

TECHNIKA JĄDROWA	NORMA BRANŻOWA	BN-73
	Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej	3413-07
	Monitory i mierniki skażenia powierzchni	
	Ogólne wymagania i metody badań	Grupa katalogowa 1821

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są ogólne wymagania i metody badań dotyczące urządzeń przeznaczonych do wykrywania i pomiaru radioaktywnych skażeń powierzchni, zawierających co najmniej jeden detektor promieniowania lub blok detektora promieniowania (np. licznik promieniowania gazowy, detektor scyntylacyjny lub półprzewodnikowy) i blok elektroniczny z odpowiednim rodzajem wskazania (pomiaru lub sygnalizacji), połączonych ze sobą sztywno, elastycznie (np. przewodem) lub występujących we wspólnej obudowie.

Norma nie dotyczy współpracujących urządzeń wskaźnikowych, sygnalizujących i rejestrujących.

1.2. Określenia

1.2.1. Miernik skażeń powierzchni substancją promieniotwórczą alfa (beta, alfa-beta) — urządzenie przeznaczone do pomiaru skażeń powierzchni substancją promieniotwórczą alfa (beta, alfa-beta), zawierające jeden lub kilka detektorów.

1.2.2. Sygnalizator skażenia powierzchni substancją promieniotwórczą alfa (beta, alfa-beta) — urządzenie przeznaczone do wykrywania skażenia powierzchni substancją promieniotwórczą alfa (beta, alfa-beta), sygnalizując optycznie lub (i) akustycznie przekroczenie istniejącego poziomu skażenia powierzchni.

1.2.3. Sygnalizator skażenia rąk substancją promieniotwórczą alfa (beta, alfa-beta) — urządzenie przeznaczone do wykrywania skażenia rąk substancją promieniotwórczą alfa (beta, alfa-beta) sygnalizujące optycznie lub (i) akustycznie przekroczenie ustawionego poziomu skażenia rąk.

1.2.4. Sygnalizator skażenia nóg substancją promieniotwórczą alfa (beta, alfa-beta, gamma) — urządzenie przeznaczone do wykrywania skażenia nóg substancją promieniotwórczą alfa (beta, alfa-

beta, gamma) sygnalizujące optycznie lub (i) akustycznie przekroczenie ustawionego poziomu skażenia nóg.

1.2.5. Sygnalizator skażenia podłogi substancją promieniotwórczą alfa (beta, alfa-beta) — urządzenie przeznaczone do wykrywania skażeń podłogi lub innych dużych powierzchni substancją promieniotwórczą alfa (beta, alfa-beta) sygnalizujące optycznie lub (i) akustycznie przekroczenie ustawionego poziomu skażenia podłogi (lub innych dużych powierzchni).

1.2.6. Wskaźnik skażenia powierzchni substancją promieniotwórczą alfa (beta, alfa-beta) — urządzenia przeznaczone do szybkiej przybliżonej oceny stopnia skażenia powierzchni substancją promieniotwórczą alfa (beta, alfa-beta) przez zmianę rodzaju sygnału optycznego lub (i) akustycznego.

1.2.7. Błąd podstawowy — sumaryczny błąd urządzenia zawierający błąd statystyczny i błąd przyrządu pomiarowego.

Błąd podstawowy podaje się w procentach w stosunku do wartości wskazywanej.

1.2.8. Błędy dodatkowe — zmiany wskazań urządzenia wywołane zmianą czynników wpływających, podanych w znormalizowanych warunkach otoczenia, oraz statystycznym charakterem promieniowania.

1.2.9. Czulość urządzenia — stosunek przyrostu częstości impulsów sygnału (lub wielkości ekwiwalentnej) wskazywanej przez urządzenie do przyrostu wielkości mierzonej. Czulość powinna być wyrażona liczbą impulsów w jednostce czasu, imp/s, na jednostkę aktywności powierzchniowej, $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$, lub liczbą impulsów w jednostce czasu na wydajność powierzchniową.

