

TECHNIKA JĄDROWA	NORMA BRANŻOWA	BN-78
	Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej Grubościomierze izotopowe powłok Metody badań	3415-08
		Grupa katalogowa 1820

PRZEDMOWA

Norma jest tłumaczeniem Publikacji 577 IEC, w którym zachowano układ, numerację i sposoby formułowania tekstu według oryginału IEC. Tylko w przypadkach niezbędnych dokonano drobnych adaptacji do warunków polskich, nie naruszając jednak nigdzie zasady pełnej merytorycznej zgodności pomiędzy tekstami obu dokumentów.

ROZDZIAŁ PIERWSZY - WSTĘP (zagadnienia ogólne)

1. Przedmiot normy. Norma obejmuje metodykę badań przyrządów izotopowych przeznaczonych zarówno do ciągłych, jak i kontrolnych pomiarów grubości materiałów występujących w postaci płyt jedno- lub wielowarstwowych oraz powłok, obejmuje także nazwy i określenia w tym zakresie.

Ustalenia normy odnoszą się do grubościomierzy, w których sygnał wyjściowy jest zarówno funkcją wartości, jak i odchyłki od nastawionej wartości mierzonej wielkości.

Przedmiot normy nie obejmuje natomiast zagadnień ochrony radiologicznej w zakresie tych przyrządów.

2. Zakres stosowania normy. Grubościomierze objęte przedmiotem normy są urządzeniami produkowanymi do zastosowania w wielu różnych gałęziach przemysłu, charakteryzującymi się bardzo wieloma różnymi parametrami techniczno-eksploatacyjnymi. W związku z tym norma określająca parametry wszystkich grubościomierzy byłaby niepraktyczna, zaś normy szczegółowe dotyczące poszczególnych typów urządzeń albo określonych gałęzi ich zastosowań zostaną opracowane w terminie późniejszym.

Niniejsza norma ma na celu ustalenie podstawowych wymagań pomiarowych i metod badań umożliwiających dokonywanie oceny urządzeń o różnych parametrach.

Wartości liczbowe parametrów technicznych nie uwzględnione w normie powinny być uzgadniane między producentem i odbiorcą według wymagań poszczególnych odbiorców.

Przez nazwę "grubość" rozumie się w normie masę powierzchniową. Grubościomierzami izotopowymi zasadniczo mierzy się masę powierzchniową (gramaturę) i mogą być one uważane za mierniki grubości jedynie wtedy, gdy liczba atomowa i gęstość mierzonego materiału jest znana lub je-

zeli urządzenie jest skalowane za pomocą wzorców grubości, których efektywna liczba atomowa i gęstość jest taka sama jak mierzonego materiału. Zakłada się jednak, że wynik pomiaru jest wyrażany albo w jednostkach grubości, albo w jednostkach masy powierzchniowej, w zależności od zastosowań szczegółowych.

Ustalone w normie metody badań odnoszą się do urządzeń z mechanizmem i bez mechanizmu trawersującego, w których zasada pomiaru jest oparta na zjawiskach absorpcji i rozpraszania promieniowania oraz fluorescencji rentgenowskiej.

3. Określenia związane z pomiarem

3.1. Grubościomierz (izotopowy)¹⁾ - przyrząd izotopowy służący do (nieniszczących) pomiarów gramatury lub grubości materiału.

3.2. Grubościomierz absorpcyjny (izotopowy)²⁾ - grubościomierz, w którym wykorzystuje się promieniowanie przechodzące przez mierzony materiał.

3.3. Grubościomierz odbiciowy beta (gamma) - grubościomierz zawierający źródło promieniowania beta (gamma), w którym wykorzystuje się promieniowanie rozproszone przez materiał mierzony lub materiał stanowiący jego bezpośrednie podłoże.

3.4. Grubościomierz X - fluorescencyjny³⁾ - grubościomierz, w którym wykorzystuje się promieniowanie fluorescencji rentgenowskiej wzbudzone w materiale mierzonym lub jego bezpośrednim podłożu.

¹⁾ Odpowiednik hasła 392-04-01 w IEV (IEV = Słownik IEC - patrz Informacje dodatkowe p. 3a).

²⁾ Wg IEV 392-04-02.

³⁾ Wg IEV 392-04-04.

Zgłoszona przez Instytut Badań Jądrowych
Ustanowiona przez Ministra Energetyki i Energii Atomowej dnia 4 listopada 1978 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1979 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 6/1979 poz. 35)

3.5. Zakres nominalny¹⁾ - zakres wartości mierzonej wielkości podany przez wytwórcę dla danego urządzenia.

3.6. Zakres pomiarowy (grubościomierza)²⁾ - wg PN-71/N-02050 p. 10.6.

3.7. Masa powierzchniowa (gramatura) - iloczyn gęstości (masy jednostki objętości) materiału i jego grubości. W praktyce masę powierzchniową można obliczyć przez zważenie próbki materiału i podzielenie otrzymanego wyniku przez pole powierzchni próbki.

3.8. Wielkość wpływowa³⁾ - wg PN-71/N-02050 p. 5.3.

3.9. Całkowita powierzchnia pomiarowa - największa wartość pola powierzchni materiału umieszczonego w położeniu pomiarowym, która jeszcze wpływa na wartość sygnału wyjściowego urządzenia.

3.10. Użytkowa powierzchnia pomiarowa - powierzchnia materiału umieszczonego w położeniu odniesienia, która zapewnia optymalną korelację pomiędzy sygnałem wyjściowym urządzenia a mierzonym parametrem materiału. (W większości przypadków użytkowa powierzchnia pomiarowa stanowi od 65 do 95% całkowitej powierzchni pomiarowej).

3.11. Warunki odniesienia⁴⁾ - wg PN-71/N-02050 p.10.4.

3.12. Zakres nominalny użytkowania⁵⁾ - wg PN-71/N-02050 p. 10.5.

3.13. Próg pobudliwości (zdolność rozdzielcza) - wg PN-71/N-02050 p. 10.35.

3.14. Rozdzielczość geometryczna⁶⁾ - najmniejszy wymiar liniowy (w określonym kierunku) próbki wzorcowej o określonej gramaturze, która może być zmierzona z daną dokładnością.

