

**NO-06-A107**

**2005**

**Wprowadza**

-

**Zastępuje**

WPN-85/N-01007

**Uzbrojenie i sprzęt wojskowy –  
Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli  
i badań -  
Metody badań odporności całkowitej na działanie  
czynników środowiskowych**

**nr ref. NO-06-A107:2005**

---

Zatwierdzona decyzją Nr ...../MON Ministra Obrony Narodowej z dnia .....

---

**Przedmowa**

Niniejsza norma została opracowana przez Komitet Techniczny Nr 176 ds. Techniki Wojskowej i Zaopatrzenia.

Niniejsza norma zastępuje WPN-85/N-01007 Aparatura, przyrządy, urządzenia i wyposażenie o przeznaczeniu wojskowym – Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań – Metody badań odporności całkowitej na działanie czynników środowiskowych

Treść merytoryczną normy pozostawiono bez zmian. W stosunku do WPN-84/N-01007 wprowadzono zmiany dotyczące układu i zawartości normy zgodnie z aktualnie obowiązującymi Regulami Prac Normalizacyjnych

Norma zawiera załączniki A i B (normatywne) oraz C, D, E, F, G, H, J i K (informacyjne).

Wszelkie uwagi dotyczące normy należy kierować do Wojskowego Centrum Normalizacji, Jakości i Kodyfikacji. Norma jest dostępna w Wojskowym Centrum Normalizacji, Jakości i Kodyfikacji.

**Abstrakt**

Podano metody oceny zgodności aparatury, przyrządów, urządzeń i wyposażenia o przeznaczeniu wojskowym (dalej w tekście zwanych urządzeniami) z wymaganiami, odnośnie do odporności całkowitej na działanie czynników środowiskowych, ustalonymi w założeniach taktyczno-technicznych (ZTT), założeniach technicznych (ZT) i w warunkach technicznych (WT).

**Tłumaczenie abstraktu**

Specifies methods of estimating conformity of the military-oriented apparatus, instruments, devices and equipment to requirements for total environmental resistance defined in tactical-and-technical foredesign (ZTT), technical foredesign (ZT) and specifications (WT).

