

TECHNIKA JĄDROWA	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-82
	Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej	3413-13
	<b>Monitory i sygnalizatory skażeń dłoni i stóp</b>	Grupa katalogowa 1821

## PRZEDMOWA

Normy jest tłumaczeniem Publikacji 504 IEC, w którym zachowano układ, numerację i sposoby formułowania tekstu normy według oryginału. Tylko w przypadkach niezbędnych dokonano drobnych adaptacji do warunków polskich, nie naruszając jednak nigdzie zasady, pełnej, merytorycznej zgodności między postanowieniami obu dokumentów.

### 1. PRZEDMIOT I ZAKRES STOSOWANIA

**1.1.** Niniejsza norma dotyczy monitorów i sygnalizatorów skażeń rąk i nóg, które mogą być odkryte lub zasłonięte, izotopami promieniotwórczymi alfa i beta.

Przyrządy te składają się przynajmniej z:

- podzespołu detektora,
- podzespołu pomiarowego.

**1.2.** Norma ma zastosowanie do:

- monitorów skażeń alfa dłoni i stóp,
- sygnalizatorów skażeń dłoni i stóp,
- monitorów skażeń dłoni i stóp,
- sygnalizatorów skażeń dłoni i stóp,

określonych w rozdz. 2.

**1.3.** W przypadku gdy przyrząd jest wielofunkcyjny, powinien on spełniać wymagania określone dla tych funkcji. Jeśli jest jednofunkcyjny, a ponadto może również wykonywać inne czynności, powinien spełniać warunki określone dla pierwszej funkcji oraz pożądana byłaby zgodność określonych wymagań dla pozostałych.

**1.4.** Wymagania podane poniżej dotyczą przyrządów aktualnie produkowanych. Można jednak spotkać przyrządy, które nie mają sprecyzowanych wymagań w odniesieniu do konkretnego zadania. W takich przypadkach wymagania powinny zostać określone w umowie między producentem a użytkownikiem, ale sprawdzenie charakterystyk tych przyrządów powinno być możliwe z wykorzystaniem metod podanych w niniejszej normie.

**1.5.** Niniejsza norma nie uwzględnia przyrządów wskaźnikowych i rejestratorów jak: mierników wskaźnikowych, przyrządów rejestrujących, urządzeń alarmowych itd.

Charakterystyki takich przyrządów powinny być zgodne z ogólnymi, właściwymi dla nich wymaganiami.

**1.6.** Dla niżej opisanych przyrządów norma podaje: ogólne sposoby wykonywania prób, charakterystyki radiacyjne, charakterystyki pracy i mechaniczne oraz atesty kontroli.

### 2. NAZWY I OKREŚLENIA

**2.1. Stopniowanie wymagań.** W niniejszej normie stosowana jest następująca terminologia:

- słowo „należy“ oznacza wymaganie obowiązujące,
- słowo „powinien“ oznacza zalecenie mocne,
- słowo „może“ oznacza metodę akceptowaną lub przykład praktyczny.

**2.2. Określenia.** W zakresie zagadnień niniejszej normy należy stosować niżej podane określenia przyrządów pomiarowych.

**2.2.1. miernik skażeń dłoni i/lub stóp** — radiometr do pomiaru skażeń dłoni i/lub stóp (jednocześnie lub oddzielnie), mający jeden lub kilka detektorów promieniowania, połączonych z podzespołami lub podstawowymi urządzeniami funkcjonalnymi.

**2.2.2. sygnalizator skażeń dłoni i/lub stóp** — przyrząd mający sygnalizację (wizualną lub słuchową) uruchamianą w przypadku, gdy poziom skażeń powierzchni dłoni i/lub stóp przewyższa pewną ustaloną wartość lub gdy wartość mierzona nie zawiera się w wyznaczonych uprzednio granicach.

**2.2.3. monitor skażeń dłoni i/lub stóp** — przyrząd wykonujący funkcje miernika i sygnalizatora skażeń dłoni i stóp.

Zgłoszona przez Instytut Badań Jądrowych (O)  
Ustanowiona przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki dnia 10 listopada 1982 r.  
jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1983 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 1/1983 poz. 1)

**2.2.4. reakcja przyrządu** — iloraz zmiennej wyjściowej przyrządu mierzącego lub podzespołu przez wartość wielkości mierzonej.

**2.2.5. cienkie źródło promieniotwórcze** — źródło radioaktywne, którego grubość warstwy radioaktywnej jest tak mała, że absorpcję emitowanego przez nią promieniowania w materiale źródła można zaniedbać.

**2.2.6. współczynnik zmienności** — stosunek odchylenia standardowego  $\sigma$  do wartości średniej arytmetycznej  $\bar{x}$  zbioru  $n$  wartości pomiarowych  $x_i$ , wyrażony wzorem

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

**2.2.7. umownie rzeczywisty poziom skażenia** — najbliższej aproksymowana wartość rzeczywistego skażenia powierzchni.

### 2.3. Nomenklatura prób

**2.3.1. próby kwalifikacyjne** — zestaw prób wykonywanych w celu sprawdzenia wymagań.

Uwaga. Próby kwalifikacyjne dzieli się na próby typowe i próby rutynowe, zdefiniowane poniżej.