4. Określenia dotyczące wszystkich grubościomierzy

4.1. Głowica grubościomierza izotopowego - zespół funkcjonalny grubościomierza zawierający blok źródeł promieniowania oraz blok detekcji promieniowania.

4.2. Elektryczny blok pomiarowy - zespół funkcjonalny grubościomierza zawierający układy elektryczne lub elektroniczne, służący do przetwarzania sygnału wyjściowego z głowicy pomiarowej i wytwarzania elektrycznego sygnału

wyjściowego o wartości umożliwiającej dogodny jego pomiar.

4.3. Trawers - urządzenie umożliwiające przesuwanie głowicy pomiarowej w poprzek mierzonego materiału.

4.4. Szczelina pomiarowa:

- dla grubościomierza absorpcyjnego - odległość pomiędzy blokiem źródeł promieniowania a blokiem detekcji promieniowania, w którą wprowadza się mierzony materiał.

- dla grubościomierza odbiciowego - odległość pomiędzy blokiem źródeł promieniowania lub blokiem detekcji a powierzchnią mierzonego materiału albo powierzchnią materiału podłoża.

4.5. Położenie pomiarowe materiału - tor ruchu mierzonego materiału w szczelinie pomiarowej.

4.6. Położenie odniesienia materiału - położenie pomiarowe materiału, w którym przeprowadzany jest proces skalowania. Położenie to jest zwykle definiowane jako odległość pomiędzy powierzchnią materiału a blokiem źródeł promieniowania albo blokiem detekcji.

4.7. Błąd profilowania - błąd powstający przy przesuwaniu głowicy pomiarowej wzdłuż trawersu przy wzorcowej próbce umieszczonej w położeniu pomiarowym w warunkach odniesienia. Błąd ten można wyrazić jako odchylenie mierzonej wartości od grubości każdej próbki wzorcowej.

4.8. Błąd położenia materiału - błąd odczytu spowodowany ruchem mierzonego materiału w szczelinie pomiarowej, w kierunku prostopadłym do powierzchni materiału. Błąd ten może być podawany w odniesieniu do wymiarów szczeliny pomiarowej albo w bezwzględnych jednostkach grubości (np. 0,01 g/m² dla 1 mm) lub w jednostkach względnych mierzonej gramatury (np. ±0,5% na milimetr przesunięcia).

4.9. Średni czas odpowiedzi - średni czas od momentu powstania skokowej zmiany wartości mierzonej wielkości do momentu, gdy sygnał wyjściowy osiągnie po raz pierwszy poziom równy $1 - \frac{1}{e} = 63,2\%$ wartości ustalonej. Należy zwrócić uwagę na statystyczny charakter sygnału.

4.10. Średni czas ustalania⁷⁾ - najkrótszy czas od momentu wywołania określonej zmiany skokowej wartości mierzonej wielkości do momentu, gdy sygnał wyjściowy osiągnie wartość ustaloną i pozostanie w granicach $\pm 2\sigma$ tej wartości.

4.11. Niestabilność elektryczna - zmiany sygnału wyjściowego w warunkach odniesienia przy stałych wartościach wszystkich wielkości wpływowych i przy nienapromienionym detektorze.

⁷⁾ Odpowiednik hasła 391-15-05 w IEC.

¹⁾ Odpowiednik p. 2.4.2 w Publikacji 359 IEC.

²⁾ Odpowiednik p. 2.4.3 w Publikacji 359 IEC.

³⁾ Odpowiednik p. 2.3 w Publikacji 359 IEC.

⁴⁾ Odpowiednik p. 2.6.1 w Publikacji 359 IEC.

⁵⁾ Odpowiednik p. 2.6.2 w Publikacji 359 IEC.

⁶⁾ W przypadku pomiarów grubości próg pobudliwości i rozdzielczość geometryczna są funkcjami użytkowej powierzchni pomiarowej czasu ustalania się urządzenia i szybkości trawersowania.

4.12. Całkowita niestabilność radiometryczna - zmiany sygnału wyjściowego w warunkach odniesienia przy stałych wartościach wielkości wpływowych i przy napromienionym detektorze.

ROZDZIAŁ DRUGI - OGÓLNE WYMAGANIA (pomiarowe)

5. Podstawowe wymagania pomiarowe - wg PN-71/T-06500¹⁾, przy czym producent powinien podać warunki odniesienia i zakresy, w których przeprowadza się badania urządzenia. Ponadto powinny być spełnione - odpowiednio dla wymienionych niżej typów grubościomierzy - następujące wymagania ogólne:

5.1. Wymagania dotyczące wszystkich grubościomierzy. Próbkę stosowaną podczas badań mogą być wykonane z tego samego materiału, na którym przeprowadzono skalowanie, i nie powinny być podatne na wpływ warunków otoczenia, ani ulegać starzeniu. Powinien być podany dopuszczalny błąd położenia próbki. Podczas badania grubościomierzy nie powinno być w okolicy głowicy pomiarowej żadnych obiektów, od których promieniowanie mogłoby się rozpraszać.

Producent powinien podać geometrię odniesienia lub opisać inne szczególne warunki, w których należy sprawdzać parametry urządzenia. Jeżeli materiał próbki jest niestabilny, powinien być zastąpiony innym stabilnym materiałem o podobnych właściwościach absorpcji i rozproszenia promieniowania.

5.2. Wymagania dotyczące absorpcyjnych grubościomierzy trawersujących. Parametry dotyczące geometrii pomiaru powinny być określone dla głowicy pomiarowej znajdującej się w dostępnym, mechanicznie stabilnym, jednoznacznie określonym i powtarzalnym położeniu na mechanizmie trawersującym.

ROZDZIAŁ TRZECI - METODY BADAŃ

Treścią rozdziału są metody badań tych parametrów i oddziaływania na nie wielkości wpływowych, dla których będą określone błędy graniczne, oraz metody badań innych parametrów grubościomierzy.

