
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2010/2011

November 2010

EBB 405/3 – Failure Analysis and Non-Destructive Testing *[Ujian Kegagalan dan Ujian Tak Musnah]*

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

This paper consists of THREE questions from PART A and FOUR questions from PART B.

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

Instruction: Answer ALL compulsory questions from PART A and any TWO questions from PART B. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

Arahan: Jawab SEMUA soalan wajib dari BAHAGIAN A dan mana-mana DUA soalan dari BAHAGIAN B. 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.]

...2/-

PART A / BAHAGIAN A:-

1. Figure 1 shows a cracked welded ZnTiCu tube delivered with the request of failure analysis investigation using visual inspection. The tube was formed by TIG welding of ZnTiCu strips of 0.65 mm nominal thickness. The tube weld failures occurred during expansion process at service.

For mechanical testing requirement, the sample was cut into tensile test dumbbell (Figure 2). After test the sample showed a fracture at welded area.

At the same time, the sample was also cut at seam area in order to see the welded area as shown in Figure 3.

Rajah 1 menunjukkan tiub ZnTiCu berpetri yang pecah telah dihantar dengan permintaan untuk menyiasat kegagalan menggunakan pengujian visual. Tiub tersebut dibentuk dengan TIG petri kepingan ZnTiCu dengan ketebalan 0.65 mm. Kegagalan petri tiub ini berlaku semasa proses pengembangan sewaktu perkhidmatan.

Untuk keperluan pengujian mekanikal, sampel telah dipotong kepada bentuk dumbbell ujian tegangan pada kawasan sambungan (Rajah 2). Selepas ujian sampel telah menunjukkan kegagalan pada kawasan petri.

Pada masa yang sama, sampel juga dipotong pada bahagian sambungan untuk melihat kawasan petri seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.

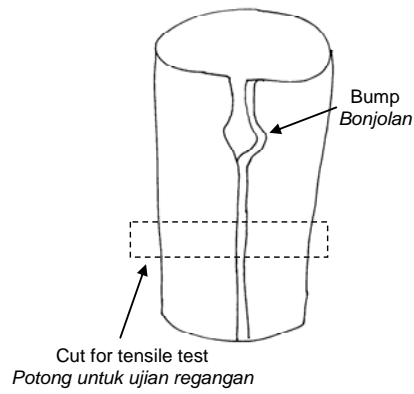


Figure 1 / Rajah 1

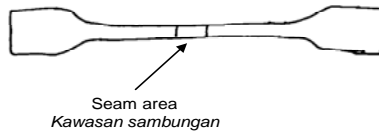
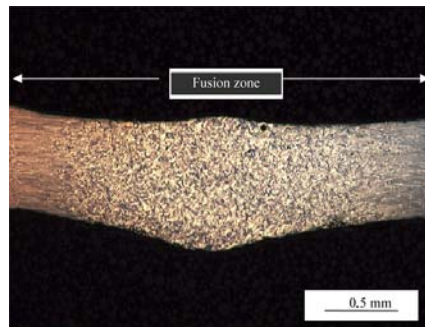
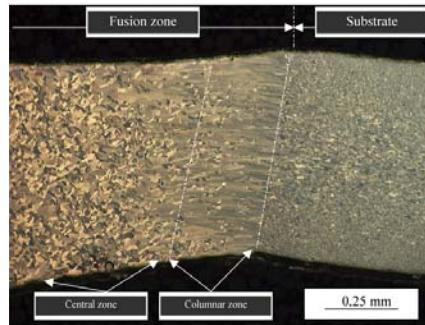


Figure 2 / Rajah 2



(a)



(b)

Figure 3 / Rajah 3

- [a] Why do we need to use tensile test in this visual inspection?

Kenapa kita perlu menggunakan pengujian regangan dalam pengujian visual ini?

(20 marks/markah)

- [b] What is a suitable visual inspection equipment to see the result in Figure 3.

Apakah alat pengujian visual yang sesuai untuk melihat keputusan dalam Rajah 3.

