

PENGURUSAN PENUAAN REAKTOR TRIGA PUSPATI

AGEING MANAGEMENT FOR REAKTOR TRIGA PUSPATI

Mohd Zaid Mohamed, Shahirah Abd Rahman, Mat Zin Husin, Shaiful Rizaidee

Seksyen Jaminan Kualiti

Bahagian Kuasa Nuklear

Abstrak

Kebarangkalian kegagalan satu komponen, sistem atau struktur akibat daripada penuaan kebiasaannya meningkat disebabkan masa dedahan kepada keadaan perkhidmatan kecuali langkah - langkah penyemakan semula dijalankan. Objektif pengurusan penuaan adalah untuk menentu dan menggunakan langkah - langkah penyemakan .Program Pengurusan Penuaan Reaktor TRIGA PUSPATI telah disediakan yang mengandungi aktiviti - aktiviti seperti perlindungan, membaiki, pembaharuan atau penggantian, yang mana hampir sama dengan aktiviti-aktiviti lain semasa penyenggaraan atau semasa pengubahsuaian pada kemudahan reaktor . Bagaimanapun, adalah penting untuk membezakan antara aktiviti - aktiviti tersebut, oleh kerana pengurusan penuaan memerlukan penggunaan kaedah untuk mengesan dan menilai kekurangan-kekurangan penghasilan disebabkan oleh keadaan perkhidmatan dan menjadi panduan bagi menjalankan langkah-langkah penyemakan semula untuk pencegahan dan mengurangkan kekurangan tersebut. Satu pendekatan untuk kaedah ini dijumpai dimana sistem-sistem dan bahagian-bahagian reaktor boleh melakukan fungsi keselamatan mereka semasa hayat perkhidmatan dan di bawah keadaan perkhidmatan itu. Ini boleh dicapai melalui pilihan sistem - sistem dan bahagian-bahagian yang sepatutnya dimasukkan kedalam program pengawasan jangka masa panjang, melalui pengumpulan data dan melalui penilaian bagi kesan-kesan penuaan berpotensi. Aktiviti-aktiviti di atas akan diikuti oleh langkah-langkah penyemakan semula untuk pencegahan dan pengurangan kesan - kesan penuaan bagi memastikan satu tahap keselamatan yang mencukupi pada kemudahan reaktor.

Abstract

The probability of a component, system or structure failure resulting from ageing degradation normally increases with the time of exposure to service condition unless countermeasures are taken. The objective of the management of ageing is to determine and apply these countermeasures. The Reactor TRIGA PUSPATI ageing management includes activities such as protection, repair, refurbishment or replacement, which are similar to other activities carried out at a reactor facility during routine maintenance or when a modification project takes place. However, it is important to distinguish between these different activities, because the management of ageing requires the use of methodology which will detect and evaluate deficiencies produced by the service conditions and will lead to the application of countermeasures for prevention and mitigation of the deficiencies. One approach to this methodology is a determination that the reactor systems and components can perform their safety functions during their service life and under the service conditions. This can be achieved through appropriately selecting systems and components which should be included in long term surveillance program, through data collection and through evaluation of the potential ageing effects. The above activities will be followed by countermeasures for prevention and mitigation of the ageing effects to ensure an adequate level of safety for the reactor facility.



Pengenalan

Reaktor Triga Puspati atau singkatan nya RTP merupakan sebuah reactor jenis penyelidikan yang telah beroperasi selama 28 tahun. Sejalan dengan usia yang semakin meningkat sudah tentulah memerlukan perhatian yang lebih sedikit terhadap system dan komponen nya yang berkemungkinan perlu dig anti atau diperbaiki .

Objektif

Objektif kertas ini adalah untuk

1. Menyatakan masalah penuaan reaktor
2. Implikasi penuaan terhadap keselamatan reaktor penyelidikan
3. Kesan-kesan penuaan komponen reaktor
4. Mencadangkan cara-cara bagi mengesan masalah penuaan dan bagi mengumpul, rekod, mengkaji semula dan menilai data
5. Menyediakan kaedah dan garis panduan bagi pencegahan dan pengurangan akibat proses penuaan komponen
6. Menyediakan panduan-panduan bagi penilaian penuaan untuk pengendalian yang berterusan

Takrif Penuaan

Penuaan adalah ditakrifkan sebagai pelemahan struktur bahan-bahan berdasarkan kebergantungan kepada masa selanjat perkhidmatan normal , yang mana ia termasuk pengendalian normal dan fenomena masa cepat yang berlaku dalam system yang disebabkan oleh perubahan keadaan yang mendadak.

