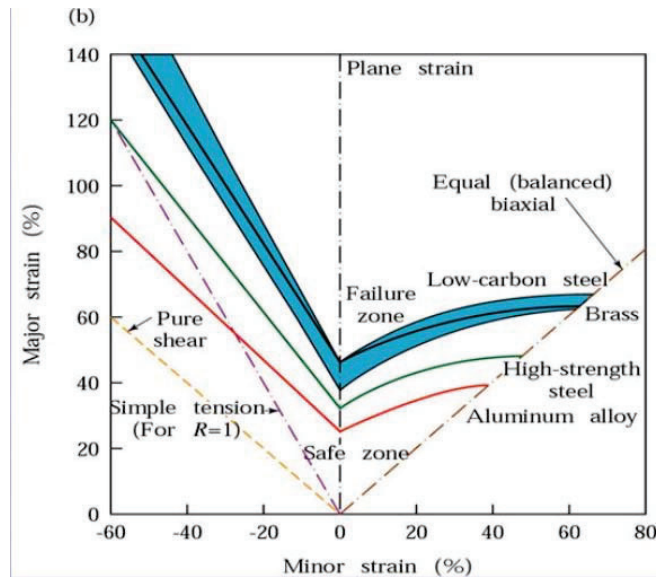


Figure 4 / Rajah 4

- (b). (i). Explain the usefulness of diagram in Figure 4.

*Terangkan kegunaan gambarajah dalam Rajah 4.*

(6 marks/markah)

- (ii). An Erichson test is done on 5183-T6 aluminum alloy of 5mm thickness and causing stretching of the grid circles into ellipses. Measurement in major and minor axes of an ellipse shows major and minor strains of plus 40% and plus 20%, respectively. Predict the possibility of forming crack. Justify your answer.

*Satu ujian Erichson dijalankan terhadap aloi aluminium 5183-T6 dengan ketebalan 5 mm dan menyebabkan grid bulat mengembang menjadi bujur. Pengukuran paksi utama dan minor sebuah bulatan yang membujur menghasilkan terikan utama dan minor yang setiap satunya bernilai positif 40% dan positif 20%. Cadangkan kemungkinan berlakunya retak. Justifikasikan jawapan anda.*

(2 marks/markah)

...7/-

- (iii). If aluminum alloy is replaced with low-carbon steel and the test is repeated with the same amount of major and minor strains, propose if crack would happen ? Give justification.

*Sekiranya aloi aluminium diganti dengan keluli karbon rendah dan ujian diulangi dengan terikan utama dan minor yang sama, cadangkan berserta justifikasi adakah akan berlaku retak.*

(2 marks/markah)

- (3). (a). In a precision CNC turning operation, a manufacturer encounters challenges related to heat generation and plastic deformation during the machining process. The material being machined is a high-strength alloy commonly used in aerospace components. The CNC turning process involves high cutting speeds and feeds to achieve the desired precision, cause high temperatures at the cutting tool-workpiece interface.

*Dalam operasi CNC pusing yang tepat, pengeluar menghadapi cabaran berkaitan dengan penghasilan haba dan ubahbentuk plastik semasa proses pemesinan. Bahan yang diproses adalah aloi kekuatan tinggi yang biasa digunakan dalam komponen aeroangkasa. Proses CNC pusing melibatkan kelajuan dan suapan pemotongan untuk mencapai ketepatan yang diinginkan, menyebabkan peningkatan suhu di antara alat pemotong dan bahan kerja.*

- (i). Explain the mechanisms of heat generation during the CNC turning process and discuss how cutting speed, feed rate, and depth of cut influence the heat generation in machining this high-strength alloy.

...8/-

*Terangkan mekanisme penghasilan haba semasa proses CNC pusing dan bincangkan bagaimana kelajuan pemotongan, kadar suapan, dan kedalaman pemotongan mempengaruhi penghasilan haba dalam pemesinan aloi kekuatan tinggi ini.*

(4 marks/markah)

- (ii). Discuss why controlling heat and plastic deformation in machining is crucial in the aerospace industry and describe any advancements or technologies that have been developed to address challenges in the field of CNC.