**2.3.1.1. próby typowe** — próby kwalifikacyjne, wykonywane na jednym lub kilku przyrządach, jako reprezentatywnych danej produkcji przemysłowej i w zasadzie nie powtarzane na każdym przyrządzie.

**2.3.1.2. próby rutynowe** — próby kwalifikacyjne wykonywane na każdym, wyprodukowanym przyrządzie.

**2.3.2. próby odbioru** — próby kontraktowe, wykonywane w obecności klienta lub jego przedstawiciela w celu sprawdzenia jakości dostawy.

Próby te są w zasadzie wybrane z prób kwalifikacyjnych, ale metody ich wykonywania mogą być różne.

## 3. KLASYFIKACJA PRZYRZĄDÓW

**3.1. Według rodzaju promieniowania:**

- monitory (lub sygnalizatory) skażeń alfa,
- monitory (lub sygnalizatory) skażeń beta,
- monitory (lub sygnalizatory) skażeń alfa-beta.

**3.2. Według ich funkcji:**

- monitory skażeń,
- sygnalizatory skażeń.

**3.3. Według rodzaju powierzchni:**

- przyrządy skażeń dłoni,
- przyrządy skażeń stóp,
- przyrządy skażeń dłoni i stóp.

**3.4. Według rodzaju zasilania:**

- przyrządy zasilane z sieci energetycznej,
- przyrządy zasilane z sieci energetycznej lub z awaryjnym zasilaniem bateryjnym.

**3.5. Według ich typu:**

- przyrządy bez kompensacji tła,
- przyrządy z kompensacją tła.

## 4. SKALA PRZYRZĄDU

Skalę przyrządu należy odnieść do szybkości liczenia lub liczby zliczeń w określonym czasie.

Skalę należy wycechować w wyżej podanych jednostkach, albo w procentach uprzednio ustalonego, maksymalnego poziomu. Ponadto producent powinien również ustalić związek między powyższym cechowaniem a poziomem skażenia w jednostkach kBq ( $\mu\text{Ci}$ ) dla określonej energii promieniowania lub radionuklidu.

## 5. SPOSOBY WYKONYWANIA PRÓB

**5.1. Rodzaj prób.** Z wyjątkiem próby rutynowej, opisanej w 6.5.2, wszystkie próby podane poniżej należy traktować jako próby typowe (2.3.1.1).

Jednakże niektóre z tych prób, za obopólną zgodą producenta i klienta, mogą być traktowane jako próby odbioru.

**5.2. Podstawowe zasady.** Warunki odniesienia zostały podane w drugiej kolumnie tabl. 1, jeżeli nie zostały inaczej sprecyzowane przez producenta. Próby należy wykonywać w warunkach wzorcowych, podanych w kolumnie trzeciej tabl. 1, jeżeli metoda nie określa ich inaczej.

**5.3. Wymiary wzorcowego źródła promieniotwórczego.** We wszystkich próbach źródła wzorcowe<sup>1)</sup> powinny mieć powierzchnię równoważną powierzchni dłoni lub stóp.

Źródła wzorcowe powinny mieć poniższe wymiary, jeżeli metoda nie określa ich inaczej:

- 15 cm  $\times$  10 cm dla monitorów i sygnalizatorów rąk,
- 30 cm  $\times$  10 cm dla monitorów i sygnalizatorów nóg.

Rozkład aktywności w źródle wzorcowym powinien być jak najbardziej równomierny.

**5.4. Fluktuacje statystyczne.** Jeśli fluktuacje statystyczne, spowodowane przypadkową naturą promieniowania stanowią znaczną część dozwolonej zmienności wskazania, to należy wykonać dostateczną liczbę odczytów dla oceny ich wartości średniej z dużą dokładnością.

Odstęp czasu między odczytami powinien być wystarczający dla zapewnienia ich niezależności statystycznej.

<sup>1)</sup> Aktywności źródeł wzorcowych podano w 6.1.2.1 i 6.1.2.2.

Tablica 1. Warunki wzorcowe i warunki prób

Parametr	Warunki wzorcowania (jeżeli producent nie podał innych)	Warunki wykonywania prób <sup>1)</sup> (jeżeli producent nie podał innych)
1	2	3
Czas nagrzewania wstępnego	>15 min	≥15 min
Temperatura otoczenia	20 °C	18 °C <sup>1)</sup> do 22 °C
Wilgotność względna	65 %	55 % do 75 %
Ciśnienie atmosferyczne	101,3 kPa	86 kPa do 106 kPa
Napięcie zasilania	nominalne napięcie zasilania $U_N$	nominalne napięcie zasilania $U_N \pm 1 \%$
Częstotliwość zasilania	Częstotliwość nominalna	Częstotliwość nominalna $\pm 2 \%$
Kształt przebiegu napięcia zasilania	sinusoidalny	sinusoidalny z zawartością harmonicznych mniejszą niż 5 %
Zewnętrzne promieniowanie gamma w miejscu detektora	mniej niż 1432 pA/kg (20 $\mu$ R/h)	mniej niż 1790 pA/kg (25 $\mu$ R/h)
Zewnętrzne pole elektromagnetyczne	zaniedbywalne	mniej od wartości powodującej zakłócenia
Zewnętrzna indukcja magnetyczna	zaniedbywalna	mniej od dwukrotnej indukcji magnetyzmu ziemskiego w miejscu testowania
Ustawienie elementów regulacyjnych	ustawienie dla normalnej pracy	ustawienie dla normalnej pracy
Skażenia pierwiastkami radioaktywnymi	zaniedbywalne	mniej od najmniejszej wartości rejestrowanej przez przyrząd

