

PART A / BAHAGIAN A

- (1). (a). Plastic deformation is typically a function of stress, temperature and the rate of straining. Elaborate on this statement. You are encouraged to use figures and examples to illustrate your points.

Ubah bentuk plastik kebiasaannya dipengaruhi oleh fungsi tegasan, suhu dan kadar terikan. Jelaskan dengan terperinci pernyataan ini. Anda digalakkan untuk menggunakan rajah dan contoh-contoh tertentu untuk menerangkan isi perbincangan anda.

(30 marks/markah)

- (b). 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 conditions such as the temperature, heating rate and soaking time depend on the degree of cold work and the composition. Elaborate on these statements.

Penyepuhlindapan sering digunakan di dalam kerja sejuk logam untuk mendapat semula sedikit kemuluran dan membolehkan ubah bentuk seterusnya dilakukan tanpa pematahan logam tersebut. Keadaan penyepuhlindapan seperti suhu, kadar pemanasan dan masa rendaman bergantung kepada darjah kerja sejuk dan komposisi logam. Terangkan dengan terperinci pernyataan ini.

(40 marks/markah)

- (c). An automotive connecting rod (see Figure 1) can be made via a powder forging process and hot forging process (drop forging). Compare these two processes and discuss the advantages offered by each process mentioned.

...3/-

Rod penyambung otomotif (rujuk rajah 1) boleh dihasilkan melalui proses tempaan serbuk dan proses tempaan panas (tempaan jatuh). Bandingkan kedua-dua proses tersebut dan bincangkan kelebihan-kelebihan setiap proses yang dinyatakan.

(30 marks/markah)

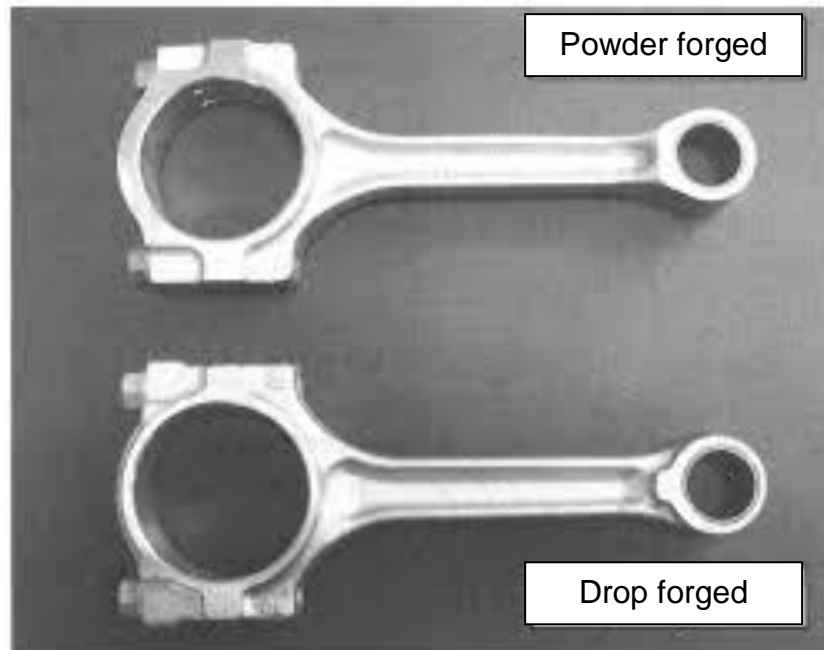


Figure: Automotive connecting rod

Rajah 1: Rod penyambung otomotif

- (2). (a). In orthogonal cutting operation, the tool has a rake angle = 30° , width of cut = 4.5 mm at cutting speed of 90 m/min. The chip thickness before the cut = 0.65 mm and the cut yields a deformed chip thickness = 0.85 mm. The cutting force, $F_c = 1700$ N and the thrust force, $F_t = 1850$ N was measured. Calculate (i) the shear plane angle, (ii) the shear strain, (iii) the cutting power, and (iv) the specific energy.