*Bincangkan mengapa kawalan haba dan ubahbentuk plastik semasa pemesinan adalah penting dalam industri aeroangkasa dan huraikan sebarang kemajuan atau teknologi yang telah dibangunkan untuk mengatasi cabaran dalam bidang CNC.*

(4 marks/markah)

- (b). A contractor has installed aluminium sliding door with steel nails on the new house project at Taman Ilmu, Nibong Tebal. Explain the outcome of this fastener selection after one year of exposure to air and recommend a better alternative.

*Seorang kontraktor telah memasang pintu geser aluminium dengan paku keluli di projek rumah baru di Taman Ilmu, Nibong Tebal. Terangkan hasil pemilihan penyambung ini selepas satu tahun terdedah kepada udara dan syorkan alternatif yang lebih baik.*

(3 marks/markah)

- (c). Hot-dip galvanization is a widely employed method to protect structural steel from corrosive environment. In a recent construction project, a steel frame platform structure with dimension of 3 m x 7 m underwent galvanization after welding fabrication. This framework comprises 350W and 300W plain carbon steel and underwent welding processes – arc welding for the flanges and flux core arc welding for the beams. Due to their dimensions, the platforms experienced a double immersion in the galvanizing process, where one half of the structure was submerged in molten zinc, while the other half was exposed to ambient air. This procedure was repeated for the remaining side. Following the completion of the galvanization process, a significant number of substantial cracks were identified in the welded joints. Examine and discuss the potential causes of the cracks that formed at these welded joints.

*Penggalvanian celup panas adalah satu prosedur yang kerap digunakan untuk melindungi struktur keluli daripada kakisan persekitaran. Dalam projek pembinaan, struktur pelantar rangka keluli dengan dimensi 3 m x 7 m telah digalvani selepas fabrikasi kimpalan. Struktur ini terdiri daripada keluli karbon biasa 350W dan 300W dan dikimpal menggunakan kimpalan arka pada bibir dan proses kimpalan fluks teras pada rasuk. Oleh kerana saiz yang besar, platform menjalani proses dual celupan galvani, bermakna separuh struktur adalah tenggelam dalam leburan mandi zink manakala separuh yang lain terdedah kepada udara persekitaran. Proses ini diulang bagi bahagian selebihnya. Selepas selesai proses galvanizi, retak yang besar banyak ditemui pada sambungan yang dikimpal. Periksa and bincangkan punca-punca potensi retakan yang terbentuk di sambungan yang dikimpal.*

(10 marks/markah)

...10/-



- (d). Explain various cleaning methods of metal cleaning for industrial applications and their effectiveness in maintaining metal surfaces.

*Terangkan pelbagai kaedah pembersihan logam untuk aplikasi industri dan keberkesanannya dalam mengekalkan permukaan logam.*

(4 marks/markah)

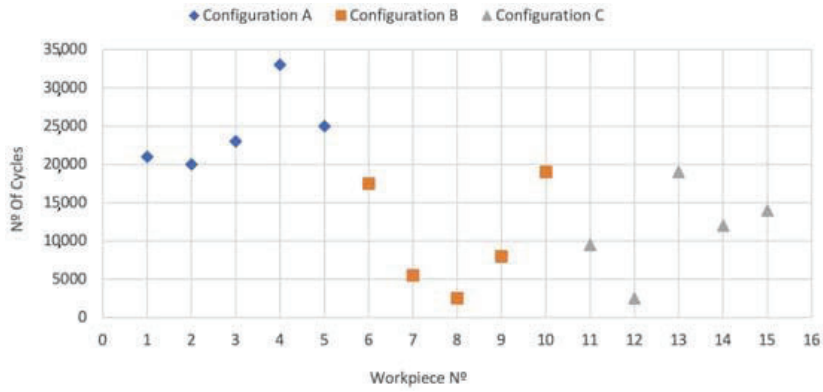
**PART B / BAHAGIAN B**

- (4). (a). Figure 5 shows fatigue life for 3 samples labeled as A, B and C, whereas Figure 6 gives the grain flow in the three samples. Correlate grain flow with the fatigue life, and elaborate why there is a difference between the samples. Once you have established the correlation, you then need to design the mold accordingly to take advantage of the grain flow, i.e how do you want to make the grains flow in the preferred directions. You are free to use any logical shape to illustrate your plan for the grains to flow and how you would design the mold (where the parting line is). Write a convincing short report to include all of the above.

