

TECHNIKA JĄDROWA	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-82
	Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej Noszone mierniki i monitory ekspozycyjnej mocy dawki promieniowania X lub GAMMA, stosowane w ochronie radiologicznej	3413-12
		Grupa katalogowa 1821

PRZEDMOWA

Norma jest tłumaczeniem Publikacji 395 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 noszonych przyrządów do pomiaru ekspozycyjnej mocy dawki promieniowania X lub gamma o energii w zakresie od 0,01 pJ (50 keV) do 0,48 pJ (3 MeV), stosowanych w ochronie radiologicznej. Przyrządy te składają się zwykle z następujących podzespołów:

- podzespołu detektora (np. komory jonizacyjnej, licznika G-M, licznika scyntylicyjnego, itd),
- podzespołu mierzącego.

Podzespoły te mogą być połączone ze sobą sztywno albo za pomocą elastycznego kabla lub stanowić jeden zestaw.

1.2. Norma ma zastosowanie w całej swej rozciągłości do następujących przyrządów, określonych w rozdz. 2:

- noszonych mierników mocy dawki ekspozycyjnej,
- noszonych monitorów mocy dawki ekspozycyjnej.

1.3. Niniejsza norma ma również zastosowanie do przyrządów noszonych mierzących moc dawki ekspozycyjnej, przeznaczonych do specjalnych zastosowań (np. bardzo wysokich mocy dawek ekspozycyjnych). Niemniej jednak, niektóre z podanych specyfikacji mogą wymagać poprawek lub uzupełnień zależnie od poszczególnych charakterystyk stosowanych do tych przyrządów.

1.4. Jeżeli przyrząd jest wielofunkcyjny, powinien on spełniać wymagania dotyczące każdej z tych funkcji. Jeżeli natomiast przyrząd jest jednofunkcyjny, ale może również wykonywać inne funkcje, powinien wówczas

spełniać tylko wymagania dotyczące jego funkcji zasadniczej. Pożądane byłoby jednak znaleźć wymagania dla pozostałych funkcji.

1.5. Wymagania podane poniżej dotyczą przyrządów obecnie produkowanych i określonych w 1.1. Można stosować jednak przyrządy, które nie odpowiadają wymaganiom podanym poniżej.

W takich przypadkach wymagania powinny zostać określone przy udziale producenta i użytkownika, ale metody określenia charakterystyk przyrządów powinny być dostosowane do metod podanych w niniejszej normie.

1.6. Norma nie ma zastosowania do charakterystyk pracy urządzeń funkcjonalnych lub podzespołów obrazujących informacje (np. mierników wskaźnikowych, rejestratorów, urządzeń alarmowych). Charakterystyki tych przyrządów powinny być zgodne z ogólnymi, odpowiednimi dla nich wymaganiami.

1.7. Norma podaje dla wyżej określonych przyrządów ogólne charakterystyki, główne procedury testowe, charakterystyki radiacyjne, charakterystyki elektryczne, mechaniczne, bezpieczeństwa oraz otoczenia i również atesty identyfikacyjne.

2. NAZWY I OKREŚLENIA

2.1. Różne stopnie wymagań. W niniejszej normie stosowana jest następująca terminologia:

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

Zgłoszona przez Instytut Badań Jądrowych
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. Definicje. W zakresie niniejszej normy należy stosować niżej podane definicje.

2.2.1. noszony miernik ekspozycyjnej mocy dawki — noszony przyrząd do pomiaru ekspozycyjnej mocy dawki promieniowania X lub gamma mający jeden lub kilka liczników promieniowania oraz współdziałające podzespoły lub podstawowe urządzenia funkcjonalne.

2.2.2. noszony monitor ekspozycyjnej mocy dawki — noszony miernik ekspozycyjnej mocy dawki wyposażony w dostrzegalną sygnalizację alarmową (zwykle optyczną lub akustyczną), uruchamianą, gdy ekspozycyjna moc dawki promieniowania X lub gamma przewyższa pewną, ustaloną z góry wartość, lub gdy wartość mierzona nie leży w granicach z góry ustalonych.

2.2.3. umownie rzeczywista moc dawki ekspozycyjnej — najbliższej aproksymowana wartość rzeczywistej mocy dawki w badanym punkcie (4.3).

2.2.4. wskazana moc dawki ekspozycyjnej — wartość mocy dawki ekspozycyjnej wskazana przez mierzący przyrząd podczas wykonywania próby.

2.2.5. współczynnik zmienności — stosunek odchylenia standardowego σ do średniej arytmetycznej \bar{X} z n pomiarów wielkości X_i wyrażony poniższym wzorem

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

2.3. Nomenklatura prób

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

Uwaga. Próby kwalifikacyjne dzieli się na próby typowe i próby rutynowe; ich definicje są następujące:

a) próby typowe — próby kwalifikacyjne wykonywane na jednym lub niewielkiej liczbie przyrządów reprezentatywnych i w zasadzie nie powtarzane na każdym przyrządzie,

b) próby rutynowe — próby kwalifikacyjne wykonywane na każdym wyprodukowanym przyrządzie.

2.3.2. próby odbioru — próby kontraktowe wykonywane w obecności klienta w celu sprawdzenia jakości dostawy. Próby te są zwykle wybrane z prób kwalifikacyjnych, ale metody ich wykonywania mogą być inne.

2.3.3. próby dodatkowe — próby dostarczające dodatkowych informacji o pewnych charakterystykach przyrządów.

3. CHARAKTERYSTYKI GŁÓWNE

3.1. Ogólne. Skalę odczytu należy wycechować w jednostkach mocy dawki ekspozycyjnej, np. A/kg (R/h).

Cały efektywny zakres pomiarowy powinien mieć przynajmniej trzy dekady.

Przyrząd o skali liniowej powinien mieć możliwość zmiany zakresów pomiarowych za pomocą przełącznika w taki sposób, aby krotność zakresów sąsiadujących nie przekraczała dziesięciu.

Przyrząd ze skalą logarytmiczną i przełączanymi zakresami pomiarowymi powinien mieć zakresy sąsiadujących dekad pokrywające się częściowo.

Regulacja położenia zera oraz punktów odniesienia, dostępna dla operatora, powinna być możliwa do wykonania przy istniejącym promieniowaniu. Położenie środka geometrycznego objętości czynnej detektora należy oznakować z zewnątrz.