1.2.10. Najmniejsza mierzalna wartość aktywności — aktywność powierzchniowa źródła pro-

Instytut Badań Jądrowych — Zakład Jądrowej Elektroniki Przemysłowej
Ustanowiona przez Prezesa Urzędu Energii Atomowej dnia 13 października 1973 r. jako norma obowiązująca
w zakresie produkcji i obrotu od dnia 1 lipca 1974 r. (Dz. Norm. i Miar nr 46/1973 poz. 134)

mieniowania, przy której częstość impulsów sygnału (lub wielkości ekwiwalentnej) odpowiada podwojonej średniokwadratowej wielkości tła urządzenia.

Dla urządzeń z bardzo małym tłem najmniejszą mierzalną wartość aktywności określa się jako aktywność źródła promieniowania, dla której częstość impulsów sygnału urządzenia (lub wskazanie ekwiwalentne) odpowiada wartości tła.

1.2.11. Pozostałe określenia — wg PN-73/J-01003 ark. 04, PN-70/J-01100, PN-70/J-01101, PN-70/J-01102, PN-70/J-01104.

1.3. Normy związane

PN-73/J-01003 ark. 04 Technika jądrowa. Nazwy i określenia. Źródła promieniowania

PN-70/J-01100 Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej. Ogólne nazwy i określenia

PN-70/J-01101 Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej. Laboratoryjne urządzenia do pomiarów promieniowania jonizującego. Nazwy i określenia

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

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

BN-71/3410-03 Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej. Wymagania środowiskowe i metody badań

2. WYMAGANIA OGÓLNE

2.1. Dokładność urządzeń (z wyjątkiem wskaźników) określać należy wielkością błędu podstawowego i błędów dodatkowych.

2.1.1. Błąd podstawowy w znormalizowanych warunkach otoczenia nie powinien przekraczać:

a) dla urządzeń ze skalą liniową przy częstości impulsów odpowiadającej wychyleniu większemu niż $\frac{1}{3}$ skali na najbardziej czułym zakresie $\pm 25\%$ dla mierników skażeń powierzchni substancją promieniotwórczą alfa ($\pm 35\%$ dla mierników skażeń powierzchni substancją promieniotwórczą beta — z licznikami Geigera-Müllera),

b) dla urządzeń ze skalą logarytmiczną mającą nie więcej niż 3 dekady $\pm 40\%$ (dla mierników skażeń powierzchni substancją promieniotwórczą beta — z licznikiem Geigera-Müllera $\pm 50\%$); dla urządzeń mających więcej niż 3 dekady błąd nie powinien przekraczać wartości podanej w normach na poszczególne typy monitorów i mierników skażenia powierzchni,

c) dla urządzeń z odczytem cyfrowym błąd nie powinien przekraczać wartości podanej w normach przedmiotowych na poszczególne typy monitorów i mierników skażenia powierzchni.

2.1.2. Błędy dodatkowe — nie powinny przekraczać wartości podanych w tablicy.

Lp.	Czynniki wpływające		Przedział zmian wskazań
	nazwa	nominalny zakres	
1	Czas nagrzewania	1 min	$\pm 25\%$ ¹⁾
		3 min	$\pm 10\%$ ¹⁾
2	Temperatura otoczenia	10 ÷ 35°C (283 ÷ 308 K) ²⁾	$\pm 10\%$
		—5 ÷ 40°C (268 ÷ 313 K) ²⁾	$\pm 20\%$
		—30 ÷ 40°C (243 ÷ 318 K) ²⁾	$\pm 30\%$
3	Napięcie zasilania	+10%	$\pm 10\%$
	a) dla urządzeń zasilanych z sieci	—12%	
	b) dla urządzeń zasilanych z baterii lub akumulatorów	przedział napięcia odpowiadający pojemności baterii	—
4	Zewnętrzne promieniowanie gamma przy miernikach i sygnalizatorach skażenia substancją promieniotwórczą alfa	napromienienie 1 R/h	$\pm 25\%$
5	Zewnętrzne promieniowanie beta przy miernikach i sygnalizatorach skażenia substancją promieniotwórczą alfa	obecność źródła promieniowania $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ o aktywności 0,1 mCi i powierzchni nie większej od 1 cm ² — oddalonego o 5 cm	$\pm 25\%$

¹⁾ Dotyczy urządzeń noszonych, dla pozostałych nie określa się.

²⁾ Podane przedziały temperatur odpowiadają środowiskom grupy R2, R3, R4 wg BN-71/3410-03.