...4/-

Dalam operasi pemotongan ortogonal, pemotong mempunyai sudut sadak = 30°, lebar pemotongan = 4.5 mm dengan halaju pemotongan 90 m/min. Ketebalan cip sebelum pemotongan = 0.65 m dan pemotongan menghasilkan ketebalan ubah bentuk cip = 0.85 mm. Daya pemotongan, : $F_c = 1700$ N dan daya "thrust" $F_t = 1850$ N telah diukur. Kira (i) sudut satah ricih, (ii) sudut terikan ricih, (iii) kuasa pemotongan, dan (iv) tenaga spesifik

(50 marks/markah)

- (b). (i). Write down the classification of Non-Traditional Machining process on the basis of energy and explain the need of Non-Traditional Machining.

Tuliskan klasifikasi Proses Pemesinan Bukan Tradisional berasaskan tenaga dan jelaskan keperluan Pemesinan Bukan tradisional.

(10 marks/markah)

- (ii). Explain the difference between Conventional Machining and Non-Traditional Machining?

Terangkan perbezaan antara Pemesinan Konvensional dan Pemesinan Bukan Tradisional?

(10 marks/markah)

- (c). Describe the carburizing and nitriding process on steel. Explain why quenching is required in carburizing and not in nitriding.

Huraikan proses penyusukarbonan dan penitridan pada keluli. Jelaskan mengapa lindap kejut diperlukan dalam penyusukarbonan dan tidak dalam penitridan

(30 marks/markah)

...5/-

PART B / BAHAGIAN B

- (3). (a). Kerian Steel Mill produces rods in various diameters and grades for different purposes or applications. Assess and write your opinion on the following statement:

Kerian Steel Mill menghasilkan rod-rod dengan diameter dan gred berbeza untuk tujuan atau aplikasi berbeza. Taksir dan tuliskan pendapat anda bagi pernyataan berikut :

- (i). Rolling section reported higher frequency of out-of-round defect in the hot-rolled section, whereas the defect has not been reported in the cold-rolled section. See figure 2.

Seksyen pengelekan melaporkan terdapat kekerapan yang tinggi bagi kecacatan tidak-bulat-sempurna di dalam seksyen pengelekan panas, manakala kecacatan tersebut tidak dilaporkan di dalam seksyen pengelekan sejuk. Lihat Rajah 2.

(20 marks/markah)

*Bar digelek panas
(tidak membulat
atau bentuk oval)*



*Bar ditarik sejuk
(bulat)*

Figure / Rajah 2

...6/-

- (ii). Cooling plays a very important role in the production of the steel rods. Hence, different cooling rates resulted in several different grades of product depending on the final microstructure and quality.

Penyejukan memainkan peranan yang sangat penting dalam penghasilan rod keluli. Kadar penyejukan yang berbeza menghasilkan produk bergred berbeza bergantung kepada kualiti dan mikrostruktur akhir.

(15 marks/markah)

- (iii). Higher quality products (or higher grades) are required when the rods are to be used to make high strength wires, nut and bolt, whereas lower grade of rod commonly end up as steel mesh used in construction or cheap nail.

Kualiti produk yang lebih baik (atau gred lebih tinggi) diperlukan apabila rod-rod tersebut akan digunakan untuk membuat wayar berkekuatan tinggi, nut dan bolt, manakala gred yang lebih rendah selalunya akan digunakan sebagai jejaring keluli dalam pembinaan dan paku murah.

(15 marks/markah)

- (b). Figure 3 shows a large burst that occurred during the forging of an electroslag remelted ingot. The burst is located approximately at the centerline of the workpiece. Arrow indicates the direction of working.

Rajah 3 menunjukkan satu kecacatan pecah yang besar yang terjadi sewaktu tempaan satu ingot lebur-semula elektroslog. Pecah tersebut terletak hampir pada garis tengah benda kerja. Anak panah menunjukkan arah kerja.