<sup>1)</sup> Warunki testowania przedstawiają dozwolone tolerancje warunków wzorcowania.

## 6. CHARAKTERYSTYKI RADIACYJNE

### 6.1. Reakcja przyrządu na skażenia powierzchniowe

**6.1.1. Sposób przedstawienia.** Reakcję przyrządu na skażenia powierzchniowe źródła wzorcowego należy podać w jednostkach skali podzieloną przez aktywność powierzchni.

Jednostkami skali wg rozdz. 4 są:

- 1) impulsy  $n$  na skundę lub
- 2) impulsy  $n$  w określonym czasie, lub
- 3) uprzednio ustalony maksymalnie dopuszczalny poziom (MDP).

Wobec powyższego, reakcją przyrządu na skażenia powierzchniowe można wyrazić następująco:

$$1) \frac{n \cdot s^{-1}}{\text{kBq} \cdot \text{cm}^{-2}} \text{ (nazwa radionuklidu)}$$

$$2) \frac{n}{\text{kBq} \cdot \text{cm}^{-2}} \text{ (nazwa radionuklidu)}$$

3) MDP (nazwa radionuklidu)

### 6.1.2. Metoda pomiaru reakcji przyrządu na skażenia powierzchniowe

#### 6.1.2.1. Monitory i sygnalizatory promieniowania alfa.

Do pomiaru skażenia powierzchni należy stosować cienkie, nieskolimowane źródło promieniotwórcze ( $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ), emitujące cząstki alfa, mające wymiary określone w 5.3 i aktywność znaną z dokładnością porównywalną z dokładnością wielkości mierzonej i wynoszącą około:

0,56 kBq ( $1,5 \cdot 10^{-3} \mu\text{Ci}$ ) dla monitorów i sygnalizatorów skażenia dłoni,

1,11 kBq ( $3 \cdot 10^{-3} \mu\text{Ci}$ ) dla monitorów i sygnalizatorów skażenia stóp.

Źródło należy umieścić w normalnej pozycji użytkowej, wskazanej przez producenta.

**6.1.2.2. Monitory i sygnalizatory promieniowania beta.** Do pomiaru skażenia powierzchni należy stosować cienkie, nieskolimowane źródło promieniotwórcze emitujące cząstki beta, mające wymiary określone w 5.3 i aktywność znaną z dokładnością porównywalną z dokładnością wielkości mierzonej wynoszącą około:

0,56 kBq ( $1,5 \cdot 10^{-2} \mu\text{Ci}$ ) dla monitorów i sygnalizatorów skażeń dłoni i emiterów cząstek beta o energii maksymalnej, powyżej 250 keV,

1,11 kBq ( $3 \cdot 10^{-2} \mu\text{Ci}$ ) dla monitorów i sygnalizatorów skażeń stóp i emiterów cząstek beta o energii maksymalnej, powyżej 250 keV.

Źródło należy umieścić w normalnej pozycji użytkowej, określonej przez producenta.

#### 6.1.3. Zastrzeżenia dodatkowe

a) W przypadku braku źródła o wymiarach podanych w 5.3, można wykorzystać źródło o mniejszej powierzchni. Należy wówczas wykonać pomiary dla wielu położeń źródła i wprowadzić niezbędne poprawki dla uzyskania porównywalnej dokładności.

b) W przypadku detektora mającego kratkę osłonową charakterystyki przyrządu zależą od położenia kratki względem powierzchni czynnej detektora i źródła.

c) Liczba zliczeń powinna być taka, aby błędy rozrzutu statystycznego nie wpływały na dokładność pomiaru.

**6.2. Próg sygnału alarmowego.** Przyrząd powinien mieć możliwość nastawiania progu sygnału alarmowego na poziomach podanych w tabl. 2.

Sprawdzenie progu sygnału alarmowego należy do próby typowej.