1	WSTĘP .....	5
1.1	Zakres normy .....	5
1.2	Powołania normatywne .....	5
1.3	Terminy i definicje .....	5
2	Metody badania odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności urządzeń naziemnych, morskich, rakietowych oraz urządzeń (wyposażenia) amunicji artyleryjskiej na narażenia mechaniczne .....	8
2.1	Postanowienia ogólne .....	8
2.2	Badanie występowania rezonansów konstrukcji urządzeń .....	11
2.3	Badanie odporności na drgania sinusoidalne .....	12
2.4	Badania odporności na szerokopasmowe drgania losowe .....	14
2.5	Badanie odporności na wielokrotne udary mechaniczne .....	16
2.6	Badanie odporności na drgania akustyczne .....	19
2.7	Badanie wytrzymałości na drgania sinusoidalne .....	20
2.8	Badanie odporności całkowitej na szerokopasmowe drgania losowe .....	23
2.9	Badanie wytrzymałości na wielokrotne udary mechaniczne .....	25
2.10	Badanie wytrzymałości i odporności całkowitej na transport .....	27
2.11	Badanie wytrzymałości na spadek .....	31
2.12	Badanie wytrzymałości na drgania sinusoidalne o jednej częstotliwości .....	32
2.13	Badanie wytrzymałości i/lub odporności na pojedyncze udary .....	32
2.14	Badanie odporności całkowitej lub wytrzymałości na narażenia sejsmiczne .....	34
2.15	Badania odporności całkowitej na przyspieszenie stałe .....	36
2.16	Badanie oddziaływania przyspieszenia dośrodkowego .....	37
2.17	Badanie odporności całkowitej na działanie strumienia powietrza (wiatru) .....	38
2.18	Badanie odporności na kołysanie i długotrwałe przechyły .....	39
3	Metody badania odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności pokładowych urządzeń samolotów i śmigłowców na narażenia mechaniczne .....	40
3.1	Postanowienia ogólne .....	40
3.2	Badanie odporności całkowitej na drgania .....	41
3.3	Badania odporności na drgania akustyczne .....	51
3.4	Badanie odporności całkowitej na udary wielokrotne .....	52
3.5	Badanie odporności całkowitej na przyspieszenie stałe .....	55
4	Metody badania odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności na narażenia klimatyczne i oddziaływanie grzybów pleśniowych oraz badania wodoszczelności i hermetyczności urządzeń naziemnych, morskich, rakietowych i urządzeń (wyposażenia) amunicji artyleryjskiej .....	56
4.1	Postanowienia ogólne .....	56
4.2	Badanie odporności całkowitej na podwyższoną temperaturę otoczenia .....	58
4.3	Badanie odporności całkowitej na obniżoną temperaturę otoczenia .....	61
4.4	Badanie odporności całkowitej na zwiększoną wilgotność .....	62
4.5	Badanie wytrzymałości na zmiany temperatury otoczenia .....	66
4.6	Badanie odporności całkowitej na niskie ciśnienie atmosferyczne .....	68
4.7	Badanie odporności całkowitej na niskie ciśnienie atmosferyczne podczas transportu lotniczego .....	68
4.8	Badanie odporności całkowitej na podwyższone ciśnienie gazu .....	69
4.9	Badania odporności całkowitej na szybkie zmiany ciśnienia .....	70
4.10	Badanie odporności na kondensacyjne osady atmosferyczne (szron i roś) .....	70
4.11	Badania odporności całkowitej na promieniowanie słoneczne .....	70
4.12	Badanie odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności na działania piasku i pyłu .....	72
4.13	Badanie odporności całkowitej na mgłę solną (morską) .....	74
4.14	Badanie oddziaływania grzybów pleśniowych .....	75
4.15	Badanie odporności całkowitej na ciśnienie hydrostatyczne .....	76
4.16	Badania hermetyczności .....	77
4.17	Badanie strugoszczelności .....	78
4.18	Badanie odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności na opady atmosferyczne (deszcz) .....	79
4.19	Badanie odporności całkowitej na nagrzewanie aerodynamiczne .....	80
5	Metody badania odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności urządzeń lotniczych na narażenia klimatyczne i oddziaływanie grzybów pleśniowych .....	81
5.1	Badanie odporności całkowitej na ciśnienie atmosferyczne .....	81
5.2	Badanie wytrzymałości i odporności na zmiany ciśnienia (rozhermetyzowania) .....	81
5.3	Badanie odporności na niskie ciśnienie atmosferyczne .....	82

