UKD 539.164/165.03;621.039:539.1.07

TECHNIKA JĄDROWA	NORMA BRANŻOWA Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej **Radiometry skażenia powierzchni emiterami Alfa, Beta i Alfa-Beta** Ogólne wymagania i metody badań	BN-88 3413-14 Zamiast BN-83/3413-14 Grupa katalogowa 1821

BN-88/3413-14 (idt CT CЭB 6060-87)

PRZEDMOWA

Norma BN-88/3413-14 jest tłumaczeniem normy międzynarodowej CT CЭB 6060-87 zatwierdzonej w grudniu 1987 r. i wydanej w 1987 r. W przypadkach spornych roztrzygający jest tekst rosyjski.

Zgodnie z PN-82/N-02022 nie przeprowadzono ankietowania i uzgodnień merytorycznych, z wyjątkiem dokładnej weryfikacji tłumaczenia, ponieważ do części stanowiącej projekt BN-88/3413-14 nie wprowadzono żadnych zmian.

Przedmowa i Informacje dodatkowe stanowią krajowe uzupełnienie treści normy CT CЭB 6060-87.

NORMA MIĘDZYNARODOWA CT CЭB 6060-87

CT CЭB 6060-87 dotyczy radiometrów i monitorów skażenia powierzchni (w dalszym ciągu — urządzeń) promieniotwórczymi nuklidami alfa, beta i alfa-beta.

Norma nie dotyczy urządzeń o konstrukcji uniemożliwiającej wprowadzenie detektora do wnętrza badanego obiektu (wewnętrzne powierzchnie przedmiotów i żywych organizmów); urządzeń awaryjnych charakteryzujących się wielokrotnym przekroczeniem maksymalnego dopuszczalnego poziomu skażenia oraz urządzeń do pomiaru skażenia trytem (3H).

1. PODZIAŁ

1.1. Według cech konstrukcyjnych wyróżnia się urządzenia:

a) stacjonarne,
b) przenośne,
c) ruchome,
d) noszone.

1.2. Według rodzaju zasilania wyróżnia się urządzenia:

a) zasilane z sieci energetycznej,
b) zasilane z baterii lub z akumulatorów,
c) zasilane z sieci energetycznej z możliwością zasilania z baterii i/lub z akumulatorów.

1.3. Według rodzaju mierzonego skażenia wyróżnia się urządzenia do pomiaru promieniowania:

a) alfa,
b) beta,
c) alfa-beta.

2. OGÓLNE WYMAGANIA

2.1. Konstrukcja zespołów detekcyjnych powinna podczas pomiarów umożliwić zbliżenie powierzchni czynnej urządzeń do powierzchni kontrolowanej na odległość: mniejszą od 5 mm przy pomiarach promieniowania alfa i mniejszą od 20 mm przy pomiarach promieniowania beta.

Rodzaj i grubość materiału okna, przez które muszą przejść cząsteczki alfa i (lub) beta, zanim trafią do czułej strefy detektora, powinny być określone w jednostkach masy powierzchniowej. Przy pomiarze skażenia powierzchni emiterami beta masa powierzchniowa okna wejściowego detektora nie powinna być większa od 25 mg · cm^{-2} (dla energii poniżej 250 KeV nie powinna być ona większa od 5 mg · cm^{-2}).

W urządzeniach stosowanych w zamkniętych pomieszczeniach kratka ochronna, stanowiąca osłonę okna detektora, nie powinna zmniejszać jego powierzchni czynnej więcej niż o 20%, a w pozostałych urządzeniach nie więcej niż o 45%.

Zgłoszona przez Instytut Problemów Jądrowych
Ustanowiona przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki dnia 6 lipca 1988 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1989 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 10/1988, poz. 25)

WYDAWNICTWA NORMALIZACYJNE „ALFA" 1988. Druk. Wyd. Norm. W-wa. Ark. wyd. 1,50 Nakł. 800 + 40 Zam. 1387/88 Cena zł 80,00

Jeśli w czasie pomiaru detektor wymaga zasilania gazem, to w dokumentacji technicznej dostarczanej razem z urządzeniem należy podać rodzaj gazu i szybkość przepływu.

2.2. Urządzenia powinny być wyskalowane w częstości zliczeń impulsów na jednostkę czasu (s^{-1}); w jednostkach gęstości cząstek emitowanych przez powierzchnię ($s^{-1} \cdot cm^{-2}$) lub w jednostkach aktywności powierzchniowej ($Bq \cdot cm^{-2}$) dla określonego nuklidu.

Jeżeli urządzenia zostały wyskalowane w (s^{-1}), to w dokumentacji technicznej dostarczanej razem z urządzeniem powinny być podane wykresy umożliwiające odczyt w jednostkach aktualnie stosowanych.

2.3. Zakres pomiarowy urządzeń o liniowej skali powinien obejmować od 10 do 100% każdego zakresu.

Zakres pomiarowy urządzeń o skali logarytmicznej powinien mieścić się w granicach między $^1/_3$ najmniejszej dekady a pełną skalą.

Dla urządzeń z odczytem cyfrowym zakres pomiarowy powinien obejmować cyfry od drugiej najmniej znaczącej cyfry do końca zakresu indykacji.

Na każdym zakresie pomiarowym skali powinny być zaznaczone granice roboczego zakresu pomiarowego. Dla urządzeń wyposażonych w kilka skal, robocze zakresy pomiarowe powinny pokrywać się ze sobą.

Radiometry (monitory) do promieniowania beta ze skalą liniową powinny umożliwiać pomiar na najbardziej czułym zakresie z częstotliwością 5 zliczeń na s, a radiometry do promieniowania alfa — z częstotliwością 1 zliczenia na 1 s.

Uwaga. Wymagania dotyczące fluktuacji statystycznych i stałej czasu zadziałania mogą być spełnione przy częstościach powyżej 3 zliczeń na 1 s.

2.4. Urządzenia z sygnalizacją dźwiękową powinny dawać możliwość ustalenia progu sygnalizacji na jednym lub kilku poziomach. Wielkość i jednostki miary ustalonego progu sygnalizacji powinny być podane w dokumentacji dostarczanej z urządzeniem.