3.2. Próg sygnalizacji alarmowej monitorów. Zakres progu sygnalizacji alarmowej monitorów powinien być określony.

3.3. Masa i wymiary geometryczne przyrządu powinny być możliwie małe i podane przez producenta.

3.4. Klasy przyrządów. Przyrządy pomiarowe powinny być zaliczone do klasy I, II lub III.

Warunki niezbędne dla spełnienia wymagań każdej klasy przedstawiono w tabl. 2 i 3.

Przyrząd powinien spełniać wszystkie wymagania swojej klasy.

W przypadkach, w których nie rozróżniano klas, wymagania są jednakowe dla wszystkich klas.

4. OGÓLNE ZASADY WYKONYWANIA PRÓB

4.1. Rodzaje prób. Wszystkie próby podane poniżej należy traktować jako próby typowe (2.3.1a), z wyjątkiem próby rutynowej, określonej w 5.1.2b). Niemniej jednak niektóre z tych prób po uzgodnieniu między producentem a odbiorcą mogą być rozpatrywane jako próby odbioru.

4.2. Podstawowe zasady

4.2.1. Wzorcowe warunki wykonywania prób określone zostały w tabl. 1.

Próby opisane w niniejszej normie mogą być uznane jako reprezentatywne w zależności od tego, czy były przeprowadzane lub nie w warunkach prób wzorcowych.

Tablica 1. Warunki odniesienia i warunki wzorcowe wykonania prób

Parametr	Warunki odniesienia (jeżeli producent nie wskazał innych)	Warunki wzorcowe (jeżeli producent nie wskazał innych)
1	2	3
Wzorcowe promieniowanie gamma	60_{Co} lub 137_{Cs}	60_{Co} lub 137_{Cs}
Czas nagrzewania wstępnego	> 15 min	> 15 min
Temperatura otoczenia	20 °C	18 °C do 22 °C
Wilgotność względna	65 %	55 % do 75 %
Ciśnienie atmosferyczne	101,3 kPa (1013 mbar)	86 do 106 kPa (860 mbar do 1060 mbar)

cd. tabl. 1

Parametr	Warunki odniesienia (jeżeli producent nie wskazał innych)	Warunki wzorcowe (jeżeli producent nie wskazał innych)
1	2	3
Napięcie zasilania $U^1)$	znamionowe napięcie zasilania U_N	znamionowe napięcie zasilania $U_N \pm 1 \%$
Częstotliwość ¹⁾	znamionowa częstotliwość	znamionowa częstotliwość $\pm 2 \%$
Kształt przebiegu napięcia zasilającego ¹⁾	Sinusoidalny	sinusoidalny z zawartością harmonicznym mniejszą niż 5 %
Kąt podania promieniowania	kierunek cechowania podany przez producenta	podany kierunek $\pm 10^\circ$
Tło promieniowania gamma	mniej niż 1432 pA/kg (20 μ R/h)	mniej niż 1790 pA/kg (25 μ R/h)
Pole elektromagnetyczne pochodzenia zewnętrznego ²⁾	zero	mniej od najmniejszej wartości powodującej zakłócenia
Instrukcja magnetyczna pochodzenia zewnętrznego ²⁾	zaniedbywalna	mniej od podwójnej indukcji pola magnetycznego Ziemi
Kierunkowość przyrządu	podana przez producenta	kierunkowość ustalona $\pm 10^\circ$
Układ regulacji przyrządu	ustawić do normalnej pracy	ustawić do normalnej pracy
Skażenia pierwiastkami promieniotwórczymi	zaniedbywalne	zaniedbywalne

¹⁾ Tylko dla przyrządów noszonych zasilanych również z sieci.
²⁾ Patrz tabl. 3.

4.2.2. Próby wykonywane w warunkach wzorcowych podano w tabl. 2. Przedstawia ona dla każdej charakterystyki specyfikację zgodnie z klasą przyrządu oraz metodę wykonywania próby.

Zakres zmian wartości wielkości wpływających, podany w tabl. 3, określa nominalny zakres pracy, w którym wskazania przyrządu powinny pozostawać w granicach określonych przez producenta i w żadnym

Tablica 2. Próby wykonywane w warunkach standardowych

Parametr sprawdzany	Wymagania			Metoda sprawdzania
	Klasa I	Klasa II	Klasa III	
1	2	3	4	5
Błąd pomiaru mocy dawki ekspozycyjnej	błąd ¹⁾ mniejszy od podwójnej jego wartości $\pm 10 \%$ umownie rzeczywistej mocy dawki ekspozycyjnej lub $\pm 3 \%$ maksimum skali ²⁾	$\pm 20 \%$ umownie rzeczywistej mocy dawki ekspozycyjnej lub $\pm 6 \%$ maksimum skali ²⁾	$\pm 40 \%$ umownie rzeczywistej mocy dawki ekspozycyjnej lub $\pm 12 \%$ maksimum skali ²⁾	5.1.2b)
Fluktuacje statystyczne	współczynnik zmienności $< 10 \%$	współczynnik zmienności $< 20 \%$	współczynnik zmienności $< 20 \%$	6.1.1b)
Czas reakcji	< 8 s dla wszystkich klas (dopuszcza się większe czasy reakcji 6.1.3)			6.1.2b)
Przesuwanie zera	$\leq 2 \%$ maksymalnego odchylenia kąтового skali w ciągu 4 h dla wszystkich klas			6.2.2

¹⁾ Jest to błąd dodatkowy, poza błędem umownie rzeczywistej mocy dawki ekspozycyjnej (5.1.2).
²⁾ Kryterium to nie dotyczy przyrządów ze skalą logarytmiczną.

4.2.3. Próby wykonywane ze zmianą wartości wielkości wpływających. Próby te mają na celu określenie efektów związanych ze zmianą wartości wielkości wpływających podanych w tabl. 3 łącznie z zakresem ich zmienności i granicami powstałych zmian wskazań przyrządu.

przypadku nie powinny przekraczać granic podanych w tabl. 3.

W celu zbadania wpływu zmian jednej z wielkości wpływających, podanych w tabl. 3, wszystkie pozostałe parametry powinny być utrzymane w granicach dla warunków wzorcowych, podanych w tabl. 1, jeżeli w

odpowiedniej metodzie wykonania próby nie podano inaczej.

