



RS06RA258

II JUGOSLOVENSKI SIMPOZIJUM IZ REAKTORSKE FIZIKE

SRF-2/14R

J. Pop-Jordanov  
Institut "B. Kidrič", Vinča

FAKTORI MIKRODASPODELE NEUTRONA  
U TEŠKOVODNIM I LAKOVODNIM REŠETKAMA

HERCEG NOVI  
Septembar 27-29  
1966.

FAKTORI MIKRODASPODELE NEUTRONA  
U TEŠKOVODNIM I LAKOVODNIM REŠETKAMA

J. Pop-Jordanov

1. U v o d

U ranijim radovima /1/, /2/ razvijena je analitička metoda tretiranja termalizacije neutrona u heterogenim reaktorima, u kojoj se primenom energetski zavisnih graničnih uslova izbegava difuziona aproksimacija u gorivu. Pri tome su u moderatoru primenjeni model teškog gasa i difuziona aproksimacija uz zanemarivanje apsorpcije u višim članovima razvoja. Ovakvo tretiranje moderatora čini metodu neadekvatnom za slučaj lakovodnih rešetki, pa su u pomenutim radovima računati samo teškovodni i grafitni sistemi. Pri tome su obzirom na jednostavnost metode korišćene stolne računске mašine.

U ovom radu su primenom iste metode analizirane po nekoliko teškovodnih i lakovodnih rešetki, a pored toga izvršeni su računi i po jednobrzinskoj metodi Amouyal-Benoist-a. Pri tome su obe metode programirane za računsku mašinu ZUSE Z-23. Rezultati za faktore mikroraspodele (disadvantage faktore) su zatim upoređjeni sa rezultatima koje daje jednobrzinska  $P_3$  aproksimacija i multigrupni K7-THERMOS program.

## 2. Programi

Program ANTER (analitičko tretiranje termalizacije) izračunava disadvantage faktore goriva i moderatora primenom pomenute analitičke metode. Energetska zavisnost preseka predstavljena je Loranovim redovima. U termalnoj oblasti (od 0 do 16 kT) korišćeno je 40 energetskih tačaka, pa su vrednosti preseka u ovim tačkama uzete iz /3/. Integracije za koeficijente  $k_{mn}$  vrše se Simpsonovim pravilom. Detaljniji opis programa dat je u /4/.

Program AB-3 izračunava disadvantage faktore goriva i moderatora primenom jednobrzinske metode Amoual-Benoist za trozonalnu čeliju. Detaljniji opis programa dat je u /5/.

## 3. Rezultati

Analizirane su rešetke jugoslovenskog reaktora RB i norveškog reaktora NORA sledećeg sastava:

Reaktor RB: gorivo - metalni prirodni uran (poluprečnik šipke 1,25 cm), obloga - aluminijum (debljine 0,1 cm), moderator - teška voda čistoće 99,5%.

Reaktor NORA: gorivo - 3,4% obogaćen  $UO_2$  (poluprečnik šipke 0,635 cm), obloga - nerđjajući čelik (debljine 0,055 cm), moderator - laka voda.

Rezultati proračuna dati su u tablicama 1 i 2. Računi po metodi Amouyal-Benoist izvedeni su u dve varijante: sa transportnim presecima (što je uobičajeno) i sa presecima za rasejanje. Radi poredjenja navedeni su i rezultati koje daju jednobrzinska  $P_3$  aproksimacija /6/ i K-7-THERMOS /7/.

Tablica 1.

Disadvantage faktori za razne korake rešetke reaktora RB

| Korak<br>rešetke<br>a<br>(cm) | Jednibrzinski         |                       |       | Energetski zavisno |                  |                |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------|--------------------|------------------|----------------|
|                               | AB<br>( $\sum_{sc}$ ) | AB<br>( $\sum_{tr}$ ) | $P_3$ | ANTER<br>gustine   | K7-TH<br>gustine | K7-TH<br>fluks |
| 8                             | 1,569                 | 1,556                 | 1,551 | 1,642              | 1,614            | 1,464          |
| 9,9                           | 1,631                 | 1,610                 | 1,614 | 1,707              | 1,696            | 1,536          |
| 11,3                          | 1,670                 | 1,646                 | 1,655 | 1,749              | 1,745            | 1,579          |
| 14                            | 1,738                 | 1,706                 | 1,722 | 1,820              | 1,818            | 1,644          |
| 16                            | 1,782                 | 1,750                 | 1,766 | 1,866              | 1,862            | 1,683          |

Tablica 2.