Jeżeli natężenie sygnału akustycznego wytwarzanego przez urządzenie ulega stłumieniu (wygaszeniu), to rozwiązanie konstrukcyjne węzła sygnalizacji powinno zapewniać automatyczne wzbudzenie pełnej mocy sygnału po unormowaniu się czynnika, wywołującego sygnalizację.

Wszystkie obwody ustalanych progów sygnalizacji powinny umożliwiać sprawdzenie ich funkcjonowania przy użyciu źródeł promieniowania jonizującego lub innym sposobem. Powinna być wykluczona możliwość niezadziałania sygnalizacji lub jej uszkodzenia w dowolny sposób, również wskutek nastawiania progu sygnalizacji powyżej ustalonych granic.

Elementy urządzenia ustalające poziomy progu sygnalizacji powinny znajdować się w miejscach trudno dostępnych dla personelu. Stacjonarne i ruchome urządzenia powinny być wyposażone przynajmniej w jedną parę końcówek dla komutacji sygnałów sygnalizacji zewnętrznej.

2.5. Łącznie z optycznym odczytem wyników, urządzenia powinny być wyposażone w sygnalizację akustyczną z możliwością regulacji mocy dźwięku. Dodatkową formą sygnalizacji przekroczenia ustalonych poziomów progów w urządzeniach z sygnalizacją akustyczną może być zmiana modulacji dźwięku lub sygnalizacja świetlna.

2.6. Konstrukcja urządzenia powinna zapewniać możliwość wygodnej dekontaminacji. Bloki detekcyjne i pomiarowe powinny mieć gładkie powierzchnie zewnętrzne. Jeśli to wymaganie nie zostanie spełnione przez producenta, to bloki urządzeń należy umieścić w cienkich elastycznych pokrowcach, dogodnych do zdejmowania w celu dekontaminacji. Pokrowce te powinny być całkowicie lub częściowo przezroczyste, aby umożliwiać odczyty z urządzeń.

2.7. Konstrukcja urządzeń przewidzianych do stosowania w otwartej przestrzeni powinna chronić od przedostawania się wilgoci do ich wnętrza.

2.8. Urządzenia noszone powinny być odporne na udary działające we wszystkich kierunkach, o półsinusoidalnej charakterystyce i szczytowym przyśpieszeniu $300\ m \cdot s^{-2}$ (około 30 g) w ciągu 18 ms.

3. OGÓLNE WARUNKI BADAŃ

3.1. Nominalne i normalne warunki badań — wg tabl. 1.

Program badań powinien być podany w normach szczegółowych dla każdego typu urządzenia. Powinien on obejmować badania wg tabl. 2 i 3 z podziałem na rodzaje badań (okresowe, zdawczo-odbiorcze i inne).

Dokładność urządzeń uwarunkowaną czynnikami wpływającymi, należy określić dla każdego z nich oddzielnie. Należy przy tym utrzymywać pozostałe parametry na poziomie, odpowiadającym wielkościom podanym w tabl. 1.

3.2. Metody badań — wg tabl. 2 i 3.

Tablica 1. Warunki badań

Lp.	Czynnik wpływający	Warunki nominalne	Warunki normalne badań
1	2	3	4
1	Czas nagrzewania, min	15	15
2	Temperatura otoczenia, °C	20	18 ÷ 22
3	Wilgotność względna, %	65	55 ÷ 75
4	Ciśnienie atmosferyczne, KPa	101,3	86 ÷ 106
5	Napięcie zasilania	nominalne napięcie zasilania $-U_N$	nominalne napięcie zasilania $U_N \pm 1\%$

cd. tabl. 1

Lp.	Czynnik wpływający	Warunki nominalne	Warunki normalne badań
1	2	3	4
6	Częstotliwość	częstotliwość nominalna f	częstotliwość nominalna f ±2%
7	Kształt przebiegu napięcia zasilania	sinusoidalny	sinusoidalny z zawartością odkształceń harmonicznych mniejszą od 5%
8	Zewnętrzne promieniowanie gamma, moc pochłoniętej dawki w powietrzu nie większa, $\mu\sigma$ y · h^{-1}	0,2	0,25
9	Zewnętrzne pola elektromagnetyczne	zaniedbywalne (pomijalnie małe)	mniejsze od wartości powodującej zakłócenia
10	Zewnętrzna indukcja magnetyczna	zaniedbywalna (pomijalnie mała)	mniejsza od dwukrotnej indukcji magnetyzmu ziemskiego w miejscu badań
11	Ustawienie (położenie) użytkowe, °	wg danych producenta	jedna z normalnych pozycji użytkownika ±2°
12	Ustawienie elementów kontrolnych urządzenia	zapewniające normalną pracę urządzenia	—
13	Skażenie źródłami promieniotwórczymi	zaniedbywalne (pomijalnie małe)	—

Tablica 2. Badania w normalnych warunkach

Lp.	Nazwa parametru	Wartość parametru	Metoda badań
1	Czułość powierzchniowa	wg danych producenta	4.1
2	Zależność czułości od położenia źródła promieniowania	wg danych producenta z uwzględnieniem właściwości kratki ochronnej (przezroczystości)	4.2
3	Dokładność[1]	±25%	4.3.3
4	Minimalna rejestrowana aktywność powierzchniowa wzorcowego radionuklidu	wg danych producenta	4.3.4
5	Statystyczne fluktuacje, współczynnik fluktuacji nie większy niż	20%	4.7.2
6	Czas zadziałania, nie większy niż	4 s	4.8.2
7	Największa zmiana progu włączenia sygnalizacji dźwiękowej	±20% wartości progu osiągniętej w ciągu 24 h	4.10.2
8	Zmienność wskazań (warunki sprawdzania parametru powinny być ustalone w normach przedmiotowych dla konkretnych typów urządzeń) nie więcej niż	±7%	wg CT СЭВ 6061-87[2]

[1] Wielkość ta jest uzupełnieniem nieokreśloności odnoszącej się do umownie rzeczywistej aktywności powierzchniowej źródła promieniowania jonizującego.
[2] Informacje dodatkowe p. 2.