Masalah

Dalam sebuah kemudahan reaktor penyelidikan, kesan - kesan pelemahan (degradasi) tersebut boleh mengakibatkan pengurangan atau kehilangan prestasi bahagian - bahagian, sistem - sistem dan struktur - struktur. Keselamatan dan penggunaan kemudahan itu mungkin terjejas melainkan langkah - langkah pembetulan di ambil.

Keadaan perkhidmatan

Keadaan perkhidmatan yang menyumbang kepada kelakuan penuaan melalui proses - proses kimia dan fizikal dimana ia menjejaskan ciri - ciri bahan atau keupayaan - keupayaan fungsian. Ini adalah:

- *Tekanan dan / atau terikan*
- *Suhu*
- *Faktor - faktor persekitaran seperti sinaran, kelembapan tinggi atau kehadiran secara kimia cecair aktif atau gas (sebelum atau semasa operasi).*
- *Kehausan dan kakisan, termasuk perubahan dalam dimensi itu dan / atau kedudukan yang berkaitan perkumpulan bahagian - bahagian individu.*
- *Ujian berlebihan*
- *Reka bentuk tidak memadai, pemasangan atau penyelenggaraan yang tidak teratur.*

Tambahan kepada keadaan perkhidmatan ini, terdapat syarat - syarat tak bersangkut paut dengan proses - proses kimia atau fizikal dimana ia boleh membawa kepada keusangan dan menjejaskan keselamatan reaktor. Ini adalah:

- *Perubahan teknologi*
- *Perubahan syarat-syarat keselamatan*
- *Dokumentasi usang*
- *Reka bentuk tidak memadai*
- *Penyelenggaraan tidak teratur*

Pelemahan pada Bahan

Kesan utama penuaan tersebut adalah pelemahan bahan – bahan

Pelemahan ini mungkin:

- *Satu perubahan dalam sifat fizikal (e.g. kekonduksian elektrik)*
- *Penyinaran kerapuhan*
- *Kerapuhan Terma*
- *Rayapan*
- *Kelesuan*
- *Kakistan, termasuk hakisan kakisan dan kakisan retak*
- *Haus dan retak*

Jadual 1. Kesan penuaan bagi beberapa keadaan perkhidmatan

<i>Keadaan</i>	<i>Mekanisma penuaan</i>	<i>Akibat/kegagalan</i>
<i>Sinaran</i>	<i>Ciri – ciri perubahan</i>	<ul style="list-style-type: none"> -<i>Pengguraian kimia</i> - <i>Perubahan kekuatan</i> - <i>Perubahan kemuluran</i> - <i>Perubahan warna</i> - <i>Pembesaran</i> - <i>Perubahan rintangan</i> - <i>Terbakar</i>
<i>Suhu</i>	<i>Ciri – ciri perubahan</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Perubahan kekuatan</i> - <i>Perubahan rintangan</i> - <i>Perubahan kemuluran</i> - <i>Perubahan warna</i>
<i>Tekanan (tekanan)</i>	<i>Rayap</i>	<ul style="list-style-type: none"> -<i>Perubahan pada geometri(cth.pecah, jatuh)</i> - <i>Sesaran</i>
<i>Turun naik suhu</i>	<i>Gerakan</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Perubahan posisi atau tetapkan poin</i> - <i>Kehilangan perhubungan</i> - <i>Kerosakan pada permukaan</i>
<i>Tekanan berayun</i>	<i>Haus</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Perubahan pada dimensi</i> - <i>Pecah, runtuh</i>
<i>Aliran</i>	<i>Kelemahan</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Kecacatan</i>
	<i>Hakisan</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Perubahan kekuatan</i>
<i>Cecair – cecair kimia</i>	<i>Kakisan/sel galvani</i>	<ul style="list-style-type: none"> <i>Menggurkan bahan radioaktif</i> - <i>Perubahan kekuatan</i> - <i>Pemendapan zarah – zarah</i>