W celu uproszczenia metody wykonywania prób dla każdego parametru należy wykonać tylko próbę rutynową, dotyczącą błędu wewnętrznego przyrządu, wy-

korzystując jedną moc dawki spośród wartości wg 5.1.2b (próba rutynowa).

Jeśli powyższa próba nie da reprezentatywnego wskazania, należy wykonać następne próby ze zmianą parametrów innych funkcji przyrządu.

Tablica 3. Próby wykonywane ze zmianą wielkości parametrycznych

Parametr	Zakres wartości parametru	Granica zmiany wskazania			Metoda testowania
		klasa I	klasa II	klasa III	
1	2	3	4	5	6
Energia promieniowania	0,01 pJ (50 keV) do 0,48 pJ (3 MeV) 0,05 pJ (0,3 MeV) do 0,24 pJ (1,5 MeV)	$\pm 25\%$ ¹⁾ $\pm 15\%$ ¹⁾	$\pm 25\%$ ¹⁾⁶⁾ $\pm 25\%$ ¹⁾	$\pm 25\%$ ¹⁾⁶⁾ $\pm 25\%$ ¹⁾	5.2.2
Kąt padania	0° do 45° 45° do 90°	-20% ²⁾ dla wszystkich klas -50% ²⁾ dla wszystkich klas			5.3.2
Inne promieniowanie jonizujące a) Beta b) Neutrony	próba z $E_{max} > 0,32$ pJ (2 MeV)	reakcja powinna być określona reakcja powinna być określona			5.4.1b) 5.4.2b)
Grzanie	1 min 3 min	$\pm 25\%$ ¹⁾ dla wszystkich klas $\pm 10\%$ ¹⁾ dla wszystkich klas			6.3.2
Zasilanie a) ogniwa galwaniczne b) baterie akumulato- rowe c) sieć prądu przemien- nego (jeśli stosowana)	po 12 h ⁷⁾ ciągłego stosowania lub po 40 h przerywanego stosowania po 12 h ciągłego stosowania od 88% U_N do 110% U_N (U_N — nominalne napięcie za- silania)	$\pm 10\%$ ³⁾ dla wszystkich klas $\pm 10\%$ ³⁾ dla wszystkich klas $\pm 10\%$ ¹⁾ dla wszystkich klas			6.4.1d) 6.4.1d) 6.4.2b)
Kierunkowość przyrządu	dowolna	$\pm 10\%$ ¹⁾ dla wszystkich klas			7.2.2
Temperatura otoczenia	pomieszczenia: 10 °C do 35 °C w otwartej przestrzeni: ⁴⁾ -10 °C do 40 °C -25 °C do 50 °C	$\pm 10\%$ ¹⁾ dla wszystkich klas $\pm 20\%$ ¹⁾ dla wszystkich klas $\pm 50\%$ ¹⁾ dla wszystkich klas			9.1.2
Wilgotność względna	do 95% przy 35 °C	$\pm 10\%$ ¹⁾ dla wszystkich klas			9.2.2
Ciśnienie atmosferyczne	⁵⁾	⁵⁾			
Zewnętrzne pole elektro- magnetyczne	⁵⁾	⁵⁾			
Zewnętrzna indukcja ma- gnetyczna	⁵⁾	⁵⁾			

¹⁾ Wskazane w warunkach standardowych testowania.

²⁾ Maksymalnej reakcji.

³⁾ Początkowego wskazania.

⁴⁾ Przyrządy klimatu umiarkowanego. Dla klimatu cieplejszego lub chłodniejszego należy podać inne granice. Dla przyrządów pracujących w bardzo niskich temperaturach należy zapewnić środki dla podgrzewania baterii.

⁵⁾ Nie ma ogólnej specyfikacji. Zakres wartości parametrów i granice zmiany wskazania należy określić, jeśli są wymagane.

⁶⁾ Dopuszcza się $\pm 50\%$ dla zakresu 0,01 pJ (50 keV) ÷ 0,05 pJ (0,3 MeV)

⁷⁾ Dopuszcza się 8 h.

Uwaga. W przypadku przyrządów w skali nieliniowej można użyć podziałkę liniową w celu sprawdzenia wymagań zawartych w tej tablicy.

4.3. Geometryczne warunki badania. Miejsce, w którym ma być określona moc dawki ekspozycyjnej należy wybrać tak, aby odległość między źródłem promieniowania a detektorem przyrządu zapewniała nieznaczący błąd spowodowany niejednorodnością napromienienia detektora.

Należy zachować ostrożność w celu zredukowania do minimum ilości promieniowania rozproszonego.

Przyrząd należy umieścić tak, aby punkt, w którym określana jest moc dawki ekspozycyjnej znajdował się w środku geometrycznym objętości czynnej detektora, jeżeli producent nie podał innego położenia.

4.4. Małe moce dawek ekspozycyjnych. Przy pomiarach małych mocy dawek należy koniecznie zwrócić uwagę na wpływ promieniowania tła.

4.5. Fluktuacje statystyczne. Jeśli fluktuacje statystyczne wskazań pochodzące z przypadkowej natury promieniowania stanowią znaczną część dozwolonej w próbie zmienności wskazania, to wówczas w celu zwiększenia dokładności należy przyjąć średnią z odpowiednio dużej liczby odczytów.

Odstęp czasu między odczytami powinien równać się przynajmniej trzykrotnemu czasowi pomiaru, aby odczyty były niezależne statystycznie.

4.6. Wzorcowe promieniowanie gamma. Wszystkie próby, poza podanym w 5.2 (zmienność wskazania z energią promieniowania) oraz w 5.3 (zmienność wskazania z kątem padania), wykorzystujące promieniowanie gamma, mogą być wykonywane z jednym źródłem wzorcowym promieniowania gamma. Jako wzorcowe źródło promieniowania gamma można wykorzystać źródło ^{60}Co lub ^{137}Cs .

5. CHARAKTERYSTYKI RADIACYJNE

5.1. Dokładność reakcji na wzorcowe promieniowanie gamma.

5.1.1. Wymagania. W warunkach standardowych wykonania prób i przy nastawieniu układu sterowniczego cechowania zgodnie z instrukcją producenta, rzeczywisty błąd nie powinien przekraczać granic określonych w tabl. 2 w całym zakresie, od 10 % do 100 % maksymalnego odchylenia kąowego skali. Wymagania te nie mają zastosowania do mocy dawek dających mniejsze odchylenia niż 10 % maksymalnego odchylenia kąowego.