- (i). Suggest possible cause of failure.

Cadangkan penyebab yang mungkin bagi kecacatan ini.

- (ii). Explain how this defect can be avoided. If your suggestion is implemented, would it lead to other defect or difficulty?

...7/-

Terangkan bagaimana kecacatan ini boleh dielakkan. Sekiranya cadangan anda dilakukan, adakah ia akan menyebabkan kecacatan atau kesulitan lain?

(50 marks/markah)



Figure / *Rajah 3* : Internal burst on forged component / *Pecah dalaman pada komponen tempaan*

- (4). (a). Several pieces of galvanized steel strip were experiencing a problem with the galvanized coating. Small blisters were observed on both sides of the sheet. It was found that rubbing the blisters with a finger or other object would flatten the zinc coating over the blister and so eliminate it. Metallographic inspection of cross section of as-polished condition showed that the blisters were observed as small arches in the coating with the complete separation occurring at the zinc-steel interface (Figure 4). At high magnifications, small gray inclusions were observed on the steel surface within the cavity (Figure 5). The inclusions were examined using a scanning electron microscope equipped with an energy dispersive X-ray spectrometer and only element of iron was detected. You have been given a task to evaluate the blistering issue and prepare a report. Your report should include the causes and how to prevent blistering during hot dipping galvanizing.

...8/-

Beberapa keping jalur keluli galvanik mengalami satu masalah dengan salutan galvanik. Lepuh kecil telah dikesan pada kedua-dua kepingan. Didapati dengan menggeser lepuh dengan jari atau objek lain akan meratakan salut zink atas lepuh dan menghapuskannya. Pemeriksaan metalografik keratan rentas yang telah digilap menunjukkan bahawa lepuh telah dikesan seperti lengkung dalam salutan dengan pemisahan antara zink-keluli (Rajah 4). Pada pembesaran yang tinggi, rangkuman kelabu kecil telah dikesan pada permukaan keluli dalam kaviti (Rajah 5). Rangkuman diperiksa menggunakan mikroskop imbasan elektron dilengkapi dengan spektrometer sinar-X sebar tenaga dan hanya elemen besi sahaja telah dikesan. Anda telah diberi satu tugas mengkaji isu lepuh dan menyediakan satu laporan. Laporan anda perlu mengandungi sebab dan bagaimana untuk menghalang lepuh berlaku semasa pencelupan panas galvanik.

(50 marks/markah)

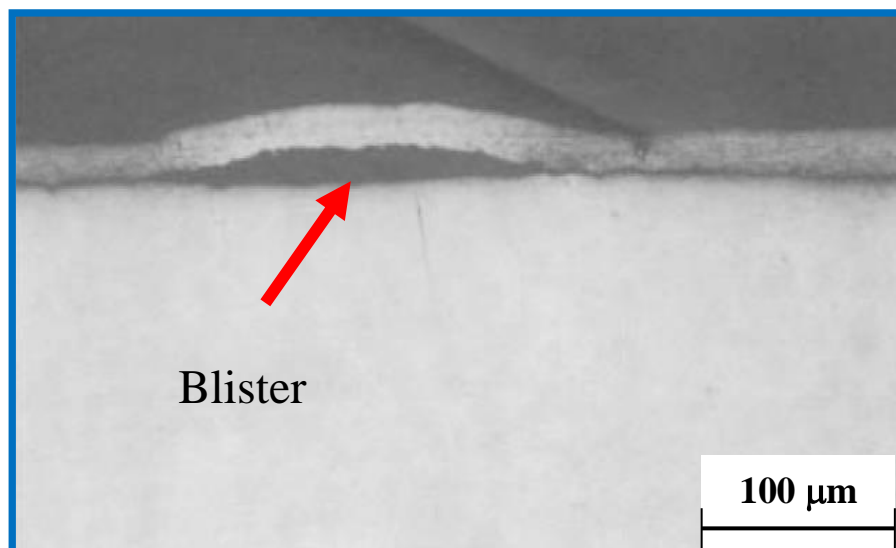


Figure 4: Blister under the galvanized coating as polished
Rajah 4: Lepuh dibawah salutan galvanik yang telah digilap

