



RS06RA021

MERENJE NUKLEARNIH KARAKTERISTIKA
ČELIKA I URANA U TERMALNOM REAKTORSKOM FLUKSU

V. Marković, A. Kocić

V I N Ā

1965.

Uvod

Polazeći sa konstruktivnog aspekta izgradnje reaktora, materijali koji ga sačinjavaju mogu se podeliti u konstrukci- one i materijale koji ulaze u sastav aktivne zone. Za ove ma- terijale je vrlo važno poznavanje karakteristika svih svojsta- va koje bitno utiču na njegov rad. Jedna od najvažnijih kara- kteristika je, svakako, ponašanje materijala pod dejstvom fluksa neutrona kao i posledice ovih reakcija.

Rad opisuje merenje efektivnih preseka za reakcije sa termalnim neutronima, čelika kao konstrukcionog materijala i urana kao materijala aktivne zone. Vrednost preseka čelika merena je i izražena u apsorpcionim jedinicama. Izvršeno je poredjenje domaćeg čelika u odnosu na ruski. Kako uran u ne- utronskom fluksu ima svojstvo apsorpcije i proizvodnje neutro- na, to je nuklearno svojstvo domaćeg uran - oksida porédjeno sa ruskim metalnim prirodnim uranom.

Tačnost merenja je sasvim zadovoljavajuća zahvaljuju- ći dobroj analizi eksperimentalnog arazmana i rezultata kao i reaktorskom oscilatoru ROB-1 /1/, koji precizno analizira podatke i omogućuje generiranje pravougaonih oscilacija uzorka.

2. Teorija eksperimenta

Pretpostavlja se da je fluks u reaktoru suma od Maxwell-ove i $1/E$ komponente, tj.

$$\Phi(E) = M(E) + \lambda F(E)$$

gde je $M(E) = E/E_T^2 e^{-E/E_T}$

$$F(E) = 1/E \quad \text{za } E > \mu E_T$$

$$F(E) = 0 \quad \text{za } E < \mu E_T$$

T - temperatura neutrona Maxwell-ove raspodele

E_T - energija neutrona na maksimumu Maxwell-ove raspodele

Kako su merenja izvršena u predominantno Maxwell-ovom delu spektra, to usvajajući Westcott-ovu konvenciju /2/ sledi

$$G_{eff} = G_M = g G_0$$

Oscilovanjem uzorka u aktivnoj zoni reaktora vrši se perturbacija snage reaktora. Ovo se odražava u promeni faktora multiplikacije koji će biti mera za unetu apsorpciju

$$\Delta k = KN G_{eff}$$

gde je K - faktor proporcionalnosti i određuje se preko materijala čiji je presek dobro poznat - standarda

N - ukupan broj jezgara u uzorku apsorberu

Na osnovu iznetog sledi

$$\frac{\Delta k}{KN} = \frac{1}{K} S = G_{eff} = G_M$$

Poznavajući veličinu K i mereći S datog materijala, određuje se direktno apsorpcioni termalni presek istog.

3. Eksperimentalna tehnika

Maxwell-ov spektar na reaktoru RB postignut je konfiguracijom gorivnih elemenata tako, da je u centru reaktora - gde se vrši oscilovanje - egzistirao moderator D_2O u dijametru 70 cm. Gorivni elementi su postavljeni u obliku prstena sa korakom rešetke $8\sqrt{2}$ cm.

Oscilovanje uzorka izvršeno je pneumatskim uređajem koji omogućuje pravougaone oscilacije uzorka. Počešeno je tako, da se uzorak kreće između tačke koja se nalazi van aktivne zone i centra reaktora. Period oscilovanja iznosi 36 sec., s tim da uzorak najveći deo vremena provodi u krajnjim položajima, a vreme kretanja između njih iznosi manje od 1 sec. Analiza podataka izvršena je hibridnom tehnikom. Blok šema uređaja i analize podataka prikazana je na sl. 1.

Uzorci čelika i standarda pripremljeni su u obliku pločica istih dimenzija, dok su uzorci urana cilindričnog oblika. Oblik signala odziva reaktora u zavisnosti od apsorpcione moći uzorka prikazana je na sl. 2.

4. Merenje i rezultati merenja

4.1. Merenje termalnog preseka čelika

Za uzorke čelika izabrani su ruski čelik, koji služi kao nehrdjajući konstrukcioni materijal na reaktoru RA šifre OH18N9(ЭРО), i čelik domaće proizvodnje "prohrom 11"

Tačan sastav domaćeg čelika je samo delimično poznat odn. da poseduje 17% Cr i 7 - 8% Ni težinskih delova. Sastav ruskog čelika je poznat, a ovde će biti izneti samo oni elementi koji imaju veliki apsorpcioni presek ili procentualno su jako zastupljeni: 2% Mn, 18% Cr, 9% Ni 2% Ta i oko 66% Fe.

