

Ing. Vladimir Zečević  
Ing. Branimir Lolić  
Institut "Boris Kidrič" - Vinča

## OSCILATORNE KARAKTERISTIKE REAKTORA „A”

### UVOD

Reaktorski oscilator je uređaj koji služi za ispitivanje nuklearnih osobina reaktorskih materijala. Kod reaktorskog oscilatora sam reaktor se koristi kao instrument koji je vrlo osetljiv na iščezavanje neutrona. Pri stacionarnom stanju kritičnog reaktora sve promene u iščezavanju neutrona se direktno manifestuju promenama reaktivnosti, odnosno snage reaktora. Pošto postoje vrlo precizne metode za merenje snage reaktora, ove promene reaktivnosti se mogu uzajamno porediti. Na osnovu rezultata poredjenja dobija se kriterijum za donošenje zaključka o osobinama ispitivanog materijala.

Reaktor se prethodno bađdari poznatim apsorberom. Ispita se i registruje ponašanje reaktora izazvano oscilovanjem poznatih apsorbera i poznatih rasejavajućih materijala. Posle toga se ispituju nepoznati uzorci a upoređivanjem se dobija podatak o kvalitetu i osobinama ispitivanog uzorka.

Da bi se projektovao reaktorski oscilator potrebno je poznavati pored osnovnih karakteristika reaktora/fluksa, raspodela fluksa, snaga, raspored tehnoloških i eksperimentalnih kanala, raspored i veličina apsorbera i reflektora/ i neke specijalne karakteristike vezane za problem oscilatora. To su pre svega optimalne radne tačke za postavljanje oscilatora a i neke oscilatorne karakteristike reaktora.

Reaktor "A" je termalni heterogeni nuklearni reaktor sa maksimalno 344 kgr. lako obogaćenog /2%/ prirodnog urana kao gorivom, 6 tona teške vode kao moderatorom i grafitnim reflektorom. Maksimalna termalna snaga reaktora je 10 MW, a nominalna 6,5 MW.

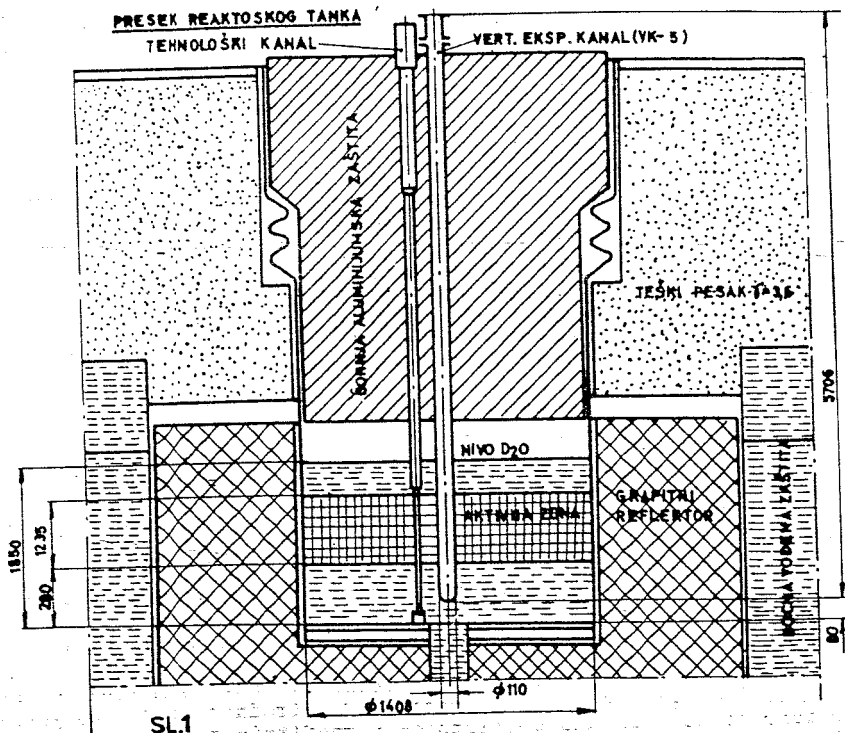
U ovom radu su rasmatrane promene u snazi reaktora pri oscilovanju u jednom od vertikalnih eksperimentalnih kanala reaktora.

OPIS EKSPERIMENTA

Eksperimenti vršeni u toku 1960 g. na reaktoru "A" u Vinči imali su za zadatak da se dobiju podaci o ponašanju reaktora pri promenama nekih parametara važnih za rad i projektovanje reaktorskog oscilatora. Ti parametri su sledeći:

- veličina apsorbera
- perioda oscilovanja
- snaga reaktora

Sva oscilovanja su vršena u centralnom vertikalnom eksperimentalnom kanalu VK 5, prečnika 110 mm, koji polazi od vrha reaktora i spušta se vertikalno kroz centar aktivne zone do 200 mm ispod donje ivice aktivne zone. Na slici 1 pokazan je presek reaktora "A", tako da se vidi aktivna zona, reflektor i deo zaštite, kao i položaj centralnog vertikalnog eksperimentalnog kanala VK 5.