(10 marks/markah)

- [c] Based on results in Figure 3, analyze what are the factors that contributed to the failure of the welded tube?

Berdasarkan keputusan dalam Rajah 3, analisis apakah faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan tiub berpetri?

(40 marks/markah)

- [d] Propose a procedure to overcome this failure.

Cadangkan satu kaedah untuk mengatasi kegagalan ini.

(30 marks/markah)

2. [a] During a routine inspection, an engine blade is suspected to have fatigue crack. As a non-destructive test engineer, suggest TWO types of penetrant testing method that are suitable to be used in detecting the defect, and justify your selection. By using flowcharts differentiate the procedure involves in these two methods.

Semasa pemeriksaan berkala, satu bilah enjin disyaki mempunyai retak lesu. Sebagai seorang jurutera ujian tak musnah, cadangkan DUA jenis kaedah penusukan cecair yang sesuai bagi pemeriksaan kecacatan ini, dan berikan justifikasi bagi pemilihan ini. Dengan menggunakan carta alir, bezakan prosedur yang terlibat dalam dua kaedah ini.

(50 marks/markah)

- [b] Discuss the steps required in liquid penetrant testing. Give explanation about dwell time.

Bincangkan langkah yang diperlukan dalam ujian penusukan cecair. Berikan penjelasan mengenai masa enapan

(30 marks/markah)

- [c] Explain FOUR important characteristics of a good penetrant.

Terangkan EMPAT ciri penting bagi penusuk yang baik.

(20 marks/markah)

3. [a] Discuss the concept of eddy current inspection. You should use sketches to explain the inspection concept.

Bincangkan konsep pemeriksaan arus pusar. Anda seharusnya menggunakan lakaran untuk menerangkan konsep pemeriksaan tersebut.

(30 marks/markah)

- [b] Analyze the effect of the following parameters to the coil impedance in eddy current testing:

- (i) Frequency
- (ii) Conductivity

Analisa kesan parameter-parameter berikut ke atas impedan gegelung dalam ujian arus pusar.

- (i) *Frekuensi*
- (ii) *Konduktiviti*

(40 marks/markah)

- [c] The frequency response of an eddy current probe 10 kHz was used with the linear throughput of automated line of 180 cm/sec. Can this probe detect two defects separated by a distance of 10 cm on the tested bar? Justify your answer.

Respon frekuensi bagi satu kuar arus pusar 10 kHz digunakan dengan masukan-telusan garis linear automatik sebanyak 180 sm/saat. Bolehkah kuar ini mengesan dua kecacatan yang diasingkan oleh jarak 10 sm di atas bar yang diuji?

Berikan justifikasi bagi jawapan tersebut.

(30 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B:-

4. [a] Draw and label three main components of piezoelectric transducer.

Lukis dan labelkan tiga komponen utama bagi transduser piezoelektrik.

(30 marks/markah)

- [b] Explain the function of those three components.

Terangkan fungsi komponen-komponen tersebut.

(30 marks/markah)

- [c] Give one example of piezoelectric material and explain the advantages to use this material. (Note: The example of the material must be different from the examples given in lecture note).

Berikan satu contoh bahan piezoelektrik dan terangkan kelebihan menggunakan bahan ini. (Nota: Contoh bahan ini mestilah lain daripada bahan-bahan yang telah diberikan dalam nota kuliah).

(40 marks/markah)

5. [a] What is meant by near and far distance (N) of ultrasonic transducer?

Apakah yang dimaksudkan dengan jarak dekat dan jauh (N) bagi transduser ultrasonik?

(30 marks/markah)

- [b] (i) Calculate optimum value of the end of the near field when using a 5 MHz, 1.0 cm diameter transducer to inspect a component made of zinc. The sound velocity in zinc is 0.417×10^6 cm/second.

Kira nilai optimum kawasan dekat apabila menggunakan transduser dengan 5 MHz, berdiameter 1.0 cm untuk menguji komponen yang dibuat dari zink. Halaju bunyi dalam zink ialah 0.417×10^6 cm/saat.