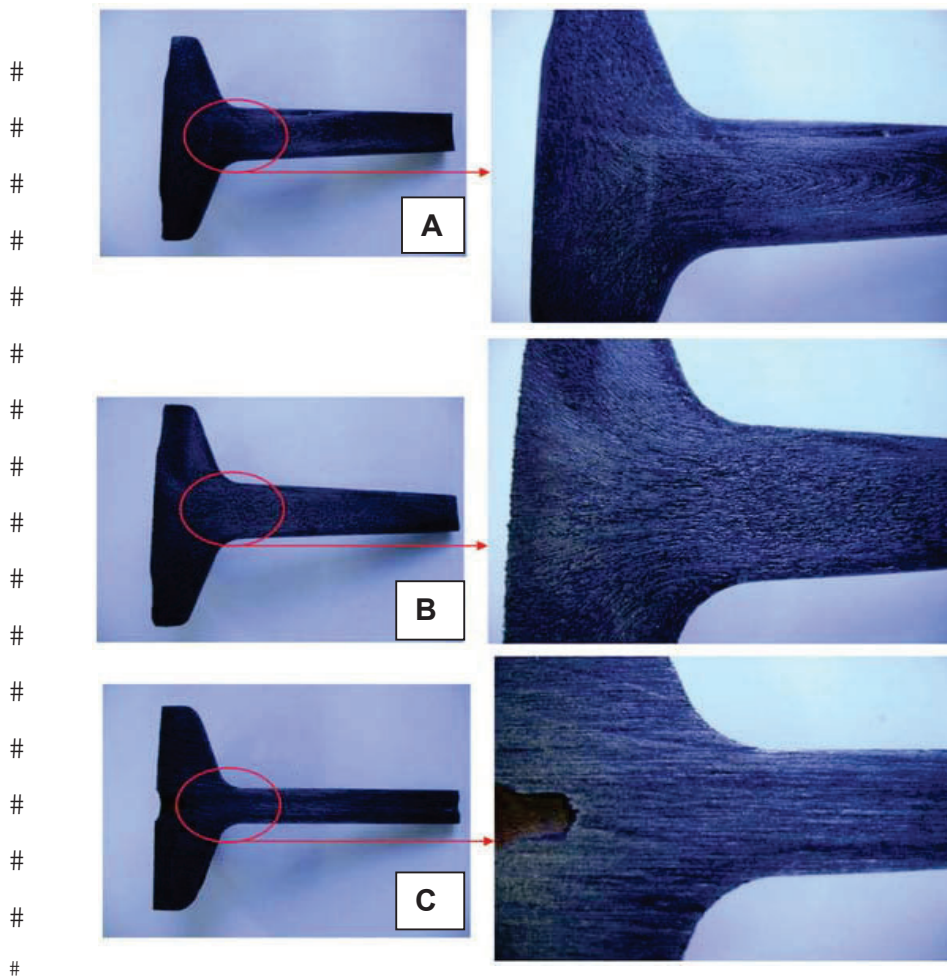
*Rajah 5 menunjukkan hayat lesu bagi 3 sampel yang dilabel sebagai A, B dan C, manakala Rajah 6 memberikan aliran butir di dalam ketiga-tiga sampel. Hubungkaitkan aliran butir dengan hayat lesu, dan perincikan mengapa terdapat perbezaan di antara semua sampel tersebut. Apabila anda telah mengenalpasti hubungkaitnya, anda perlu merekabentuk acuan dengan sepatutnya untuk mengambil kesempatan di atas aliran butir, i.e bagaimana anda mahu membuat butirannya mengalir mengikut arah yang dimahukan. Anda bebas menggunakan sebarang bentuk yang logik untuk menggambarkan pelan anda untuk mengalirkan butiran dan bagaimana anda mahu merekabentuk acuan tersebut (di mana garis pemisahannya). Tulis satu laporan pendek yang meyakinkan berkaitan semua yang di atas.*