6. Pomiar błędów granicznych powinien być przeprowadzony wg zasad 6.1 dla parametrów wymienionych w 6.2, ze zbadaniem oddziaływania wielkości wpływowych wg 6.3.

6.1. Zasada przeprowadzania badań. Błędy graniczne powinny być wyznaczone w kilku punktach zakresu pomiarowego (np. dla 10, 50 i 90% górnej granicy zakresu po-

miarowego). Pomiar błędów granicznych powinno się wykonać również w każdym podzakresie pomiarowym grubościomierza. Pomiar powinien być przeprowadzony w warunkach odniesienia.

Przy pomiarach błędów granicznych powinien być stosowany zestaw próbek wzorcowych o odpowiednim zakresie grubości, a urządzenie powinno pracować w normalnych warunkach pracy określonych przez producenta.

Z producentem powinny być również uzgodnione następujące wielkości i aspekty dotyczące próbek:

- a) własności próbki
 - własności fizyczne i chemiczne,
 - zakresy grubości,
 - płaskość,
 - wymiary,
- b) sposoby kontroli grubości,
- c) zastosowana procedura pomiarowa,
- d) sposób obróbki wyników pomiarowych.

6.2. Badane parametry. W celu określenia błędów granicznych należy poddać badaniom następujące parametry grubościomierzy:

6.2.1. Zakres pomiarowy. Wartości górnej i dolnej granicy zakresu pomiarowego powinny być podane przez producenta. Wartości te powinny być podane również dla podzakresów pomiarowych.

Badania weryfikujące podane wartości tych parametrów mogą być przeprowadzone łącznie z badaniami granicznych błędów pomiaru.

6.2.2. Błąd położenia. Błąd ten jest funkcją położenia badanego materiału w szczelinie pomiarowej i jest jednym z najważniejszych parametrów grubościomierza. Przesuwając skokowo próbkę badanego materiału w górę i w dół w szczelinie pomiarowej bada się wskazania urządzenia. Wartość tego parametru może być wyrażona jako różnica (dodatnia lub ujemna) wskazań miernika wywołana zmianą (dodatnią lub ujemną) położenia materiału w płaszczyźnie prostopadłej do jego powierzchni. Różnica wskazań może być wyrażona albo w jednostkach bezwzględnych (gramatury) albo względnych.

6.2.3. Błąd profilowania. Błąd ten jest zależny od położenia głowicy pomiarowej na mechanizmie trawersującym. Praktycznie błąd ten odpowiada błędom granicznym wprowadzanym przez parametry mechaniczne urządzenia.

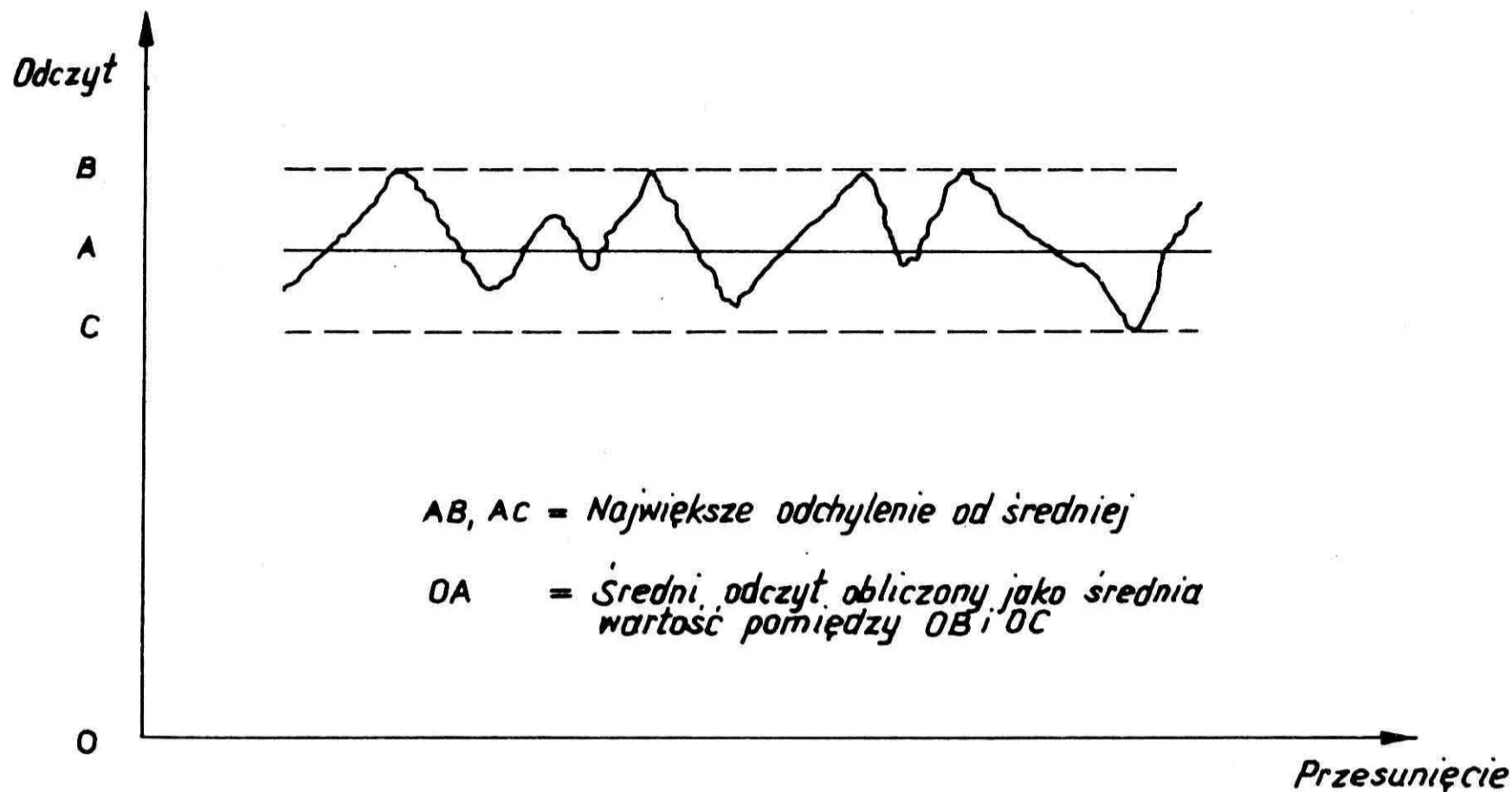
W celu określenia wartości błędu profilowania należy małą próbkę materiału o powierzchni większej od całkowitej powierzchni pomiarowej umieścić w szczelinie pomiarowej w położeniu odniesienia i umocować do bloku detekcji lub bloku źródeł promieniowania. Próbka powinna przesunąć się razem z głowicą pomiarową na odległość