Tablica 2. Poziomy progów alarmowych

Monitory i sygnalizatory inspekcyjne	Jedna strona dłoni	Obie strony dłoni	Podeszwa stopy
$\alpha$ powyżej 0,64 pJ (4 MeV)	18,5 kBq ( $5 \cdot 10^{-4}$ $\mu$ Ci)	$37 \cdot 10^{-3}$ kBq ( $10^{-3}$ $\mu$ Ci)	$37 \cdot 10^{-3}$ kBq ( $10^{-3}$ $\mu$ Ci)
$\beta$ powyżej 0,04 pJ (250 keV)	185 kBq ( $5 \cdot 10^{-3}$ $\mu$ Ci)	$37 \cdot 10^{-2}$ kBq ( $10^{-3}$ $\mu$ Ci)	$37 \cdot 10^{-2}$ kBq ( $10^{-2}$ $\mu$ Ci)
$\beta$ poniżej 0,04 pJ (250 keV)		należy ustalić	

### 6.3. Powtarzalność reakcji detektora

**6.3.1. Zależność reakcji od położenia źródła.** Reakcja detektora na źródło punktowe, umieszczone na powierzchni podczas badań, zależy głównie od położenia źródła względem detektora przepustowości kratki osłonnej.

Producent ustala:

a) właściwą zmienność reakcji detektora z położeniem źródła na powierzchni dłoni lub stopy (informacja ta może być przedstawiona na wykresie),

b) przepustowość kratki.

Producent określa źródło (np.  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ), za pomocą którego zostały wykonane pomiary wg poz. a) i b).

**6.3.2. Maksymalna dopuszczalna wartość błędu powtarzalności reakcji** (do ustalenia, ponieważ należy najpierw podać umowną, ale precyzyjną definicję powtarzalności).

### 6.4. Dokładność reakcji na promieniowanie wzorcowe.

Dokładność przyrządu określa odchylenie wyników pomiarów otrzymanych podczas prób odbioru od wartości podanej przez producenta zgodnie z 6.1.

Dokładności przyrządu nie należy mylić z dokładnością pomiaru.

**6.4.1. Sposób przedstawienia.** Błąd inherentny wskazań przyrządu  $E$ , wyrażony w procentach określa poniższy wzór

$$E = 100 \frac{\bar{S}_i - S_\nu}{S_\nu}$$

w którym:

$\bar{S}_i$  — zmierzony poziom skażenia ( $\bar{S}_i$  może być wartością średnią z kilku wartości pomiarowych  $S_i$ , zgodnie z 6.1.3a),

$S_\nu$  — umownie rzeczywisty poziom skażenia.

**6.4.2. Wymagania.** Producent ustala zależność reakcji detektora od mierzonej aktywności. Inherentny błąd przyrządu nie może przekraczać  $\pm 30\%$  całego zakresu progów alarmowych, określonych przez producenta.

**6.4.3. Metoda wykonywania próby<sup>1)</sup>.** Próby należy wykonać stosując metody podane w:

— 6.1.2.1 dla monitorów alfa,

— 6.1.2.2 dla monitorów beta stosując tylko jedno źródło promieniotwórcze, najlepiej  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ .

Producent obowiązany jest udzielić gwarancji, że każdy przyrząd będzie spełniał wymagania 6.4.2. Użytkownik może żądać przebadania każdego przyrządu.

<sup>1)</sup> Próby te mogą być wykonywane za pomocą impulsów elektrycznych, jeżeli błędy związane ze skończonym czasem rozdzielczym przyrządu nie przekraczają 10%. Kształt i częstotliwość impulsów powinny być zbliżone do impulsów pochodzących z detektora promieniowania.

### 6.5. Zależność reakcji od energii promieniowania

**6.5.1. Monitory i sygnalizatory promieniowania alfa** — nie określa się.

### 6.5.2. Monitory i sygnalizatory skażeń beta

**6.5.2.1. Wymagania.** Należy wykonać pomiary skażenia powierzchni wykorzystując źródła  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  i  $^{204}\text{Tl}$  oraz przynajmniej trzy inne emitery beta o energiach maksymalnych z następującego zakresu:

—  $< 0,06$  pJ (0,4 MeV),

— między 0,06 pJ i 0,16 pJ (0,4 MeV i 1 MeV),

—  $> 0,16$  pJ (1 MeV).

Dla informacji podano poniżej listę odpowiednich radionuklidów.

—  $^{14}\text{C}$  [energia maksymalna 0,03 pJ (0,155 MeV)].

Przy stosowaniu tego radionuklidu należy zwrócić uwagę na trudności kalibracyjne oraz efekty samopochłaniania.

—  $^{147}\text{C}$  [energia maksymalna 0,04 pJ (0,22 MeV)].

Należy zwrócić uwagę, aby skażenia  $^{146}\text{Pm}$  nie zakłócały pomiaru.

—  $^{60}\text{Co}$  [energia maksymalna 0,05 pJ (0,31 MeV)].

Stosowane źródło powinny być bardzo cienkie, aby zmniejszyć do minimum emisję wtórnych elektronów promieniowania gamma.

—  $^{185}\text{W}$  [energia maksymalna 0,07 pJ (0,43 MeV)].

—  $^{204}\text{Tl}$  [energia maksymalna 0,12 pJ (0,77 MeV)].

—  $^{210}\text{Bi}$  [energia maksymalna 0,19 pJ (1,17 MeV)].

—  $^{89}\text{Sr}$  [energia maksymalna 0,23 pJ (1,46 MeV)].

Należy zwrócić uwagę na krótki półokres rozpadu tego radionuklidu.

