

TECHNIKA JĄDROWA	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-72 3413-06
	Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej Bloki detekcyjne urządzeń pomiarowych dla celów ochrony przed promieniowaniem jonizującym Metody pomiarów charakterystyk energetycznych	
		Grupa katalogowa 1829

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są metody pomiaru charakterystyk energetycznych bloków detekcyjnych typowych urządzeń pomiarowych do ochrony przed promieniowaniem jonizującym oraz wymagania dotyczące tych metod do ustalenia w normach przedmiotowych.

1.2. Zakres normy. Norma dotyczy pomiarów charakterystyk energetycznych bloków detekcyjnych przeznaczonych do:

- pomiaru dawki i mocy dawki promieniowania gamma i X,
- pomiaru dawki i mocy dawki promieniowania beta,
- pomiaru skażeń powierzchni emiterami alfa promieniotwórczymi,
- pomiaru skażeń powierzchni emiterami beta promieniotwórczymi,
- pomiaru skażeń powietrza, cieczy lub ciał stałych.

Metody pomiarów charakterystyk energetycznych bloków detekcyjnych przeznaczonych do pomiaru równoważnika dawki, równoważnika mocy dawki lub gęstości strumienia neutronów powinny być ustalone w normach przedmiotowych.

1.3. Określenia

1.3.1. Warstwa półchlonna — grubość warstwy danego materiału, po przejściu której promieniowanie ulegnie osłabieniu o połowę.

1.3.2. Energia efektywna — energia równa energii promieniowania monoenergetycznego o takiej samej warstwie półchlonnej określonego materiału.

1.3.3. Współczynnik jednorodności — iloraz pierwszej i drugiej warstwy półchlonnej.

1.3.4. Filtracja wstępna — zastosowanie filtru, po przejściu przez który widmo ciągle promieniowania rentgenowskiego powinno być zbliżone do promieniowania monoenergetycznego.

1.3.5. Pozostałe określenia — wg PN-70/J-01102, PN-70/J-01104 oraz PN-65/J-01003.

1.4. Normy związane

PN-65/J-01003 Technika jądrowa. Źródła promieniowania. Nazwy i określenia

PN-70/J-01102 Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej. Elektroniczne urządzenia pomiarowe do celów ochrony przed promieniowaniem jonizującym. Nazwy i określenia

PN-70/J-01104 Urządzenia elektroniczne. Detektory promieniowania jonizującego. Nazwy i określenia

2. OGÓLNE WARUNKI POMIARÓW

2.1. Warunki otoczenia. Pomiary należy wykonywać w następujących warunkach:

- temperatura 15 do 35°C,
 - wilgotność względna powietrza 45 do 60%,
 - ciśnienie atmosferyczne 860 do 1060 mbar
- oraz w pomieszczeniach, w których wpływ zakłóceń radiacyjnych pola elektrycznego i magnetycznego dających sygnały niepożądane jest do pominięcia. W protokole badania powinny być podane aktualne warunki otoczenia.

2.2. Pozostałe warunki pomiarów. Normy przedmiotowe powinny ustalać: sposób pomiaru sygnału wyjściowego, warunki zasilania, położenie bloku detekcyjnego i kierunek padania promieniowania, czas wstępnego nagrzewania, rodzaj źródła i jego parametry, wartości dawek i mocy

Instytut Badań Jądrowych — Zakład Jądrowej Elektroniki Przemysłowej
Ustanowiona przez Pełnomocnika Rządu do Spraw Wykorzystania Energii Jądrowej
dnia 23 listopada 1972 r. jako norma obowiązująca w zakresie czynności
określonych normą od dnia 1 kwietnia 1973 r. (Dz. Norm. i Miar nr 5/1973 poz. 12)

dawek, niejednorodność pola, błędy pomiaru oraz masę powierzchni.