2.2. Najmniejsza mierzalna wartość aktywności — wg norm przedmiotowych na poszczególne typy monitorów i mierników.

2.3. Tło. Przy obecności promieniowania gamma nie przekraczającego $20 \mu\text{R/h}$ wypadkowa częstość impulsów tła nie powinna przewyższać:

— dla mierników i sygnalizatorów skażeń substancją promieniotwórczą alfa ze skalą liniową — $1/10$ wartości pełnego wychylenia skali na najbardziej czułym zakresie,

— dla mierników i sygnalizatorów skażeń substancją promieniotwórczą beta ze skalą liniową — $1/4$ wartości,

— dla urządzeń ze skalą logarytmiczną — $1/10$ i $1/4$ długości skali dla dekady najniższego rzędu.

2.4. Skala. Miernik powinien być wyskalowany w liczbie impulsów na sekundę lub innej wielkości ekwiwalentnej dla określenia wartości aktywności źródła wzorcowego na jednostkę powierzchni lub jego wydajności powierzchniowej.

3. METODY BADAŃ

3.1. Ogólne warunki badań. Pomiaru należy wykonywać w znormalizowanych warunkach otoczenia, którymi są:

— temperatura $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ($293 \pm 2 \text{ K}$) lub (jako dopuszczalna) $27 \pm 2^\circ\text{C}$ ($300 \pm 2 \text{ K}$),

— wilgotność względna powietrza $65 \pm 5\%$,

— ciśnienie atmosferyczne $860 \div 1060 \text{ mbar}$ ($86 \div 106 \text{ kN/m}^2$),

— napięcie zasilania — znamionowe $\pm 2\%$,

— częstotliwość sieci zasilającej $50 \text{ Hz} \pm 1\%$ lub $400 \text{ Hz} \pm 3\%$,

— współczynnik zniekształceń nieliniowych napięcia zasilającego — nie większy niż 5% .

Sprawdzenie błędu podstawowego należy wykonywać po 3 min nagrzewania dla urządzeń noszonych i po 15 min dla pozostałych, przy zewnętrznym promieniowaniu gamma mniejszym od $20 \mu\text{R/h}$ ($25 \mu\text{R/h}$), przy braku zewnętrznego pola magnetycznego, przy zewnętrznej indukcji magnetycznej pomijalnie małej (tj. mniejszej od podwójnej wartości indukcji wywołanej przez pole magnetyczne Ziemi), w jednym z normalnych położenia roboczych urządzenia $\pm 2^\circ$, w stanie przewidzianym do eksploatacji, przy pomijalnie małym skażeniu substancjami promieniotwórczymi lub w warunkach określonych w normach przedmiotowych.

Błędy dodatkowe należy sprawdzać w warunkach podanych w 2.1.2.

3.2. Sprawdzenie błędu podstawowego mierników skażenia powierzchni substancjami promieniotwórczymi alfa — należy wykonywać przy za-

stosowaniu cienkiego nieskolimowanego preparatu alfa (np. ^{239}Pu lub ^{241}Am) o powierzchni co najmniej równej powierzchni detektora i o równomiernie rozłożonej aktywności ze znaną wartością. Odległość źródła od powierzchni czynnej detektora powinna być podana w normach przedmiotowych, nie powinna jednak być większa od 10 mm .

Preparat promieniotwórczy powinien być ustawiony w osi powierzchni czynnej detektora. Pomiar w przedziałach dekad najniższych i najwyższych należy wykonywać przy zastosowaniu co najmniej dwóch preparatów promieniotwórczych dla każdego przedziału.

W przedziałach każdej wewnętrznej dekady należy wykonywać co najmniej jeden pomiar z zastosowaniem preparatu promieniotwórczego lub za pomocą równoważnej metody elektrycznej.

Postanowienia dodatkowe. W przypadku preparatu o wymaganej powierzchni dopuszcza się zastosowanie preparatu o powierzchni mniejszej od powierzchni czynnej detektora z zastrzeżeniem wykonania pomiaru dla kilku położenia preparatu względem detektora, aby wynik dawał możliwość dostatecznie ścisłego określenia jego dokładności. Jeżeli detektor ma siatkę ochronną, należy podać, jak zmieniają się jego charakterystyki w zależności od położenia siatki względem powierzchni czynnej i źródła.