(10 marks/markah)

...12/-



Figure/Rajah 5 Fatigue life for the 3 samples / hayat lesu untuk ketiga-tiga sampel



Figure/Rajah 6 Grain flow in sample A, B and C / aliran butir di dalam sampel A, B dan C.

- (b). Chromite sand is a naturally-occurring mineral that consists of iron and chromium oxides, and is often used in the molds for automotive castings, like engine blocks and camshafts. It is also preferred for many other foundry uses because of its resilient characteristics. This type of sand has high thermal conductivity and does not have phase transformation that happens in natural silica sand. Natural silica sand undergoes an alpha-beta phase transformation at approximately 350°C – 650°C. This corresponds to the temperature zone that the mold experiences during cooling. Chromite sand also has a much lower expansion over the same temperature range (see Figure 7). However, chromite sand is much more expensive than silica sand. In addition, chromite sand often has a harmful impurity which is carbonate, which decomposes to CO<sub>2</sub> when it comes into contact with high-temperature molten metal.

*Pasir kromit adalah mineral semulajadi yang mengandungi besi dan kromium oksida, dan ia sering digunakan di dalam acuan untuk tuangan product otomotif, seperti blok enjin dan aci sesondol. Ia juga digemari untuk banyak lagi kegunaan faundri kerana ciri-ciri berdaya tahannya. Pasir jenis ini mempunyai kekonduksian terma yang tinggi dan tidak mempunyai transformasi fasa seperti yang berlaku di dalam pasir silika semulajadi. Pasir silika semulajadi mempunyai trasformasi fasa alfa-beta pada suhu 350°C – 650°C. Ini sepadan dengan zon suhu yang di alami oleh acuan sewaktu penyejukan. Pasir kromit juga mempunyai pengembangan yang jauh lebih rendah di dalam julat suhu yang sama (lihat Rajah 7). Walaubagaimanapun, pasir kromit jauh lebih mahal berbanding pasir silika. Tambahan pula, pasir kromit selalunya mempunyai bendasing yang membahayakan iaitu karbonat, yang terurai kepada CO<sub>2</sub> apabila ia bersentuhan dengan logam cair yang bersuhu tinggi.*

...14/-

- (i). You have been tasked with looking into potential use of chromite sand for your sand mold casting. Write a summary report of the positive effects, and how you want to convince the top management that changing is the best option despite the price.

*Anda diberi tugas untuk melihat potensi menggunakan pasir kromit untuk tuangan acuan pasir. Tulis laporan ringkasan mengenai kesan positif, dan bagaimana anda mahu meyakinkan pihak pengurusan bahawa menukarnya adalah pilihan yang paling baik walaupun harganya tinggi.*

(10 marks/markah)

- (ii). You also need to include discussion on whether the changes in type of sand used would influence the design or not, i.e can you improve the current design taking advantage of the positive effect of chromite sand?

*Anda juga perlu memasukkan perbincangan tentang sama ada perubahan jenis pasir yang digunakan akan mempengaruhi rekabentuk ataupun tidak, i.e adakah anda boleh memperbaiki rekabentuk sedia ada untuk mengambil kesempatan terhadap kesan positif pasir kromit?*

(5 marks/markah)

