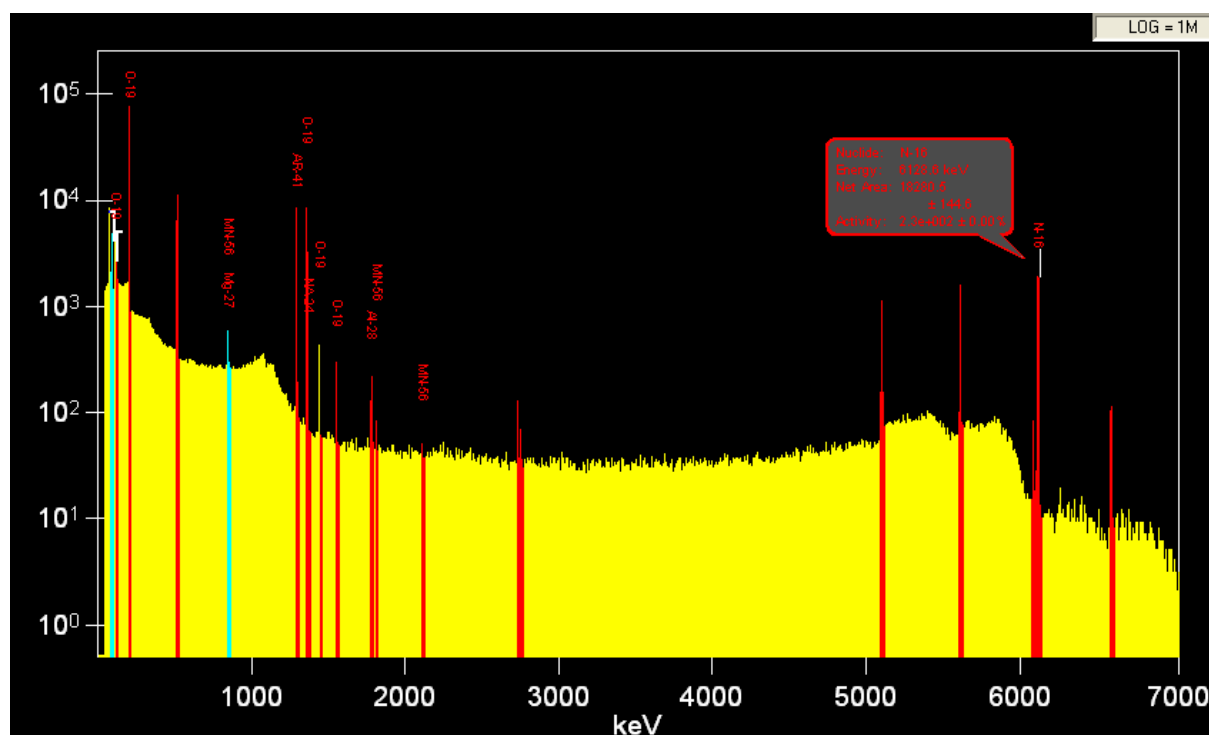


Luka Snoj
Andrej Trkov

AKTIVACIJA PRIMARNE VODE



Ljubljana, januar 2013

revizija 0

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za matematiko in fiziko
Jedrska tehnika
Tehnika jedrskega reaktorja

Revizija: 0

1. izdaja, januar 2013

Avtorji: *Luka Snoj, Andrej Trkov*

Slika na naslovnici: Matjaž Stepišnik [1]

Shranjeno v datoteki: *12_aktivacija_primarne_vode.doc*,
zadnjič shranjen *5.1.2013 21:37:00*

Tiskano: *6.1.2013 1:08:00*

KAZALO

1	KRATEK OPIS IN NAMEN VAJE	4
2	TEORETIČNE OSNOVE	4
3	IZVEDBA VAJE	5
3.1	SPLOŠNI NAPOTKI.....	5
3.2	OPREMA PRI VAJI.....	5
3.3	MERITEV	5
4	POROČILO O VAJI.....	5
5	LITERATURA	6

1 KRATEK OPIS IN NAMEN VAJE

V vodno hlajenih reaktorjih se hladilo pri obsevanju z nevtroni aktivira, kar povzroči povišane hitrosti doz v bližini primarnega hladila, predvsem zaradi radioaktivnega dušika ^{16}N .

Namen vaje je opazovati, kako se s aktivnost primarne vode spreminja z močjo reaktorja. Slušatelj:

1. Spozna metode za merjenje aktivacije primarne vode
2. Izmeri aktivnost primarne vode v odvisnosti od moči reaktorja

2 TEORETIČNE OSNOVE

Tudi povsem čista voda se v reaktorju aktivira. Glavni nuklida, ki prispevata k radioaktivnosti voda sta ^{16}N in ^{19}O , ki nastaneta z aktivacijo kisikovih izotopov.

