

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej magistra inż. Artura Pacana

p.t.

„Procesy fizyczne w tarczach spalacyjnych układów reaktorowych sterowanych wiązkami elektronów”.

FORMALNA ZAWARTOŚĆ ROZPRAWY

Rozprawa doktorska jest przedstawiona na 57 stronach. Podzielona jest na 6 rozdziałów i 16 podrozdziałów. Zawiera 38 rysunków. Wykaz literatury obejmuje 34 pozycje.

Ponadto we wstępie na stronie 14 podano spis publikacji (11) i referatów konferencyjnych (3) z udziałem autora, których część została wykorzystana w rozdziałach 3 i 4. Doktorant jest współautorem dwóch publikacji z listy filadelfijskiej. Powyższe publikacje i referaty konferencyjne nie są włączone w wykazie literatury.

CEL PRACY

Celem pracy, sformułowanym w samym tytule rozprawy doktorskiej, jest analiza procesów fizycznych w tarczach spalacyjnych układów reaktorowych sterowanych wiązkami elektronów. Odpowiada on zawartości publikacji filadelfijskiej – Neutrons production in heavy extended targets by electron of energy from 15 to 1000 MeV, Progress In Nuclear Energy, Vol. 78, January 2015, pp. 1-9, której Doktorant jest współautorem.

Ponadto przedmiotem badań jest układ reaktorowy na paliwie torowym sterowany zewnętrznym źródłem neutronów, który sformułowano w rozdziale 3. Odpowiada on zawartości publikacji filadelfijskiej – A thorium loaded external neutron source driver setup as a multipurpose tool for nuclear power, Annals Nucl. Energy, Vol. 62 (2013) 109, której doktorant jest również współautorem.

Powstaje zatem pytanie czy tytuł rozprawy jest adekwatny treści pracy.

Można by oczekiwać, że postawienie tematu pracy oraz teza pracy zostaną sformułowane w rozdziale 1.(Wstęp).

Jako sformułowanie tezy pracy, jak sądzę, można przyjąć dwa wnioski przedstawione w rozdziale 5:

- Wiązki elektronów dostatecznie wysokich energii mogą być wykorzystywane do celów transmutacji i dopalania WPJ (Wypalone Paliwo Jądrowe) przynajmniej na poziomie badań laboratoryjnych (str. 54),

- „Nawet stosunkowo prosty konstrukcyjnie podkrytyczny reaktor, jak YALINA może być bardzo użyteczny jako wielozadaniowe urządzenie badawcze dla współczesnej i przyszłej energetyki jądrowej (str. 53).” Tutaj moja uwaga: YALINA nie jest reaktorem, jest prostym układem podkrytycznym jak to przedstawiono w podrozdziale 3.1 (str. 27). Reaktor jądrowy został opisany w podrozdziale 1.2. - Działanie reaktora jądrowego (str. 19).

Sądzę, że tezą pracy mógłby by być wniosek natury ogólnej przedstawiony na stronie 54 w rozdziale 5: Budowa prostych prototypowych urządzeń może być podstawą do badania tak

ważnych problemów dla energetyki jądrowej, jak transmutacja i dopalanie wypalonego paliwa jądrowego, a także do zwiększenia efektywności wykorzystania paliwa jądrowego.

Powyższe problemy zostały opisane w dwóch pierwszych rozdziałach: „1. Wstęp (str.13) i 2. Zagospodarowanie wypalonego paliwa jądrowego (str. 23).” Nie zakończono natomiast postawieniem tematu oraz tezy rozprawy doktorskiej. Tezę rozprawy pozostawiono czytelnikowi domyślnie po przeczytaniu rozdziałów pierwszego i drugiego. Dużo łatwiej byłoby czytelnikowi rozprawy doktorskiej zrozumienie celu pracy gdyby teza pracy była postawiona *explicite* po pierwszym i drugim rozdziale.

Należy stwierdzić, że rozprawa dotyczy aktualnej i ważnej tematyki badawczej.