**...15/-**

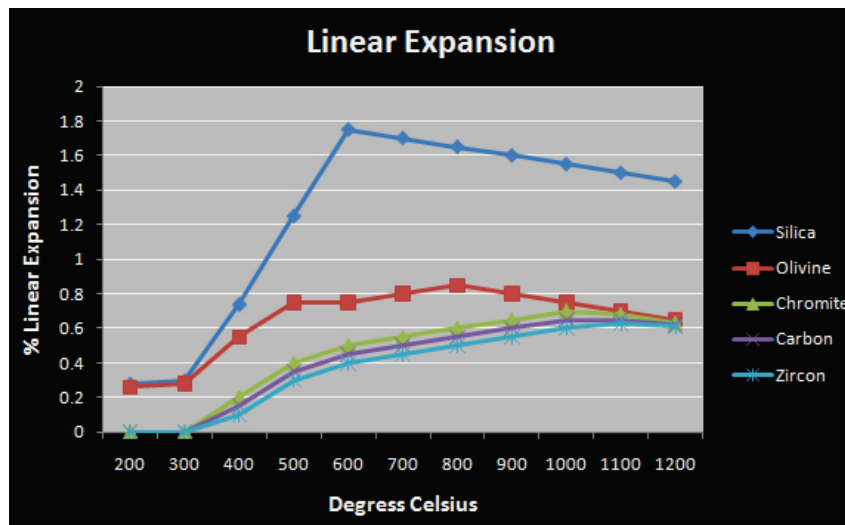


Figure / Rajah 7 Linear expansion of several sands used for casting mold / pengembangan linear untuk beberapa pasir yang digunakan untuk acuan tuangan.

- (5). (a). Sintering was conducted on a green compact of an alloy with diameter of 2 cm and 1 cm thickness. The alloy powder was prepared by high energy milling of elemental powders consisting of 10wt% zinc, 10 wt% Ni and the balance is magnesium. The sintering was done in argon atmosphere at 600°C for 2 hours. Sintered body the magnesium alloy collapse causing its diameter larger than the green compact. The thickness of the alloy also become less than the green compact. Suggest the possible reasons for this issue and remedial action to correct the condition with justification. Melting point of magnesium, zinc and nickel are 650°C, 419°C and 1455°C, respectively.

*Pensinteran telah dijalankan terhadap jasad anum suatu aloi dengan diameter 2 cm and 1 cm tebal. Serbuk aloi disediakan dengan pengisaran bertenaga tinggi serbuk-serbuk unsur logam dengan komposisi 10% berat zink, 10 %berat Ni dan selebihnya magnesium. Pensinteran tersebut yang dilaksanakan dalam atmosfera argon*

...16/-

*pada 600°C selama 2 jam. Jasad tersinter runtuh menyebabkan diameter lebih besar dari jasad anum. Ketebalan aloi juga berkurang daripada jasad anum. Cadangkan sebab yang mungkin bagi isu ini dan langkah bagi memperbaiki keadaan. Takat lebur magnesium, zink dan nikel adalah 650°C, 419°C dan 1455°C.*

*(15 marks/markah)*

- (b). A stainless steel workpiece was bent to form 25°, however after removal from the V-shape dies, the angle was measured as 30°. Suggest the root cause and possible solutions.

*Bahan kerja logam keluli nirkarat dilentur kepada 25°, namun setelah dikeluarkan dari acuan-acuan bentuk V, sudut diukur menjadi 30°. Cadangkan punca masalah dan penyelesaian-penyelesaian yang wajar.*

*(10 marks/markah)*

- (6). (a). The piston rod of the hydraulic jack made of 40Cr, and its surface was made of chromium plating layer (Figure 8). After the piston rod worked for a while, corrosion pit and peeling occurred on the chromium plating layer in the middle area of the piston rod. No corrosion damage was found on the chromium plating layer close to the piston end, as shown in Figure 9a. Figure 9b shows the bubbling of the chromium plating layer in which a number of cracks were distributed on its surface in Figure 9c. Some pitting was distributed in the middle area of the piston rod in Figure 9d. In addition, there were also two defects in the middle area: corrosion pit and linear peeling, as shown in Figure 9e,f. Through measurement and observation, the areas of the corrosion pits were

...17/-

different, and the pit was black. The chromium plating layer completely fell off and the substrate was exposed. It could also be seen that the chromium plating layer on the edge of the corrosion pit was rough and uneven, and the clear turning tool lines were left by a profiling deposition (Figure 9). After grinding, the thickness of the chromium plating layer was reduced. In addition, the shape and density of the cracks in the chromium plating layer were changed, and linear peeling along the cracks occurred. The linear peeling was about 3 mm in length and 0.1 mm in width, distributed along the circumferential direction.