Liczba pomiarów lub liczba zarejestrowanych impulsów powinna być taka, aby błąd statystyczny i błąd uwarunkowany czasową zdolnością rozdzielczą urządzenia mógł być pomijalnie mały wobec danej dokładności pomiaru.

Od wartości uzyskanych z pomiaru należy odjąć tło urządzenia.

3.3. Sprawdzenie błędu podstawowego mierników skażenia powierzchni substancją promieniotwórczą beta należy wykonywać przy zastosowaniu cienkiego (tzn. o grubości tak dobranej, aby tłumienie własne wysyłanego przezeń promieniowania było pomijalnie małe), nieskolimowanego preparatu beta o powierzchni znacznie większej od powierzchni detektora i równomiernie rozłożonej aktywności, której wartość znana jest z dokładnością równą dokładności pomiaru.

Odległość źródła promieniowania od powierzchni czynnej detektora powinna być podana w normach na poszczególne typy mierników. Preparat powinien być ustawiony w osi powierzchni czynnej detektora i znajdować się na materiale mającym mały współczynnik odbicia.

Pomiar należy wykonać przy zastosowaniu co najmniej trzech preparatów promieniotwórczych beta o następujących maksymalnych wartościach energii:

- preparat pierwszy — 0,4 MeV,
- preparat drugi — 0,4 MeV do 1 MeV,
- preparat trzeci — 1 MeV.

Dla jednej z tych energii należy użyć co najmniej dwóch preparatów promieniotwórczych do pomiaru w przedziałach dekad najniższego i najwyższego rzędu (w skrajnych przedziałach zakresów skali). W przedziałach każdej wewnętrznej dekady (w środkowych przedziałach zakresu skali) należy wykonywać co najmniej jeden pomiar przy zastosowaniu preparatu promieniotwórczego lub za pomocą równoważnej metody elektrycznej.

Do pomiarów mogą być zastosowane następujące preparaty promieniotwórcze:

- ^{14}C o energii maksymalnej 0,155 MeV,
- ^{147}Pm o energii maksymalnej 0,22 MeV,
- ^{60}Co o energii maksymalnej 0,31 MeV,
- ^{204}Tl o energii maksymalnej 0,77 MeV,
- ^{210}Bi o energii maksymalnej 1,17 MeV,
- ^{89}Sr o energii maksymalnej 1,46 MeV.

W normach na poszczególne typy mierników należy podać:

- a) dla jakich izotopów został zmierzony błąd podstawowy,
- b) dokładność wskazań dla każdego z tych izotopów,

- c) dokładność wskazań dla $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$,
- d) najmniejsza zarejestrowana wartość energii promieniowania beta i gęstość powierzchniowa okna detektora (bez siatki), wyrażona w mg/cm^2 .

Postanowienia dodatkowe — wg 3.2.

3.4. Sprawdzenie błędu podstawowego wskaźnika skażenia powierzchni substancją promieniotwórczą beta należy wykonywać przy zastosowaniu cienkiego nieskolimowanego preparatu $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ lub (w przypadku konieczności) preparatu ^{14}C . Odległość preparatu od powierzchni czynnej detektora powinna być podana w normach przedmiotowych na poszczególne typy wskaźników. Preparat promieniotwórczy powinien być ustawiony w osi powierzchni czynnej detektora i znajdować się na materiale mającym mały współczynnik odbicia.

Wskaźniki powinny wykrywać cząstki beta o energii powyżej 250 keV. W normach przedmiotowych powinna być również podana dokładność wskazań na promieniowanie $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$. W przypadku gdy wymagany jest pomiar promieniowania beta o energii mniejszej od 250 keV, np. dla promieniowania ^{14}C lub ^{35}S , należy określić dokładność wskazań dla jednego z tych rodzajów promieniowania.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE do BN-73/3413-07

1. Zalecenia normalizacyjne

RWPG PC 2721-70 Изделия ядерного приборостроения. Приборы для регистраций и измерения радиоактивной загрязненности поверхностей. Общие технические требования и методы испытаний— норма zgodna.