...9/-

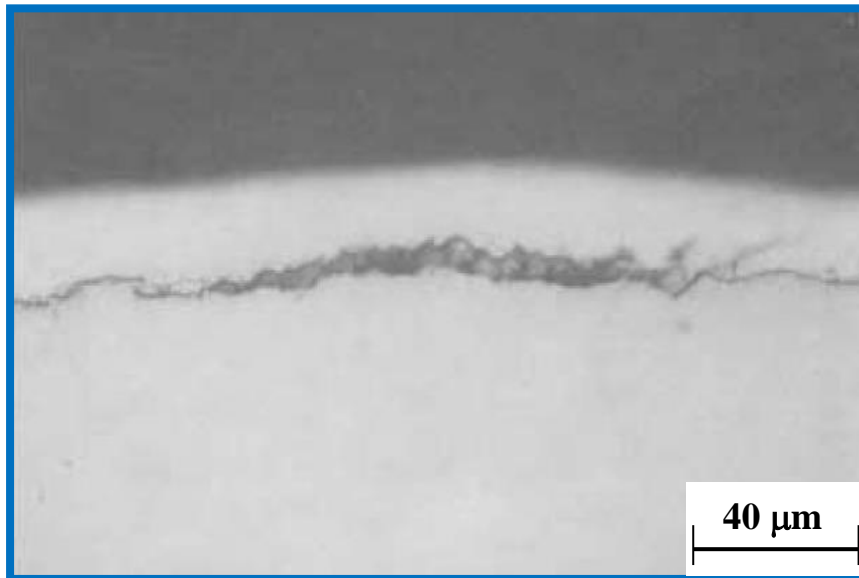


Figure 5: Inclusion particles within the cavity

Rajah 5: Partikel rangkuman antara kaviti

- (b). A batch of 150 parts are to be nickel plated in a barrel plating operation. The parts are not identical. 50 parts have surface area, $A = 70 \text{ cm}^2$, while 100 parts have surface area, $A = 75 \text{ cm}^2$. The plating process applies a current $I = 130 \text{ amps}$, and the batch takes 60 minutes to complete. Determine the average plating thickness on each part. Given, $C = 3.42 \times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{amp-s}$, cathode efficiency $E = 95\%$.

Satu kelompok mengandungi 150 bahagian akan disadurkan nikel dalam operasi penyaduran tong. Bahagian-bahagian tersebut adalah tidak sama. 50 bahagian mempunyai luas permukaan, $A = 70 \text{ cm}^2$, manakala 100 bahagian mempunyai luas permukaan, $A = 75 \text{ cm}^2$. Proses penyaduran dikenakan mengaplikasi arus $I = 130 \text{ amps}$, dan kelompok itu mengambil masa 60 minit untuk disiapkan. Tentukan purata ketebalan penyaduran pada setiap bahagian. Diberi, $C = 3.42 \times 10^{-22} \text{ mm}^3/\text{amp-s}$, kecekapan katod $E = 95\%$.

(50 marks/markah)

...10/-

PART C / BAHAGIAN C

- (5). (a). Figure 6 shows a penetration defect on a sand casting component. Discuss the possible cause(s) of defect and how to avoid this from happening.

Rajah 6 menunjukkan satu kecacatan penembusan pada komponen tuangan pasir. Bincangkan penyebab kecacatan yang mungkin dan bagaimana untuk mengelakkan ia daripada terjadi.

