

Mgr inż. ANDRZEJ NAWROCKI

Instytut Fizyki Jądrowej w Krakowie

PROJEKT REAKTORA DOŚWIADCZALNEGO INSTYTUTU FIZYKI JĄDROWEJ W KRAKOWIE

Niniejszy referat będzie omówieniem konstrukcji reaktora basenowego IFJ w Krakowie, opracowany na podstawie projektu koncepcyjnego z uwzględnieniem zmian wynikających z zaleceń Rady Technicznej Reaktorowej oraz wskazówek ekspertyzy radzieckiej wspomnianego projektu. Pewne zmiany w koncepcji reaktora zostały dokonane również pod wpływem referatów i wniosków z III Międzynarodowej Konferencji Fizyki i Techniki Reaktorów Doświadczalnych w Pradze z kwietnia 1963.

Konstrukcja reaktora oparta w zasadzie na reaktorze IRT, została pomyślana tak, by zapewnić pełną możliwość realizacji postawionego przed nim programu prac, a obejmującego badania podstawowe z fizyki jądrowej, chemii, badania z dziedziny inżynierii reaktorowej, wytwarzanie radioizotopów, szkolenie specjalistów fizyki i techniki nuklearnej. Projektowany reaktor ma być reaktorem basenowym o mocy cieplnej 5 MW. Rdzeń zbudowany z kaset paliwowych typu TWS. Są to kasety zawierające po trzy elementy paliwowe typu rurowego o przekroju kwadratowym. Jako reflektora używać się będzie bloków berylu lub grafitu. Wymiary rdzenia wynoszą 643 x 572 x 600 mm. Maksymalny strumień neutronów termicznych - 6×10^{13} n/cm² sek, wzbogacenie U-235 - 36%. Początkowe załadowanie rdzenia wynosić będzie około 25 kaset, natomiast na końcu kampanii około 42. Konstrukcja rdzenia pozwala zastosować na początku kampanii paliwowej podwójną warstwę reflektora co zwiększyłoby reaktywność o około 6% w stosunku do zestawu z pojedynczą warstwą.

W systemie regulacji automatycznej i awaryjnego zabezpieczenia przewidziano 14 prętów rozmieszczonych w dwóch równoległych rzędach. Kanały prętów regulacyjnych w zasadzie tkwią w środku sekcji paliwowych, a ich teleskopowa konstrukcja umożliwia usunięcie z rdzenia całego kanału wraz z prę-

tem w przypadku dokonywania różnych operacji technologicznych w rdzeniu. System regulacji zapewnia automatyczny ruch reaktora, automatyczną zmianę mocy i kompensację zmian reaktywności. W systemie zabezpieczenia awaryjnego, obok sygnałów od parametrów fizycznych (moc i okres) wprowadzone są sygnały od elementów technicznych (zanik napięcia zasilania, podwyższenie temperatury destylatu na wyjściu z rdzenia itp.).

Chłodzenie rdzenia zrealizowane jest w pólotwartym obiegu destylatu, który omywa kasety rdzenia przepływając z góry w dół. Następnie poprzez zbiornik deaktywacji, układ pomp podaje destylat na zespół wymienników ciepła i dalej do basenu reaktora. Po stronie wtórnej wymienników ciepła przepływa woda techniczna ochładzana w chłodni wentylatorowej. Ilość destylatu przepływającego przez rdzeń wynosić będzie około $1000 \text{ m}^3/\text{godz}$, co zapewni, że temperatura na powierzchni elementu paliwowego nie będzie wyższa niż 90°C . Zbiornik deaktywacji o pojemności 16 m^3 powoduje takie zwiększenie czasu przepływu wody z rdzenia do pompowni, że aktywność destylatu od izotopów N-16 i N-17 spada około 10^4 razy, co uwalnia od konieczności budowy specjalnych osłon biologicznych elementów obiegu chłodzenia. Chłodzenie osłony biologicznej zrealizowane jest poprzez dwukonturowy obieg destylatu i wody technicznej. W przypadku zaniku pracy pomp obiegu pierwotnego system awaryjnego zabezpieczenia reaktora powoduje przerwanie reakcji łańcuchowej i w konsekwencji spada generacja ciepła w rdzeniu. Niemniej, dla odprowadzenia ciepła generowanego w wyniku promieniowania beta i gamma produktów rozszczepienia, zaprojektowano "układ chłodzenia awaryjnego" oparty na zbiorniku przelewowym.