Uzorak može da osciluje i u ostalim vertikalnim eksperimentalnim kanalima ali je u njima osetljivost reaktora, te i tačnost merenja znatno manja. Uzorak koji u kanalu VK 5 izaziva jediničnu promenu reaktivnosti, izaziva u ostalim kanalima sledeće pro-

mene:

VK 7	0,589
VK 8	0,560
VK 2	0,392
VK 1	0,368
VK 6	0,358
VK G	0,031

U toku eksperimenata korišćena su tri apsorbera napravljena od rastvora  $B_2O_3$  u  $30 \text{ cm}^3$ . Zanimarena je razlika u količinama teške vode za razne koncentracije apsorbera. Radjeno je sa sledećim apsorberima:

1. 132 mgr.  $B_2O_3$
2. 221,5 mgr.  $B_2O_3$
3. 332 mgr.  $B_2O_3$

Apsorberi su oscilovali u VK 5 sa periodama 4, 8, 16, 20 i 40 sekundi, pri snagama od:

300 W, 500 W, 1000 W, 2200 W i 5000 W

Oscilacije su kvadratnog tipa i obzirom na dužinu periode zanemareno je vreme potrebno da apsorber predje iz jednog položaja u drugi. Korišćena je samo donja optimalna radna tačka koja se naziva na:

$270 \pm 10 \text{ mm}$

od dna centralnog vertikalnog eksperimentalnog kanala VK 5 i maksimalna amplituda.

### REZULTATI EKSPERIMENTA

Rezultati eksperimenata sredjeni su u tabeli I.

TABELA I

Snaga reaktora	abs.	Perioda u sec.				
		4	8	16	20	40
		Promena snage reaktora				
300 W	1.	24,8	27,8	33,8	37,8	48,8
	2.	38,2	42,4	55,9	62,3	82,1
	3.	51,8	57,0	78,0	87,0	119,2
500 W	1.	36,6	46,9	56,3	63,3	82,7
	2.	60,5	87,2	99,2	109,8	141,0
	3.	78,1	100,7	133,7	147,8	221,0

Snaga reaktora	abs.	Perioda u sec.				
		4	8	16	20	40
		Promena snage reaktora				
1.000 W	1.	73,6	84,1	105,2	119,2	150,8
	2.	108,8	136,8	193	224,5	288
	3.	151	196,5	263	302	456
2.200 W	1.	90	180	280	310	420
	2.	200	320	470	540	740
	3.	260	440	560	680	940
5.000 W	1.	323	496	588	615	731
	2.	584	753	977	1.000	1.243
	3.	694	972	1.245	1.380	1.870

Promene u snazi reaktora su date u vatima i to za ukupnu promenu od vrha do vrha. Znači da pri datoj snazi reaktora a za odgovarajuću frekvenciju, snaga reaktora varira u skladu sa oscilovanjem apsorbera u plusu i u minusu za polovinu vrednosti u vatima koja je data na tablici I.

Tabela II daje srednju procentualnu promenu snage reaktora pri promeni veličine apsorbera a za razne periode oscilovanja.

TABELA II

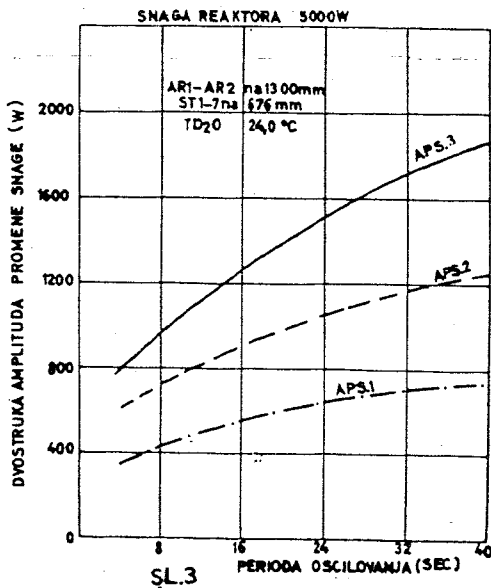
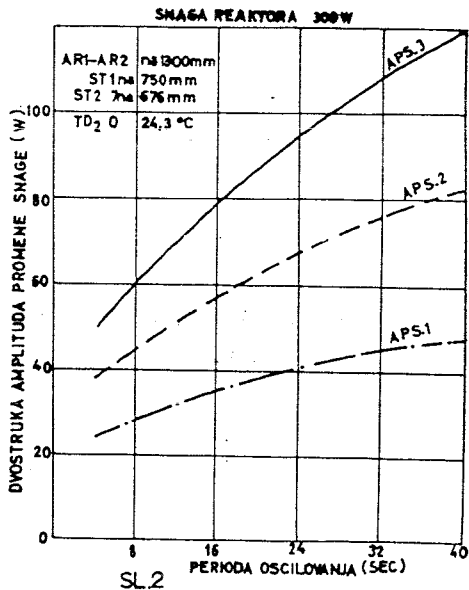
perioda sec.	apsorb. 1	apsorb. 2	apsorb. 3
4	7,1	11,3	15,6
8	8,9	15,0	19,9
16	11,5	19,7	25,8
20	12,7	21,8	29,4
40	16,5	28,5	41,8