(30 marks/markah)



Figure / *Rajah 6* : Penetration defect / kecacatan *penembusan*

- (b). A steel casting has a cylindrical geometry with 10 cm diameter and weight 9 kg. This casting takes 6.0 min to completely solidify. Another cylindrical-shaped casting with the same diameter-to-length ratio weight 5.4 kg. This casting is made of the same steel, and the same conditions of mold and pouring were used. Determine ;

Satu tuangan keluli mempunyai geometri silinder dengan diameter 10 cm dan berat 9 kg. Tuangan ini mengambil masa 6.0 minit untuk memejal sepenuhnya. Satu lagi tuangan berbentuk silinder dengan nisbah diameter-kepada-panjang yang sama beratnya 5.4 kg. Tuangan ini juga diperbuat daripada keluli, dan dengan keadaan acuan dan penuangan yang sama dengan tuangan terdahulu. Tentukan ;

...11/-

- (i). The mold constant in Chvorinov's Rule
Pemalar acuan dalam Hukum Chvorinov's
- (ii). The dimensions of casting
Dimensi tuangan
- (iii). The total solidification time of the lighter casting
Masa pemejalan penuh bagi tuangan yang lebih ringan

Given : the density of steel = 7849 kg/m^3

Diberi : ketumpatan keluli = 7849 kg/m^3

(40 marks/markah)

- (c). The Chvorinov's rule is used to calculate total solidification time or 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.

Hukum Chvorinov's digunakan untuk mengira masa pemejalan penuh atau MPP, amat penting kerana ia digunakan untuk mengelakkan berlakunya retakan panas dalam tuangan (bagi tuangan pecah atau tetap) dan juga dalam merekabentuk dimensi 'riser' untuk tuangan tersebut. Terangkan mengapa MPP amat penting untuk kedua-dua kes, sebagai contoh mengelakkan retakan panas dan rekabentuk 'riser'.

(30 marks/markah)

...12/-

- (6). (a). A dissimilar weld metal joints in a piping system of a petrochemical plant was used to transport the gas rich with hydrogen at a temperature of 45°C and a pressure of 16 kg/cm². The outlet piping of the suction drum constituted weldments of carbon steel (CS) pipe and SS 304 elbow fittings as schematically illustrated in Figure 7. A number of cracks appeared at these weld joints after a relatively short period of service resulting in leakage. Analysis showed that the cracks originated at the interface between the CS pipe and the SS root weld. A narrow band between the CS pipe and SS weld exhibited a higher hardness reading. Radiographic tests conducted on-site showed that the cracks were circumferential and developed along the weld seam adjacent to the CS pipe. The length of these cracks varied between 120 and 600 mm. Light optical microscopy at low magnification revealed primary circumferential crack in the CS pipe close to the weld region as shown in Figure 8.

Logam yang berbeza dikimpal dalam satu sistem perpaipan sebuah loji petrokimia yang digunakan untuk mengangkut gas kaya dengan hidrogen pada suhu 45°C dan tekanan 16 kg / cm². Perpaipan keluar dari drum sedutan merupakan penyambungan kimpalan paip keluli karbon (CS) dan siku SS 304 seperti digambarkan secara skematik dalam Rajah 7. Sejumlah retakan muncul pada sambungan kimpalan ini selepas tempoh perkhidmatan yang agak pendek menyebabkan kebocoran. Analisis menunjukkan bahawa retak berasal pada antara muka antara paip CS dan kimpalan akar SS. Jalur sempit di antara paip CS dan weld SS mempamerkan bacaan kekerasan yang lebih tinggi. Ujian radiografi yang dijalankan di tapak menunjukkan bahawa retak adalah lilitan dan dibangunkan sepanjang kelim kimpalan bersebelahan dengan paip CS. Panjang keretakan ini berubah antara 120 dan 600 mm. Mikroskop optik cahaya pada pembesaran rendah menunjukkan retakan lilitan dalam paip CS berhampiran dengan kawasan kimpal seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 8.

- (i). Explain, how the crack form at the interface between CS pipe and carbon steel (CS) pipe and SS 304 elbow fittings.

...13/-

Terangkan, bagaimana retak terbentuk pada antara muka antara paip CS dan paip keluli karbon (CS) dan siku SS 304.