*Tiang batang piston yang digunakan pada dongak hidraulik adalah keluli jenis 40Cr dan permukaannya dilapisi lapisan kromium. Selepas batang piston digunakan untuk beberapa masa, kakisan pit dan pengelupasan berlaku pada lapisan kromium di kawasan tengah batang piston. Tiada kerosakan kakisan ditemui pada lapisan kromium berdekatan dengan hujung piston, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 9a. Rajah 9b menunjukkan pembentukan gelembung pada lapisan kromium di mana beberapa retakan tersebar di permukaan seperti dalam Rajah 9c. Beberapa kakisan pit jugak tersebar di kawasan tengah batang piston dalam Rajah 9d. Selain itu, terdapat juga dua kecacatan di kawasan tengah: kakisan pit dan pengelupasan linear, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 9e, f. Melalui pengukuran dan pemerhatian, kawasan-kawasan kakisan pit adalah berbeza, dan pit berwarna hitam. Lapisan kromium sepenuhnya terkelupas dan substrat terdedah. Didapati lapisan kromium di tepi kakisan pit adalah kasar dan tidak rata, dan garis-garis alat pemprosesan profil ditinggalkan oleh pengejalan profil. Selepas pengisaran, ketebalan lapisan kromium berkurang. Selain itu, bentuk dan kepadatan retakan dalam lapisan*

...18/-



- 18 -

kromium berubah, dan pengelupasan linear berlaku sepanjang retakan. Pengelupasan linear itu kira-kira 3 mm panjang dan 0.1 mm lebar, tersebar sepanjang arah lilitan.

Using the information given:

Dengan menggunakan maklumat yang diberikan:

- (i). Outline the formation of crack mechanism in the chromium layer.

*Huraikan mekanisma pembentukan retakan dalam lapisan kromium.*

(8 marks/markah)

- (ii). Suggest way forward to reduce the peeling of chromium layer.

*Cadangkan langkah seterusnya untuk mengurangkan pengelupasan lapisan kromium*

(7 marks/markah)

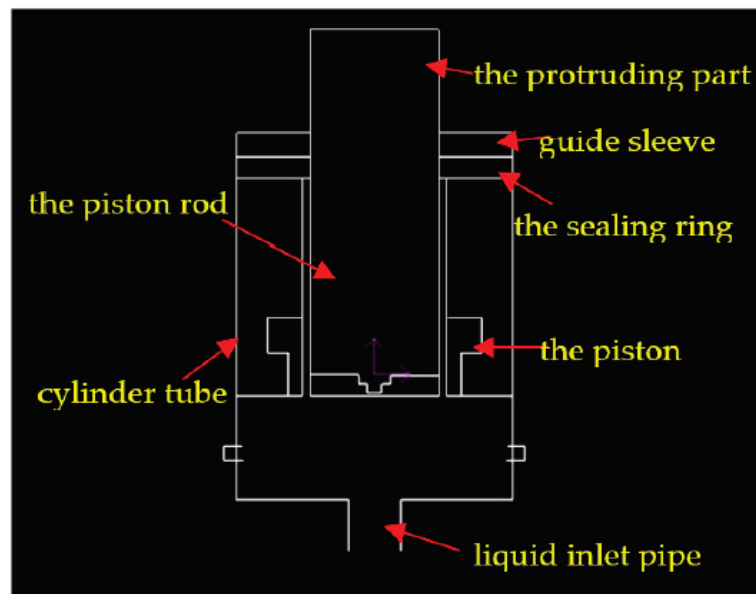


Figure 8 / *Rajah 8*: A schematic diagram of the motion of piston rod/*Gambarajah skematik pergerakan piston*