5.1.2. Określenie błędu rzeczywistego

a) Stosowane źródło. Próbę należy wykonać ze źródłem ^{60}Co lub ^{137}Cs . Umownie rzeczywista moc dawki ekspozycyjnej powinna być znana z dokładnością większą niż $\pm 5\%$ dla przyrządów klasy I i większą niż $\pm 10\%$ dla przyrządów klasy II i III.

Dla pokrycia całego zakresu mocy dawek ekspozycyjnych może zachodzić potrzeba wykorzystania więcej niż jednego źródła odniesienia promieniowania gamma. W tym przypadku aktywności użytych źródeł powinny być takie, aby zakres mocy dawki od każdego z nich w miejscu sprawdzenia (zakres uzyskiwany przez zmianę odległości między źródłem a detektorem przyrządu) pokrywał się częściowo z zakresem mocy dawki przynajmniej od jednego ze stosowanych źródeł. W ten sposób moce dawek od wszystkich stosowanych źródeł mogą być cechowane w warunkach tego jednego źródła, które można uznać jako źródło odniesienia. Celem tej metody jest zapobieganie w miarę możliwości rozbieżnościom między umownie rzeczywistą i rzeczywistą mocą dawki od rozpatrywanych źródeł oraz od wpływu tych wartości na błędy pomiarowe badanego przyrządu.

b) Wykonywane próby. Próba typowa powinna być przeprowadzana przynajmniej na jednym przyrządzie z danej serii, a próba rutynowa na każdym przyrządzie.

— Próba typowa dla przyrządów o skalach liniowych powinna być przeprowadzana na wszystkich zakresach, przynajmniej w trzech jego punktach, około

75 %, 50 % i 30 % zakresu skali. Powyższa próba szczególnie obowiązuje w zakresie pokrywającym się częściowo (z wyjątkiem pierwszego zakresu)¹⁾.

Dla przyrządów o jednym zakresie z podziałką logarytmiczną próba ta powinna być wykonywana dla co najmniej dwóch wartości każdej dekady mierzonej mocy dawki.

— Próba rutynowa dla przyrządów o skalach liniowych powinna być przeprowadzana w jednym punkcie każdego zakresu, między 50 % a 75 % maksimum skali.

Dla przyrządów z pojedynczym zakresem cechowanym logarytmicznie próbę należy wykonać dla jednej wartości każdej dekady mierzonej mocy dawki.

c) Metoda opracowania wyników. Wyniki prób mogą być przedstawione w postaci wykresu rzędnych w skali półlogarytmicznej, przyjmując za odcietą moc dawki ekspozycyjnej (skala logarytmiczna), a za rzędną (skala liniowa) rzeczywisty błąd E , wyrażony w procentach za pomocą wzoru

$$E = \frac{R_i - R_T}{R_T} \cdot 100$$

w którym:

R_i — zmierzona moc dawki ekspozycyjnej,

R_T — umownie rzeczywista moc dawki ekspozycyjnej.

Na rysunku tym należy wykreślić linie poziome Δ_1 i Δ_2 odpowiadające maksymalnemu błędowi oceny umownie rzeczywistej mocy dawki ekspozycyjnej wg 5.1.2a ($\pm 5\%$ dla przyrządów klasy I i $\pm 10\%$ dla przyrządów klasy II i III).

Należy zmierzyć szerokość H pasma zawierającego punkty pomiarowe, następnie narysować prostą linię D pośrodku tego pasma. D musi leżeć między Δ_1 i Δ_2 , a H powinno być mniejsze niż:

— 20 % dla klasy I,

— 40 % dla klasy II,

— 80 % dla klasy III.

Wyjątkowo (patrz rys. 2), jeżeli H jest mniejsze od powyższych granic, dopuszczalne jest, aby linia prosta D leżała na zewnątrz pasma Δ_1 i Δ_2 pod warunkiem, że $H/2$ i odległość D od bliższej z linii Δ_1 i Δ_2 będą mniejsze niż:

— 10 % dla klasy I,

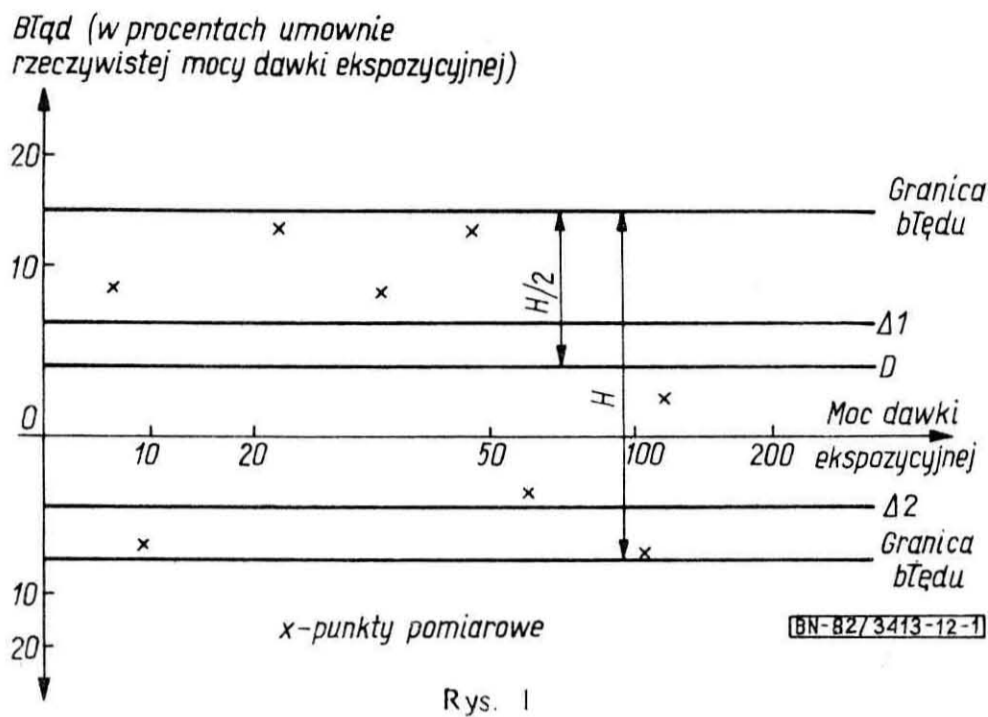
— 20 % dla klasy II,

— 40 % dla klasy III.