5.4 Badanie wytrzymałości na podwyższone ciśnienie atmosferyczne .....	82
5.5 Badanie odporności całkowitej na temperaturę .....	82
5.6 Badanie odporności całkowitej na obniżoną temperaturę .....	86
5.7 Badanie odporności całkowitej na podwyższoną temperaturę .....	86
5.8 Badanie wytrzymałości na cykliczne zmiany temperatury otoczenia .....	87
5.9 Badanie odporności całkowitej na szybkie zmiany temperatury otoczenia .....	87
5.10 Badanie odporności całkowitej na zwiększoną wilgotność .....	88
5.11 Badanie odporności całkowitej na mgłę solną (morską) .....	90
5.12 Badanie odporności całkowitej na rosę i wewnętrzne oblodzenie .....	91
5.13 Badanie odporności całkowitej na działanie pyłu i piasku .....	92
5.14 Badanie odporności całkowitej na dynamiczne działanie pyłu (metoda 1) .....	92
5.15 Badanie odporności całkowitej na statyczne działanie pyłu (metoda 2) .....	93
5.16 Badanie odporności całkowitej na promieniowanie słoneczne .....	93
5.17 Badanie oddziaływania grzybów pleśniowych .....	94
6 Metody badania odporności całkowitej urządzeń na działanie środowisk specjalnych ....	95
6.1 Postanowienia ogólne .....	95
6.2 Metoda badań przyspieszonych .....	97
6.3 Metoda badań normalnych .....	100
6.4 Wymagania odnośnie do bezpieczeństwa .....	101
7 Metody oceny zgodności urządzeń z wymaganiami odnośnie do odporności całkowitej na działanie promieniowania jonizującego i elektromagnetycznego .....	102
7.1 Tryb oceny zgodności urządzeń z przyjętymi wymaganiami odnośnie do odporności całkowitej .....	102
7.2 Program badań i ogólne wymagania dotyczące ich wykonania .....	103
7.3 Wymagane wartości i metody badania odporności całkowitej na działanie PJ spowodowanego wybuchem jądrowym .....	106
7.4 Wymagane wartości i metody badań odporności całkowitej na działanie IEM spowodowanego wybuchem jądrowym .....	108
<b>ZAŁĄCZNIKI</b>	
A (normatywny) Wyznaczanie (na podstawie eksperymentu) współczynnika przyspieszenia badań materiałów, podzespołów i części składowych urządzeń .....	110
B (normatywny) Typowe kształty impulsów elektromagnetycznych pochodzących od wybuchu jądrowego .....	127
C (informacyjny) Przykład obliczenia parametrów badania wytrzymałości urządzeń na drżania metodą cyklicznych zmian częstotliwości .....	130
D (informacyjny) Metody wytwarzania i kontroli środowisk specjalnych .....	132
E (informacyjny) Metody nawilżania środowisk specjalnych i sprawdzania ich wilgotności względnej .....	143
F (informacyjny) Metoda eliminacji wyraźnie różniących się wartości wyników badań .....	145
G (informacyjny) Sprawdzenie hipotezy liniowości .....	148
H (informacyjny) Wartości t rozkładu studenta i kwantyle rozkładu normalnego .....	150
J (informacyjny) Prognozowanie stanu urządzeń przy oddziaływaniu promieniowania jonizującego o wymaganym natężeniu na podstawie wyników badań na stanowiskach symulacyjnych ograniczonych możliwościach .....	155
K (informacyjny) Wyznaczanie dopuszczalnych wartości narażeń przy badaniu odporności całkowitej na oddziaływanie promieniowania jonizującego i elektromagnetycznego .....	160

## **Wstęp**

### **1.1 Zakres normy**

Przedmiotem normy są metody oceny zgodności aparatury, przyrządów, urządzeń i wyposażenia o przeznaczeniu wojskowym (dalej w tekście zwanych urządzeniami) z wymaganiami, dotyczącymi odporności całkowitej na działanie czynników środowiskowych, ustalanych w założeniach taktyczno-technicznych (ZTT), założeniach technicznych (ZT) i w warunkach technicznych (WT).

Zakres obowiązywania i sferę oddziaływania normy podano w NO-06-A101.

Ogólne zasady wykonywania badań podano w NO-06-A105.

Niniejsza norma nie dotyczy wymagań środowiskowych określonych normami: NO-06-A502-1:2003, NO-06-A502-2:2003, NO-06-A502-3:2003, NO-06-A502-4:2003, NO-06-A502-6:2003, NO-06-A503:2003, NO-06-A504:2004.

### **1.2 Powołania normatywne**

NO-06-A101 Uzbrojenie i sprzęt wojskowy - Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań – Postanowienia ogólne

NO-06-A102 Uzbrojenie i sprzęt wojskowy - Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań – Wymagania niezawodnościowe

NO-06-A103 Uzbrojenie i sprzęt wojskowy - Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań – Wymagania środowiskowe

NO-06-A104 Uzbrojenie i sprzęt wojskowy - Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań – Wymagania konstrukcyjne

NO-06-A105 Uzbrojenie i sprzęt wojskowy - Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań – Ogólne zasady badań oraz odbioru prototypów i urządzeń produkowanych seryjnie

NO-06-A106 Uzbrojenie i sprzęt wojskowy - Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań – Metody badań niezawodności

NO-06-A108 Uzbrojenie i sprzęt wojskowy - Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań – Metody oceny zgodności z wymaganiami konstrukcyjnymi

NO-06-A502-1:2003 Uzbrojenie i sprzęt wojskowy – Klimatyczne badania środowiskowe – Wymagania ogólne

NO-06-A502-2:2003 Uzbrojenie i sprzęt wojskowy – Klimatyczne badania środowiskowe – Wysoka temperatura

NO-06-A502-3:2003 Uzbrojenie i sprzęt wojskowy – Klimatyczne badania środowiskowe – Niska temperatura