(30 marks/markah)

- (ii) Based on the results in Question 5 (b) i., draw and label the plot of amplitude vs. distance (along acoustic axis of transducer).

Berdasarkan keputusan dalam Soalan 5 (b) i., lakar dan labelkan graf amplitud melawan jarak (sepanjang akustik paksi transduser).

(40 marks/markah)

6. [a] What is the standard of radiographic technique and what is the basic principle of radiography?

Apakah piawai bagi teknik radiografi dan apakah prinsip asas bagi radiografi?

(40 marks/markah)

- [b] An austenitic tube of 13 mm wall thickness and 140 mm diameter was used as a specimen (Figure 4). Near the weld, a crack was generated, starting at the surface and propagated in the direction of the tube wall. The surface breaking crack was made visible by liquid penetration and is clearly visible in the photo (Figure 4).

Tiub austenitik dengan ketebalan dinding 13 mm dan berdiameter 140 mm telah digunakan sebagai spesimen (Rajah 4). Berdekatan dengan kimpalan, satu retakan telah terbentuk, bermula di permukaan dan memanjang ke arah dinding tiub. Retakan pada permukaan telah diperjelaskan dengan penusukan cecair dan kelihatan jelas dalam foto (Rajah 4).

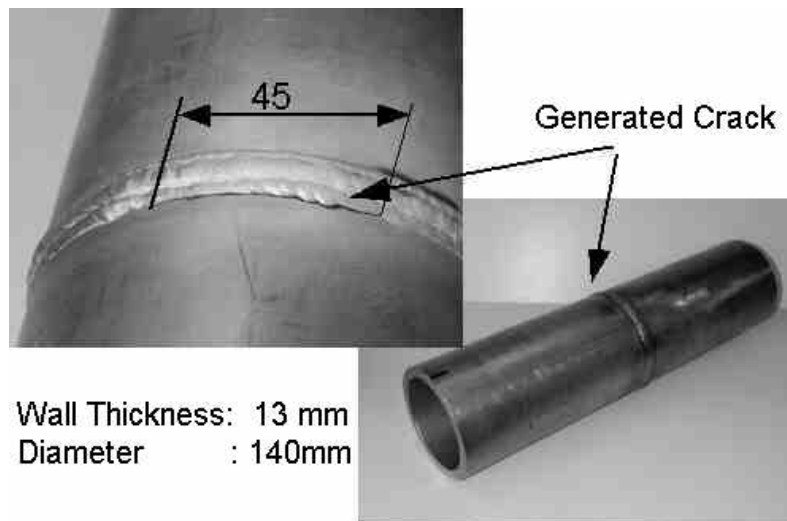


Figure 4: Test specimen / *Rajah 4: Spesimen ujian*

- (i) Predict THREE defects that might be detected by radiographic technique

Ramalkan TIGA kecacatan yang boleh di kesan dengan menggunakan teknik radiografi.

(15 marks/markah)

- (ii) For each answer stated in (i), explain the cause of the defects and their radiographic appearance.

Untuk setiap jawapan di bahagian (i), nyatakan sebab kecacatan tersebut dan kehadiran radiografik.

(30 marks/markah)

- (iii) State TWO advantageous and TWO disadvantageous of radiographic method compared to liquid penetrant

Nyatakan DUA kelebihan dan DUA kelemahan kaedah radiografik jika dibandingkan dengan penusukan cecair.

(15 marks/markah)

7. [a] Construct a general flowchart in order to evaluate or investigate product failure.

Bina satu carta alir am dalam penilaian ataupun pemeriksaan kegagalan produk.

(25 marks/markah)

- [b] Conduct a complete failure analysis on the following statement:

Proton Berhad has contacted USM to conduct full investigation on bearing failure. Figure 5 shows the photographs taken on 2 units of inside bearing area. (A) and (B) are of the same type of progressive loading failure whereas (C) and (D) are of different type of progressive loading failure from (A) and (B). Based on the photograph and other investigation such as material chemical composition and others, if necessary, investigate the failure mode and suggest proper remedial actions.