¹⁾ Odpowiednik Publikacji 476 IEC w zakresie tych wymagań.

odpowiadającą największej szerokości mierzonego materiału.

Wartość błędu profilowania odpowiada odchyleniu od średniej wartości wskazania urządzenia (Rys. 1).

W urządzeniach włączanych w układ automatycznej regulacji, całkowita niestabilność elektryczna powinna być zmierzona w punkcie podanym przez producenta.



BN-78/3415-08-1

Rys. 1. Błąd profilowania

6.2.4. Niestabilność elektryczna. Opis metody badania jest zbędny, gdyż jasno wyraża ją samo określenie¹⁾.

Uwaga: Zamknięcie przesyłny źródła nie redukuje do zera pola promieniowania. Badanie powinno być przeprowadzone przy detektorze odłączonym od elektrycznego podzespołu pomiarowego. Większość urządzeń jest wyposażona w wyłącznik umożliwiający odłączenie detektora i przeprowadzenie badania.

6.2.5. Całkowita niestabilność radiometryczna. Badanie powinno być przeprowadzone w obecności stałego absorbenta wprowadzonego do szczeliny pomiarowej umieszczonego w położeniu odniesienia. Zaobserwowane wahania wskazań urządzenia w funkcji czasu powinny być wyrażone jako maksymalne wartości odchyżeń od wygładzonej krzywej zarejestrowanego wskazania (np. $\pm 0,1 \text{ g/m}^2/24 \text{ h}$ przy 100 g/m^2).

Zmiany wskazań należy mierzyć w czasie określonym w dokumentacji urządzenia przy zachowaniu stałego absorbenta i stałych wielkości wpływowych.

W urządzeniach wskazujących bezwzględną wartość gramatury lub grubości, całkowita niestabilność radiometryczna powinna być zmierzona na obu krańcach całkowitego zakresu pomiarowego przy danej wartości średniego czasu odpowiedzi, jak również dla tego samego rodzaju i aktywności źródła.

¹⁾ Patrz p. 4.11.

6.3. Wielkości wpływowe

6.3.1. Temperatura otoczenia; ciśnienie otaczającej atmosfery; napięcie zasilające. Badaniom należy poddać oddziaływanie tych 3 wielkości wpływowych na parametry urządzenia, przy czym same metody badań tego oddziaływania powinny być uzgodnione między użytkownikiem i producentem.

Podczas pomiaru błędu spowodowanego oddziaływaniem jednej wielkości wpływowej, pozostałe wielkości wpływowe i parametry, na które mogą one oddziaływać, powinny pozostawać w warunkach odniesienia. Badana wielkość wpływowa może przyjmować dowolne wartości w nominalnym zakresie użytkowania.

Jeżeli producent nie podał innych warunków odniesienia i nominalnych zakresów użytkowania urządzenia, obowiązują warunki i zakresy podane w załączniku A p. 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.4 i 6.4.1.²⁾

Oddziaływanie zmian napięcia zasilającego powinno być określone zgodnie z załącznikiem A p. 5.10³⁾.

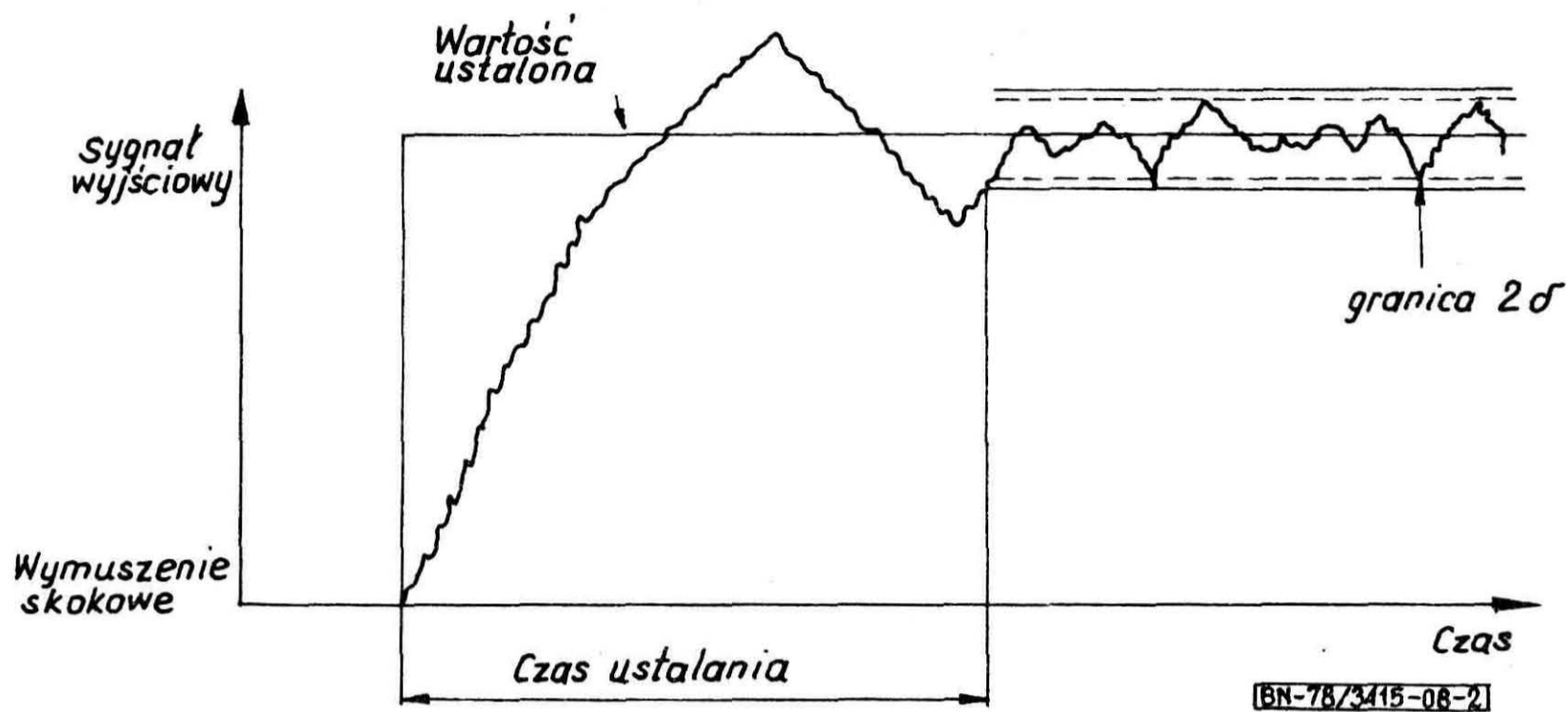
6.3.2. Inne wielkości wpływowe. Jeżeli konstrukcja danego grubościomierza lub warunki jego użytkowania są takie, że zauważalne zmiany wskazań mogą być wywołane działaniem innych wielkości wpływowych niż wymienione wyżej, to pomiar wartości tych zmian może być włączony do programu badań. Kiedy pomiar wartości tych zmian jest