Tablica 3. Badania w zmiennych warunkach

Lp.	Nazwa parametru	Wartość parametru	Zakres dopuszczalnego odchylenia	Metoda badań
1	2	3	4	5
1	Energia promieniowania			
	a) radiometry promieniowania alfa	nie określa się	—	—
	b) radiometry promieniowania beta	E_{max} = 0,4 MeV ÷ 2,2 MeV	wg danych producenta	4.4.2.2
2	Tło promieniowania gamma	moc dawki pochłoniętej w powietrzu		
	a) radiometry dla promieniowania alfa,	do 10 μGy · h^{-1}	±10%	4.5.2
	b) radiometry dla promieniowania beta,	do 10 μGy · h^{-1}	wg danych producenta	4.5.3
	c) radiometry dla promieniowania alfa-beta	do 10 μGy · h^{-1}	wg danych producenta	4.5.3
3	Promieniowanie beta	źródło promieniowania 90 Sr +90y o aktywności nie mniejszej niż 3,7 kBq w odległości od detektora równej lub większej niż 5 cm	urządzenia dla alfa promieniowania — 15% urządzenia dla alfa i beta promieniowania — wg danych producenta	4.5.4

cd. tabl. 3

Lp.	Nazwa parametru	Wartość parametru	Zakres dopuszczalnego odchylenia	Metoda badań
1	2	3	4	5
4	Promieniowanie alfa	źródła promieniowania alfa 239 Pu lub 241 Am w odległości 1 cm od okna detektora	urządzenia dla promieniowania beta — wg danych producenta	4.5.5
5	Promieniowanie neutronowe	nie określa się	—	—
6	Tło promieniowania jonizującego	moc dawki pochłoniętej w powietrzu 0,2 μGy · 4^{-1} (20 μrad · h^{-1})	szybkość zliczeń urządzenia wg danych producenta	4.6
7	Czas nagrzewania wstępnego (tylko dla urządzeń noszonych)	1 min 3 min	±25%[1] ±10%[1]	4.1
8	Temperatura otoczenia przy pracy[2]: a) w zamkniętym pomieszczeniu b) na otwartym powietrzu	 +10°C ÷ +35°C −10°C ÷ +45°C	 ±15%[1] ±20%[1]	 4.14.2
9	Wilgotność względna	do 90% przy 30°C	±10%[1]	4.15.2
10	Napięcie zasilania: a) prądem zmiennym b) z baterii ogniw suchych c) z akumulatorów	 85% ÷ 110% po 24 h pracy ciągłej po 12 h pracy ciągłej	 ±5% ±10% wskazań początkowych ±10% wskazań początkowych	 4.16.1.2 4.16.2.2
11	Dopuszczalne przeciążenie radiacyjne	aktywność lub strumień promieniowania 100 razy przekraczający wartość aktywności lub strumienia promieniowania, wywołujących pełne wychylenie skali	powyżej wychylenia wskazań na pełną skalę w ciągu 5 min	4.13.2
12	Temperatura otoczenia podczas magazynowania	−25°C ÷ +50°C	wg BN-88/3413-14	4.17

[1] Wskazań w normalnych warunkach badań.

[2] Dla urządzeń przeznaczonych do eksploatacji w klimacie umiarkowanym. Dla stref bardziej gorącej i bardziej zimnej mogą być ustalone na żądanie zamawiającego inne zakresy. Urządzenia, przeznaczone do pracy w bardzo niskich temperaturach mogą być wyposażone w środki podgrzewające.

3.3. Kontrolne źródła promieniowania jonizującego powinny być wykonane na podłożu o niskim współczynniku rozpraszania wstecznego (np. podłoże z tworzywa sztucznego lub aluminium).

Rzeczywista, wyjściowa aktywność powierzchniowa źródła promieniowania powinna być wyznaczona z uchybem nie większym niż 10% i uchybem ±5% w stosunku do innych źródeł promieniowania.

3.4. Wzorcowe radionuklidy

3.4.1. Dla promieniowania alfa wzorcowymi radionuklidami są:

^{241}Am lub ^{239}Pu

4.4.2. Dla promieniowania beta wzorcowym radionuklidem jest ^{204}Tl.

Dla energii mniejszej niż 250 keV należy stosować kontrolny wzorzec ^{14}C.

3.5. Tło urządzenia powinno być odejmowane dowolnym sposobem, również za pomocą obliczenia.

3.6. Podczas badań z kontrolnym źródłem promieniowania należy przeprowadzić taką liczbę pomiarów, która umożliwi ocenę średniej wielkości z uchybem nie większym niż wynika ze statystyki pomiarów. W celu zapewnienia statystycznej niezależności wyników pomiarów, odstęp czasu między poszczególnymi pomiarami powinien być co najmniej trzykrotnie większy od czasu zadziałania urządzenia.

4. BADANIA

4.1. Sprawdzenie czułości powierzchniowej

4.1.1. Czułość urządzenia dla określonego rodzaju promieniowania powinna być podana w dokumentacji dostarczanej z urządzeniem.

4.1.2. Badanie przeprowadza się z użyciem cienkiego nieskolimowanego źródła promieniowania. Powierzchnia źródła promieniowania powinna być większa od powierzchni czynnej okna zespołu detekcyjnego. Przy wyznaczaniu czułości powierzchniowej, źródła promieniowania powinny być określone z uchybem poniżej 10%. W razie braku cienkiego źródła promieniowania, dopuszcza się zastosowanie innego o czułości powierzchniowej wyznaczonej z uchybem nie przekraczającym 10%.

W razie braku źródła promieniowania o powierzchni większej od powierzchni okna zespołu detekcyjnego, można zastosować źródło o mniejszej powierzchni. Należy wówczas przeprowadzić taką liczbę pomiarów, aby osiągnąć dokładność wyników porównywalną z warunkami normalnymi.

4.2. Sprawdzenie zależności czułości od położenia źródła promieniowania jonizującego.

Do badań należy wykorzystać źródło punktowe, które umieszcza się na badanej czynnej powierzchni okna zespołu detekcyjnego i obserwuje się zmiany czułości,

w zależności od położenia tego źródła w stosunku do okna zespołu detekcyjnego i kratki ochronnej.

4.3. Wyznaczenie względnego uchybu własnego

4.3.1. Względny uchyb własny E wskazań urządzenia w % wyznacza się wg wzoru

$$E = \frac{\bar{S} - S}{S} \cdot 100 \qquad (1)$$

w którym:

S — czułość urządzenia przy aktywności powierzchniowej wzorcowego radionuklidu, Bq,

$\bar{S}$ — zmierzona czułość urządzenia przy aktywności powierzchniowej tego samego radionuklidu, Bq.