Tabela 1: Najpomembnejši aktivacijski produkti v vodi.

osnovni nuklid	izotopski delež	reakcija (nevtroni)	aktivacijski produkt	$t_{1/2}$	energija žarkov gama
^{16}O	99,76	n,p (hitri, $E > 9 \text{ MeV}$)	^{16}N	7,13 s	6,129 MeV 7,117 MeV
^{18}O	0,20	n, γ (termični)	^{19}O	26,9 s	0,197 MeV 1,357 MeV

Radioaktivni dušik ^{16}N je pomemben s stališča radiološke varnosti, saj emitira visoko energijske ($E > 6 \text{ MeV}$) žarke gama. Zaradi kratkega razpolovnega časa pa je pomemben le med obratovanjem reaktorja. Meritve aktivnosti primarne vode se lahko uporabijo za meritev moči reaktorja, meritev pretoka vode skozi sredico ali za detekcijo puščanja primarnega sistema (npr. uparjalnikov). V jedrski elektrarni Krško na primer v sekundarnem hladilnem sistemu merijo koncentracijo ^{16}N in na ta način detektirajo morebitno puščanje vode iz primarnega v sekundarni sistem. Ker je koncentracija aktivacijskih produktov v vodi premo sorazmerna moči reaktorja, se lahko meritev koncentracije le-teh v vodi lahko uporabi tudi za merjenje moči reaktorja. Če poznamo koncentracijo aktivacijskih produktov na dveh mestih v primarnem hladilnem sistemu, pa lahko na ta način določimo hitrost premikanja vode (in posledično tudi pretok) med tem merilnima mestoma.

Za meritev aktivnosti primarne vode lahko uporabimo kar Geiger Muellerjevo cev, medtem ko moramo za meritve določenih aktivacijskih produktov uporabiti gama spektrometer. Slednji je lahko ali polprevodniški (HPGe – high purity Germanium) ali pa scintilatorski (npr. NaI ali LaBr_3). Ker so energije najpomembnejših žarkov gama precej narazen ima tudi scintilatorski detektor dovolj veliko ločljivost, da lahko ločimo posamezne žarek gama.

Ker ima ^{16}N relativno kratek razpolovni čas, ki je primerljiv s časom potovanja vode skozi primarni sistem in s časom potovanja vode od sredice do vodne gladine, je za razumevanje in pravilno interpretacijo meritev aktivacijskih produktov pomembno poznavanje kroženja vode v sistemu.

V reaktorju TRIGA se sredica reaktorja hladi z naravno konvekcijo. Hladnejša voda vstopa v sredico skozi spodnjo rešetko gre skozi sredico, kjer se aktivira in segreje ter nato zapusti sredico skozi gornjo rešetko. Topla voda se nato dviguje približno po sredini reaktorskega tanka do vodne gladine in se ob robu tanka spušča proti dnu. Hlajenje vode v reaktorskem tanku poteka tako, da se voda iz reaktorskega tanka zajema približno 0,5 m pod

vodno gladino ter se nato črpa skozi toplotni prenosnik in ohlajena vrne nazaj v reaktorski tank približno 1 m pod vodno gladino.

3 IZVEDBA VAJE

3.1 Splošni napotki

Z reaktorjem upravlja operater. Navodila operaterju daje vodja vaj oziroma demonstrator. Za vstop v halo reaktorja in na ploščad je potrebno dobiti dovoljenje operaterja.

Vse meritve si najprej zapiši in šele nato opravi preračune. Zraven meritev piši tudi komentarje, kaj si spremenil, kaj si izmeril in podobno. Pred začetkom vaje naj demonstrator pripravi gama spektrometer. Med vajo naj bo vključeno hlajenje reaktorja.

3.2 Oprema pri vaji

- gama spektrometer (HPGe ali scintilator – LaBr)
- ročni merilnik hitrosti doz
- Reaktor TRIGA z vsemi sistemi, strukturami in komponentami

3.3 Meritev

Meritev radioaktivnosti primarne vode bomo izvajali v kleti reaktorja blizu črpalke primarnega hladilnega kroga.

In sicer bomo z ročnim merilnikom hitrosti doz merili hitrost doze na cevi primarnega hladilnega kroga z gama spektrometrom pa bomo opazovali intenziteto črt gama aktivacijskih produktov ^{16}N in ^{19}O v odvisnosti od moči reaktorja. Pazi, da meritve izvajaš vedno na istem mestu, oz. da se detektor med vajo ne premika.

Meritve začnemo pri ugasnjenem reaktorju, da pomerimo ozadje. Nato naj operater zviša moč na 10 kW, kjer opravimo naslednjo meritev. Sledijo meritve pri 20, 40, 80, 120, 160, 200 in 250 kW.

Čas meritve spektra gama žarkov na nižjih močeh naj bo okoli 100 s.

Pri nekaj močeh (npr. 40, 80, 160 in 250 kW) pomeri spekter gama črt z različnimi časovnimi intervali. Kaj opaziš? Pomni: pretok vode skozi cevi primarnega sistema je konstanten, medtem ko je hitrost dviganja vode od sredice do zajemalnega mesta zaradi hlajenja z naravno konvekcijo odvisna od moči reaktorja in ni nujno konstantna tako po višini kot po času.

Vse rezultate si zapisuje ter že med vajo riši diagrame na milimetrski papir.

4 POROČILO O VAJI

- predstavi rezultate meritev v obliki tabel in diagramov,
- nariši sledeče diagrame
 - aktivnost posameznih nuklidov v odvisnosti od moči reaktorja
 - hitrost doze v odvisnosti od moči reaktorja
- oceno natančnosti rezultatov,
- oceni negotovosti rezultatov
- rezultate komentiraj

5 LITERATURA

1. M. Stepišnik, ANALIZA AKTIVNOSTI PRIMARNEGA HLADILA PRI DELOVANJU RAZISKOVALNEGA REAKTORJA TRIGA MARK II magistrsko delo, UNI LJ, FMF, 2008
2. Varnostno poročilo za reaktor TRIGA Mark II v Podgorici (Revizija 4), Institut Jožef Stefan, IJS-DP-5823, Ljubljana, marec 2004
3. L. Snoj, A . Trkov, Opis reaktorja TRIGA, oktober 2012