NO-06-A502-4:2003 Uzbrojenie i sprzęt wojskowy – Klimatyczne badania środowiskowe – Szok termiczny

NO-06-A502-6:2003 Uzbrojenie i sprzęt wojskowy – Klimatyczne badania środowiskowe – Wilgotne gorąco

NO-06-A503:2003 Technika wojskowa- Ekstremalne warunki klimatyczne – Dane do opracowania wymagań dotyczących projektowania i badań

NO-06-A504:2004 Technika wojskowa – Odporność i wytrzymałość mechaniczna na drgania – Warunki badań

PN-C-04646:2001 Woda i ścieki. Badanie biodegradacji częściowej anionowych i niejonowych substancji powierzchniowo czynnych. test potwierdzający metodą oszdu czynnego.

PN-87/E-046609 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba J - Pleśnie

### **1.3 Terminy i definicje**

#### **1.3.1**

**amplituda przyspieszenia wibracji sinusoidalnych**

maksymalna wartość przyspieszenia przy wibracjach sinusoidalnych

#### **1.3.2**

**badanie odporności całkowitej na oddziaływanie promieniowania jonizującego i impulsu elektromagnetycznego**

badanie w celu sprawdzenia zgodności urządzenia z wymaganiami odnośnie do odporności całkowitej na oddziaływanie PJ i IEM, podczas których czynnikami narażeniowymi są promieniowania jonizujące i elektromagnetyczne o poziomach równych wymaganej wartościom probierczym

### **1.3.3**

#### **czas utraty zdolności**

czas liczony od chwili utraty zdolności spowodowanej oddziaływaniem PJ i IEM do chwili całkowitego jej przywrócenia

### **1.3.4**

#### **dopuszczalny czas utraty zdolności**

przedział czasu, w przeciągu którego naruszenie zdolności nie wpływa na wyniki zadań wykonywanych przez urządzenie

### **1.3.5**

#### **element wbudowany**

wyrób całkowicie zmontowany, spełniający wymagania odpowiednich norm lub warunków technicznych, będący częścią konstrukcji i układu kompletnego urządzenia (aparatury), znajdujący się w obudowie całego urządzenia

### **1.3.6**

#### **gęstość widmowa vibracji losowych**

średnia kwadratowa wartość przyspieszenia vibracji losowych w paśmie częstotliwości równym 1 Hz

### **1.3.7**

#### **kryterium odporności całkowitej**

cecha lub warunek, wyrażone za pomocą parametrów urządzenia, które określają wskaźnik odporności całkowitej na oddziaływanie PJ i IEM

### **1.3.8**

#### **metoda doświadczalna**

metoda wyznaczania wskaźników odporności całkowitej urządzenia (bloków, podsystemów) polegająca na wykorzystywaniu danych doświadczalnych o zmianach parametrów urządzenia (bloków, podsystemów) w wyniku oddziaływania PJ i IEM o poziomach prowadzących do uszkodzenia każdego egzemplarza badanej próbki

### **1.3.9**

#### **metoda obliczeniowa**

metoda wyznaczania wskaźników odporności całkowitej urządzenia, korzystająca z danych doświadczalnych o zmianach parametrów elementów składowych w zależności od poziomów PJ i IEM lub z doświadczalnych zależności (modeli matematycznych) dla elektrofizycznych charakterystyk materiałów elementów składowych zależnych od poziomów PJ i IEM i z modeli matematycznych parametrów elementów składowych w zależności od konstrukcyjno-technologicznych parametrów wyrobu i elektrofizycznych charakterystyk materiałów, a także korzystająca z modeli matematycznych charakterystyk wyjściowych (parametrów) urządzenia (podsystemu) w zależności od parametrów wyjściowych podsystemów (parametrów wyrobów)

### **1.3.10**

#### **metoda obliczeniowo-doświadczalna**

metoda wyznaczania wskaźników odporności całkowitej urządzenia (bloków, podsystemów) na oddziaływanie PJ i IEM, korzystająca z danych doświadczalnych o zmianach parametrów elementów składowych i podsystemów, zależnych od poziomów PJ i IEM, z zależności (modeli matematycznych) parametrów wyjściowych wyrobu i podsystemów i potwierdzająca eksperymentalnie wyniki obliczeń poszczególnych podsystemów