4.3.2. Wymaganie. W znormalizowanych warunkach badań uchyb względny E, określony za pomocą odpowiedniego źródła promieniowania, nie powinien być mniejszy niż ±25% w całym efektywnym zakresie pomiarowym, wyłączając uchyb źródła promieniowania.

4.3.3. Badanie. Uchyb względny należy sprawdzać podczas badań typu i badań zdawczo-odbiorczych.

4.3.3.1. Dla urządzeń ze skalą liniową badania okresowe przeprowadza się na każdym podzakresie w trzech punktach znajdujących się w przedziałach między 0,1 ÷ 0,3; 0,4 ÷ 0,6 i 0,7 ÷ 0,9 wartości nominalnej skali dla każdego podzakresu.

Dla urządzeń ze skalą logarytmiczną lub z cyfrowym odczytem danych, badania należy przeprowadzić przynajmniej w trzech punktach każdej dekady roboczego zakresu pomiarowego. Przy tym, dla minimalnych i maksymalnych wskazań należy zastosować wzorcowe źródło promieniowania jonizującego, a dla wartości pośrednich mogą być zastosowane metody elektroniczne.

4.3.3.2. Dla urządzeń ze skalą liniową badania zdawczo-odbiorcze przeprowadza się na każdym podzakresie, w jednym punkcie skali dla mierzonej wartości, która znajduje się między 50% i 75% całkowitego podzakresu.

Dla urządzeń z logarytmiczną skalą lub z cyfrowym odczytem danych badania przeprowadza się w jednym punkcie każdej dekady. Przy tym, jeden pomiar przeprowadza się za pomocą wzorcowego źródła promieniowania jonizującego, pozostałe metodami elektronicznymi.

4.3.3.3. Metoda elektroniczna polega na modelowaniu (z możliwie najwyższą dokładnością) formy sygnału, jaki wytwarza zespół detekcyjny i przekazywania go do urządzenia tak, aby istniała możliwość sprawdzenia całego bloku pomiarowego.

Jeżeli wielkość (I) jest częstotliwością impulsów podczas badania urządzenia za pomocą wzorcowego źródła promieniowania jonizującego, to pierwszy pomiar za pomocą sygnału elektronicznego należy wykonać z częstotliwością odpowiadającą wielkości (I).

Jeżeli przyjmiemy, że ten sygnał elektroniczny ma wartość Q, to drugi odczyt „i" wywołany sygnałem q pozowli obliczyć uchyb E w procentach wg wzoru

$$E = \left(\frac{i \cdot Q}{q I} - I \right) \cdot 100 \qquad (2)$$

Wyniki obliczeń nie mogą przekraczać wartości podanych w 4.3.2.

Jeżeli do określenia E zastosowana została metoda elektroniczna, powinno to być podane w załączonej dokumentacji.

4.3.3.4. Przy ocenie wyników badań wg 4.3.2 należy uwzględnić nieoznaczoność odnoszącą się do umownie rzeczywistej aktywności powierzchniowej wzorcowych źródeł promieniowania.

Wyniki badań należy uznać za dodatnie, jeżeli:

a) ani jedna wartość E nie przekroczy ±35%;

b) różnica między dowolnymi wartościami E nie przekroczy 50%.

4.3.4. Najniższa wartość progowa pomiaru aktywności właściwej dla wzorcowych źródeł promieniowania, przy górnej granicy tła promieniowania gamma, zgodnie z normalnymi warunkami badań, tj. 250 nGy · h (25 μrad · h^{-1}) powinna być podana w dokumentacji dostarczonej z urządzeniem.

4.4. Sprawdzenie wpływu energii promieniowania jonizującego na czułość urządzenia

4.4.1. Dla urządzeń do wykrywania i pomiaru skażenia powierzchni emiterami alfa badań nie przeprowadza się.

4.4.2. Urządzenia do wykrywania i pomiaru skażenia powierzchni emiterami beta

4.4.2.1. Podczas badań wg 4.1.2 należy dodatkowo zmierzyć czułość urządzenia, stosując źródła promieniowania beta o trzech różnych maksymalnych wartościach energii z następujących zakresów:

a) źródło o maksymalnej energii nie większej niż 0,4 MeV;

b) źródło o maksymalnej energii w zakresie od 0,4 do 1 MeV;

c) źródło o maksymalnej energii powyżej 1 MeV.

Zaleca się stosować następujące radionuklidy:

^{14}C (0,155 MeV); ^{35}S (0,167 MeV);

^{147}Pm (0,22 MeV); ^{185}W (0,43 MeV);

^{36}Cl (0,714 MeV); ^{204}Tl (0,77 MeV);

^{210}Bi (1,17 MeV); ^{89}Sr (1,46 MeV).

W dokumentacji dostarczanej z urządzeniem należy podać:

— radionuklidy, dla których została określona czułość powierzchniowa urządzenia przy różnych energiach promieniowania;

— wartość czułości powierzchniowej urządzenia dla każdego zakresu energii;

— wartość czułości powierzchniowej urządzenia dla ^{204}Tl;

— maksymalną energię promieniowania beta, poniżej której czułość powierzchniowa urządzenia zmniejsza się o 5% w porównaniu z czułością powierzchniową dla ^{204}Tl.

4.4.2.2. Metoda badań wg 4.1.2.

Wszędzie tam, gdzie to jest możliwe do badań należy stosować cienkie nieskolimowane źródła o powierzchni przekraczającej powierzchnię czynną okna zespołu detekcyjnego. Aktywność źródła promieniowania powinna być wyznaczona z dokładnością nie mniejszą niż 10%.

4.5. Sprawdzenie czułości na inne rodzaje promieniowania jonizującego

4.5.1. Ogólne wytyczne

Urządzenia do pomiaru skażenia powierzchni emiterami jednego rodzaju promieniowania powinny być zabezpieczone w maksymalnie możliwym stopniu przed wpływem innego promieniowania.

Zaleca się wyposażać zespół detekcyjny dla promieniowania beta w zdejmowany ekran, który umożliwia selekcję promieniowania beta i gamma.

Producent powinien podać masę powierzchniową ekranu.