Jadual 2. Kesan penuaan untuk beberapa keadaan perkhidmatan alam sekitar

<i>Keadaan</i>	<i>Mekanisma penuaan</i>	<i>Akibat/kegagalan</i>
<i>Kelembapan</i>	<i>Kakisan/sel galvani</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kebocoran -Menggurangkan bahan radioaktif - Penyusutan Kekuatan - Pemendapan zarah – zarah - Litar – litar pintas
<i>Agen kimia</i>	<i>Tindakbalas kimia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <i>Produk kimia tidak diingini</i> - Kerosakan pada struktur
<i>Angin, habuk, pasir</i>	<i>Hakisan dan pemendapan</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Perubahan kekuatan -Kerosakan pada permukaan - Komponen yang tidak berfungsi

Jadual 3. Kesan penuaan bagi sebahagian teknologi dan keadaan keselamatan

<i>Keadaan</i>	<i>Mekanisma penuaan</i>	<i>Akibat/kegagalan</i>
<i>Progress Teknologi</i>	<i>Kekurangan alat – alat ganti Kehilangan pembekal - pembekal</i>	- Kesukaran untuk selenggara
<i>Perubahan pada konsep keselamatan</i>	<i>Keusangan pada komponene keselamatan & sistem</i>	- Ganguan dengan pengendalian- Pengubahsuaian pada keselamatann systems) berkaitan komponen –

<i>Pengurusan yang tidak lengkap, dokumen usang</i>	<i>Pengemaskinian tidak habis</i>	<i>komponen dan sistem</i> <i>- Informasi yang tidak lengkap</i>
<i>Rekabentuk tidak Mencukupi</i>	<i>Berbagai</i>	<i>Penuaan terpecut</i> <i>Boleh menyebabkan atau sokongan lain keadaan-keadaan pengendalian tidak diingini</i>
<i>Penyelenggaraan tidak sempurna</i>	<i>Berbagai</i>	<i>Kerosakan pada system</i>

Jadual 4. Kesan penuaan bagi keadaan tidak normal

<i>Keadaan</i>	<i>Mekanisma penuaan</i>	<i>Akibat/kegagalan</i>
<i>Persiaran kuasa</i>	<i>Kerosakan terma dan mekanikal</i>	<i>- Kerosakan pada system</i> <i>- Penuaan terpecut</i>
<i>Melimpah</i>	<i>Pemendapan dan pencemaran kimia</i>	<i>- Kakisan</i>
<i>Api</i>	<i>Haba, asap, gas reaktif</i>	<i>-Pengurangan kekuatan</i> <i>-Kakisan</i>

Keputusan

Satu rangka Pengurusan Penuaan seperti di senaraikan didalam jadual 5 .

Jadual 5 :PROGRAM PENGURUSAN PENUAAN BAGI REAKTOR

<i>Kandungan Utama dalam program reaktor penyelidikan berkaitan dengan penuaan</i>	<i>PROGRAM</i>	<i>PEMERIKSAAN</i>
<p><i>Tangki aluminium Reaktor dan komponen-komponen lain</i></p> <p><i>Kesan-kesan dalam grafit dan berilium (pemandul dan bahan-bahan moderator)</i></p> <p><i>Keusangan alat elektronik</i></p> <p><i>Kakisan pendinginan dan sistem-sistem bahagian lain</i></p> <p><i>Kerosotan bagi tiub – tiub penukaran haba</i></p> <p><i>Pelemahan bagi menara pendingin</i></p> <p><i>Struktur – struktur konkrit</i></p> <p><i>Keperluan keselamatan baru</i></p>	<p><i>Penyelenggaraan</i></p> <p><i>Senarai semak air</i></p> <p><i>Penyelenggaraan</i></p> <p><i>Penyelenggaraan</i></p> <p><i>Penyelenggaraan</i></p> <p><i>Penyelenggaraan</i></p> <p><i>Penyelenggaraan</i></p>	<p><i>Visual, ujian</i></p> <p><i>Ujian</i></p> <p><i>Ujian,</i></p> <p><i>(Testing, check)</i></p> <p><i>Pemeriksaan pandangan</i></p> <p><i>NDT, Ultrasonik</i></p> <p><i>NDT (NDT)</i></p> <p><i>Pemeriksaan mekanikal</i></p> <p><i>Pemeriksaan awam</i></p>
<p><i>Keadaan perkhidmatan (Service conditions)</i></p>	<p><i>Penyelenggaraan</i></p>	<p><i>Pemeriksaan</i></p>
<p><i>Tekanan dan/atau terikan (Stress and/or strain)</i></p> <p><i>Sinaran (Radiation)</i></p> <p><i>Kelembapan (humidity)</i></p> <p><i>Suhu (Temperature)</i></p> <p><i>Kimia atau gas (Chemical or gas)</i></p> <p><i>Perubahan dalam dimensi oleh pengumpulan bahagian individu</i></p> <p><i>Ujian berlebihan (Excessive testing)</i></p> <p><i>Rekaan tidak mencukupi, pemasangan atau</i></p>	<p><i>Penyelenggaraan</i></p> <p><i>Pemeriksaan dos</i></p> <p><i>Pemeriksaan meter</i></p> <p><i>Pemeriksaan suhu</i></p> <p><i>Pemeriksaan</i></p> <p><i>Lukisan</i></p> <p><i>Audit keselamatan</i></p>	<p><i>Pemeriksaan Visual,</i></p> <p><i>NDT</i></p> <p><i>kalibrasi</i></p> <p><i>kalibrasi</i></p> <p><i>kalibrasi</i></p> <p><i>Ujian</i></p>