**1.3.11****odporność całkowita na oddziaływanie promieniowania jonizującego i impulsu elektromagnetycznego**

właściwość urządzenia, elementów składowych (materiałów), polegająca na zdolności spełniania swych funkcji i utrzymywania parametrów w granicach wymaganych wartości podczas i po działaniu promieniowania jonizującego (PJ) i impulsu elektromagnetycznego (IEM), spowodowanego wybuchem jądrowym

**1.3.12****parametr będący kryterium uszkodzenia**

parametr określający stan zdadności wyrobu, konstrukcji, izolacji, powłoki, materiału

**1.3.13****parametr środowiska probierczego (badawczego)**

charakterystyka środowiska dotycząca stężenia, temperatury, ciśnienia, wilgotności względnej

**1.3.14****parametr wyznaczający odporność całkowitą**

parametr urządzenia, którego zmianę w warunkach oddziaływania promieniowania jonizującego i elektromagnetycznego powyżej wartości podanych w dokumentacji technicznej osiąga się przy najniższym w porównaniu z innymi parametrami poziomie PJ (IEM)

**1.3.15****parametry charakteryzujące urządzenie**

parametry, których zachowanie w granicach dopuszczalnych wartości gwarantuje poprawne spełnianie przez urządzenie założonych funkcji

**1.3.16****podsystem niewrażliwy na działanie promieniowania jonizującego i impulsu elektromagnetycznego**

podsystem urządzenia, dla którego prawdopodobieństwo zachowania wszystkich parametrów w warunkach oddziaływania PJ i IEM o wartościach równych lub mniejszych od dopuszczalnych jest praktycznie równe jedności

**1.3.17****szczytowe przyspieszenie udaru**

największa bezwzględna wartość przyspieszenia udaru

**1.3.18****środek wypełniający**

środek stosowany do wypełniania zamkniętych przestrzeni (hermetyzowane przedziały, bloki, kontenery), w których jest eksploatowane urządzenie lub jego zespoły

**1.3.19****środowisko probiercze**

środowisko oddziałujące na urządzenie lub jego zespoły w procesie produkcji i badań zdawczo-odbiorczych dotyczących hermetyczności

**1.3.20****urządzenie kompletne**

wyrób zmontowany, spełniający wymagania ustalone w odpowiednich normach lub warunkach technicznych, w skład konstrukcji którego wchodzi elementy wbudowane oraz obudowa i/lub konstrukcja nośna

### 1.3.21

#### **urządzenie nagrzewające się**

urządzenie, w którym przyrost temperatury poszczególnych zespołów lub całego urządzenia w stosunku do temperatury otoczenia (podczas obciążenia przy najwyższej dopuszczalnej wartości temperatury otoczenia) wynosi 5 °C i więcej

### 1.3.22

#### **wartość krytyczna parametru będącego kryterium uszkodzenia**

graniczna wartość parametru będącego kryterium uszkodzenia, dla której wyrób, konstrukcja, izolacja, powłoka, materiały jeszcze spełniają stawiane im wymagania w warunkach eksploatacji, przechowywania lub badań

### 1.3.23

#### **wymagane wartości narażeń podczas badania odporności całkowitej na oddziaływanie promieniowania jonizującego i impulsu elektromagnetycznego**

poziomy PJ i IEM stanowisk symulujących, których oddziaływanie na urządzenie (wyroby, materiały) pozwala stwierdzić, czy jest ono (one) zgodne z wymaganiami odnośnie do odporności całkowitej na oddziaływanie PJ i IEM spowodowanych wybuchem jądrowym

### 1.3.24

#### **wymagania odnośnie do odporności całkowitej na oddziaływanie promieniowania jonizującego i impulsu elektromagnetycznego**

zestawienie parametrów i kryteriów odporności całkowitej na oddziaływanie PJ i IEM o określonym składzie i charakterystykach, w warunkach oddziaływania których powinna być zachowana zdolność urządzenia na przyjętym poziomie prawdopodobieństwa

## **2 Metody badania odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności urządzeń naziemnych, morskich, rakietowych oraz urządzeń (wyposażenia) amunicji artyleryjskiej na narażenia mechaniczne**