²⁾ Punkty wg Publikacji 359 IEC.

³⁾ Punkt wg Publikacji 359 IEC.

niemożliwy, wtedy oddziaływania tych wielkości wpływowych należy sprowadzić do minimum w miejscu instalacji urządzenia. Przykładami takich wielkości wpływowych mo-

Przykład przebiegu zmian sygnału wyjściowego po wymuszeniu skokowej zmiany sygnału wejściowego pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Przebieg odpowiedzi urządzenia na wymuszenie skokowe

że być obecność ładunków elektrostatycznych indukowanych w mierzonym materiale lub oddziaływanie pól elektromagnetycznych.

7. Pomiary innych parametrów

7.1. Średni czas ustalania powinien być zmierzony przez wprowadzenie określonej skokowej zmiany mierzzonego materiału i zaobserwowanie reakcji systemu pomiarowego.

Średni czas ustalania może być zmierzony w dowolnym miejscu systemu pomiarowego w punkcie leżącym wewnątrz zakresu pomiarowego. Czas ustalania urządzenia zastosowanego do pomiaru reakcji systemu pomiarowego powinien być co najmniej 10-krotnie krótszy od czasu ustalania badanego systemu.

W przypadku urządzeń do pomiarów nieciągłych zaleca się pomiar czasu ustalania pomiędzy zerem a wartością nominalną.

Badanie powinno być przeprowadzone przez szybkie wprowadzenie lub usunięcie absorbenta z położenia pomiarowego w szczelinie pomiarowej.

Średni czas ustalania może być mierzony zarówno przy zwiększaniu, jak i zmniejszaniu odczytanej wartości wskazywania.

Stosując odpowiednie urządzenia, ostateczną wartość średniego czasu ustalania można otrzymać w następujący sposób: należy wykonać pewną liczbę zapisów lub fotografii przebiegów sygnału wyjściowego przy zastosowaniu opisanej wyżej procedury i dla każdego pomiaru określić czas do momentu, gdy sygnał wyjściowy osiągnie wartość ustaloną i pozostającą w granicach $\pm 2\sigma$ tej wartości.

Średni czas ustalania powinien być podany jako średnia wszystkich (co najmniej 3) pomiarów.

7.2. Próg pobudliwości (zdolność rozdzielcza) Metoda określania progu pobudliwości grubościomierza dla danego zakresu pomiarowego polega na nakładaniu (dodawaniu) lub zdejmowaniu możliwie najcieńszej folii z próbki badanego materiału o grubości zawartej w badanym zakresie pomiarowym. Najmniejsza zmiana średniej wartości, która może zostać wykryta, jest progiem pobudliwości grubościomierza. Nakładając (dodając) lub zdejmując podobne folie w obu kierunkach, operator powinien powtarzać tę operację kilkakrotnie. Próg pobudliwości może być określony jako ułamek górnej granicy zakresu pomiarowego w aktualnych warunkach pracy urządzenia.

Omówiona bezpośrednia metoda pomiarowa może być zastosowana tylko dla urządzeń przeznaczonych do pomiaru dużych mas powierzchniowych. W przypadku urządzeń przeznaczonych do pomiaru małych mas powierzchniowych, metoda ta nie może być zastosowana ze względu na brak dostatecznie cienkich folii.

W przypadku grubościomierzy przeznaczonych do pomiaru odchyłek gramatury (lub grubości), próg pobudliwości powinien być zmierzony w środkowym punkcie zakresu pomiarowego.

W urządzeniach wyskalowanych w bezwzględnych wartościach gramatury (grubości), próg pobudliwości powinien zostać określony na obu krańcach zakresu pomiarowego.

7.3. Rozdzielczość geometryczna. Próbkę mierzzonego materiału o stałej gramaturze, z wyjątkiem wąskich pasów wzdłuż długości próbki, umieszcza się w szczelinie pomiarowej w położeniu odniesienia.