2.3. Źródła izotopowe. Źródła izotopowe wykorzystywane do pomiaru charakterystyk energetycznych bloków detekcyjnych powinny mieć określone następujące parametry:

- stopień czystości izotopowej,
- rodzaj związku chemicznego,
- dokładność aktywności,
- wymiary źródeł.

Zaleca się stosowanie izotopów — wg tabl. 1, 2 i 3.

Tablica 1. Izotopy alfa promieniotwórcze

Izotop	Energia, MeV wydajność, %		Okres połowicz- nego zaniku
U-235	4,18 ÷ 4,56		7×10^8 lat
Pu-239	5,096	10,7	$2,44 \times 10^4$ lat
	5,147	72,5	
	5,134	16,8	
Po-210	5,305	100	138,4 dni
Am-241	5,44	13	458 lat
	5,48	85	
Pu-238	5,495	72	86 lat
	5,452	28	
	5,352	0,09	
Cm-242	6,110	73,7	163 dni
	6,066	26,3	
	5,965	0,035	
U-238 Cm-244	4,2	100	$4,51 \times 10^9$ lat 18 lat
	5,801	76,7	
	5,759	23,3	
	5,661	0,017	
U-234	4,762	72	$2,35 \times 10^5$ lat
	4,717	28	

Tablica 2. Izotopy beta promieniotwórcze

Izotop	Energia ma- ksymalna MeV	Energia średnia MeV	Okres poło- wicznego zaniku
H-3	0,02	0,006	12,35 lat
C-14	0,16	0,050	5370 lat
S-35	0,167	0,050	87,2 dni
Ca-45	0,25	0,080	165 dni
W-185	0,43	0,130	73 dni
Sr-90	0,55	0,200	28 lat
Kr-85	0,67	0,22	10,2 lat
Tl-204	0,77	0,243	3,76 lat

cd. tabl. 2

Izotop	Energia ma- ksymalna MeV	Energia średnia MeV	Okres poło- wicznego zaniku
Ag-111	1,05	0,340	7,5 dni
Bi-210	1,17	0,398	5,0 dni
P-32	1,70	0,690	14,3 dni
Y-90	2,26	0,930	64,2 godz
K-42	3,55	1,42	12,4 godz

Tablica 3. Izotopy gamma promieniotwórcze

Izotop	Energia keV	Okres połowicz- nego zaniku	Stała gamma $Rm^2Ci^{-1} h^{-1}$
J-125	35	59,2 dni	0,070
Am-241	60	458 lat	0,0129
Co-57	122	269 dni	0,097
In-114m	192	50 dni	0,0427
Hg-203	279	47,1 dni	0,119
Au-198	412	2,7 dni	0,231
Cs-137	662	29,9 lat	0,323
Co-60	1250	5,23 lat	1,30
Na-24	1380; 2800	15 godz	1,83

3. METODY POMIARÓW

3.1. Pomiar charakterystyk energetycznych bloków detekcyjnych przeznaczonych do pomiaru dawki i mocy dawki promieniowania gamma i X. Pomiary charakterystyk energetycznych w zakresie do 300 keV wykonuje się za pomocą aparatu rentgenowskiego. Pomiary charakterystyk energetycznych za pomocą źródeł promieniowania gamma powinny się odbywać źródłami o energiach możliwie równo pokrywających zakres energetyczny bloku detekcyjnego. W pomiarach charakterystyk energetycznych przeprowadzanych za pomocą aparatu rentgenowskiego należy stosować filtrację wstępną promieniowania rentgenowskiego. Filtracja powinna zapewnić jednorodność promieniowania taką, aby współczynnik jednorodności $h = 1 \pm 0,05$.

Do filtracji wstępnej w przypadku lamp rentgenowskich należy użyć następujących materiałów:

- celofan w zakresie energii 5 ÷ 12 keV,
- aluminium w zakresie energii 6 ÷ 100 keV,
- miedź w zakresie energii 60 ÷ 300 keV,
- ołów w zakresie energii powyżej 300 keV.

