

TECHNIKA JĄDROWA	NORMA BRANŻOWA	BN-79
	Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej Ogólne zasady oprzyrządowania reaktorów prędkich, chłodzonych ciekłym metalem	3412-02.04
		Grupa katalogowa XVIII 60

PRZEDMOWA

Arkusze 04 jest tłumaczeniem Publikacji IEC 231G (1977), z wyjątkiem punktów oznaczonych w niej gwiazdką: 1.3.6, 1.3.7, 2.1.3, 2.1.5, 2.2.2, 2.2.4.1, 2.2.5, 2.4.1d), 2.4.2, 2.4.4 ÷ 2.4.6, 2.7, 3.1.2, 3.1.2e), 3.5.3.1, 3.5.3.2 oraz 4.1b), które jako wspólne dla reaktorów wszystkich typów przeniesiono do arkusza 01.

W arkuszu zachowano układ, numerację rozdziałów i punktów, zasady redagowania i sposób formułowania postanowień zgodne z oryginałem dokumentu IEC.

W przypadkach niezbędnych dokonano w arkuszu tylko drobnych adaptacji do warunków polskich, nie naruszając zasady całkowitej zgodności między tekstami obu dokumentów.

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot arkusza normy. Przedmiotem arkusza 04 są ogólne zasady oprzyrządowania reaktorów jądrowych prędkich, chłodzonych ciekłym metalem.

Zasady te są specjalistycznym rozwinięciem postanowień arkusza 01, z zachowaniem równoległej numeracji odpowiadających sobie merytorycznie rozdziałów i punktów w obu arkuszach.

Numeracja w arkuszu 04 jest przy tym **wyrywkowa**, gdyż tylko niektóre postanowienia arkusza 01 wymagają dla reaktorów niniejszego typu odmiennego ujęcia, uzupełnienia lub ich zastąpienia (relację między równoległymi punktami obu arkuszy należy każdorazowo skonfrontować).

Wszystkie pozostałe postanowienia arkusza 01 należy stosować dla reaktorów niniejszego typu bezpośrednio jako wspólne dla reaktorów wszystkich typów.

1.2. Zakres stosowania arkusza normy. Arkusz 04 dotyczy oprzyrządowania jedynie tych reaktorów prędkich chłodzonych ciekłym metalem, w którym chłodziwem pierwotnym jest sód lub stop sód — potas oraz obejmuje obieg pośredni z tym samym chłodziwem metalicznym. Ciepło przenoszone jest z pierwotnego chłodziwa do parogeneratorów poprzez obieg pośredni z wykorzystaniem wymienników ciepła normalnie łączonych w dwu alternatywnych konfiguracjach:

a) konfiguracja pętlowa, w której wymienniki połączone są rurami ze zbiornikiem reaktora,

b) konfiguracja basenowa (zaintegrowana), w której wymienniki mieszczą się w tej samej obudowie (zbiorniku) co reaktor.

Paliwo jest otoczone spawaną metaliczną koszulką. Trzeci system niebezpośredni, o wymienniku rurowym jednoelementowym wieloskrzydłowym, nie został włączony w zakres niniejszego arkusza.

2. POMIARY STRUMIENIA NEUTRONÓW

2.4.7. Pomiary reaktywności w stanie wyłączenia. Można stosować okresowe pomiary reaktywności w stanie wyłączenia, uwzględniając niepewność pomiaru. W czasie przeładunków paliwa i innych manipulacji częściami składowymi rdzenia reaktora muszą być zapewnione wystarczające środki dla określenia, że reaktywność pozostaje poniżej granic dopuszczonych jako bezpieczne. W takich przypadkach wymagana jest taka częstość pomiarów, aby żadna mechaniczna operacja, która miałaby możliwość zmniejszenia marginesu reaktywności do stanu krytycznego o wartość przekraczającą ustaloną granicę bezpieczeństwa, nie mogła być wykonywana między pomiarami reaktywności.

Nie istnieje jedyna uniwersalna technika pomiarowa dla wszystkich rodzajów i stopni stanu wyłączenia reaktora, należy więc rozważyć poniższe metody, określając zakres ich stosowania:

- analiza szumowa aż do częstotliwości odcięcia,
- modulacja reaktywności (oscylacje absorbera),

Zgłoszona przez Instytut Badań Jądrowych
Ustanowiona przez Ministra Energetyki i Energii Atomowej dnia 22 czerwca 1979 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1980 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 16/1979 poz. 83)

- odwrotna kinetyka neutronowa,
- koherencja widmowa znaku (Polarity spectral coherence),
- modulacja źródła (rdzeń nienaświetlony),
- asymetryczne źródło (rdzeń nienaświetlony).