Uzorci čelika bili su istih dimenzija 23x84x2 mm³.

Za određivanje veličine K korišćen je standard B₂O₃ od 79,54 mgr. Uzorak je načinjen preko rastvora date koncentracije koji je ispipetiran ravnomerno na filter papir dimenzije 30 x 85 mm². Zatim je procesom evaporacije rastvarač eliminisan, a količina rastvora ostala. Ovako pripremljen uzorak umotan je u Al foliju.

Oscilovanjem uzorka standarda u kritičnom reaktoru, mereći odziv signala reaktora S i usvajajući za prirodan bor presek

$$S_m = g S_0 = (759 \pm 2) \text{ barna} \quad /3/$$

tada na osnovu jednačine (1) sledi vrednost za veličinu

$$1/K = (2,19 \pm 0,02) 10^{19} \text{ b/S}$$

Na ovaj način izvršen je kalibracija odziva signala reaktora u apsolutnim jedinicama, gde je S dato u arbitrernim jedinicama.

Merenja sa uzorcima čelika izvršena su pri istim uslovima rada reaktora i uslovima načina oscilovanja. Koristeći dobijenu veličinu 1/K i mereći signale odziva reaktora za pojedine uzorke čelika dobijene su vrednosti za efektivne apsorpcione preseke

1. ruski čelik = $3,28 \pm 0,04$ barna
2. domaći čelik = $2,55 \pm 0,03$ barna

Pri ovim merenjima izvršena je korekcija za samozaštitu po teoriji K. Case /4/. Za uzorak standarda korekcija iznosi 7,2% a za uzorak čelika 0,5%.

4.2. Merenje efektivnog preseka prirodnog urana

Merenje sa uzorcima urana učinjeno je na principu poredjenja signala odziva reaktora. Poredjenje je izvršeno izmedju ruskog prirodnog metalnog urana i koji je ugrađen u jezgro reaktora RB i domaćeg sinterovanog prirodnog uran-dioksida. Veličine uzoraka izabrane su tako da su im apsorpcione moći približno jednake. Uslovi rada reaktora i načina oscilovanja su isti.

Pri oscilovanju uzoraka reaktor je pokazivao višak reaktivnosti kad su uzorci bili u centru reaktora. Odnos signala je

$$S = \frac{\text{signal domaćeg } UO_2}{\text{signal ruskog } U} = \frac{1,149 \pm 0,029}{1,095 \pm 0,020}$$

$$S = 1,05 \pm 0,03$$

pri čemu su signali obračunati po atomu datog uzorka.

Ruski uran je cilindričnog oblika dijametra 2,5 cm i dužine 0,5 cm, dok je domaći takodje cilindričnog oblika dijametra 1,19 cm. i dužine 1,28. Za merenja sa domaćim uranom korišćena su četiri uzorka u obliku snopa.

Zbog različite geometrije uzoraka i vrste materijala pojavljuju se različite srednje vrednosti fluksa u uzorcima. Korekcija na efekat samozaštite nije vršena, jer je procenjena greška koja se tom prilikom unosi veća nego razlika koju ukazuje odnos signala pojedinih uzoraka. Greška u određivanju efekta samozaštite dolazi usled aproksimacije koja nastaje geometrijskim tretiranjem uzorka UO_2 (snop uzorak tretiran kao cilindar odnosno folija).

Stoga se može reći da su nuklearne osobine uzoraka približno iste, u granicama grešaka.

5. Zaključak

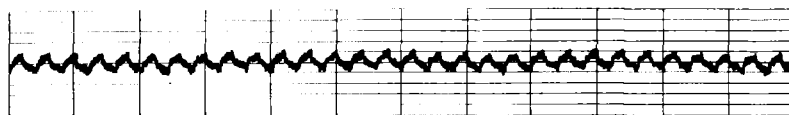
Merenja na čelicima pokazuju da čelik domaće proizvodnje ima dosta manji apsorpcioni presek u odnosu na ruski. Ovo ukazuje da domaći čelik poseduje manji procenat Ni i Cr, tj. da u svom sastavu ima veći procenat Fe. Usvojena vrednost efektivne molekulske težine za oba čelika - radi određivanja broja atoma u uzorcima je $M_{eff} = 55,85$.

Poredjenjem nuklearnih osobina domaćeg UO_2 i ruskog metalnog U u reaktoru pokazuje se da je pozitivni efekat domaćeg urana veći. Procenjeni faktori samozaštite za pojedine uzorke ne razlikuju se mnogo, ali greške sa kojima su određeni su znatne. Odatle sledi da su signali odnosno nuklearne osobine približno jednake, a razlike medju njima su u granicama grešaka pri određivanju faktora samozaštite.