<p><i>penyelenggaraan tidak teratur</i></p> <p><i>Perubahan teknologi</i></p> <p><i>Perubahan kehendak keselamatan</i></p> <p><i>Dokumentasi lama</i></p> <p><i>Menara penyejuk</i></p>		<p><i>Ujian Visual</i></p> <p><i>Program pembetulan</i></p>
<p><i>Pelemahan bahan</i></p>		
<p><i>Perubahan pada ciri – ciri (contoh penebat elektrik</i></p> <p><i>Penyinaran kerapuhan</i></p> <p><i>Terma kerapuhan</i></p> <p><i>Rayapan</i></p> <p><i>Kelemahan</i></p> <p><i>Kakisan, termasuk kakisan hakisan dan kakisan menyebabkan keretakan</i></p> <p><i>Haus</i></p>	<p><i>Kabel, wayar, elektronik, komponen</i></p> <p><i>Konduit</i></p> <p><i>Kabel</i></p> <p><i>Tangki, konkrit</i></p> <p><i>Paip</i></p> <p><i>Turus terma</i></p> <p><i>Sistem Pertama & kedua</i></p> <p><i>Teras, salutan bahan api</i></p>	<p><i>Peyenggaraan</i></p> <p><i>Pemeriksaan Visual Gabungan (Connection)</i></p> <p><i>Pemeriksaan Visual & Gabungan</i></p>
<p><i>Penuaan dan penahanan dalaman</i></p>		
<p>1. <i>Kawalan rod (Control rod drive)</i></p> <p>2. <i>Pembelahan product (Fission product)</i></p>	<p><i>Kakisan pengurangan</i></p>	<p><i>Selenggara Berkala</i></p>
<p>3. <i>Masa SCRAM</i></p> <p>4. <i>Kolam reaktor</i></p> <p>5. <i>Bangunan reaktor</i></p> <p>6. <i>Konkrit reaktor</i></p>	<p><i>Retak</i></p> <p><i>Bocor</i></p>	<p><i>NDT</i></p>
<p><i>Keadaan pengendalian normal</i></p>		
<p><i>Sinaran. Suhu dan tekanan , Penyejuk , Gasket</i></p>	<p><i>Semakan meter sinaran, suhu dan tolok tekanan</i></p>	<p><i>Kalibrasi dan Pemeriksaaan</i></p>
<p><i>Penuaan dan kepercayaan</i></p>		