### **2.1 Postanowienia ogólne**

**2.1.1** Warunki badań powinny się ustać i utrzymywać według wskazań środków pomiarowych z odchyłkami nie przekraczającymi:

- dla amplitudy przemieszczenia  $\pm 15 \%$ ;
- dla częstotliwości wibracji  $\pm 0,5 \text{ Hz}$  przy częstotliwościach do 25 Hz i  $\pm 2 \%$  przy częstotliwościach ponad 25 Hz;
- dla częstości powtarzania uderów mechanicznych  $\pm 20 \%$ ;
- dla liczby cykli  $\pm 5 \%$ ;
- dla poziomu ciśnienia akustycznego  $\pm 5 \text{ dB}$ ;
- dla kąta pochylenia  $\pm 3^\circ$ ;
- dla przyspieszenia stałego  $\pm 10 \%$ ;
- dla czasu  $\pm 10 \%$ , lecz nie więcej niż 10 min;
- dla amplitudy przyspieszenia i szczytowej wartości przyspieszenia uderu  $\pm 20 \%$ ;
- dla liczby uderów mechanicznych wielokrotnych  $\pm 0,3 \%$  lecz nie mniej niż 1 oraz nie więcej niż 10 uderów;
- dla poziomu gęstości widmowej przyspieszenia wibracji losowych  $\pm 3 \text{ dB}$ ;
- dla sumarycznego średniego kwadratowego przyspieszenia wibracji losowych – nie więcej niż 2 dB (21 %);
- dla wysokości spadku - nie więcej niż 10 %;
- dla współczynnika zawartości harmonicznym wibracji sinusoidalnych zaleca się nie więcej niż 25 %;
- dla składowych bocznych wibracji i uderów mechanicznych zaleca się nie więcej niż 30 %.

Uchyby środków pomiarowych powinny odpowiadać wymaganiom norm.



**2.1.2** Urządzenia nie amortyzowane i ich bloki należy mocować podczas badań do stołu wstrząsarki bezpośrednio lub za pomocą elementów pomocniczych w sposób następujący:

- urządzenia mocowane podczas eksploatacji - w miejscach przeznaczonych do ich mocowania. Jeżeli w WT przewidziano różne sposoby mocowania podczas eksploatacji, wówczas urządzenia bada się stosując najbardziej niekorzystny sposób mocowania, przy którym istnieje w porównaniu z innymi sposobami, największe prawdopodobieństwo uszkodzenia lub niezadziałania.
- urządzenia nie mocowane podczas eksploatacji - za pomocą elementów pomocniczych, umożliwiających pewne i sztywne mocowanie na stole wstrząsarki.

Podczas badania urządzeń podzielonych na części (bloki), sposób mocowania części lub bloków do stołów wstrząsarek powinien być podobny do opisanego wyżej.

**2.1.3** Urządzenia amortyzowane należy badać na amortyzatorach. Konieczność wykonywania badań urządzeń bez amortyzatorów i wymagane wtedy wartości narażeń należy ustalać w programie badań (PB) i WT zgodnie z niniejszą normą.

Urządzenia mocuje się na wstrząsarce zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.1.2

**2.1.4** Przed rozpoczęciem badań i po każdym rodzaju badań, a w koniecznych przypadkach i podczas badań należy dokonać wizualnej kontroli urządzenia i pomiaru jego parametrów.

Wykaz sprawdzanych parametrów, ich wartość przed, podczas i po działaniu narażeń mechanicznych oraz metodę ich sprawdzania należy podać w PB i WT.

Wartości parametrów wyznaczone w badaniu poprzednim mogą być przyjęte jako wyjściowe dla badania następnego.

**2.1.5** Punkt kontrolny należy wybrać na stole wstrząsarki lub na pośrednim pomocniczym elemencie mocującym, jeśli taki istnieje, możliwie najbliżej jednego z punktów mocowania urządzenia (amortyzatora).

W przypadkach technicznie uzasadnionych dopuszcza się wybór punktu kontrolnego bezpośrednio na konstrukcji urządzenia pod warunkiem, że będzie zapewniona obiektywna kontrola warunków probierczych. Położenie punktu kontrolnego należy podać w PB i WT.