4.5.2. Sprawdzenie odporności na promieniowanie gamma radiometrów skażenia powierzchni emiterami alfa przeprowadza się następująco:

a) zespół detekcyjny należy poddać napromieniowaniu źródłem gamma o mocy dawki pochłoniętej w powietrzu nie mniejszej niż 10 mGy · h^{-1} (1 rad · h^{-1}) i zarejestrować wskazania urządzenia,

b) zespół detekcyjny należy poddać napromieniowaniu źródłem alfa o takiej aktywności, żeby urządzenie ze skalą liniową pracowało na najbardziej czułym podzakresie, a wskazania urządzenia ze skalą logarytmiczną lub z cyfrowym odczytem danych znajdowały się w granicach najmniejszej dekady urządzenia i rejestrowały te wskazania,

c) zachowując położenie źródła promieniowania wg 4.5.2 a) i b), zespół detekcyjny należy poddać napromieniowaniu źródłem gamma o mocy dawki pochłoniętej w powietrzu nie mniejszej niż 10 mGy · h^{-1} (1 rad · h^{-1}), przy jednoczesnym napromieniowaniu źródłem alfa i odnotować wskazania przyrządu.

Częstotliwość impulsów, zmierzona za pomocą urządzenia, powinna odpowiadać danym wg tabl. 3. Podane wartości mocy dawki promieniowania pochłoniętej w powietrzu powinny być wywołane osłoniętym źródłem promieniowania ^{60}Co.

4.5.3. Sprawdzenie odporności na promieniowanie gamma radiometrów skażenia powierzchni emiterami beta

Zespół detekcyjny należy poddać napromieniowaniu źródłem gamma o mocy dawki pochłoniętej w powietrzu nie mniejszej niż 10 μGy · h^{-1} (1 mrad · h^{-1}) i odnotować wskazania urządzenia. Wynikiem pomiarów powinna być częstotliwość impulsów odpowiadająca mocy dawki promieniowania gamma pochłoniętej w powietrzu o wartości 10 μGy · h^{-1} (1 mrad · h^{-1}).

Podana wartość mocy dawki promieniowania gamma pochłoniętej w powietrzu powinna być wywołana przez osłonięte źródło ^{60}Co.

4.5.4. Sprawdzenie odporności na promieniowanie beta radiometrów skażenia powierzchni emiterami alfa.

Zaleca się stosować źródło promieniowania $^{90}Sr + ^{90}y$ o aktywności nie mniejszej niż 3,7 kBq (100 nCi) o średnicy nie większej niż 10 mm.

Badanie przeprowadza się następująco:

a) należy umieścić wzorcowe źródło promieniowania alfa w odległości 5 mm od okienka zespołu detekcyjnego i zarejestrować wskazania urządzenia. Zastosowane do badań źródło promieniowania powinno mieć niedużą powierzchnię w stosunku do powierzchni czynnej zespołu detekcyjnego, a jego aktywność powinna być na tyle mała, ażeby wskazania znajdowały się na najbardziej czułym podzakresie urządzenia ze skalą logarytmiczną lub z cyfrowym odczytem danych;

b) nie zmieniając wzajemnego położenia zespołu detekcyjnego i źródła promieniowania alfa, w odległości 50 mm od okna zespołu detekcyjnego należy umieścić źródło promieniowania beta. Wskazania urządzenia powinny być zgodne z podanymi w tabl. 3.

4.5.5. Sprawdzenie wpływu promieniowania alfa na wskazania radiometrów skażenia powierzchni emiterami beta

Badanie przeprowadza się tylko dla zespołów detekcyjnych o masie powierzchniowej okna nie większej niż 5 mg · cm^{-2}. Cienkie źródło promieniowania alfa (np. ^{239}Pu lub ^{241}Am) należy ustawić w odległości nie większej niż 10 mm od czynnej powierzchni zespołu detekcyjnego. Jeśli źródło promieniowania ma osłonę, to jej masa powierzchniowa nie powinna być większa niż 1 mg · cm^{-2}. Czułość urządzenia powinna być wyrażona w częstotliwości zliczeń odniesionej do granicznej aktywności promieniowania alfa.

4.5.6. Sprawdzanie wpływu promieniowania neutronowego na wskazania radiometrów nie jest wymagane.

Takie badania są przeprowadzone tylko w razie konieczności i ustalane przez producenta.

4.6. Szybkość zliczeń uwarunkowana tłem wewnętrznym promieniowania wtórnego

W dokumentacji dostarczanej z urządzeniem jest podana szybkość zliczeń uwarunkowana tłem wewnętrznym promieniowania wtórnego od promieniowania gamma pochłoniętego w powietrzu o mocy dawki nie większej niż 0,2 μGy · h^{-1} (20 μrad · h^{-1}).

4.7. Wyznaczenie statystycznych fluktuacji

4.7.1. Wymagania

Rozrzut względny wskazań zespołu pomiarowego urządzenia wokół pewnej średniej wielkości, wywołany charakterem radioaktywnego rozpadu, powinien być mniejszy od 20%. To wymaganie dotyczy poziomu radioaktywnego skażenia powierzchni, przekraczającego następujące wartości:

a) $^1/_3$ skali najbardziej czułego podzakresu dla urządzeń ze skalą liniową,

b) trzykrotną wartość najmniejszej działki dla urządzeń ze skalą logarytmiczną,

c) dziewięciokrotną wartość najmniej znaczącej cyfry dla urządzeń z cyfrowym odczytem wyników pomiarów.

Nie wyklucza się możliwości istnienia selektywnych stałych czasu, przy tym nie wszystkie one muszą spełniać to wymaganie. W takim przypadku producent podaje te stałe czasu, które odpowiadają temu wymaganiu.

4.7.2. Urządzenie należy napromienić źródłem aktywności zapewniającej odczyt w granicach $^1/_3$ i $^1/_2$ skali na najbardziej czułym podzakresie (skala liniowa), na najbardziej czułej dekadzie (skala logarytmiczna) lub ukazanie się cyfry 1 na drugim znaczącym miejscu,

w przypadku cyfrowego odczytu wyników pomiarów. W takich warunkach należy wykonać 20 pomiarów.