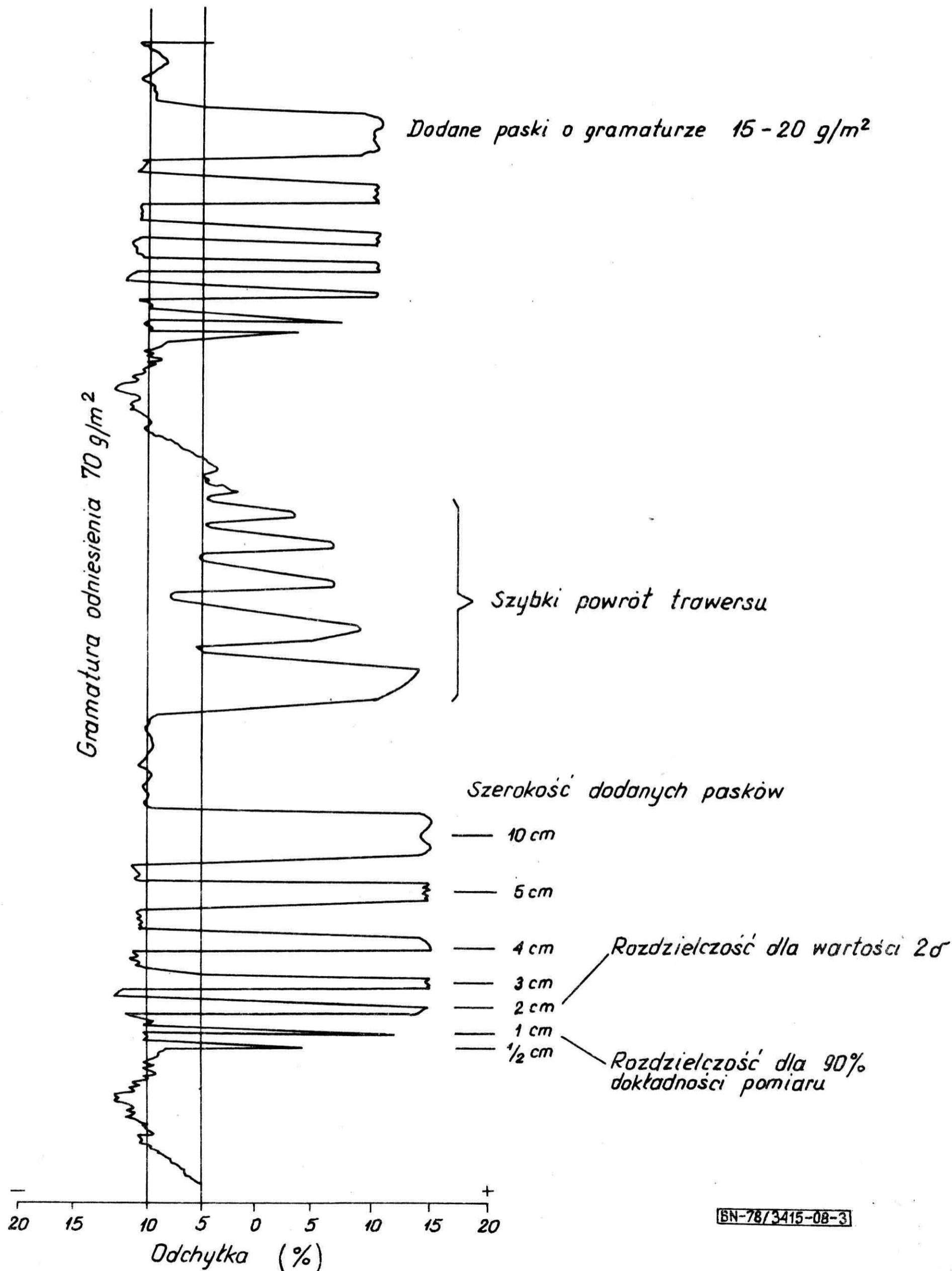
Badanie przeprowadza się w następujący sposób: Do próbki materiału o danej gramaturze mocuje się paski materiału o tej samej lub różnej gramaturze i o różnej szeroko-

kości dla każdej próbki. Przy ustalonej szybkości trawerowania, przy stałej prędkości taśmy rejestratora i przy stałym czasie ustalania, wartość rozdzielczości geometrycznej można określić badając zapis na taśmie rejestratora.

Rozdzielczość geometryczna będzie odpowiadać szerokości pierwszego paska, którego ślad na taśmie rejestra-

tora można odczytać z wymaganą dokładnością, np. w granicach $\pm 2\sigma$, 70,7 lub 63,2% wartości ustalonej.

Na rys. 3 przedstawiono przykład uzyskanego w praktyce zapisu na taśmie rejestratora i sposób obliczania wartości rozdzielczości geometrycznej. W podanym przykładzie stosowano paski o szerokościach 0,5, 1, 2, 3, 4, 5 i 10 cm.



Rys. 3. Przykład zapisu na taśmie rejestratora i sposób obliczania wartości rozdzielczości geometrycznej

Należy zawsze pamiętać, że paski mocowane do próbki podstawowej powinny być wycięte z materiału o znanej grubości, której wartości powinny być tak dobrane, aby utrzymać wskazania przyrządu w granicach jego zakresu liniowości.

7.4. Średni czas odpowiedzi. Jeśli inaczej nie uzgodniono pomiędzy użytkownikiem i producentem, badanie może być przeprowadzone w następujący sposób: używając szybkiego rejestratora, oscyloskopu lub innego odpowiedniego urządzenia należy wykonać pewną liczbę zapisów lub zdjęć przebiegów sygnału wyjściowego po wymuszeniu skokowej zmiany mierzonej wielkości i określić dla każdego przebiegu czas, po którym sygnał wyjściowy osiągnie $1 - \frac{1}{e} = 63,2\%$ wartości ustalonej. Średni czas odpowiedzi jest średnią co najmniej trzech pomiarów.

7.5. Powierzchnie pomiarowe. Metody badań powierzchni pomiarowych powinny być uzgodnione pomiędzy użytkownikiem i producentem.