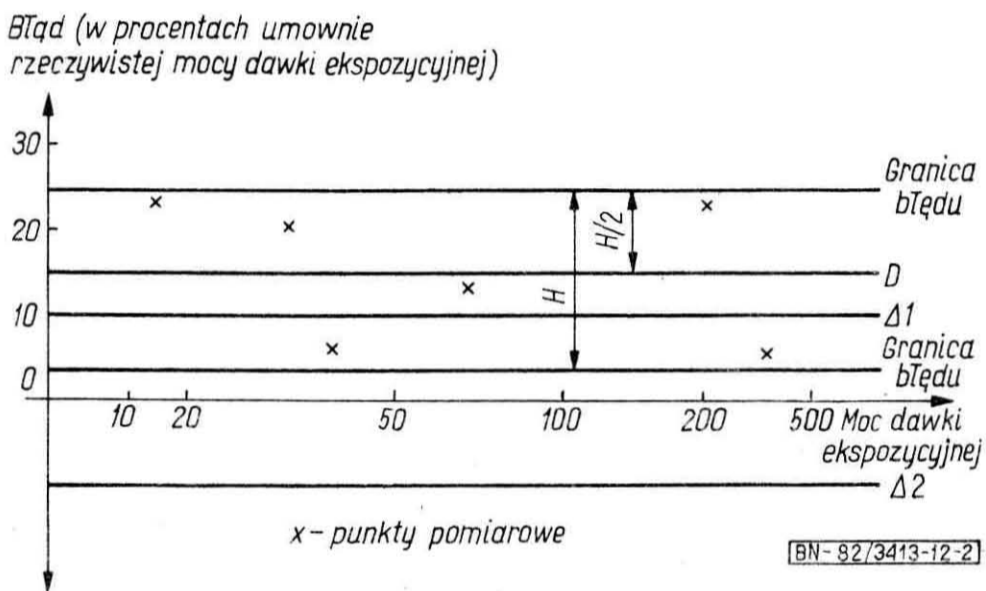
Poprawka ta daje pewną tolerancję dla przyrządów mających ograniczony rozrzut.

¹⁾ Dla dużych mocy dawek ekspozycyjnych próba ta może wymagać stosowania źródła odniesienia promieniowania gamma o wysokiej aktywności. W takich przypadkach inne źródła promieniowania mogą być wykorzystane (np. odpowiedni generator promieniowania X). Należy przy tym uwzględnić pewne poprawki z uwagi na różnice w czułości przyrządu w zależności od energii badanego promieniowania.

Uwaga: Rys. 1 jest przedstawieniem graficznym ogólnego przypadku dla przyrządów klasy I. Rys. 2 przedstawia natomiast wyjątkowy przypadek niskich rozrzutów przyrządów klasy II.



Rys. 1



Rys. 2

5.2. Zmiany wskazań przyrządu przy zmianie energii promieniowania

5.2.1. Wymagania. Dla wszystkich klas przyrządów skalowanych zgodnie z warunkami wzorcowymi, wskazanie od padającego promieniowania o energii między 0,01 pJ (50 keV) i 0,48 pJ (3 MeV) nie powinno różnić się bardziej niż o $\pm 25\%$ (tabl. 3) od wskazania dla promieniowania odniesienia, wykorzystywanego dla próby opisanej w 5.1. Ponadto dla przyrządów klasy I zmiany te nie powinny przekraczać $\pm 15\%$ w zakresie energii 0,05 pJ (0,3 MeV) i 0,24 pJ (1,5 MeV). Praca przyrządu z energiami powyżej 3 MeV powinna być uzgodniona z producentem, jeśli istnieje taka potrzeba.

Wykres typowy wzorcowania obrazujący zmiany wskazań z energią promieniowania powinien być dołączony do każdego przyrządu.

5.2.2. Metoda wykonywania próby. Wykazy dokładnych energii promieniowania, przy których badana jest charakterystyka przyrządu, są w opracowaniu¹⁾. Wyniki powinny być wyrażone stosunkiem wskazania na jednostkową moc dawki ekspozycyjnej dla każdego ba-

danego źródła do wskazania na jednostkową moc dawki ekspozycyjnej dla wzorcowego promieniowania gamma.

Dla przyrządu ze skalą liniową wszystkie stosowane moce dawek powinny dawać wskazania większe od $\frac{1}{3}$ maksimum rozpatrywanej skali. W przypadku przyrządu o skali logarytmicznej, wskazania te powinny być trzykrotnie większe od najmniej znaczącej podziałki skali.

W zasadzie próba ta powinna zostać wykonana przy jednakowych mocach dawek dla każdej energii promieniowania. W praktyce może to być niemożliwe, gdyż zmierzona moc dawki źródła wzorcowego dla każdej energii promieniowania powinna zostać poprawiona z uwagi na błąd przyrządu (interpolowany, jeśli potrzeba — patrz 5.1).

5.3. Zmiany wskazań przy zmianach kąta padania

5.3.1. Wymagania. Wskazanie przyrządu od promieniowania padającego pod kątem nie przekraczającym 45° od kierunku maksymalnego wskazania nie powinno być mniejsze niż 80% wartości maksymalnej. Przy kącie 90° — nie powinno być mniejsze niż 50% maksymalnego wskazania.

Uwagi. 1. Zmiany te będą wzrastać ze zmniejszaniem się energii promieniowania. Próba stwierdzająca zgodność z wymaganiami powinna zostać przeprowadzona z najmniejszą praktycznie energią promieniowania, powyżej 0,01 pJ (50 keV) i energia ta powinna zostać określona.

2. Bardziej kompletna próba zmiany wskazań z kątem padania promieniowania może zostać uzgodniona między producentem a użytkownikiem.

3. Dopuszcza się wykonywanie próby przy średniej energii zakresu energetycznego przyrządu (dla Cs^{137}).

5.3.2. Metoda wykonywania próby. Przyrząd należy badać stosując promieniowanie o odpowiedniej energii wykorzystywanej w poprzedniej próbie (5.2.2), umieszczając źródło w normalnym położeniu użytkowym. Źródło promieniowania powinno być tak umieszczone, aby prosta łącząca źródło ze środkiem detektora była prostopadła do czołowej powierzchni przyrządu (lub sondy zawierającej detektor). Należy zapisać wyniki pomiaru uzyskane przy powyższym układzie detektora i źródła. Następnie przyrząd lub źródło należy obracać w płaszczyźnie poziomej o odpowiednie kąty w stosunku do położenia pierwotnego oraz wykonać pomiary i zanotować wyniki.