2. Zestawienie informacyjne parametrów mierników i monitorów skażenia powierzchni substancjami promieniotwórczymi — podano w tablicy na str. 5.

Lp.	Nazwa urządzenia	Parametry								
		Zakres pomiaru	Najmniejsza mierzalna wartość skażenia powierzchni	Rodzaj wskazania	Błąd podstawowy	Rodzaj detektora	Czas pomiaru	Środowiskowe warunki pracy ¹⁾	Rodzaj zasilania	Masa kg
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Miernik skażenia powierzchni substancją promieniotwórczą alfa (noszony)	0 ÷ 3 000 imp/s	10 ⁻⁷ μCi/cm ² dla ²³⁹ Pu	wskazówka	±25%	scytylacyjny na bazie siarczku cynku aktywowanego srebrem, o powierzchni czynnej 100 cm ²	nie mniejszy od 8 s	K2+M2	bateria 1,5 V	1,6
2	Miernik skażenia powierzchni substancją promieniotwórczą beta (noszony)	0 ÷ 30 000 imp/s	10 ⁻⁵ μCi dla ²⁰⁴ Tl	wskazówka	±25%	scytylator plastikowy o powierzchni czynnej 100 cm ²	nie mniejszy od 8 s	K2+M2	bateria 1,5 V	1,6
3	Wskaźnik skażenia powierzchni substancją promieniotwórczą beta ze źródeł niskoenergetycznych (noszony)		0,3 μCi dla ¹⁴ C; 3×10 ⁻³ μCi dla ⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y	sygnał akustyczny		licznik chlorowcowy o gęstości okna 1,3 mg/cm ² ; największy dopuszczalny poziom tła 40 imp/s		K2+M2	bateria 1,5 V	0,35
4	Miernik skażenia powierzchni substancjami promieniotwórczymi alfa+beta (noszony)	dla promieniowania alfa 0,5 ÷ 20 000 imp/s dla promieniowania beta 10 ÷ 50 000 imp/s	—	wskazówka	±25%	dla promieniowania alfa — scytylator z siarczku cynku aktywowanego srebrem; dla promieniowania beta — licznik G-M	nie mniejszy od 6 s	K2+M2	bateria 1,5 V	5
5	Sygnalizator skażenia rąk substancjami promieniotwórczymi alfa+beta (laboratoryjny)	dla promieniowania alfa 4×10 ⁻¹¹ Ci dla ²⁴¹ Am; dla promieniowania beta 2,7×10 ⁻⁹ Ci dla ⁹⁰ Y i 5,4×10 ⁻⁹ dla ²⁰⁴ Tl		sygnał świetlny	±20% określony za pomocą źródła kontrolnego	scytylator alfa+beta na bazie siarczku cynku aktywowanego srebrem	2 ÷ 20 s (normalny czas 10 s)	K1+M1	sieciowe	55
6	Sygnalizator skażenia nóg substancjami promieniotwórczymi beta+gamma (laboratoryjny)	—	dla promieniowania beta 5×10 ⁻⁴ μCi/cm ² dla ²⁰⁴ Tl	sygnał świetlny i akustyczny	±20% określony za pomocą źródła kontrolnego	licznik G-M o powierzchni czynnej — dla promieniowania beta 180 cm ²	3 s	K1+M2	sieciowe	55
7	Sygnalizator skażenia powierzchni substancjami promieniotwórczymi alfa+beta (przenośny)	—	dla promieniowania alfa 10 ⁻⁵ μCi/cm ² dla ²³⁹ Pu; dla promieniowania beta 10 ⁻⁴ μCi/cm ² dla ²⁰⁴ Tl	sygnał świetlny	±20% określony za pomocą źródła kontrolnego	dla promieniowania alfa — scytylator z siarczku cynku aktywowanego srebrem; dla promieniowania beta — chlorowcowy licznik G-M z oknem o gęstości 56 mg/cm ² ; powierzchnia czynna detektorów 250 cm ²	—	K1+M3	akumulator 12 V/4A·h	22

1) Wg zalecenia RWPG RS 1649-69 Przyrządy związane z pomiarem i wykorzystaniem promieniowania jonizującego. Ogólne wymagania techniczne — projekt do stosowania.