W celu zapewnienia niezależności wskazań urządzenia przedziały czasu między pomiarami powinny być co najmniej 3 razy większe od stałej czasu urządzenia. Na podstawie wyników pomiarów należy określić wielkość średnią i standardowy uchyb wskazań (dla wszystkich wskazań), który nie powinien przekroczyć wielkości podanych w 4.7.1.

4.8. Sprawdzanie czasu ustalania się wskazań urządzenia (stałej czasu)

4.8.1. Czas ustalania się wskazań powinien być taki, aby przy nagłej zmianie (skoku) skażenia, wskazania zespołu pomiarowego osiągnęły w czasie krótszym niż 4 s wartość określoną wzorem

$$\tilde{L} = N_i + \frac{63}{100}(N_f - N_i) \qquad (3)$$

w którym:

N_i — wskazanie początkowe,

N_f — wskazanie końcowe.

Stała czasu powinna być podana przez producenta.

4.8.2. Metoda badań

Sprawdzenie stałej czasu należy wykonywać za pomocą źródła promieniowania lub podając na wejście bloku pomiarowego sygnał elektryczny (metoda elektroniczna).

Podczas sprawdzania urządzeń ze skalą liniową różnica między początkowymi i końcowymi wskazaniami powinna być równa połowie maksymalnych wskazań na wykorzystywanym podzakresie. W związku z tym, że stała czasu maleje wraz ze zmniejszaniem się czułości, badania należy przeprowadzać na najbardziej czułym podzakresie.

Podczas badań urządzeń ze skalą logarytmiczną początkowe i końcowe wskazania powinny różnić się co najmniej dziesięciokrotnie. Początkowe wskazania nie powinny przekraczać $^1/_3$ dekady o najmniejszej wartości. Badania należy przeprowadzać przy wzrastającej i zmniejszającej się częstotliwości impulsów wejściowych.

Przy zastosowaniu metody elektronicznej obowiązują identyczne zasady badań.

Podczas badań, gdy rośnie częstoliwość sygnałów wejściowych, urządzenie powinno wskazywać początkowo wyższę częstotliwości, które należy oznaczyć N_i potem przejść do niższych częstotliwości, a po ustabilizowaniu się wskazań, zarejestrować je jako N_i. Następnie z możliwą maksymalną szybkością należy zmienić częstotliwość do wielkości N_f i zmierzyć czas niezbędny dla osiągnięcia wielkości wg wzoru (3). Po zakończeniu badania w podanej kolejności, należy przeprowadzić pomiary w kolejności odwrotnej.

4.9. Zależność między czasem ustalania się wskazań i standardowym uchybem wskazań

Stała czasu i standardowy uchyb wskazań są wielkościami współzależnymi, a ich dopuszczelne zakresy są podane w p. 4.7 i 4.8.

Przy wysokim stopniu skażenia powierzchni zaleca się zmniejszenie stałej czasu w celu zapewnienia granic przyjętych dla statystycznych fluktuacji. Jeśli te granice można osiągnąć tylko dla przedziału czasu nie przekraczającego 1 s, to należy zmniejszać statystyczne fluktuacje, a nie stałą czasu poniżej 1 s.

Dla poziomów skażenia powierzchni niższych od tych, dla których mogą być spełniane powyższe wymagania, producent powinien podać zalecane wielkości współczynnika statystycznych fluktuacji i stałej czasu.

4.10. Sprawdzenie pełzania progu sygnalizacji

4.10.1. Wymagania

W urządzeniu z progiem sygnalizacji, ustalonym przy użyciu źródła promieniowania lub generatora impulsów, sygnalizacja nie powinna się włączyć przy działaniu na niego w ciągu 24 h sygnału o wartości 80% ustalonego progu. Czas do włączenia się sygnalizacji przy zadziałaniu sygnału o wartości 120% ustalonego progu sygnalizacji powinien wynosić 1 min.

4.10.2. Metoda badań

Jeżeli konstrukcja urządzenia umożliwia ustalenie progu sygnalizacji na różnych poziomach, to badanie należy przeprowadzać na odpowiadających tym poziomom podzakresach (skala liniowa) lub dekadach (skala logarytmiczna). Badanie należy przeprowadzić za pomocą sygnałów z generatora impulsów elektrycznych, ponieważ sygnały ze źródła promieniowania jonizującego podlegają statystycznym fluktuacjom.

Jeśli założymy, że S jest sprawdzaną wartością progu sygnalizacji, a X — częstotliwością impulsów odpowiadającą wartości S (wg danych producenta), to sprawdzanie należy przeprowadzić w następujący sposób.

4.10.2.1. Na wejście bloku pomiarowego urządzenia, które nie jest w stanie alarmu, wprowadza się sygnał o częstotliwości $0{,}8X$. Przy wartości progu wynoszącej S, sygnał alarmowy nie powinien włączyć się w ciągu 24 h.

4.10.2.2. Na wejściu bloku pomiarowego urządzenia, które nie jest w stanie alarmu, wprowadza się sygnał o częstotliwości $1{,}2X$. Sygnalizacja alarmowa powinna włączyć się w ciągu 1 min.

Badanie należy przeprowadzić co najmniej 4 razy z przerwami od T do $2T$, gdzie T powinno być nie mniejsze niż 6 h.

4.11. Sprawdzanie czasu wstępnego nagrzewania (tylko dla urządzeń noszonych)

Urządzenie należy poddać stabilizacji wstępnej dla wyrównania jego temperatury z temperaturą otoczenia.

Następnie przy wyłączonym urządzeniu zespół detekcyjny należy poddać napromienieniu właściwym dla niego źródłem i włączyć urządzenie.

Odczyty wskazań należy przeprowadzać co 20 s w przedziale czasowym 40 ÷ 300 s.

Po upływie 15 min, licząc od momentu włączenia zasilania, należy wykonać co najmniej 10 odczytów wskazań urządzenia i określić wartość średnią N_f. Wartość tą uznaje się za ostateczną wartość wskazania.

Różnica między wartością średnią N_f, a wartościami uzyskanymi w 1 i 3 min badań powinna znajdować się w granicach wg tabl. 3.

4.12. Czas rozdzielczy

Spadek częstości zliczeń, spowodowany upływem czasu rozdzielczego na wynik pomiarów, nie powinien przekroczyć 20% rzeczywistej części zliczeń, w każdym punkcie skali miernika.