OCENA WYWIĄZANIA SIĘ Z POSTAWIONEGO CELU

Koncepcja „budowy prostych prototypowych urządzeń może być podstawą do badania tak ważnych problemów dla energetyki jądrowej, jak transmutacja i dopalanie wypalonego paliwa jądrowego, a także do zwiększenia efektywności wykorzystania paliwa jądrowego” jest już realizowana w postaci prostego głęboko podkrytycznego zestawu QUINTA symulującego ADS (Accelerator Driven System) składającego się z 500 kG uranu naturalnego i bombardowanego wiązką deuteronów lub protonów. Zestaw QUINTA zbudowany w ZIBJ Dubna, Rosja jest wykorzystywany do badań transmutacji odpadów radioaktywnych wypalonego paliwa jądrowego. Kolaboracja 16 państw koncentruje się w szczególności na badaniu wypalania mniejszościowych aktynowców.

W niedalekiej przyszłości przewiduje się zbudowanie w ZIBJ Dubna głęboko podkrytycznego zestawu paliwowego BURAN składającego się z 22 ton uranu naturalnego do badania możliwości dopalania wypalonego paliwa jądrowego oraz transmutacji wysokoaktywnych odpadów radioaktywnych.

W instytucie KIPT (Kharkov Institute of Physics and Technology) w Charkowie, Ukraina jest już na ukończeniu budowa reaktora badawczego sterowanego wiązką elektronów o mocy ~ 100 kW i energii wiązki elektronów ~ 100 MeV i wydajności $3.28 \cdot 10^{14} / 1.91 \cdot 10^{14}$ n/sec. Całkowita wielkość strumienia neutronów w obszarze paliwa wyniesie $\sim 2,4 \cdot 10^{13}$ n \cdot cm² \cdot sec⁻¹.

Powyższe przykłady są dowodem, że teza rozważanej pracy doktorskiej „budowy prostych prototypowych urządzeń może być podstawą do badania tak ważnych problemów dla energetyki jądrowej, jak transmutacja i dopalanie wypalonego paliwa jądrowego, a także do zwiększenia efektywności wykorzystania paliwa jądrowego” jest już realizowana.

Ogrom pracy oraz wiedzy, jaką musiał się wykazać doktorant dla zaadoptowania kodów MCNPX2.6.0 i FLUKA (wersja 2011.2.7) dla obliczeń neutronów wytworzonych przez wiązki elektronów w tarczach Pb, Cu, U i Ta oraz w obliczeniach układów reaktorowych na paliwie torowym jest niewystarczająco udokumentowany w niniejszej rozprawie. Sądzę, że specjalny podrozdział opisujący adaptację kodów i opracowanie danych wejściowych tych kodów z wykazaniem różnic tych kodów byłby właściwym udokumentowaniem i podkreśleniem wiedzy matematycznej i fizycznej jaką posiada doktorant oraz jego umiejętności stosowania tej wiedzy w sposób oryginalny i twórczy.

Otrzymane wyniki obliczeń uzysku neutronów wytworzonych przez wiązkę elektronów o energii w przedziale 20 – 40 MeV (str. 40) i opuszczających tarczę zgadzają się dobrze z danymi eksperymentalnymi co wskazuje, że obliczona produkcja neutronów przez elektrony z zakresu 30 MeV do 1000 MeV (str. 41) jest równie wiarygodna. Wskazane by było jednak aby uzyskać informację czy w przypadku dużych energii elektronów stosowano inne modele w przyjętych kodach.

Można by było oczekiwać podanie optymalnych rozmiarów tarcz w aspekcie maksymalnych uzysków neutronów opuszczających tarczę.

W pracy zwróciłem uwagę na niewłaściwe nazewnictwo. Na stronach 24 i 34 użyto terminu „młodsze aktynowce” i na stronie 8 użyto termin „neutrony ciepłe”. Powszechnie przyjmuje się terminy „mniejszościowych aktynowców” i „neutrony termiczne”.

WNIOSEK KWALIFIKUJĄCY

Przedstawione nieliczne uwagi krytyczne nie umniejszają wartości pracy. Należy stwierdzić, że doktorant wykazał się dobrym opanowaniem zagadnień teoretycznych i biegłością w posługiwaniu się metodami numerycznymi.

Podsumowując rozprawa przedstawiona przez Pana Artura Pacana spełnia w mojej opinii wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Przedstawiam więc wniosek dopuszczenie do jej publicznej obrony.


.....
Marcin Szuta