Rozważając zagadnienie wyznaczania powierzchni pomiarowych należy brać pod uwagę niżej podane czynniki występujące w istniejących warunkach pracy urządzenia:

Rejestrowany przez detektor rozkład przestrzenny intensywności promieniowania na powierzchni pomiarowej może być anizotropowy ze względu na rodzaj zastosowanej kolimacji na kształtowanie wiązki promieniowania, na pola rozproszone występujące na krawędziach wiązki promieniowania i na charakterystykę detektora. W związku z tym względny wpływ jednostki powierzchni mierzonego materiału na wartość sygnału wyjściowego będzie zależny od względnej wartości intensywności promieniowania padającej na tę jednostkę powierzchni. Ponadto niektóre z mierzonych materiałów wykazują znaczne wahania grubości i gęstości w poszczególnych punktach powierzchni, co prowadzi do nieliniowego uśredniania grubości na całej powierzchni pomiarowej (tłumienie promieniowania jest wykładniczą funkcją masy mierzonego materiału). Należy również uwzględnić zdolność rozróżniania nieciągłości mierzonego materiału, jak pęknięcia, dziury i inne lokalne wahania masy.

7.5.1. Całkowita powierzchnia pomiarowa jest istotnym parametrem przy rozpatrywaniu dopuszczalnego położenia i możliwego oddziaływania potencjalnych wielkości wpływowych, takich jak mechaniczne układy mocowania próbki, krawędzie arkuszy mierzonego materiału, prowadnice i bariery ubezpieczające oraz sąsiedztwo innych czujników lub mechanizmów.

Istnieje szereg powszechnie stosowanych metod określania całkowitej powierzchni pomiarowej.

Pierwsza metoda polega na umieszczeniu mierzonego materiału lub paska wyciętego z tego materiału w poło-

żeniu odniesienia, a następnie przysuwanie krawędzi innego absorbenta możliwie w tej samej płaszczyźnie w kierunku wiązki promieniowania, aż do momentu zaobserwowania pierwszej zmiany wskazania urządzenia. Powtórzenie powyższej procedury przy przesuwaniu absorbenta z różnych kierunków pozwala na wyznaczenie zewnętrznych krańców powierzchni pomiarowej. Otrzymane wyniki będą w pewnym stopniu zależne od rodzaju zastosowanego absorbenta.

Druga metoda znajduje zastosowanie wyłącznie do materiałów jednorodnych. Próbkę materiału umieszcza się w położeniu odniesienia, a następnie wycofuje ze szczeliny pomiarowej, aż do momentu zaobserwowania pierwszej, zauważalnej zmiany wskazania. Krawędzie próbki będą w tym przypadku wyznaczały zewnętrzne granice powierzchni pomiarowej.

Powtarzając wiele razy opisaną procedurę można wyznaczyć wystarczającą liczbę punktów do określenia kształtu całkowitej powierzchni pomiarowej.

Jeszcze inna metoda polega na przesuwaniu wąskiego paska próbki z mierzonego materiału umieszczonego w położeniu odniesienia, w poprzek wiązki promieniowania. Wykres przebiegu zmian sygnału wyjściowego powstających w wyniku przesuwania materiału daje obraz czułości urządzenia na nieregularności geometryczne mierzonego materiału. Punkty pomiarowe odpowiadające zanikaniu lub pojawianiu się sygnału w wyniku przesuwania wąskiej próbki odpowiadają zewnętrznym krańcom powierzchni pomiarowej. Kształt całkowitej powierzchni pomiarowej można określić powtarzając wielokrotnie powyższą procedurę dla różnych kierunków przesuwania próbki.

7.5.2. Użytkowa powierzchnia pomiarowa jest najistotniejszym parametrem przy określaniu średniej grubości (gramatury) materiału i jej znajomość jest niezbędną dla przygotowania odpowiednich próbek wzorcowych z niejednorodnych materiałów służących do przeprowadzania procesu skalowania w warunkach statycznych. Użytkowa powierzchnia pomiarowa jest również bardzo istotnym parametrem przy analitycznym modelowaniu pomiaru, badaniach czasu odpowiedzi i innych badaniach dynamicznych.

Użytkowa powierzchnia pomiarowa jest złożoną funkcją przestrzennego rozkładu wiązki promieniowania oraz rozkładu masy na powierzchni mierzonego materiału i dlatego jej wartość zwykle określana jest eksperymentalnie. Powszechnie stosowana metoda określania wartości użytkowej powierzchni pomiarowej polega na umieszczeniu próbki mierzonego materiału w położeniu odniesienia i wyznaczeniu całkowitej powierzchni pomiarowej. Zaznacza się kształt całkowitej powierzchni pomiarowej bezpośrednio na próbce i rejestruje wskazania urządzenia odpowiadające zazna-

czonyj powierzchni. Po wyjęciu próbki wycina się zaznaczone pole i w ten sposób otrzymuje się drugą próbkę. Należy ją starannie zważyć, wyznaczyć pole jej powierzchni i obliczyć gramaturę. Następnie należy wyciąć z drugiej próbki próbkę mniejszą koncentrycznie do poprzedniej. Otrzymuje się trzecią próbkę o znanej gramaturze. Czynności te należy powtórzyć wielokrotnie, wycinając koncentrycznie coraz mniejsze powierzchnie.

Obliczona gramatura próbki może zmieniać się przy zmniejszaniu powierzchni próbki ze względu na niejednorodność materiału. Powyższą procedurę należy powtórzyć

dla różnych grubości materiału, dla którego urządzenie będzie skalowane. Następnie wyznacza się krzywe kalibracyjne, wykorzystując wskazania urządzenia i wartości gramatury dla poszczególnych wartości pól powierzchni (np. - jedna krzywa dla próbek o średnicy 6 cm, inna dla średnicy 5 cm, inna dla 4 cm, itd.). Po obliczeniu standardowego odchylenia średniej (σ) dla każdej krzywej kalibracyjnej należy wykreślić przebieg zależności σ w funkcji pola powierzchni próbki. Ta próbka, przy której otrzymuje się najmniejszy błąd standardowy σ , ma powierzchnię odpowiadającą użytkowej powierzchni pomiarowej.