3. POMIARY TEMPERATURY

3.9. Pomiar temperatury zbiornika. Temperatura ścianki zbiornika reaktora powinna być kontrolowana w czasie zmian temperaturowego reżimu zbiornika, gdyż mogą wówczas zostać przekroczone graniczne naprężenia lub odkształcenia wywoływane przez prędkość zmian temperatury.

4. POMIARY CHŁODZIWA

4.2. Wydatek chłodziwa

4.2.3. Wydatek chłodziwa przez poszczególne podzespoły. W celu kontroli warunków pracy mogą być wykonywane pomiary wydatku chłodziwa przez każdy podzespół. Anomalie przepływu chłodziwa w podzespołach mogą być wykrywane metodami podanymi w arkuszu 01 p. 3.5.3.1.

4.5. Przecieki chłodziwa

4.5.1. Ciekły metal do atmosfery. Uwzględniając postać chłodziwa, jego toksyczność i radioaktywność, muszą być przewidziane i zastosowane środki wykrywania i lokalizacji przecieków chłodziwa szczególnie w tych miejscach, w których mogą zagrozić systemowi zabezpieczeń, innym podstawowym systemom i personelowi.

4.5.2. Woda lub para do ciekłego metalu. Muszą zostać przewidziane i zastosowane urządzenia o odpowiedniej czułości i szybkości odpowiedzi do wykrywania przecieków wody i pary do ciekłego metalu.

Metody możliwe do zastosowania obejmują kontrolę:

- stężenia wodoru w ciekłym metalu,
- stężenia wodoru w poduszce gazowej,
- stężenia tlenu w ciekłym metalu,
- stężenia tlenu w poduszce gazowej,
- emisji akustycznej z miejsca przecieku,
- wzrostu ciśnienia w gazowej poduszce lub systemie z ciekłym metalem.

4.6. Czystość chłodziwa. Może być niezbędne, dla kontroli degradacji elementów składowych rdzenia i obiegów, zapewnienie możliwości pomiaru koncentracji (metodami ciągłymi lub próbkowaniem) następujących zanieczyszczeń:

- tlenem,
- węglem,
- azotem,
- nierozpuszczalnymi cząstkami,
- wodorem.

Technika bazująca na zmianach własności fizycznych chłodziwa pod wpływem koncentracji rozpuszczalnych zanieczyszczeń może być dodatkowo zastosowana jako ogólny wskaźnik poziomu zanieczyszczeń.

4.7. Aktywność chłodziwa. Muszą być zastosowane środki kontroli aktywności chłodziwa dla wskazywania zbyt wysokich poziomów zawartości produktów roz-

szczepienia i aktywnych produktów korozji. Może być np. zastosowany system próbkowania chłodziwa z podzespółów. Wykrycie nowych produktów rozszczepienia lub wzrost poziomu produktów rozszczepienia można wykorzystać do wykrywania defektów koszulek paliwa, np. stosując technikę detekcji neutronów opóźnionych lub technikę wytrącania produktów gazowych.

System próbkowania może wysyłać sygnały do systemu zabezpieczeń reaktora. W takim przypadku odpowiedni podsystem (i jego instalacje) musi być zaprojektowany zgodnie z wymaganiami systemów zabezpieczeń.

4.9. Wrzenie chłodziwa. System, przeznaczony i zainstalowany w celu wykrywania trwającego lub powstającego w rdzeniu wrzenia winien zawierać dostateczną liczbę czujników tak, aby mógł wykrywać to zjawisko w każdym podzespole rdzenia.

4.10. System poduszki gazowej

4.10.1. Czystość gazu w poduszce. System poduszki gazowej przykrywającej chłodziwo jest częścią granic (barier) systemu chłodzenia. Gdy to jest uznane za potrzebne, należy wykonywać ciągłą analizę gazową w celu wykrywania zmian w składzie gazu, które mogą wskazywać na defekty działania systemu poduszki gazowej.

Metody identyfikacji gazów można też stosować do wykrywania nierozszczepieniowych gazowych przecieków z elementów paliwowych.

4.10.2. Aktywność gazu poduszki. System poduszki gazowej powinien być wyposażony w środki do wykrywania produktów rozszczepienia przekraczających ustalony poziom. Należy zwrócić uwagę na tło pomiarowe argonu 41 i neonu 23.