Producent obowiązany jest podać:

a) radionuklidy, dla których wykonano pomiary reakcji przyrządu w funkcji skażenia powierzchni,

b) wartość reakcji w funkcji skażenia powierzchni dla każdego z mierzonych radionuklidów,

c) energię cząstek beta, dla której reakcja przyrządu nie przekracza 10% wskazania otrzymanego dla  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  lub  $^{204}\text{Tl}$ , jeżeli energia ta jest większa od energii maksymalnej cząstek beta  $^{14}\text{C}$ . Pomiary ze źródłami  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  lub  $^{204}\text{Tl}$  stanowią testy rutynowe. Pomiary z innymi źródłami radioaktywnymi są testami typowymi.

**6.5.2.2. Sposób wykonywania próby.** Badanie zależności reakcji przyrządu od energii cząstek beta powinno zostać wykonane ze źródłami o wymiarach podanych w 5.3 i aktywności znanej z dokładnością porównywalną z dokładnością wykonywanego pomiaru. Źródło należy umieścić w normalnym położeniu użytkowym i wskazanie przyrządu należy zapisać.

**6.6. Zmiany wskazań przyrządu.** Dla każdej wielkości wpływającej, utrzymując pozostałe w zakresach podanych w tabl. 1; jest określany nominalny zakres pracy, w którym zmiany wskazania powinny pozostawać

w granicach ustalonych przez producenta. Granice te w żadnym przypadku nie powinny przekraczać wartości podanych w tabl. 3. Zmiana jest określona w stosunku do wartości ustalonej w warunkach wzorcowania.

Próby te są przewidziane jako próby typowe, dla liczby przyrządów uzgadnianej między producentem a użytkownikiem.

(2,5 mR/h), to zmiana wskazania nie powinna przekraczać 20 % uprzednio ustalonego poziomu lub 10 % najbardziej czułego zakresu przyrządów ze skalą liniową, lub 10 % najmniej znaczącej dekady dla skal logarytmicznych.

**7.1.3. Metoda testowania monitorów skażeń alfa.** Należy poddać objętość czynną detektora działaniu jed-

Tablica 3. Próby wykonywane ze zmianą wielkości wpływających

Parametr	Zakres wartości parametru	Granice zmiany wskazania
1	2	3
Temperatura otoczenia <sup>1)</sup>	w pomieszczeniu: 10 °C do 35 °C w otwartej przestrzeni: <sup>2)</sup> -10 °C do 40 °C -25 °C do 50 °C	±10 %  ±20 % ±50 %
Napięcie zasilania $U$ dla przyrządów sieciowych	od 88 % $U_N$ do 110 % $U_N$	±10 %
Promieniowanie gamma	monitory skażeń alfa: 179 nA/kg (2,5 mR/h)	20 % ustalonego, maksymalnego poziomu skażenia lub 10 % najbardziej czułego zakresu dla przyrządów ze skalą liniową lub 10 % najmniej czułej dekady dla przyrządów logarytmicznie wycechowanych
	monitory skażeń beta bez kompensacji tła: wzrost mocy dawki o 3580 pA/kg (50 µR/h)	30 %, gdy wskazanie jest większe od 50 % pełnego wychylenia najbardziej czułego zakresu lub najmniej czułej dekady dla przyrządów o skali logarytmicznej
	monitory skażeń beta z kompensacją tła: moc dawki $\leq 3,58$ nA/kg (500 µR/h)	50 % pełnego wychylenia najbardziej czułego zakresu dla przyrządów o skali liniowej lub najmniej czułej dekady dla skal logarytmicznych, spowodowanego ekspozycją mniejszą niż 1432 pA/kg (20 µR/h)
<sup>1)</sup> Dopuszcza się zakresy wartości temperatury wg BN-79/3413-11. <sup>2)</sup> Przyrządy klimatu umiarkowanego. Dla innego klimatu mogą zostać określone inne granice po uzgodnieniu między producentem a użytkownikiem.		

## 7. WPLYW INNEGO PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO

Przyrządy należy tak zaprojektować, aby ograniczyć do minimum wpływ innego promieniowania jonizującego.

**7.1. Promieniowanie gamma.** Podane poniżej moce dawek można bez trudu otrzymać wykorzystując zamknięte źródło  $^{137}\text{Cs}$  położone w minimalnej odległości od przyrządu, określonej przez producenta.

**7.1.1. Wymagania.** Należy ustalić wpływ promieniowania gamma na wskazania przyrządów skażeń alfa i beta. Gdy przyrząd ma system kompensacji promieniowania gamma, należy określić rodzaj systemu oraz górną granicę kompensowanej mocy dawki ekspozycyjnej. Pomiary tego typu należy wykonać zgodnie z metodami podanymi w 7.1.3 i 7.1.5, a wyniki pomiarów nie powinny przekraczać wartości podanych w 7.1.2 i 7.1.4 (i również w tabl. 3).

**7.1.2. Wymagania dotyczące monitorów skażeń alfa.** W przypadku gdy na detektor działa promieniowanie gamma o mocy dawki ekspozycyjnej 179 nA/kg

norodnego pola o mocy dawki ekspozycyjnej 179 nA/kg (2,5 mR/h), wykorzystując źródło promieniowania gamma  $^{137}\text{Cs}$ . Następnie normalnie wykorzystując przyrząd, zanotować wskazania.