Podobne obserwacje należy wykonać obracając źródło lub przyrząd w płaszczyźnie pionowej. Otrzymane wyniki powinny być zgodne z wymaganiami 5.3.1.

5.4. Reakcja przyrządu na inne rodzaje promieniowania jonizującego. Przyrządy powinny być tak zaprojektowane, aby jak najbardziej ograniczyć wpływ innego rodzaju promieniowania jonizującego.

5.4.1. Promieniowanie beta

a) Wymagania. Gdy przyrząd jest wykorzystywany do pomiaru mocy dawki ekspozycyjnej promieniowa-

¹⁾ Odnośnie do źródeł promieniowania zaleca się wykorzystanie opracowania ISO.

nia beta, bardziej energetyczne cząstki beta mogą przeniknąć do objętości czynnej detektora. Minimalna energia cząstek beta, które przejdą do objętości czynnej detektora, powinna być określona.

Gdy detektor ma zdejmowaną pokrywkę okienka, jej grubość powinien określić producent.

b) Metoda wykonywania próby. Do wykonania próby należy użyć cienkie źródło $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ lub inne emitujące cząstki beta o maksymalnej energii przynajmniej 0,32 pJ (2 MeV), np. źródło ^{238}U , przykryte osłoną o grubości 50 mg/cm² i umieszczone w odległości około 30 cm od czoła detektora.

Jeżeli okienko detektora przyrządu ma pokrywkę, próbę należy przeprowadzić zarówno z pokrywką, jak i bez niej.

Reakcję przyrządu na promieniowanie beta należy wyrazić w jednostkach mocy dawki ekspozycyjnej [np. A/kg (mR/h)] na jednostkę mocy dawki pochłoniętej promieniowania beta [np. Gy/s (rad/h)] w powietrzu w punkcie badania.

5.4.2. Promieniowanie neutronowe

a) Wymagania. Gdy przyrząd został przeznaczony do pracy w obecności promieniowania neutronowego, jego reakcja na neutrony powinna zostać określona.

b) Metoda próby. Próba dotycząca reakcji na neutrony nie jest obowiązująca i wykonuje się ją w przypadku, gdy takie wymaganie zostało sprecyzowane. Metoda próby powinna być przedmiotem uzgodnień między producentem a użytkownikiem.

6. CHARAKTERYSTYKI ELEKTRYCZNE

6.1. Fluktuacje statystyczne i czas reakcji

6.1.1. Fluktuacje statystyczne

a) Wymagania. W wyniku przypadkowej natury emisji promieniowania X i gamma wskazanie przyrządu może wykazywać fluktuacje wokół jego wartości średniej. Współczynnik zmienności mocy dawki ekspozycyjnej, z uwagi na wspomniane przypadkowe fluktuacje, powinien być mniejszy od następujących wartości:

— dla skal liniowych — 10 % dla przyrządów klasy I i 20 % dla przyrządów klasy II i III za pomocą dawki przekraczającej $\frac{1}{3}$ maksimum skali na najbardziej czułym zakresie,

— dla skal nieliniowych — 10 % dla przyrządów klasy I i 20 % dla przyrządów klasy II i III za pomocą dawki ekspozycyjnej, przekraczającej trzykrotnie najmniej znaczącą podziałkę skali.

b) Metoda wykonywania próby. Należy użyć źródła na działanie promieniowania dające wskazanie między jedną trzecią i jedną drugą maksimum skali najbardziej czułego zakresu (skala liniowa) lub dekady (skala logarytmiczna).

Należy wykonać serię przynajmniej 20 pomiarów w odpowiednich odstępach czasu. Aby odczyty były wzajemnie niezależne, odstęp czasu nie powinien być mniejszy od trzykrotnej wartości stałej czasowej przyrządu pomiarowego. Następnie znaleźć wartość średnią wszystkich wskazań i współczynnik zmienności. Tak okreś-

lony współczynnik zmienności powinien zawierać się w granicach podanych w 6.1.1a).

6.1.2. Czas reakcji

a) Wymagania. Czas reakcji powinien być taki, aby przy nagłej zmianie poziomu ekspozycyjnej mocy dawki, wskazanie osiągnęło następującą wartość w czasie mniejszym niż 8 s (tabl. 2)

$$N + \frac{63}{100}(N' - N)$$

gdzie: N jest początkowym wskazaniem, a N' — końcowym.

Czas reakcji powinien zostać określony przez producenta.

b) Metoda wykonywania próby. Próbę można wykonać albo z odpowiednim źródłem promieniowania, albo podając na wejście układu pomiarowego odpowiedni sygnał elektryczny.

Początkowa i końcowa wartość mocy dawki ekspozycyjnej powinna różnić się przynajmniej o rząd wielkości.

Gdy najniższa podziałka skali miernika (nie zero) odpowiada mocy dawki ekspozycyjnej \bar{R} , to w przypadku malejącej mocy dawki wartość początkowa N nie może przekraczać $10\bar{R}$; dla wzrastającej mocy dawki wartość końcowa N' nie może przekraczać $10\bar{R}$. Gdy wykorzystywana jest metoda elektryczna, sygnał wejściowy powinien spełniać powyższe wymagania.

W przypadku próby ze wzrastającą mocą dawki, przyrząd powinien zostać poddany najpierw wyższej ekspozycji. Wartość N' należy zanotować.

Następnie przyrząd należy poddać działaniu dawki o niższej mocy w czasie wystarczającym dla uzyskania przez N wartości stałej, którą należy zapisać.

Później moc dawki należy zmienić bardzo szybko do wartości N' , a czas potrzebny do odczytu N' (6.1.2a) należy zmierzyć.

Dla przypadku malejącej mocy dawki próbę należy wykonać w ten sam sposób z wymienionymi wartościami N i N' .

6.1.3. Współzależność czasu reakcji i fluktuacji statystycznych. Czas reakcji i współczynnik zmienności fluktuacji statystycznych są charakterystykami wzajemnie zależnymi. Ich dopuszczalne granice zmian podano poniżej.

Dla dużych mocy dawek ekspozycyjnych zaleca się, aby jeśli tylko jest to możliwe, czas reakcji został zredukowany podczas ustalenia granic dla fluktuacji statystycznych.