5. SYSTEM ZABEZPIECZEŃ

5.4. Funkcje systemu zabezpieczeń

5.4.2. Układ wyłączania awaryjnego. Mimo iż kompletna uniwersalna dla wszystkich rozwiązań prędkich reaktorów chłodzonych sodem metoda wyboru parametrów nie jest aktualnie wypracowana, należy rozważyć poniższy wykaz kontrolowanych parametrów przy danej konfiguracji reaktora:

- a) wysoki i niski poziom gęstości strumienia neutronów,
- b) wysoki i niski poziom chłodziwa,
- c) wysoka temperatura wylotowa z rdzenia lub jej wysokie fluktuacje,
- d) mały wydatek chłodziwa przez rdzeń,
- e) wysoka temperatura wylotowa chłodziwa z podzespółów rdzenia,
- f) mały wydatek chłodziwa przez podzespół,
- g) mała prędkość pomp obiegu pierwotnego,
- h) powstające lub trwające wrzenie chłodziwa,
- i) duża szybkość zmian gęstości strumienia neutronów (krótki okres) przy rozruchu,
- j) wysoka fluktuacja strumienia neutronów,
- k) duża aktywność w wentylowanym systemie obudowy bezpieczeństwa,
- l) duża szybkość zmian temperatury wylotowej chłodziwa z rdzenia,

- m) duża intensywność sejsmiczna,
- n) duża aktywność lub wysokie tempo wzrostu aktywności produktów rozszczepienia w chłodziwie (włączając metodę kontroli neutronów opóźnionych),
- o) przerwa w zasilaniu pomp obiegu pierwotnego,
- p) utrata możliwości odpowiedniego odbioru ciepła, włączając odłączenie (lub obniżenie zapotrzebowania) obciążenia elektrycznego,
- q) pożar sodu,
- r) uruchomienie technicznych środków bezpieczeństwa.

5.4.7. Techniczne środki bezpieczeństwa — wg ark. 01 p. 5.4.7, przy czym w projektach reaktorów prędkich stosowane były techniczne środki i zasady bezpieczeństwa jak w 5.4.7.1 i 5.4.7.2, które należy brać pod uwagę przy projektowaniu.

5.4.7.1. Inicjowanie odcięcia (uszczelnienia) obudowy bezpieczeństwa. Obudowa bezpieczeństwa winna być automatycznie odcięta po wykryciu wysokiej radioaktywności wewnątrz obudowy.

Inne warunki prowadzące do uwolnienia radioaktywności do wnętrza obudowy należy także przeanalizować.

5.4.7.2. Inicjowanie i działanie systemu zapasowego (awaryjnego) chłodzenia rdzenia. Uruchomienie zapasowego systemu chłodzenia może być inicjowane automa-

tycznie lub przez operatora, w zależności od przebiegu warunków poawaryjnych i możliwości naturalnej cyrkulacji chłodziwa.

9. REGULACJA I STEROWANIE REAKTORA

9.1. Charakterystyki regulacyjne. W reaktorze prędkim chłodzonym sodem można uważać średnią temperaturę chłodziwa na wyjściu z rdzenia za główną wielkość charakterystyczną dla regulacji.

Pomocniczymi wielkościami dla regulacji mogą być:

- temperatura chłodziwa na wejściu do rdzenia,
- wydatek chłodziwa lub prędkość pomp (pierwotny i wtórny obieg),
- gęstość strumienia neutronów,
- obciążenie elektryczne generatora,
- temperatura lub ciśnienie pary.

Szybkość i granice dopuszczalnych zmian tych wielkości powinny być kontrolowane, w celu ograniczenia szkód mogących powstać w wyniku szoków termicznych i cyklicznych naprężeń powstających przy normalnej eksploatacji i przewidywanych rodzajach defektów w obiekcie.

9.3. Wskazania położenia i ruchu elementów regulacyjnych — wg arkusza 01 p. 9.3, z tym że dodaje się poz. g) o brzmieniu: g) pręt zacięty (zakleszczony).

10. Pozostałe postanowienia — wg arkusza 01.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Badań Jądrowych Branżowy Ośrodek Normalizacyjny Aparatury Jądrowej.

2. Zalecenia międzynarodowe
Publikacja IEC 231G (1977). Seventh supplement to Publication 231 (1967) General principles of nuclear reactor instrumentation. Liquid-metal cooled fast reactors

3. Autor projektu normy — Doc. inż. Przemysław Szulc — Zd XII Instytutu Badań Jądrowych, Świerk.

4. Objasnienia dodatkowe. Wykaz arkuszy objętych BN-79/3412-02 podano w arkuszu 01.