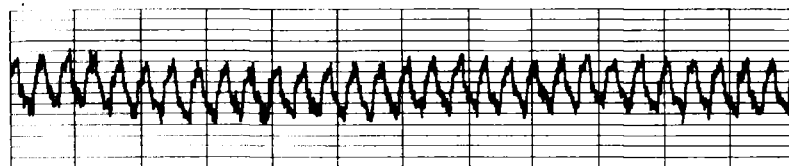
Merenja na ovakvom sistemu reaktora i ovim načinom oscilovanja pokazuju da se termalne osobine materijala mogu meriti sa zadovoljavajućom tačnošću, pri čemu treba voditi računa o izboru geometrije uzoraka radi bolje procene faktora samozaštite. Pri tome se zanemaruje efekat rasejanja uzoraka je se oscilovanje vrši između pozicija u kojima je $grad = 0$.

L I T E R A T U R A

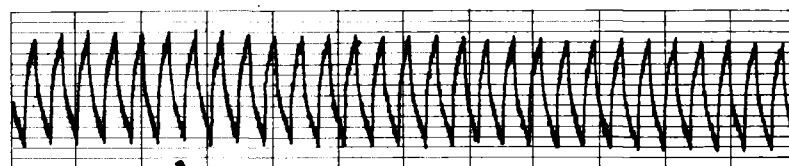
1. M. Petrović - Reaktorski oscilator ROB-1 biće objavljeno
2. C.H. Westcott - A Conf. 15/P/202/1958
3. - BNL - 325, Suppl. 2, 1964
4. K. Case, F. de Hoffman G. Placzek
Introduction to the theory of neutron
diffusion, Vol. I, 1953



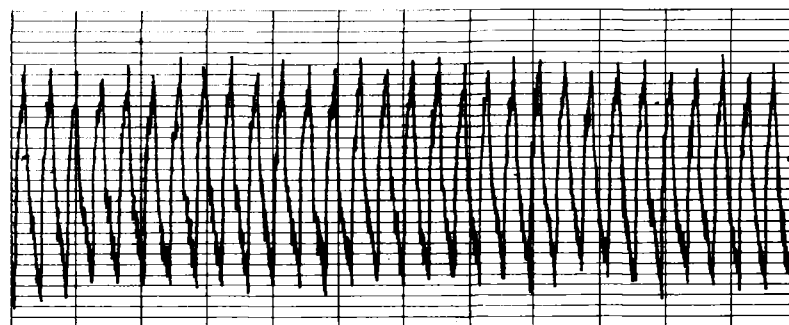
a)



b)

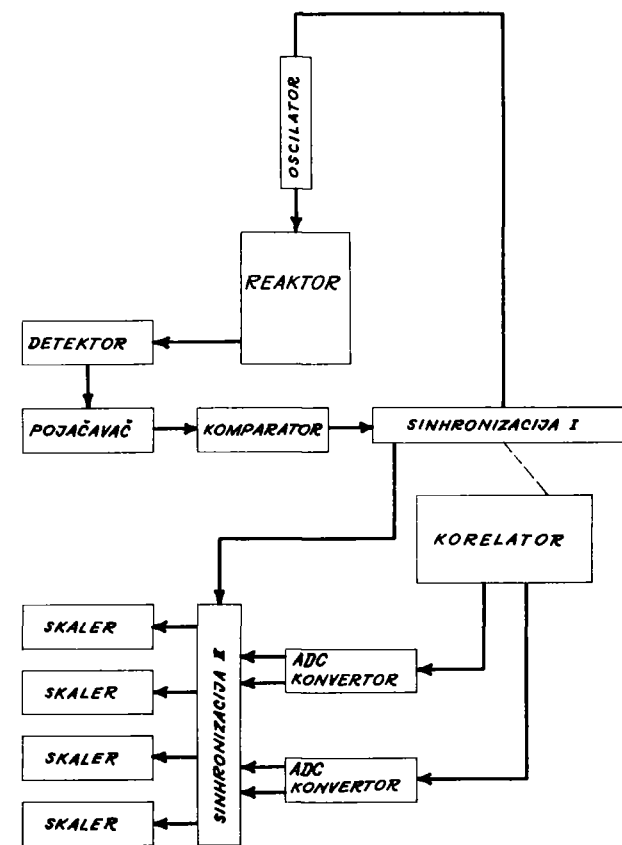


c)



d)

SI. 8 ² OBLIK SIGNALA IZ JONIZACIONE KOMORE PRI OSCILOVANJU RAZLIČITIH APSORBERA



SI. 11 ¹ FUNKCIONALNA ŠEMA RADA