...19/-

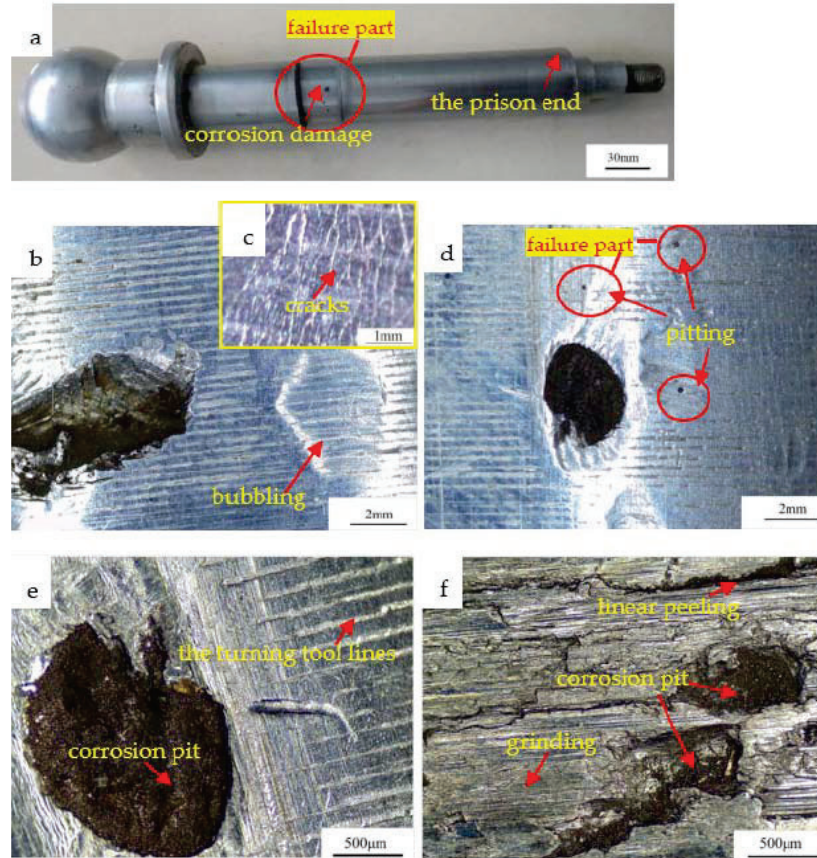


Figure 9/Rajah 9. Macroscopic morphology observation: (a) piston rod; (b) bubbling of the chromium plating layer; (c) magnified surface of bubbling; (d) pitting; I corrosion pit; (f) grinding and peeling/Pemerhatian morfologi makroskopik: (a) batang piston; (b) pembentukan gelembung pada lapisan lapisan kromium; (c) permukaan gelembung yang dibesarkan; (d) pit; I kakisan pit; (f) pengisaran dan pengelupasan

- (b). A resistance spot welding operation makes a series of spot welds between two sheets of aluminum, each 3.0 mm thick. The unit melting energy for aluminum =  $2.90 \text{ J/mm}^3$ . Given, welding current = 6000 amps, resistance = 75 micro-ohms, and time duration = 0.15 sec. Each weld nugget = 5.0 mm in diameter with an average thickness = 3.5 mm. Calculate, the total energy generated is used to form the weld nugget.

...20/-

*Operasi kimpalan rintangan titik menghasilkan siri kimpalan titik antara dua kepingan aluminium, setiap satu setebal 3.0 mm. Unit tenaga untuk aluminium melebur =  $2.90 \text{ J/mm}^3$ . Diberi, kimpalan arus = 6000 amp, rintangan = 75 mikro-ohms, dan tempoh masa = 0.15 sec. Setiap nuget kimpal berdiameter = 5.0 mm dengan ketebalan purata = 3.5 mm. Berapakah jumlah tenaga yang dihasilkan digunakan untuk membentuk nuget kimpal?*

*(10 marks/markah)*

**-oooOooo -**