Materiał na filtry powinien mieć czystość nie mniejszą niż 99,9% i umożliwiać dobór odpowiednich grubości od 0,01 mm do 20 mm.

Filtry powinny charakteryzować się jednakową grubością na całej powierzchni.

Blok detekcyjny umieszcza się w jednorodnym polu promieniowania o energii E i rejestruje się przyrost sygnału wyjściowego na wyjściu bloku detekcyjnego ΔU dla przyrostu dawki (mocy dawki) ΔD . Oblicza się wydajność bloku detekcyjnego dla energii E_1 jako

$$K_1 = \frac{\Delta U}{\Delta D}$$

Czynność powtarza się analogicznie w polach promieniowania o energiach E_1, E_2, \dots, E_n , rejestrując wydajności $K_1, K_2, \dots, K_n = f(E_n)^2$.

3.2. Pomiar charakterystyk energetycznych bloków detekcyjnych przeznaczonych do pomiaru mocy dawki lub dawki promieniowania beta.

Blok detekcyjny należy umieścić w polu wzorcowym promieniowania beta w ten sposób, aby w objętości czynnej bloku moc dawki była równomierna lub należy określić średnią moc dawki.

Dla różnych energii promieniowania beta należy zmierzyć przyrost wartości sygnału wyjściowego bloku detekcyjnego i obliczyć wydajność K bloku detekcyjnego wyrażoną jako stosunek przyrostu sygnału wyjściowego ΔU do przyrostu mocy dawki ΔD lub dawki

$$K = \frac{\Delta U}{\Delta D}$$

Charakterystykę energetyczną przedstawia zależność

$$K = f(E_{\max})$$

w której:

K — wartość wydajności bloku detekcyjnego,

E_{\max} — energia maksymalna promieniowania beta.

3.3. Pomiar charakterystyk energetycznych bloków detekcyjnych przeznaczonych do pomiarów skażeń powierzchni emiterami alfa promieniotwórczymi.

Dla różnych energii promieniowania należy zmierzyć wartość przyrostu sygnału wyjściowego ΔU z bloku detekcyjnego i obliczyć wydajność wyrażoną jako stosunek przyrostu

wartości sygnału wyjściowego do przyrostu aktywności preparatu.

Charakterystykę energetyczną przedstawia zależność

$$K = f(E)$$

w której:

K — wartość wydajności bloku detekcyjnego,

E — energia promieniowania.

3.4. Pomiar charakterystyk energetycznych bloków detekcyjnych przeznaczonych do pomiarów skażeń powierzchni emiterami beta promieniotwórczymi.

Dla różnych energii promieniowania należy zmierzyć wartość przyrostu sygnału wyjściowego ΔU z bloku detekcyjnego i obliczyć wydajność wyrażoną jako stosunek przyrostu wartości sygnału wyjściowego do przyrostu wartości aktywności preparatu ΔA .

Charakterystykę energetyczną przedstawia zależność

$$K = f(E_{\max})$$

w której:

K — wartość wydajności bloku detekcyjnego,

E_{\max} — maksymalna energia promieniowania beta.

3.5. Pomiar charakterystyk energetycznych bloków detekcyjnych przeznaczonych do pomiaru skażeń powietrza, cieczy lub ciał stałych.

Dla różnych energii promieniowania należy zmierzyć przyrost sygnału wyjściowego bloku detekcyjnego ΔU i obliczyć wydajność K jako stosunek przyrostu wartości sygnału wyjściowego do wartości przyrostu aktywności właściwej roztworu gazu ΔA .

$$K = \frac{\Delta U}{\Delta A}$$

Charakterystykę energetyczną przedstawia zależność

$$K = f(E)$$

w której:

K — wartość wydajności bloku detekcyjnego,

E — energia promieniowania (dla promieniowania beta energia maksymalna).

Specyficzne warunki pomiaru, tj. rodzaj i masa ośrodka oraz szybkość przepływu, powinny być ustalone w normach przedmiotowych.

K O N I E C