Gdy granice podane w 6.1 dotyczą czasu reakcji nie większego niż 1 s, bardziej pożądanym jest zredukowanie fluktuacji statystycznych niż czasu reakcji poniżej 1 s.

Dla bardzo niskich mocy dawek producent powinien określić odpowiednie wartości współczynnika zmienności i czasu reakcji, z których jedna może przekraczać granice podane powyżej.

6.2. Dryft

6.2.1. Wymagania. Płynięcie punktu zerowego wskazania miernika przyrządu, po 30 min jego pracy

w warunkach standardowych próby, nie powinno być większe niż 2 % maksymalnego wychylenia kąowego na każdym zakresie skali w czasie 4 h działania.

6.2.2. Metoda wykonania próby. Należy włączyć przyrząd i pozostawić przez 30 min. Jeśli regulator położenia zera jest dostępny dla operatora, należy wskazanie sprowadzić do pozycji zerowej. Dla przyrządów o skali nieliniowej, regulator zera sprowadza się do punktu odniesienia, a nie punktu zerowego. Odczyt powtórzyć po 4 h.

W przypadku przyrządów wykazujących tło promieniowania większe niż 1 % pełnego wychylenia kąowego skali najbardziej czułego zakresu, należy przeprowadzić równoważny test elektryczny. Podczas przeprowadzenia testu elektrycznego może okazać się, że licznik nie pracuje, jeżeli charakterystyki dryfu przyrządu nie zmieniają się.

6.3. Nagrzewanie

6.3.1. Wymagania. Wymagany czas nagrzewania przyrządu w celu uzyskania warunków wzorcowych podano w tabl. 1. Przyrząd poddany działaniu promieniowania wzorcowego powinien dawać wskazanie w zakresie ± 25 % wartości dla warunków standardowych (tabl. 3) po czasie 1 min po włączeniu i w zakresie ± 10 % wartości dla warunków standardowych po 3 min pracy.

6.3.2. Metoda wykonywania próby. Należy detektor wyłączony przyrządu poddać działaniu odpowiedniego promieniowania dającego wskazanie przynajmniej w połowie skali. Następnie należy włączyć przyrząd i wykonać pomiary co 20 s, rozpoczynając od 40 s do 300 s. Po 10 min należy wykonać przynajmniej 10 odczytów (6.1.1b) i znaleźć ich wartość średnią, będącą wartością końcową wskazania. Ponadto na wykresie przedstawiającym wskazania w funkcji czasu należy przeprowadzić krzywą najlepiej dostosowaną do obserwowanych wskazań.

Różnice między wartością końcową a wartościami odczytanymi z krzywej dla czasu 1 min i 3 min powinny zawierać się w podanych granicach.

6.4. Zasilanie

6.4.1. Zasilanie bateryjne

a) Zalecenia ogólne. Przyrządy powinny mieć zasilanie bateryjne. Powinna istnieć możliwość sprawdzenia stanu baterii przy maksymalnym obciążeniu. Wartość minimalnego napięcia baterii, przy którym działanie przyrządu pozostaje w zakresie wymagań niniejszej normy, powinna być wyraźnie zaznaczona na skali miernika. Baterie mogą być połączone dowolnie. Prawidłowa polaryzacja powinna być wyraźnie wskazana na przyrządzie.

b) Baterie galwaniczne. W przypadku zasilania bateryjnego, ich pojemność powinna być taka, że po 40 h przerywanego wykorzystywania przyrządu¹⁾ lub po 12 h (tabl. 2) ciągłego stosowania, wskazanie przyrządu nie powinno różnić się bardziej od wskazania

początkowego niż o 10 % (temperatura 20 ± 5 °C).

Zalecane są baterie galwaniczne typu R20.

c) Baterie akumulatorowe. W przypadku zasilania bateriami akumulatorowymi, ich pojemność powinna być taka, że po 12 h użytkowania, wskazanie przyrządu nie powinno różnić się bardziej od początkowej wartości niż o 10 %. Powinna istnieć możliwość powtórnego ładowania z sieci przez 12 h.

Zalecane jest zastosowanie układu automatycznie wyłączającego po zakończeniu ładowania baterii akumulatorowych.

d) Sprawdzenie działania baterii. Do wykonania próby należy użyć nowe baterie galwaniczne lub w pełni naładowane baterie akumulatorowe, typu wskazanego przez producenta. Należy umieścić detektor w polu promieniowania gamma w punkcie, w którym moc dawki ekspozycyjnej odpowiada w przybliżeniu $2/3$ pełnego odchylenia najmniej czułego zakresu. Należy znaleźć wartość średnią 10 następujących po sobie wskazań (4.5). Następnie należy pozostawić przyrząd pracujący w tych warunkach przynajmniej przez 12 h, po czym wykonać ponownie 10 następujących po sobie pomiarów i znaleźć ich wartość średnią. Obie wartości nie powinny różnić się bardziej niż o 10 %.

6.4.2. Zasilanie sieciowe

a) Wymagania. Sieć zasilająca przyrządy powinna być jednofazowa o częstotliwości 50 Hz i napięciu 220 V.

Przyrządy powinny być przystosowane do zasilania sieciowego z tolerancją napięcia zasilającego $+10$ % i -12 % oraz częstotliwości 50 ± 1 Hz.

b) Metoda wykonania próby. Detektor należy umieścić w polu promieniowania gamma, dającym wskazanie w przybliżeniu równe $2/3$ pełnego odchylenia najbardziej czułego zakresu. Do napięcia zasilania o wartości nominalnej K_N wykonać 10 kolejnych odczytów mocy dawki ekspozycyjnej i znaleźć ich wartość średnią. Powtórzyć powyższe pomiary (4.4) dla napięcia zasilania $N_N + 10$ % oraz $N_N - 12$ % i podać ich wartości średnie, które dla napięcia nominalnego nie powinny różnić się bardziej niż o 10 % od wartości średniej.

Próbę należy wykonać powtórnie dla najmniej czułego zakresu.

W przypadku przyrządów o skali logarytmicznej, próby te powinny być przeprowadzone w tych samych warunkach, dla dwóch wartości mocy dawki ekspozycyjnej, dających wskazania na najniższej i najwyższej dekadzie skali miernika.