**7.1.4. Wymagania dotyczące monitorów skażeń beta**

a) Przyrządy bez kompensacji tła.

Wskazanie przyrządu wywołane pewnym poziomem skażenia beta, mające wartość większą od 50 % pełnego wychylenia najbardziej czułego zakresu lub większą od 50 % najmniej czułej dekady dla skal logarytmicznych, nie powinno wzrosnąć więcej niż o 30 %, gdy przyrząd znajdzie się w polu promieniowania gamma o zwiększonej o 3580 pA/kg (50 µR/h) mocy dawki ekspozycyjnej.

b) Wskazanie przyrządu będącego w polu promieniowania gamma o mocy dawki ekspozycyjnej nie przekraczającej 35,8 nA/kg (500 µR/h), wywołane pewnym poziomem skażenia beta, mające wartość równą lub większą od 50 % pełnego wychylenia najbardziej czułego zakresu dla skal liniowych lub większą od 50 % najbardziej czułej dekady w przypadku skal logarytmicznych powinno różnić się o mniej niż o 50 % od

wskazania spowodowanego tym samym poziomem skażenia beta w obecności zewnętrznej mocy dawki ekspozycyjnej nie większej niż 1432 pA/kg (20 µR/h).

#### 7.1.5. Sposób wykonywania próby

a) Przyrządy bez kompensacji tła.

Należy detektor poddać działaniu źródła promieniowania beta w obecności zewnętrznego promieniowania gamma o mocy dawki ekspozycyjnej mniejszej niż 1432 pA/kg (20 µR/h). Aktywność źródła testowego jest taka, że powoduje wskazanie większe od 50 % wartości najbardziej czułego zakresu dla skal liniowych lub 50 % wartości najmniej znaczącej dekady dla skal logarytmicznych.

Należy zapisać wskazanie przyrządu.

Następnie należy zwiększyć moc dawki ekspozycyjnej promieniowania gamma do 3580 pA/kg (50 µR/h) wykorzystując źródło <sup>137</sup>Cs i powtórnie zanotować wskazanie.

Uwaga. Może zaistnieć konieczność powtórzenia testu z uwagi na fluktuacje statystyczne.

b) Przyrządy z kompensacją tła.

Należy uruchomić prawidłowo układ kompensujący w obecności źródła promieniowania gamma (7.1.1), następnie poddać detektor działaniu źródła promieniowania beta o aktywności określonej w 6.1.2.2 w obecności zewnętrznego promieniowania gamma o mocy dawki ekspozycyjnej mniejszej niż 1432 pA/kg (20 µR/h). Zanotować wskazanie przyrządu. Zwiększyć moc dawki ekspozycyjnej do 3,58 nA/kg (500 µR/h) wykorzystując źródło gamma (7.1), umieszczone w określonym dla tego zestawu położeniu. Za pomocą źródła beta przeprowadzić nowe pomiary i zarejestrować wskazanie.

Uwaga. W razie konieczności między obu pomiarami źródło beta można usunąć.

### 7.2. Promieniowanie alfa (dla przyrządów mierzących skażenia beta)

**7.2.1. Wymagania.** Powinien zostać określony wpływ promieniowania alfa na przyrządy mierzące skażenia beta, jeśli licznik ma okienko o grubości mniejszej niż 5 mg/cm<sup>2</sup>.

W przypadku przyrządów mierzących jednocześnie skażenia alfa i beta i mających oddzielne kanały wskazań, wartość wskazania w kanale beta od promieniowania alfa powinna być ponad 10 razy mniejsza od wartości wskazania w kanale alfa.

**7.2.2. Metoda testowania.** Należy umieścić wzorcowe źródło promieniowania alfa w przyrządzie i zapisać wskazanie.

### 7.3. Promieniowanie beta (dla przyrządów mierzących skażenia alfa)

**7.3.1. Wymagania.** Powinien zostać określony wpływ promieniowania beta na wskazania przyrządów mierzących skażenia alfa.

W przypadku przyrządów mierzących jednocześnie skażenia alfa i beta i mających oddzielne kanały dla wskazań alfa i beta, wartość wskazania w kanale alfa na promieniowanie beta powinna być ponad 20 razy mniejsza od wskazania w kanale beta.

**7.3.2. Metoda wykonywania pomiaru.** Należy umieścić źródło wzorcowe promieniowania beta w przyrządzie i zarejestrować wskazanie.

### 7.4. Promieniowanie neutronowe

**7.4.1. Wymagania.** Test reakcji przyrządu na neutrony nie jest obowiązkowy. Należy go przeprowadzić tylko w przypadku, gdy wymaga tego użytkownik.

**7.4.2. Metoda testowania.** Jeśli taki test jest wymagany, metodę należy uzgodnić z producentem.

## 8. CHARAKTERYSTYKI PRACY

**8.1. Czas trwania pomiaru** zależy od czułości i wymaganej dokładności. Przyrząd powinien spełniać wymagania niniejszej normy przy czasie trwania pomiaru nie przekraczającym 15 s.