Na dijagramima 2 i 3 date su zavisnosti promene snage reaktora pri promeni periode oscilovanja sa maksimalnom amplitudom za snage reaktora 300 W i 5000 W. Amplituda promene raste u apsolutnom iznosu sa povećanjem periode oscilovanja i porastom snage reaktora. Zakonitost promene se uglavnom zadržava sa povećanjem snage i periode. Sa povećanjem snage neznatno opada prvi izvod karakteristike porasta za isti apsorber. Povećanje apsorbera uz zadržavanje ostalih veličina izaziva znatno povećanje strmine, što se i očekivalo.

Dijagram na sl. 4 daje srednju procentualnu promenu snage reaktora, za opseg snage od 300 do 5.000 W, pri promeni periode oscilovanja.

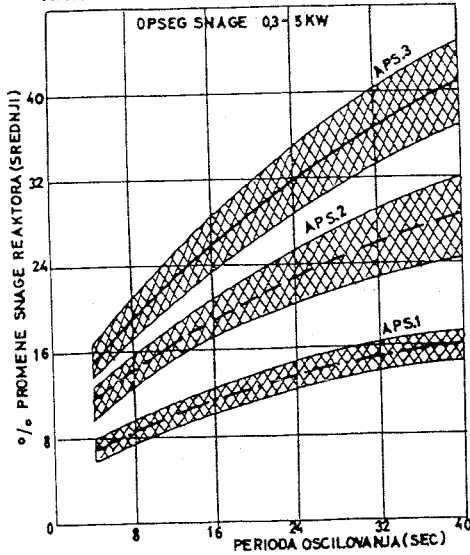
Promena snage reaktora pri veriranju veličine apsorbera i periode oscilovanja data je na sl. 5. Vidi se da linearnost za-

visnosti raste sa povećanjem periode.

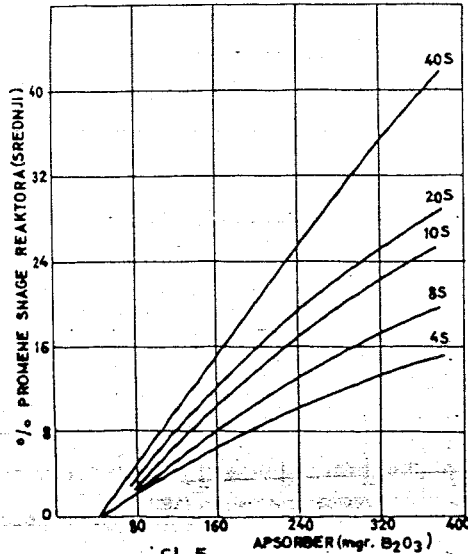


Dijagrami 6 do 9 daju kriterijum za odredjivanje optimalne snage reaktora za rad sa oscilatorom u VK 5. Iz dijagrama se