7. NARAŻENIA MECHANICZNE

7.1. Udary. Przyrządy powinny być odporne na wstrząsy pochodzące ze wszystkich kierunków i powodujące przyspieszenie $30 g$ ($1 g = 9,81 m \cdot s^{-2}$) w czasie 18 ms (wstrząsy mają kształt półsinusoidalny). W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się przyspieszenie $10 g$.

¹⁾ Przerywane wykorzystywanie oznacza najwyżej 4-godzinne okresy pracy, przerywane przynajmniej 1-godzinnym okresem.

7.2. Wpływ położenia przyrządu

7.2.1. Wymagania. Przy stosowaniu wzorcowego promieniowania gamma wskazanie przyrządu w dowolnym położeniu nie powinno zmieniać się bardziej niż o $\pm 10\%$ wskazania dla położenia wzorcowego.

Położenie wzorcowe przyrządu powinno być określone przez producenta.

7.2.2. Metoda wykonywania próby. Próba ta powinna być wykonywana w dowolnym położeniu w taki sposób, aby kąt padania promieniowania na detektor nie zmniejszał się w stopniu znaczącym. Kierunki mogą zatem zostać ograniczone do tych, które dotyczą tylko detektora przyrządu. Sam przyrząd natomiast można trzymać w ręku, aby skala wskazań była widoczna przez operatora. Podczas wykonywania próby kąt padania promieniowania na przyrząd powinien być stały.

8. CHARAKTERYSTYKI BEZPIECZEŃSTWA

8.1. Charakterystyki przeciążenia

8.1.1. Wymagania. Dla natężenia promieniowania powodującego większe wskazanie od maksymalnego odchylenia, wskazanie powinno przekroczyć zakres pomiarowy i tam pozostać. Wymaganie to obejmuje wszystkie zakresy pomiarowe.

8.1.2. Metoda wykonywania próby. Przyrząd należy poddać działaniu promieniowania o następujących mocach dawek ekspozycyjnych w ciągu 5 min:

— 100 razy maksymalne wskazanie, jeśli wynosi ono $\leq 7160 \mu\text{A/kg}$ (10 R/h),

— 10 razy maksymalne wskazanie, jeśli jest ono większe niż $7160 \mu\text{A/kg}$ (10 R/h), nie mniej jednak niż 7160mA/kg (1000 R/h).

Wskazanie przyrządu powinno pozostać poza zakresem pomiarowym w ciągu 5 min.

8.2. Łatwość dekontaminacji. Przyrząd powinien być łatwo dekontaminowany. Powinien mieć prostą, nieporowatą powierzchnię zewnętrzną, pozbawioną szczelin. Może być umieszczony w cienkim, elastycznym pokrowcu, zaopatrzonym w przezroczyste okienko umożliwiające odczyt skali.

9. CHARAKTERYSTYKI OTOCZENIA

9.1. Temperatura otoczenia

9.1.1. Wymagania. W zakresie temperatur podanych w tabl. 3 wskazania przyrządu powinny pozostawać w granicach określonych w tej tablicy.

9.1.2. Metoda wykonywania próby. Próba powinna być wykonywana w komorze klimatycznej. W zasadzie zbyteczna jest kontrola wilgotności powietrza, chyba że przyrząd jest szczególnie czuły na jej zmiany.

Temperaturę należy utrzymywać w jej ekstremalnych wartościach przynajmniej przez 4 h, a wskazanie przyrządu należy obserwować przynajmniej przez 30 min.

9.2. Wilgotność względna

9.2.1. Wymagania. Zmiany wskazania wywołane wilgotnością powinny utrzymywać się w granicach podanych w tabl. 3. Próbę należy wykonać w przypadku, gdy efekty zmian wilgotności są znaczne.

9.2.2. Metoda wykonywania próby. Próbę należy wykonać dla jednej temperatury $35\text{ }^\circ\text{C}$. Dozwolone zmiany wskazania $\pm 10\%$ (tabl. 3) nie obejmują zmian spowodowanych przez wahania samej temperatury.

9.3. Ciśnienie atmosferyczne. Wpływ ciśnienia atmosferycznego ma zasadniczo znaczenie tylko w przypadku detektorów nieszczelnych, wypełnionych powietrzem. W tym przypadku ciśnienie atmosferyczne, przy którym wszystkie próby są wykonywane, powinno zostać określone, a efekty zmienności ciśnienia podane.

Reprezentatywne próby przy innych ciśnieniach atmosferycznych należy przeprowadzić w przypadku sprecyzowania takiego wymagania.

9.4. Uszczelnianie. Przyrządy przeznaczone do pracy na dworze powinny mieć zabezpieczenia przed wilgocią.

9.5. Składowanie. Wszystkie przyrządy przeznaczone do pracy o klimacie umiarkowanym powinny spełniać wymagania niniejszej normy dotyczące składowania (lub transportu). Przyrządy składowane są bez baterii, w okresie 3 miesięcy w opakowaniu fabrycznym, w temperaturze od $-25\text{ }^\circ\text{C}$ do $50\text{ }^\circ\text{C}$.

W niektórych przypadkach mogą zostać określone bardziej surowe wymagania, np. wytrzymałość w warunkach transportu powietrznego przy niskim ciśnieniu otoczenia.

Dopuszcza się inne warunki składowania zgodne z PN-76/T-06500.08.

10. ATEST

Atest powinien być dołączony do każdego przyrządu i powinien zawierać przynajmniej następujące informacje:

- nazwę producenta lub znak firmowy,
- typ przyrządu i numer seryjny,
- numer klasy przyrządu,
- granice skali każdego zakresu pomiarowego,
- wskazania w funkcji energii promieniowania,
- położenie i wymiary objętości czynnej detektora,
- rodzaj materiału ścianki detektora między źródłem a jego objętością czynną oraz masę powierzchnią każdego z nich (w $\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}$),
- minimalną energię cząstek beta przenikających do objętości czynnej detektora,
- energię, dla której sprawdzono zgodność wymagań dotyczących padania promieniowania.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

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

2. Normy związane
PN-76/T-06500.08 Elektroniczne przyrządy pomiarowe. Pakowanie,
przechowywanie i transport

3. Zalecenia międzynarodowe
IEC Publikacja 395 (1972) Portable X or gamma radiation exposure
rate meters and monitors for use in radiological protection

4. Zmiany merytoryczne w stosunku do oryginału. W 7.1 dopusz-
czono łagodniejsze kryterium próby na udary zgodnie z BN-79/
3413-11.