**8.2. Sygnalizacja alarmowa** musi zadziałać, gdy szybkość liczenia lub liczba zliczeń w określonym czasie odpowiada poziomowi skażenia będącego poniżej lub powyżej ustalonej wartości progowej.

Wartość progowa powinna być ustalona i jej zakres określony.

W końcu pomiaru, gdy poziom skażenia przyjmuje wartość poniżej ustalonej granicy, powinna zostać uruchamiana sygnalizacja wizualna. Jeśli jest ona kolorowa, musi być zielona.

Gdy poziom skażenia przewyższa wybraną granicę, musi to być sygnalizowane wizualnie i akustycznie. Jeśli wizualna sygnalizacja jest kolorowa, musi być czerwona.

W przypadku przyrządów kontrolujących skażenia jednocześnie obu dłoni, należy zapewnić oddzielną sygnalizację dla każdej dłoni.

W przypadku sond promieniowania mieszanego alfa-beta dodatkowe wskazanie musi informować o rodzaju skażenia. Oprócz sygnalizacji wyżej, opisanych zalecana jest specjalna sygnalizacja informująca o niesprawności przyrządu.

### 8.3. Fluktuacje statystyczne

**8.3.1. Wymagania.** W wyniku stochastycznej natury emisji promieniowania alfa i beta wskazanie przyrządu mierzącego skażenia może wykazywać fluktuacje wokół jego wartości średniej.

Współczynnik zmienności wskazania powinien być mniejszy od niżej podanych wartości.

a) Dla przyrządów bez kompensacji tła:

dla skal liniowych

20 % dla wskazania większego od 1/3 pełnego odchylenia najbardziej czułego zakresu;

dla skal nieliniowych

20 % dla wskazania większego od 3-krotnej wartości najniższej podziałki skali.

b) Dla przyrządów z kompensacją tła. Powyższe wartości należy stosować w przypadku zewnętrznego promieniowania gamma o mocy dawki ekspozycyjnej mniejszej niż 1432 pA/kg (20 µR/h).

Przy mocy dawki ekspozycyjnej promieniowania gamma 3,58 nA/kg (500 µR/h) powyższe wartości mogą wzrosnąć do 35 %.

**8.3.2. Metoda wykonywania próby.** Należy umieścić w przyrządzie odpowiednie źródło promieniowania alfa lub beta o aktywności wywołującej wskazanie przyrządu między  $\frac{1}{3}$  a  $\frac{1}{2}$  całkowitego ochylenia (skala liniowa) lub najniższej dekady (skala logarytmiczna). Wykonać serię odczytów (przynajmniej 10) zgodnie z 5.4. Znaleźć ich wartość średnią i współczynnik zmienności. Współczynnik ten powinien zawierać się w granicach podanych w 8.3.1.

**8.4. Zabezpieczenie przeciw przeciążeniu.** Dla natężenia promieniowania powodującego większe wskazanie od maksymalnego — wskazanie powinno przekroczyć zakres pomiarowy i tam pozostać. Wymaganie to dotyczy wszystkich zakresów pomiarowych i podlega badaniu. Należy przyrząd poddać działaniu promieniowania o natężeniu przynajmniej 100 razy większym od powodującego pełne wychylenie skali w ciągu 5 min.

## 9. CHARAKTERYSTYKI MECHANICZNE

Pomimo, że przyrządy te są stacjonarne powinny być przystosowane do przemieszczenia przez dwie osoby. Warunek ten określa ich wymiary i wagę. Powinna być możliwość przeprowadzania prób pracy bez przesuwania lub demontowania przyrządu, co oznacza, że należy zapewnić wolny dostęp do całego układu regulacji i systemu sterowania podzespołów elektronicznych z przodu lub z tyłu przyrządu. Dostęp do systemów regulacji powinien być możliwy tylko dla osób uprawnionych. Próby pracy powinny również umożliwić sprawdzenie prawidłowości działania podzespołów elektronicznych (np. szumy biegu własnego poniżej określonego poziomu) i przyrządu jako całości za pomocą źródeł wzorcowych.

### 9.1. Przyrządy kontroli skażeń

a) Monitory i sygnalizatory skażeń dłoni. Przyrząd kontrolny powinien składać się co najmniej z:

- dwóch detektorów skierowanych względem siebie w celu kontrolowania dwóch stron jednej dłoni,
- dwóch detektorów umieszczonych obok siebie dla kontroli jednej strony obu dłoni.

W tych warunkach kontrola skażenia obu stron dłoni wymaga maksymalnie dwóch operacji.