Jeżeli wymaganie to nie może być spełnione, wówczas skala miernika powinna mieć naniesioną odpowiednią informację. Brak tej informacji zobowiązuje producenta do określenia czasu rozdzielczego.

4.13. Sprawdzenie odporności urządzenia na przeciążenia radiacyjne

4.13.1. Przy natężeniu promieniowania przekraczającym zakres pomiarowy urządzenia, wskazówka powinna wychylić się poza skrajny górny zakres skali i zatrzymać się w tym położeniu.

W przypadku urządzeń mających podzakresy pomiarowe, wymaganie odnosi się do każdego z nich.

4.13.2. W ciągu 5 min urządzenie należy poddać działaniu promieniowania o natężeniu przekraczającym co najmniej 100 razy górną granicę każdego podzakresu na skali.

4.14. Badania odporności na działanie temperatury otoczenia

4.14.1. W zakresie temperatur pracy wg tabl. 3 wskazania urządzenia powinny mieścić się w granicach podanych w tabl. 3.

4.14.2. Badanie odporności na działanie temperatury przeprowadza się w komorze klimatycznej. Dla rejestracji wskazań urządzenia, należy zastosować wzorcowe źródło promieniowania jonizującego. Regulacja wilgotności na ogół nie jest wymagana.

Wyjątek stanowią typy urządzeń szczególnie czułe na zmianę wilgotności. Dla takich urządzeń należy ustalić i podać wpływ zmian wilgotności na pracę urządzenia.

Urządzenie należy poddać działaniu temperatur o wartościach granicznych zakresu pracy w ciągu co najmniej 4 h. Wskazania urządzenia zarejestrowane w ciągu ostatnich 30 min próby, powinny być zgodne z podanymi w tabl. 3.

4.15. Badanie odporności urządzenia na działanie wilgotności względnej

4.15.1. Wymaganie

Dla każdej wartości wilgotności względnej w zakresie do 90% wskazania urządzenia nie powinny różnić się więcej niż o 10% od wskazań w warunkach normalnych.

Badanie to należy przeprowadzać tylko wówczas, gdy wpływ wilgotności na wyniki pomiarów jest istotny.

4.15.2. Metoda badania

Badanie należy przeprowadzać w komorze klimatycznej w temperaturze 30°C.

Dopuszcza się zmiany wskazań nie przekraczające ±10%. Stanowią one dopuszczalny dodatkowy uchyb wywołany wpływem temperatury.

4.16. Sprawdzenie parametrów elektrycznego zasilania urządzenia

4.16.1. Zasilanie sieciowe

4.16.1.1. Urządzenia z zasilaniem sieciowym powinny być przystosowane do zasilania z jednofazowej sieci prądu zmiennego o napięciu wybieranym z dwóch grup:

a) 220 V;

b) 120 V i/lub 240 V.

Napięcie sieci zasilającej może zmienić się w granicach od plus 10 do minus 15%, a częstotliwość może przyjmować wartości (60 ±3) Hz lub (50 ±3) Hz.

4.16.1.2. Zespół detekcyjny urządzenia należy poddać działaniu źródła promieniowania, aktywność którego wywoła wskazania o wartości rzędu $^2/_3$ skali pomiarowej na najbardziej i najmniej czułych podzakresach lub dekadach (w przypadku urządzeń ze skalą logarytmiczną).

Należy zarejestrować wskazania urządzenia przy wartości napięcia zasilającego oraz przy zmianach napięcia od plus 10% do minus 15% nominalnej wartości. Wyniki otrzymane przy obniżonym i podwyższonym napięciu nie powinny różnić się od wskazań otrzymanych przy wartości napięcia więcej niż o 5%.

4.16.2. Zasilanie z baterii lub z akumulatorów

4.16.2.1. Baterie powinny zapewnić działanie urządzenia w ciągu 40 h pracy przerywanej lub w ciągu 24 h pracy ciągłej.

Praca przerywana dotyczy czterogodzinnych okresów pracy i jednogodzinnych przerw, których łączny czas powinien wynosić 40 h.

W przypadku pracy ciągłej urządzenie bateryjne nie powinno być obciążone dodatkowymi odbiornikami, np. blokiem sygnalizacyjnym.

Wskazania urządzenia w początkowym i końcowym okresie pracy nie powinny różnić się więcej niż o 10%.

Zaleca się stosować ogniwa suche typu R20, charakteryzujące się napięciem 1,5 V. Połączenia ogniw mogą być dowolne, wymagana jest jednak indywidualna ich wymienialność i wyraźne oznakowanie biegunowości na urządzeniu.

Urządzenia zasilane z akumulatorów powinny mieć zapewnione 12 h pracy ciągłej. Przy tym różnica wskazań urządzenia na początku i na końcu okresu pracy ciągłej nie powinna przekraczać 10%.

Powinna być zapewniona możliwość sieciowego doładowania akumulatorów w ciągu 16 h. Pożądane jest zapewnienie samoczynnego wyłączenia ładowania po całkowitym naładowaniu akumulatora.

Urządzenia powinny być wyposażone w system kontrolujący stan baterii pod obciążeniem, z wyraźnie zaznaczonymi na skali granicami wskazującymi minimalną wartość napięcia, przy którym jest spełnione niniejsze wymaganie.

4.16.2.2. Do badań powinny być użyte nowe baterie lub naładowane akumulatory. Badania należy rozpocząć od napromienienia detektora źródłem o aktywności zapewniającej wskazania bloku pomiarowego o wartości odpowiadającej $^2/_3$ skali na najmniej i najbardziej czułym podzakresie lub dekadzie. Następnie należy włączyć głośnik lub brzęczyk, jeśli są one w urządzeniu.

Nie włączając sygnalizacji, wykonać 10 pomiarów, określić wartość średnią, po czym zostawić urządzenie włączone pod działaniem źródła promieniowania na 24 h przy zasilaniu z baterii lub na 12 h przy zasilaniu z akumulatora.

Na końcu tego okresu należy wykonać 10 pomiarów, obliczyć wartość średnią i porównać ją z wartością uzyskaną na początku badań.

Różnica między tymi wartościami nie powinna przekroczyć 10%.