(20 marks/markah)

- (ii). Discuss why the hardness reading is higher at narrow band between CS pipe and SS weld.

Bincangkan mengapa bacaan kekerasan lebih tinggi pada jalur sempit di antara paip CS dan kimpal SS.

(20 marks/markah)

- (iii). Suggest the way to prevent the crack at the weld joint.

Cadangkan cara untuk mengelakkan retak pada sambungan kimpal.

(20 merks/markah)

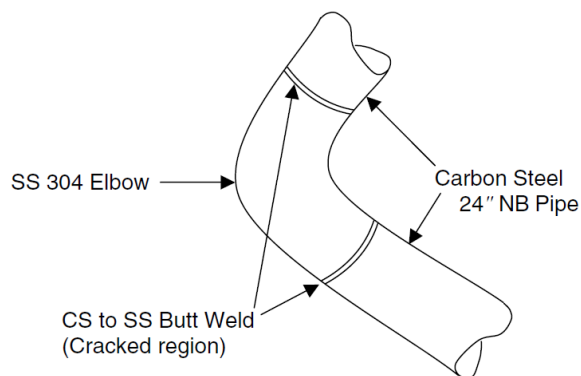


Figure 7. Schematic illustration of the weld joints between the CS pipe and SS 304 elbow where cracking occurred

Rajah 7 : Ilustrasi skematik sambungan kimpal antara paip CS dan siku SS 304 di mana retak berlaku

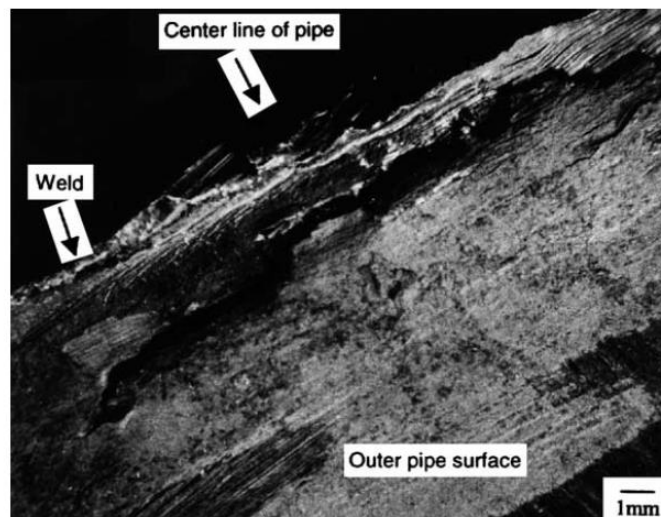


Figure 8 : Light optical micrographs showing the crack formed at the CS pipe circumference

Rajah 8 : Mikrograf optik cahaya menunjukkan retak yang terbentuk pada lilitan paip CS

- (b). An electron-beam welding operation is accomplished to butt weld two sheet-metal parts that are 3 mm thick. The unit melting energy = 5.0 J/mm^3 . The weld joint is 0.35 mm wide, so that the cross section of the fused metal = 0.35 mm x 3.0 mm. If accelerating voltage = 25 kV, beam current = 30 milliamp, heat transfer factor (f_1) = 0.85, and melting factor f_2 = 0.75, determine the travel speed at which this weld is made along the seam

Operasi kimpalan elektron-pancaran digunakan untuk mengimpal dua bahagian kepingan logam yang tebal 3 mm. Tenaga Peleburan unit = 5.0 J/mm^3 . Sambungan kimpal adalah 0.35 mm lebar, supaya keratan rentas logam lebur = 0.35 mm x 3.0 mm. Jika voltan pemecutan = 25 kV, arus pancar = 30 milliamp, faktor pemindahan haba (f_1) = 0.85, dan faktor lebur (f_2) = 0.75, tentukan kelajuan perjalanan di mana kimpalan ini dibuat di sepanjang kelim.

(40 marks/markah)

-oooOooo-