Scram	<i>Pemeriksaan Sistem , keperluan, kegagalan</i>	Pemeriksaan
<i>Keadaan kemunculan pengendalian dijangka</i>		
<i>Kebakaran , Panas yang berlebihan</i>	<i>Periksa Sistem semula, keperluan, kegagalan</i>	Ujian alatan dan ukuran
<i>Keadaan – keadaan persekitaran</i>		
<i>Kelembapan , Angin , Kemasinan , Pasir , Habuk , Agen - agen kimia</i>	<i>Pengudaraan</i>	<i>Ujian alatan dan pemeriksaan</i>
<i>Penuaan dan keselamatan dokumentasi berkaitan</i>		
<i>Sar (Sar) Prosuder QA (QA procedure) SHE – MS (SHE – MS)</i>	<i>Baru Lama Baru</i>	<i>Kemaskinikan</i>
<i>Penuaan dan kemajuan dalam teknologi dan keperluan keselamatan</i>	<i>Semakan Keselamatan/ alatan/teknologi</i>	<i>Rekebentuk semula, ganti,tukar sebahagian</i>
<i>Sinaran</i>		
<i>Suhu</i>		
<i>Turus terma Penahan - penahan konkrit Kabel elektrik dan instrumentasi Polimer</i>	<i>Pastikan Suhu di paras dibenarkan Periksa</i>	<i>Peyelenggaraan</i>
<i>Tekanan</i>		
<i>PTS ,Sistem Pemampat</i>	<i>Penyelenggaraan</i>	<i>Peyelenggaraan</i>
<i>Getaran dan putaran</i>		
<i>Kadar aliran , Aliran udara Unit AHU,</i>	<i>Ukur</i>	<i>Peyelenggaraan</i>

<i>Pengudaraan</i>		
<i>Kakisan</i>		
<i>Besi ,Injap, Paip ,Tangki</i>	Periksa semula	<i>Peyelenggaraan</i>
<i>Tindakbalas kimia yang lain</i>		
<i>Ozona atau NO2 (Ozone or NO2), Tembaga , Merkuri</i>	<i>Periksa</i>	<i>Peyelenggaraan</i>
<i>Hakisan</i>		
<i>Paip , Penukar Haba , Angin</i>	<i>Pemeriksaan Dalam Kendalian</i>	<i>Peyelenggaraan</i>
<i>Perubahan dalam teknologi</i>		
<i>Instrumentasi dan sistem kawalan, Perkakas , Perisian</i>	<i>Pemeriksaan Dalam Kendalian</i>	<i>Peyelenggaraan</i>
<i>Perubahan pada keperluan keselamatan</i>		
<i>NSR4 , GSR3</i>	<i>Panduan IAEA</i>	<i>Latihan/Bengkel</i>
<i>Dokumentasi usang</i>		
Manual Pengendalian (Operational manual) Lukisan (Drawings) Spesifikasi (Specifications) Dokumen berkaitan (Related document)	Program File 7, Kualiti	Odit
<i>Penyelenggaraan dan ujian yang tidak teratur</i>		
<i>Rekod Penyelenggaraan Rekod ujian Latihan kakitangan</i>	<i>Jaminan Kualiti</i>	<i>Odit Keselamatan,odit QA,Odit AELB</i>

Kesimpulan

Pemahaman terhadap ciri-ciri bahan , kelakuan bahan didalam persekitaran radiasi dan penyinaran adalah diperlukan terlebih dahulu.

Boleh digunakan sebagai panduan asas untuk merangka program menyeluruh untuk pemeriksaan bagi setiap komponen dan sistem di reaktor .

Rujukan

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Internal Working Group on Ageing Research Reactors (Information and preliminary internal report).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Draft of an IAEA Consultants Meeting, Vienna, 13-16 Nov. 1989.
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Aspects of Nuclear Power Plant Ageing, IAEA TECDOC-540, Vienna (1990).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Code on the Safety of Nuclear Research Reactors: Design, Safety Series No. 35-S1, IAEA, Vienna (1992).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Code on the Safety of Nuclear Research Reactors: Operation, Safety Series No. 35-S2, IAEA, Vienna (1992).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Guide on the Safety Assessment of Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report, Safety Series No. 35-G1, IAEA, Vienna (under preparation).
- [7] An Aging Failure Survey of Light Water Reactor Safety Systems and Components, NUREG/CR-4747, Washington, DC (1988).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Guide on Safety in the Utilization and Modification of Research Reactors, IAEA, Vienna (under preparation)
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Manual on reliability data collection for research reactor PSA's, IAEA TECDOC-696, IAEA, Vienna (1992).
- [10] THOMPSON, D., "Overview of research reactor operation within AECL" Proc. Int. Symp. on Research Reactor Safety, Operations and Modifications, Vol. 1, AECL-9926, Chalk River ().
- [11] DURNEY, J.L., CROUCHER, D.W., "Replacement of core components in the advanced test reactor", Proc. Int. Symp. on Research Reactor Safety, Operations and Modifications, Vol. 2, AECL-9926, Chalk River ().

[