SREDNJA PROCENTUALNA PROMENA SNAGE REAKTORA ZA RAZNE APSORBERE PRI PROMENI PERIODE

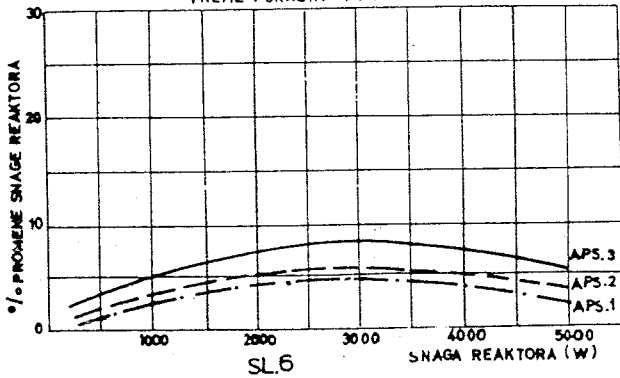


SREDNJA PROCENTUALNA PROMENA SNAGE REAKTORA ZA RAZNE PERIODE PRI PROMENI VELČINE APSORBERA



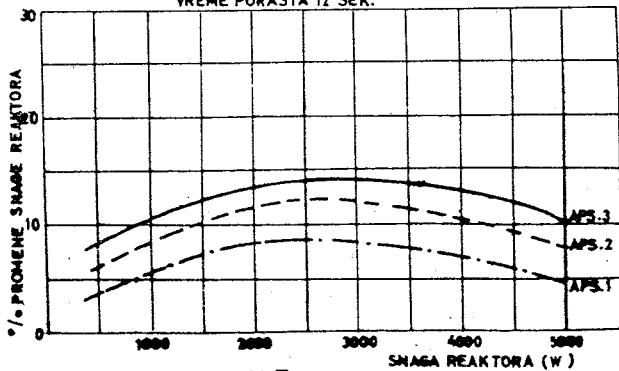
ODREĐIVANJE OPTIMALNE SNAGE REAKTORA

VREME PORASTA 4 SEK.

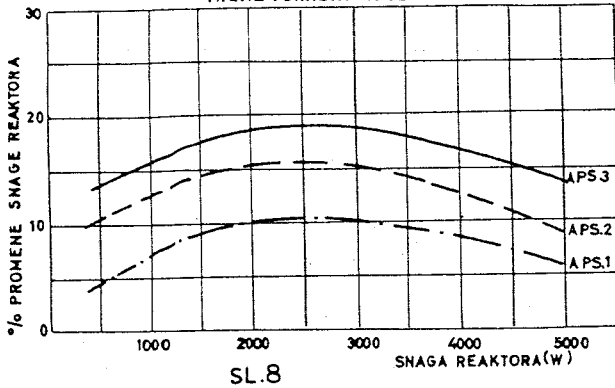


ODREĐIVANJE OPTIMALNE SNAGE REAKTORA

VREME PORASTA 12 SEK.

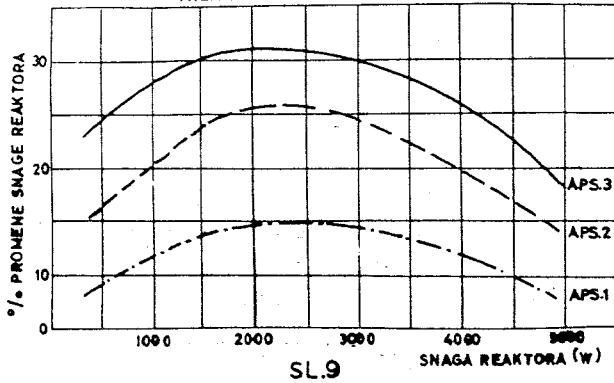


ODREĐIVANJE OPTIMALNE SNAGE REAKTORA  
VREME PORASTA 16 SEK.



SL.8

ODREĐIVANJE OPTIMALNE SNAGE REAKTORA  
VREME PORASTA 36 SEK.



SL.9



zaključuje da se optimalna snaga nalazi u oblasti oko 2 kW za duže periode i da se sa smanjenjem periode lagano pomera ka snazi 2,5 do 3 kW.

### ZAKLJUČAK

Proučavanje oscilatornih karakteristika reaktora A, započeto ovim radovima, dalo je prve kriterijume za rad i konstrukciju reaktorskog oscilatora sa totalnom modulacijom snage reaktora.

Reaktorski oscilator sa totalnom modulacijom snage reaktora može da se postavi na makom vertikalnom eksperimentalnom kanalu. Maksimalna osetljivost se postiže u VK 5. Svi ovi eksperimenti su radjeni u normalnom fluksu reaktora A. Reaktor ima mogućnost termalizacije fluksa u oblasti oko VK 5 na taj način što se mogu ukloniti obližnji tehnološki kanali.

Rad i merenja sa reaktorskim oscilatorom na reaktoru A mogu se zahvaljujući osetljivosti reaktora izvoditi bez velikih teškoća. Optimalne snage su oko 2 do 3 kW. Ako se posmatraju promene koje nastaju pri oscilovanju uzorka i registruju promene u jedinicima vremena dolazi se do zaključka da je metoda osetljivija pri kraćim periodama. Promena amplitude linearno utiče na odgovor reaktora.

Iz svega ovoga izlazi kao zaključak da se optimalni uslovi za rad reaktorskog oscilatora odredjuju tako da oscilator radi u jednoj od nadjenih optimalnih radnih tačaka a da se ostali uslovi kombinuju iz zahteva koje postavljaju sa jedne strane osetljivost metode i instrumentacije a sa druge strane uslovi stabilnosti rada reaktora.