Podczas badań oddziaływania przyspieszenia stałego obliczeniowy punkt kontrolny należy wybrać w geometrycznym środku urządzenia, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

Podczas badania oddziaływania wibracji akustycznych punkt kontrolny należy wybrać w miejscu uwarunkowanym konstrukcją komory probierczej.

**2.1.6** Dopuszcza się kontrolowanie warunków badań na podstawie średnich arytmetycznych wartości parametrów narażeń mechanicznych, mierzonych w kilku punktach mocowania urządzenia. Liczbę i rozmieszczenie punktów należy podać w PB i WT. Dokładność utrzymywania sprawdzanego parametru powinna odpowiadać wymaganiom podanym w 2.1.1.

**2.1.7** Czas badania urządzenia w wymaganych warunkach liczy się od chwili osiągnięcia wymaganych wartości parametrów narażenia mechanicznego. Podczas badań dopuszcza się przerwy, jednak powinien być przy tym zachowany całkowity czas oddziaływania narażeń mechanicznych.

**2.1.8** Urządzenie należy poddać narażeniom mechanicznym oddziaływającym jednocześnie lub kolejno w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach, jeśli w PB i WT nie podano inaczej, zgodnie z wymaganymi wartościami narażeń, podanymi w niniejszej normie.

Urządzenia przeznaczone do eksploatacji w jednym położeniu bada się w tymże położeniu.

Dopuszcza się badanie urządzeń w dwóch pozostałych położeniach wzajemnie prostopadłych do położenia eksploatacyjnego. Konieczność i wymagane wartości narażeń dla tych położzeń należy podać w PB i WT.

Urządzenie, które ma kilka położzeń eksploatacyjnych lub które można eksploatować w dowolnym położeniu, należy badać w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach (położeniach). Wtedy zmianę położenia należy traktować jako zmianę kierunku działania narażeń mechanicznych.

W technicznie uzasadnionych przypadkach dopuszcza się badanie urządzenia w jednym, najbardziej dlań niebezpiecznym położeniu bez skracania całkowitego czasu oddziaływania narażeń mechanicznych.

**2.1.9** Niezbędność poddania urządzenia uderom mechanicznym i przyspieszeniu stałemu kolejno w dwóch przeciwnych kierunkach wzdłuż jednej i tej samej osi należy omówić w PB i WT.

**2.1.10** Badanie oddziaływania wibracji i uderów mechanicznych należy wykonać w jeden z następujących sposobów:

- pierwszy - na pionowych lub poziomych wstrząsarkach jednokierunkowych, tak aby działanie wibracji lub uderu mechanicznego przebiegało kolejno w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach względem badanego urządzenia, zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.1.8;
- drugi - na wstrząsarkach dwukierunkowych kolejno w dwóch kierunkach, tak aby drgania lub uder mechaniczny działały wzdłuż wszystkich trzech osi współrzędnych urządzenia;
- trzeci - na wstrząsarkach trójkierunkowych w eksploatacyjnym położeniu urządzenia.

**2.1.11** Dla urządzeń, w których nie występują rezonanse przy częstotliwościach do 25 Hz, dopuszcza się wykonywanie badań uderami o czasie działania przyspieszenia nie dłuższym niż 40 ms oraz badań oddziaływania wibracji - począwszy od 10 Hz.

**2.1.12** Parametry urządzenia jednokrotnego użytku, ulegającego zniszczeniu podczas ich pomiaru, można mierzyć po działaniu narażeń mechanicznych.

Czas, w którym należy sprawdzać parametry, należy podać w PB i WT.

**2.1.13** Czas oddziaływania narażeń mechanicznych podczas badania odporności powinien być wystarczający dla pomiaru parametrów, podanych w PB i WT dla danego rodzaju badań.

**2.1.14** Dopuszcza się łączne wykonywanie badań odporności i wytrzymałości, jeżeli wymagane wartości, dotyczące badania wytrzymałości nie są mniejsze od wymaganych wartości, dotyczących badania odporności. Wówczas całkowity czas oddziaływania narażeń mechanicznych nie powinien być krótszy od czasu, przewidzianego w badaniach wytrzymałości.