Powierzchnia czynna detektorów powinna wynosić przynajmniej 12 cm × 20 cm. Detektory powinny być łatwo dostępne dla dekontaminacji.

b) Monitory i sygnalizatory skażeń stóp. Przyrząd kontroli skażeń może mieć tylko jeden detektor. Minimalna jego powierzchnia powinna wynosić 15 cm × 35 cm. W tych warunkach kontrola skażenia obu stóp wymaga maksymalnie dwóch operacji. Przyrządy przeznaczone do kontrolowania obu stóp jednocześnie powinny mieć albo dwa detektory podane wyżej lub jeden czuły na źródło o powierzchni 30 cm × 35 cm. Dla uniknięcia skażenia powierzchni detektora i osadzania się różnych, obcych ciał, jego powierzchnia powinna być osłonięta możliwie cienką folią, zmienianą okresowo w celu uniknięcia wzrostu tła. Czynność wymiany folii można ułatwić przez zastosowanie zapasowej rolki foliowej, zamontowanej w przyrządzie. Zale-

ca się, aby rozwijanie i zakładanie czystej folii wykonywać automatycznie.

**9.2. Pomiary** powinny być uruchamiane automatycznie, przez umieszczanie rąk lub nóg we właściwej pozycji pomiarowej. Wyjęcie dłoni z pozycji pomiarowej przed upływem czasu pomiaru powinno być zasygnalizowane. Po umieszczeniu dłoni ponownie w pozycji pomiarowej odczyt poprzedni powinien zostać skasowany, a nowy pomiar powinien się rozpocząć.

**9.3. Pozycję detektorów.** Detektory przyrządów kontroli skażenia dłoni powinny być umieszczone na wysokości około 1,2 m. Sondy przyrządu kontroli skażenia stóp powinny zostać umieszczone albo na poziomie podłóg, albo na wysokości nie przekraczającej 25 cm.

## 10. ZASILANIE

**10.1. Zasilanie sieciowe.** Przyrządy sieciowe powinny być przystosowane do zasilania jednofazowego, o napięciu 220 V i częstotliwości 50 Hz.

Przyrządy powinny być przystosowane do zasilania sieciowego z tolerancją napięcia zasilania +10 % i -12 %, i częstotliwości  $\pm 1$  Hz.

**10.2. Badanie wpływu sieci.** Należy poddać detektor działaniu odpowiednich źródeł promieniowania o dostatecznej aktywności w celu uzyskania szybkości liczenia odpowiadającej w przybliżeniu wychyleniu równemu  $\frac{2}{3}$  pełnej skali na najbardziej i najmniej czułym zakresie dla skal liniowych lub dekad końcowych dla przyrządów wycechowanych logarytmicznie. Przy zasilaniu o nominalnej wartości  $U_N$  wykonać dla każdego przypadku 10 następujących po sobie odczytów szybkości liczenia i podać ich wartość średnią. Następnie powtórzyć powyższe operacje dla zasilania  $U_N + 10\%$  oraz  $U_N - 12\%$ . Otrzymane wartości średnie nie powinny różnić się od wartości średniej dla nominalnego zasilania o więcej niż o  $\pm 10\%$ .

Z uwagi na fluktuacje statystyczne może zaistnieć konieczność powtórzenia pomiarów.

**10.3. Zasilanie bateryjne.** Przyrządy te są przeznaczone do zasilania z sieci, jednakże powinna istnieć możliwość awaryjnego zasilania bateryjnego w przypadku braku sieci.

## 11. SKŁADOWANIE

Wszystkie przyrządy przeznaczone do pracy w klimacie umiarkowanym powinny spełniać wymagania niniejszej normy, obejmujące składowanie (lub transport) bez baterii w czasie najmniej trzech miesięcy, w opakowaniu fabrycznym i temperaturze od  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . W pewnych okolicznościach mogą być stawiane bardziej ostre wymagania, np. przy transporcie powietrznym i niskim ciśnieniu otoczenia. Dopuszcza się inne warunki składowania zgodnie z PN-76/T-06500.08.

## 12. ATEST

Każdy przyrząd musi mieć atest zawierający przynajmniej następujące informacje:

- nazwę producenta lub znak firmowy,
- typ przyrządu i numer seryjny,
- rodzaj skali,
- granice skali dla każdego zakresu pomiarowego,
- reakcję przyrządu na skażenie powierzchniowe,
- wskazania w funkcji energii promieniowania,
- zależność wskazań od położenia źródła,
- położenie i wymiary objętości czynnej detektora,
- rodzaj materiału ścianki detektora między źródłem a jego objętością czynną oraz masę powierzchniową każdego z nich ( $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-2}$ ),
- minimalną energię cząstek beta przenikających do objętości czynnej detektora.

K O N I E C

#### INFORMACJE DODATKOWE

**1. Instytucja opracowująca normę** — Instytut Badań Jądrowych, Branżowy Ośrodek Normalizacji Aparatury Jądrowej.

**2. Zalecenia międzynarodowe**

IEC Publikacja 504 (1975) Hand and/or foot contamination monitors and warning assemblies

**3. Normy związane**

PN-76/T-06500.08 Elektroniczne przyrządy pomiarowe. Pakowanie przechowywanie i transport

BN-79/3413-11 Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej. Radiometri. Ogólne wymagania i badania

**4. Zmiany merytoryczne w stosunku do oryginału**

a) w tabl. 3 dopuszczono zakres temperatur wg BN-76/3413-11,

b) w rozdz. 11 dopuszczono warunki składowania wg PN-76/T-06500.08.