Disadvantage faktori za razne korake rešetke reaktora NORA

| Korak<br>rešetke<br>a<br>(cm) | Jednibrzinski         |                       |       | Energetski zavisno |                  |                |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------|--------------------|------------------|----------------|
|                               | AB<br>( $\sum_{sc}$ ) | AB<br>( $\sum_{tr}$ ) | $P_3$ | ANTER<br>gustine   | K7-TH<br>gustine | K7-TH<br>fluks |
| 1,9                           | 1,418                 | 1,372                 | 1,486 | 1,483              | 1,457            | 1,327          |
| 2,314                         | 1,536                 | 1,452                 | 1,602 | 1,610              | 1,576            | 1,423          |
| 2,687                         | 1,636                 | 1,523                 | 1,701 | 1,716              | 1,658            | 1,490          |

#### 4. Diskusija

Rezultati koji su navedeni u dvema zadnjim kolonama kod obe tablice (K7-THERMOS) dobijeni su numeričkom Honeck-ovom metodom /8/, koja je jedna od najtačnijih metoda, ali zahteva mašine velikog kapaciteta. Ovi rezultati se mogu smatrati kalibracionim.

Poredjenjem prve dve kolone sa rezultatima K7-THERMOS dolazi se do zaključka da kod oba tipa rešetki metoda Amouyal-Benoist daje vrednosti koje leže između stvarnih vrednosti za gustinu i fluks, odstupajući od jednih i drugih sa po nekoliko procenata. Pošto su, obzirom na vezu između gustine i fluksa, vrednosti za disadantage faktore fluksa uvek ispod onih za gustine, to će računi po AB sa transportnim presecima davati vrednosti bliže odnosima fluksa, dok će računi sa presecima za rasejanje davati vrednosti bliže odnosima gustina.

Rezultati sa jednobrzinskom  $P_3$  aproksimacijom su kod teškovodnih rešetki slični sa AB rezultatima, s tim što nešto brže rastu sa korakom rešetke (pa su za guste rešetke bliži AB rezultatima sa transportnim presecima, a za veće korake bliži AB rezultatima sa presecima rasejanja). Kod lakovodnih rešetki jednobrzinskom  $P_3$  aproksimacijom dobijeni su rezultati koji leže iznad ne samo AB rezultata već i onih po THERMOS-u.

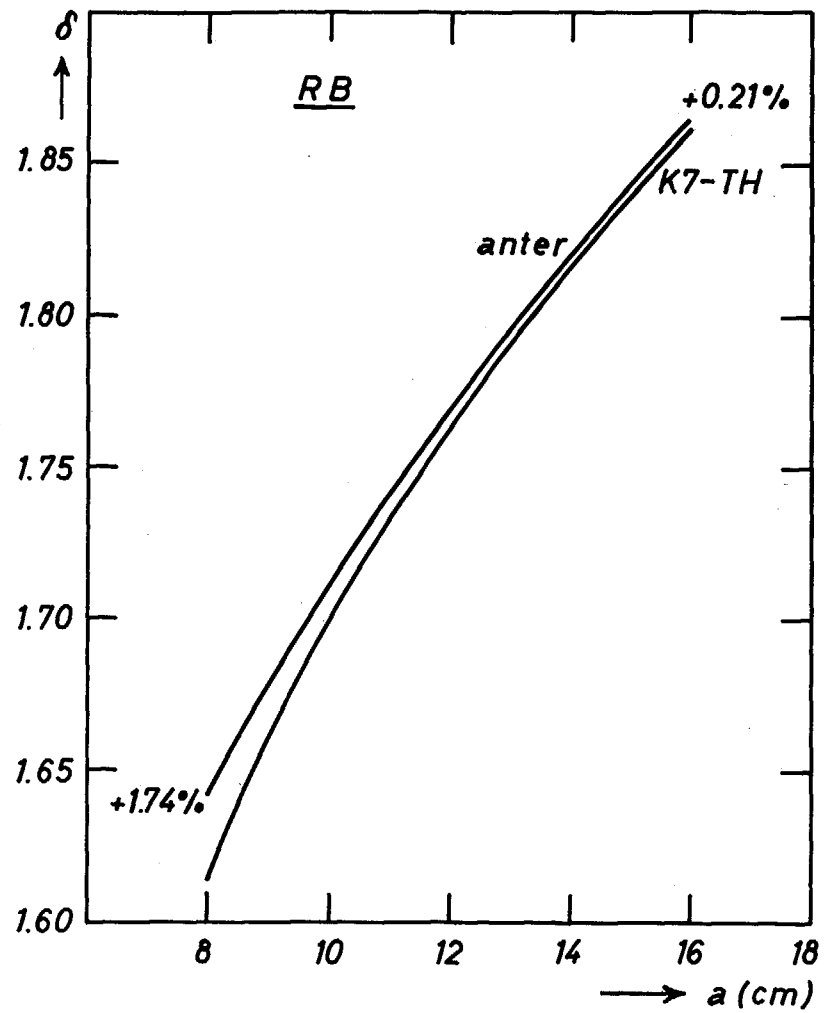
Rezultati ANTER-a se sasvim dobro slažu sa THERMOS-om za slučaj teškovodnih rešetki, dok kod lakovodnih rešetki leže iznad THERMOS-ovih (od 1,8 do 3,5%). Obzirom na aproksimacije koje sadrži ANTER, a koje smo pomenuli u uvodu, ovakvi rezultati su se mogli i očekivati. (Sl.1 i 2).