Your report must be written in proper format.

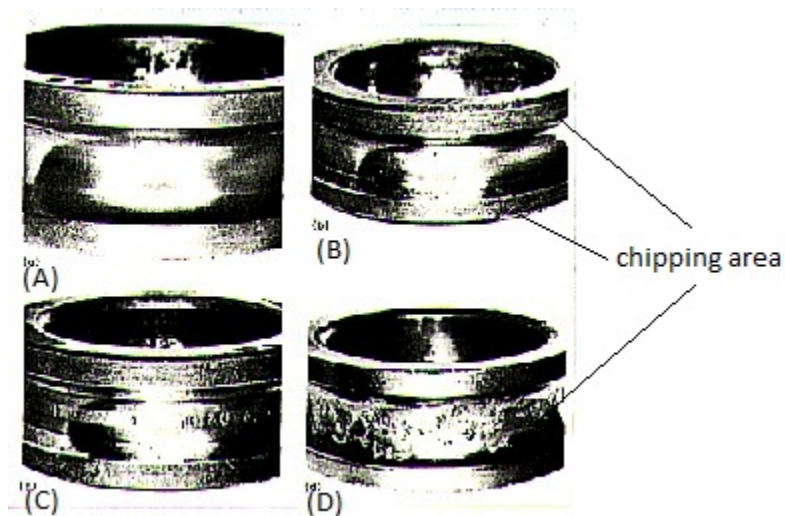
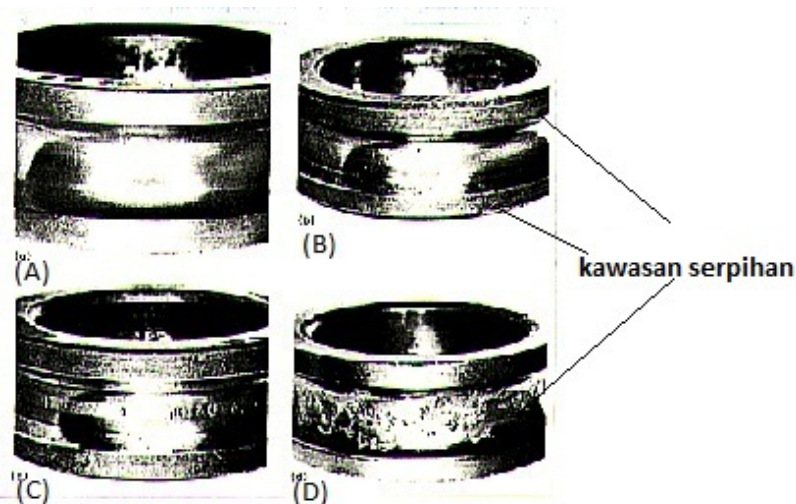


Figure 5: Progressive loading failure of 2 units of bearing

Jalankan satu analisis kegagalan yang lengkap bagi produk berikut:

Proton Berhad telah menghubungi USM untuk menjalani satu pemeriksaan menyeluruh bagi kegagalan gelas. Rajah 5 berikut menunjukkan fotograf-fotograf yang di ambil bagi 2 unit kawasan dalam gelas. (A) dan (B) adalah satu jenis gelas yang sama dengan kegagalan bebanan progresif manakala (C) dan (D) adalah gelas yang lain daripada (A) dan (B) dengan kegagalan bebanan progresif. Berdasarkan fotograf-fotograf yang diberikan dan hasil pemeriksaan lain seperti komposisi kimia bahan dan lain-lain yang dirasakan perlu, periksa mod kegagalan dan cadangkan langkah-langkah pemulihan yang betul. Laporan anda hendaklah ditulis dalam format yang betul.



Rajah 5: Kegagalan bebanan progresif bagi 2 unit gelas

(75 marks/markah)