4.17. Przechowywanie

Urządzenia przystosowane do pracy w klimacie umiarkowanym powinny spełniać wymagania niniejszej normy po transporcie lub po przechowywaniu w opakowaniu fabrycznym po upływie co najmniej 3 miesięcy przy temperaturze od minus 25 do plus 50°C.

Dopuszcza się stosowanie ostrzejszych wymagań, np. przy przewidywanym transporcie lotniczym lub podczas przechowywania w niskich temperaturach.

4.18. Świadectwo urządzenia

Każde urządzenie powinno być wyposażone w świadectwo zawierające dane dotyczące:

a) zespołu pomiarowego:

— nazwa producenta lub jego symbol,

— typ zespołu pomiarowego i nr fabryczny,

— rozpiętość skali dla każdego podzakresu pomiarowego,

— efektywny zakres pomiarowy (dla każdego zespołu detekcyjnego przeznaczonego do wspólnej pracy z zespołem pomiarowym),

b) zespołu detekcyjnego:

— dane wg 4.18 a,

— czułość powierzchniowa na określone źródło promieniowania,

— zależność czułości urządzenia od energii promieniowania beta (dla urządzeń do powierzchni skażonej aktywnymi nuklidami beta),

— czułość urządzenia na zmianę położenia źródła promieniowania jonizującego,

— całkowitą oraz czynną powierzchnię okna zespołu detekcyjnego,

— materiały przesłony między źródłem promieniowania jonizującego i czynnym obszarem zespołu detekcyjnego oraz ich masą powierzchniową wyrażoną w $mg \cdot cm^{-2}$.

KONIEC

ZAŁĄCZNIK 1

NAZWY I OKREŚLENIA

1. Stacjonarny radiometr — radiometr przeznaczony do pracy w stałym, ściśle okrślonym miejscu.

2. Przenośny radiometr — urządzenie przenoszone w stanie nieroboczym i przeznaczone do pracy w różnych miejscach.

3. Ruchomy radiometr — urządzenie przeznaczone do pracy na dowolnych środkach transportu (lub posiadające konstrukcję, która umożliwia jego przemieszczanie) i dostosowane do pracy podczas ruchu i podczas postoju.

4. Noszony radiometr — radiometr przeznaczony do pracy podczas noszenia.

5. Monitor skażenia powierzchni — urządzenie przystosowane do pomiaru skażenia powierzchni, wyposażone w sygnalizację (na ogół optyczną lub akustyczną) przekroczenia założonej wartości mierzonego skażenia powierzchni lub wskazującą, że mierzona wartość nie mieści się w założonych granicach.

6. Powierzchnia czynna — część powierzchni zespołu detekcyjnego (okienko), przez które przenika mierzone promieniowanie.

7. Tło — sygnał wyjściowy właściwy dla danego zespołu detekcyjnego, wywołany tłem promieniowania i biegiem własnym zespołu detekcyjnego.

8. Bieg własny — sygnał (np. częstość impulsów) na wejściu zespołu detekcyjnego, wywołany promieniowaniem materiałów konstrukcyjnych, promieniowaniem kosmicznym oraz innymi przyczynami.

9. Pomiarowy zakres pracy — zakres częstości zliczeń, w granicach którego spełnione są wymagania niniejszej normy.

10. Czas zadziałania — czas niezbędny do osiągnięcia 63% mierzonej wartości przy nagłej zmianie poziomu skażenia.

11. Uchyb wskazań — różnica między mierzoną aktywnością powierzchniową i umownie rzeczywistą aktywnością powierzchniową w punkcie pomiaru.

12. Względny uchyb wskazań — wyrażony w procentach stosunek uchybu wskazań do umownie rzeczywistej aktywności powierzchniowej.

13. Względny uchyb własny — względny uchyb wskazań radiometrów, określony na podstawie wzorcowego radionuklidu w ściśle określonych warunkach.

14. Współczynnik wariacji wskazań (V) — stosunek standardowego odchylenia (σ) do średniej arytmetycznej wartości ($\bar{X}$) ze zbioru (n) pomiarów (X_i) określony wg wzoru

$$\frac{\delta}{\bar{X}} = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} \dot{L} \cdot (X_i - X)^2} \qquad (4)$$

15. Umowna rzeczywista wartość wielkości — najbardziej precyzyjnie określona wartość wielkości. Zazwyczaj wartość tę określa się za pomocą wzorca lub wzorcowego urządzenia, wyskalowanego przy użyciu wzorca.

16. Próg wykrywalności aktywności właściwej powierzchniowej — wartość aktywności przypadającej na jednostkę powierzchni badanego obiektu, która wywołuje wskazania równe podwójnemu standardowemu

odchyleniu, wywołane określoną aktywnością tła przy założonym czasie pomiaru lub przy założonej stałej czasu radiometru. Wielkość ta wyraża się w $Bq \cdot cm^{-2}$ ($\mu Ci \cdot cm^{-2}$).

17. Cienkie źródło promieniowania — źródło promieniowania, którego grubość, łącznie z dowolnymi osłonami, jest tak mała, że samopochłanianie promieniowania w materiale źródła jest znikome.

WYKAZ GŁÓWNYCH SŁÓW DESKRYPTORÓW[1]:

Urządzenia techniki jądrowej, radiometry, promieniowanie alfa, promieniowanie beta, promieniowanie alfa-beta, **zespoły detekcyjne, klasyfikacja, wymagania techniczne, metody badań.**

[1] Deskryptory Tezaurusa norm RWPG zostały podkreślone.

KONIEC NORMY MIĘDZYNARODOWEJ

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Problemów Jądrowych, Świerk — Otwock.

2. Normy międzynarodowe

RWPG CT СЭВ 6060-87 Изделия ядерного приборостроения. Радиометры загрязнения поверхностей радиоактивными альфа-, бета- и альфа-бета нуклидами. Классификация, общие технические требования и методы испытаний — norma identyczna.

CT СЭВ 6061-87 Изделия ядерного приборостроения. Радиометры объёмной активности нуклидов в жидкостях. Общие технические условия — norma znajduje się w Centralnym Ośrodku Informacji Normalizacyjnej i Technologicznej, Warszawa, Plac Dzierżyńskiego.

3. Autor tłumaczenia i projektu normy — dr inż. Waldemar Kułyba — Instytut Problemów Jądrowych w Świerku.