U slučaju teškovodnih rešetki pomenute aproksimacije se ne bi mogle smatrati grubim. Jedino je difuziona aproksimacija u moderatoru za male korake rešetke manje opravdana, čime se može objasniti porast odstupanja sa smanjenjem koraka rešetke. Pa, ipak, ovo odstupanje ostaje za sve korake, sa izuzetkom najmanjeg ispod 1%.

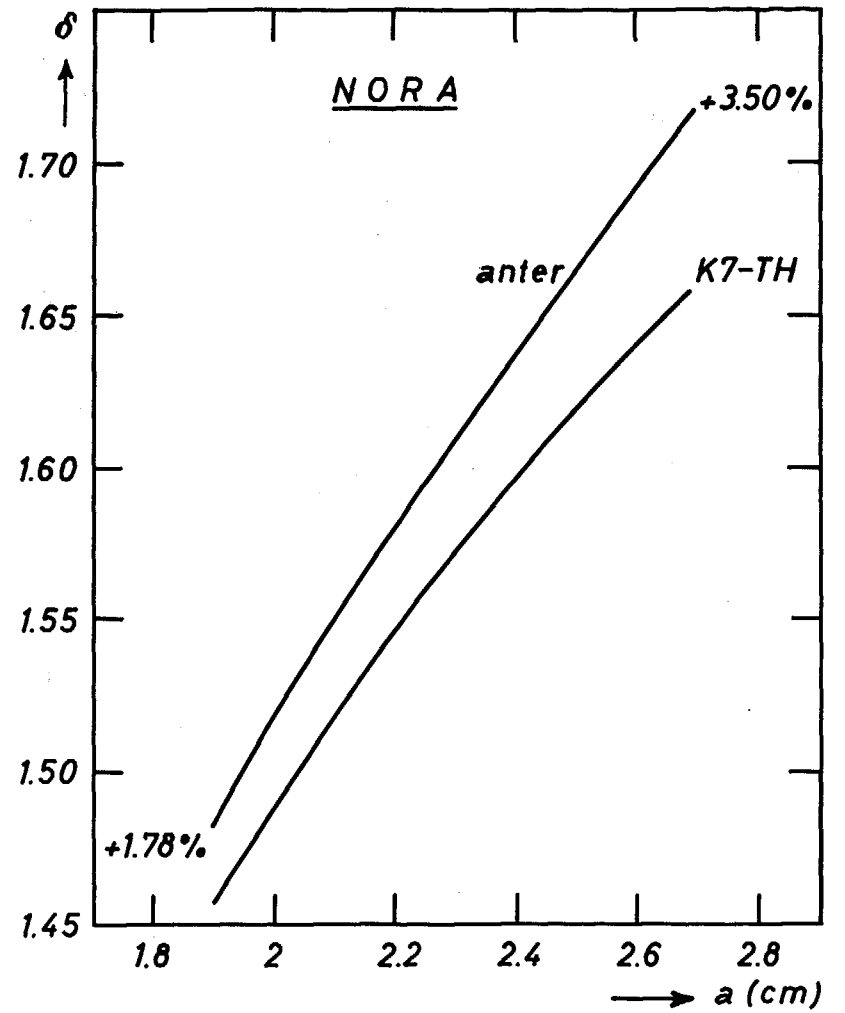
U slučaju lakovodnih rešetki pomenute aproksimacije su znatno manje opravdane. Primena difuzione aproksimacije u moderatoru utiče na povećanje disadvantage faktora. Zanemarivanje apsorpcije u višim članovima razvoja daje mekši spektar od stvarnog, što opet rezultira u porast disadvantage faktora. S druge strane, pretpostavka o konstantnosti proizvoda  $\sum_s \sqrt{\xi}$  (koji ustvari raste za male energije) daje tvrdji spektar, međjutim, ovaj efekat je suviše mali da bi kompenzovao prethodne.

Reference

- /1/ Pop-Jordanov J., ITEF 133, Moskva (janvar 1963)
- /2/ Pop-Jordanov J., P/705, III United Nation ICPUAE, Geneva (1964).
- /3/ IFA Handbook, Kjeller, Norway (1966).
- /4/ ANTER - program za izračunavanje faktora mikroraspodele neutrona u heterogenim reaktorima analitičkim tretiranjem termalizacije, Vinča (1966).
- /5/ AB-3 - program za izračunavanje faktora mikroraspodele neutrona u heterogenim reaktorima metodom Amouyal-Benoist, Vinča (1966).
- /6/ M.Jocković i dr., Odredjivanje fine raspodele fluksa u višeregionalnoj ćeliji reaktora primenom metode svernih harmonika, ETAN, Bled (1964).
- /7/ R.Stammler, Kjeller, biće objavljeno.
- /8/ H.C. Honeck, Nucl. Sci. and Engng 8 (1960)193/209.



SL. 1



SL. 2