Górną osłonę biologiczną reaktora stanowi 6 metrowa warstwa destylatu wypełniającego basen, natomiast osłonę boczną woda i 2,3 m betonu zbrojonego o gęstości około $4,5 \text{ t/m}^3$.

Reaktor wyposażony jest w szereg stałych urządzeń eksperymentalnych. Najważniejsze z nich to kanały poziome, przeznaczone głównie do prac na wiązkach neutronów wyprowadzanych poza osłonę biologiczną; oraz kanały pionowe, w których przeprowadzane będą różnego rodzaju naświetlania jak i wytwarzania izotopów. Omawiany reaktor posiada 9 kanałów poziomych i jedną kolumnę termiczną. Zamknięcia kanałów rozwiązano w dwojaki sposób, bądź to jako pięciosekcyjne obrotnice, bądź też jako zestaw bloków osłonnych wypełniających niszę w osłonie biologicznej, uzupełniony od czółu zasuwą. W kanałach z niszami odbiór strumienia odbywać się

będzie tuż za zasuwą, co zwiększy intensywność strumienia 1,95 razy w stosunku do odbioru na zewnątrz osłony. Spodziewany strumień neutronów u wylotu z kanału o pełnej długości wynosić będzie około 2.4×10^9 n/cm²sek. Niezależnie od możliwości adaptacji samego rdzenia do prac w orientacji pionowej (pułapka neutronów, naświetlanie w sekcjach paliwowych) zaprojektowano 4 kanały suche zamocowane na stałe przy rdzeniu oraz 4 kanały pionowe dochodzące do kolumny termicznej. Załadunek i wyładunek próbek z tych kanałów oraz komunikacja z komorami gorącymi odbywać się będzie za pośrednictwem pojemnika ustawionego na płycie obrotowej na trzonie reaktora. Podobnie rozwiązano transport sekcji paliwowych pomiędzy basenem reaktora, schronem na paliwo i komorami gorącymi. Szerzeg poważnych możliwości eksperymentalnych daje sam basen, w którym przewiduje się napromieniowywanie dużych elementów bezpośrednio przy rdzeniu lub też zamontowanie pętli indowogalowej dla naświetlań w jednorodnym polu gamma. Ponadto projektuje się bogate wyposażenie instalacyjne stanowisk eksperymentalnych przy kanałach poziomych oraz na trzonie jak również szereg przepustów komunikacyjnych pomiędzy trzonem reaktora, halą i pompownią (np. dla montażu pętli energetycznych).

Masyw reaktora umieszczony jest w hermetycznej hali, wykonanej jako powłoka żelbetowa z pokryciem aluminiowym o kształcie ściętej elipsoidy obrotowej. Na skorupie hali podwieszono sumnicę obrotową typu Demag o udźwigu 5 ton oraz okrężne pomosty komunikacyjne. Większość pomieszczeń technologicznych (pompownia obiegu chłodzenia, pompownia ścieków, komory gorące, magazyn izotopów, filtry wentylacji specjalnej itp.) umieszczone są pod halą, stanowiąc tak zwany rejon brudny, do którego dostęp wymaga przejścia przez służbę sanitarno-dozymetryczną. Pomieszczenia eksploatacyjne (sterownia, centrala dozymetryczna itp.) umieszczone są w przekładce wiążącej wolno stojącą halę z północnym skrzydłem dwukondygnacyjnego pawilonu. Pawilon ten zaprojektowany w formie trójlistnej koniczyny zapewnia dobrą rejonizację pomieszczeń i pełną kontrolę ruchu ludzi po obiekcie. Skrzydło północne mieści pozostałe pomieszczenia eksploatacyjne, laboratoria fizyczne rozlokowane są w skrzydle wschodnim, natomiast radiochemia w zachodnim. Stosownie do przeznaczenia poszczególnych pomieszczeń projektuje się odpowiednie wyposażenie instalacyjne podyktowane zarówno względami bezpieczeństwa pracy (wentylacja, kanalizacja specjalna itp.) jak i charakterem planowanych prac doświadczalnych lub eksploatacyjnych (instalacje elektryczne, gaz, sprężone powietrze itp.).