K O N I E C

Informacje dodatkowe

5.10. Badania oddziaływania zmian napięcia sieci zasilającej powinny być przeprowadzone zarówno w stanie ustalonym, jak i nieustalonym. Przeprowadza się dwie próby: jedną przy gwałtownym²⁾ podwyższeniu i drugą przy obniżeniu napięcia zasilającego o 10% od wartości nominalnej.

W każdym przypadku należy wykonać następujące pomiary:

1. Podczas pierwszej minuty - pomiar największej różnicy wartości sygnału wyjściowego przed i po wymuszeniu zmiany napięcia zasilającego.

2. Po 15 min - pomiar różnicy wartości sygnału wyjściowego przed i po wymuszeniu zmiany napięcia zasilającego.

6. Zalecane wartości i zakresy wielkości wpływowych

6.1. Warunki klimatyczne

6.1.1. Temperatura otoczenia. Wartości odniesienia: 20, 23, 25 lub 27°C - przy braku innych zaleceń: 20°C.

Tolerancje wartości wpływowej przy poborze mocy przez urządzenie:

- włącznie do 50 W. $\pm 1^\circ\text{C}$,
- powyżej 50 W. $\pm 2^\circ\text{C}$.

¹⁾ Numeracja i tekst punktów Załącznika A ściśle wg Publ. 359.

²⁾ Tzn. w okresie kilku milisekund (w odniesieniu do przyrządów, których norma dotyczy).

ZAŁĄCZNIK A

(Wyciąg z Publikacji 359 IEC)¹⁾

I Nominalny zakres użytkowania:	od +5 do +40°C.
II Nominalny zakres użytkowania:	od -10 do +55°C.
III Nominalny zakres użytkowania:	od -25 do +70°C.
Odporność na zmiany temperatury:	odpowiadająca nominalnemu zakresowi użytkowania, jeżeli nie ustalono inaczej.
Wytrzymałość podczas przechowywania i transportu:	od -40 do +70°C.

6.1.2. Względna wilgotność powietrza. Ze względu na małe prawdopodobieństwo jednoczesnego wystąpienia ekstremalnych wartości temperatury i wilgotności producent może określić dopuszczalny czas pracy urządzenia w takich warunkach oraz podać ograniczenia wartości jednocześnie występujących obu parametrów przy pracy ciągłej.

Zakres odniesienia przy 20, 23, 25 lub 27°C:

I Nominalny zakres użytkowania:	20 ± 80% bez kondensacji.
II Nominalny zakres użytkowania:	10 ± 90% z kondensacją.
III Nominalny zakres użytkowania:	5 ± 95% z kondensacją.

Odporność na zmiany wilgotności:
Wytrzymałość podczas przechowywania i transportu: } do ustalenia³⁾

³⁾ Np. między odbiorcą i wytwórcą; w wymaganiach (normach) szczegółowych, w katalogach itp. - wg konkretnych potrzeb technicznych.

6.1.3. Ciśnienie atmosferyczne

Wartość odniesienia:	101,3 kPa (760 mmHg).
Tolerancje wartości odniesienia:	do ustalenia ¹⁾
I Nominalny zakres użytkowania:	70,0 kPa do 106,0 kPa (525 mm do 800 mm Hg) do wysokości 2200 m
II i III Nominalny zakres użytkowania:	53,3 kPa do 106,0 kPa (400 mm do 800 mm Hg) do wysokości 4300 m

Odporność na zmiany ciśnienia atmosferycznego:	do ustalenia ¹⁾
Wytrzymałość podczas przechowywania i transportu:	

Odporność na napromieniowanie słoneczne:	do ustalenia ¹⁾
Wytrzymałość podczas przechowywania i transportu:	

6.4. Warunki na zasilanie sieciowe6.4.1. Napięcie sieci zasilającej (z uwzględnieniem zniekształceń nieliniowych)6.1.4. Nagrzewanie wywołane promieniowaniem słonecznym

Wartość odniesienia:	brak bezpośredniego napromieniowania
I i II Nominalny zakres użytkowania:	brak bezpośredniego napromieniowania
III Nominalny zakres użytkowania:	łączny wpływ napromieniowania słonecznego i temperatury otoczenia nigdy nie powinien wywołać większego wzrostu temperatury powierzchni urządzenia od występującej przy temperaturze otoczenia równej 70°C bez napromieniowania słonecznego.

¹⁾ Np. między odbiorcą i wytwórcą; w wymaganiach (normach) szczegółowych, katalogach itp. - wg konkretnych potrzeb technicznych.

	Napięcie stałe i wartość skuteczna napięcia zmiennego	Wartość szczytowa napięcia zmiennego
Wartość odniesienia	napięcie nominalne	napięcie nominalne
Tolerancje wartości odniesienia	±1%	±2%
I Nominalny zakres użytkowania	±10%	±12%
II Nominalny zakres użytkowania	od -12% do +10%	od -17% do +15%
III Nominalny zakres użytkowania	od -20% do +15%	od -30% do +25%
Odporność na zmiany napięcia sieci zasilającej	odpowiadająca nominalnym zakresom użytkowania, jeżeli w wymaganiach szczegółowych nie podano inaczej	

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Instytut Badań Jądrowych BON Aparatury Jądrowej.

2. Normy związane

PN-71/N-02050 Metrologia. Nazwy i określenia
PN-71/T-06500 Elektroniczne przyrządy pomiarowe. Ogólne wymagania i badania

3. Dokumenty międzynarodowe IEC

Publikacja 50/391, 392/ - IEC International Electrotechnical Vocabulary (Słownik IEC)

Publikacja 359 Expression of the functional performance of electronic measuring equipment

Publikacja 476 Electrical measuring instruments utilizing radioactive sources

Publikacja 577 Ionizing radiation thickness meters for materials in the form of sheets, coatings or laminates - norma zgodna (jest merytorycznie wiernym tłumaczeniem tej Publikacji)

4. Autor projektu normy - dr inż. Piotr Urbański - IBJ Zd. XV A.