**2.1.15** W przypadku dostępności odpowiedniego wyposażenia badawczego zaleca się łączenie badania oddziaływania narażeń mechanicznych z innymi rodzajami badań, np. oddziaływania narażeń klimatycznych.

**2.1.16** Podczas sprawdzania odporności na narażenia mechaniczne należy upewnić się, czy nie istnieje zewnętrzne pole elektromagnetyczne (w tym pola wyposażenia badawczego), wpływające na parametry wyjściowe urządzenia. W przypadku istnienia tych pól należy je wyeliminować lub uwzględnić w badaniach.

**2.1.17** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badania odporności na narażenia mechaniczne, jeżeli nie było uszkodzeń mechanicznych, a parametry urządzenia, sprawdzone podczas oddziaływania tych narażeń, mieszczą się w granicach dopuszczalnych odchyłek.

Wykaz mierzonych parametrów oraz ich odchyłki należy podać w PB i WT.

**2.1.18** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badania wytrzymałości na narażenia mechaniczne, jeżeli nie było uszkodzeń mechanicznych, a parametry urządzenia, mierzone po działaniu tych narażeń mieszczą się w granicach dopuszczalnych odchyłek.

Wykaz mierzonych parametrów oraz ich odchyłki należy podać w PB i WT.

**2.1.19** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badania odporności całkowitej na narażenia mechaniczne jeżeli nie było uszkodzeń mechanicznych, a parametry urządzenia, mierzone podczas i po działaniu tych narażeń mieszczą się w granicach dopuszczalnych odchyłek.

Zestawienie mierzonych parametrów oraz ich odchyłki należy podać w PB i WT.

**2.1.20** Zaleca się, aby pomiary parametrów urządzenia, podanych w PB i WT, były wykonywane przy skrajnych wartościach napięcia zasilania urządzenia w granicach wymaganych wartości, podanych w PB i WT.

**2.1.21** Dla urządzeń grup od N.1 do N.5, odpowiadających wymaganiom NO-06-A103, badania odporności całkowitej lub odporności na drgania sinusoidalne i drgania akustyczne należy wykonać przy wartościach dopuszczalnych, ustalonych w PB i WT.

**2.1.22** Metody badań oddziaływania narażeń mechanicznych, nie podane w niniejszej normie, można ustalać w normach lub innych dokumentach technicznych.

## **2.2 Badanie występowania rezonansów konstrukcji urządzeń**

**2.2.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy nie wystąpiło co najmniej dwukrotne zwiększenie amplitudy przyspieszenia, prędkości lub przemieszczenia drgań poszczególnych części i elementów konstrukcyjnych urządzenia w porównaniu, odpowiednio: z amplitudą przyspieszenia, prędkości lub przemieszczenia drgań punktów mocowania tych części w zakresie częstotliwości poniżej 40 Hz lub 25 Hz, spowodowane zjawiskami rezonansowymi konstrukcji urządzenia.

**2.2.2** Urządzenie bez amortyzatorów lub z odłączonymi amortyzatorami należy mocować do stołu wstrząsarki. W tym przypadku należy odłączyć tylko te amortyzatory, które pracują w kierunku przyłożenia siły wymuszającej w zakresie częstotliwości vibracji. Stan amortyzatorów należy podać w PB i WT. Mocowanie w miejscach montażu amortyzatorów, nie obciążonych statycznie, powinno zapewniać swobodne przemieszczanie urządzenia.

Dopuszcza się mocowanie urządzeń ze zdjętymi pokrywami (obudowami) w celu umożliwienia wizualnej kontroli drgań elementów konstrukcji urządzeń.

**2.2.3** W technicznie uzasadnionych przypadkach sprawdzenie występowania rezonansu elementów konstrukcji urządzeń amortyzowanych można wykonywać za pomocą metod podanych w 2.1.22.

**2.2.4** Badania należy wykonać, zmieniając płynnie częstotliwość vibracji sinusoidalnych w każdym podzakresie, zalecanym w tablicy 1 przy amplitudach przyspieszenia lub przemieszczenia wystarczających dla ujawnienia rezonansu, lecz nie przewyższających wartości podanych w tablicy 1.

Urządzenie bada się w stanie włączonym lub wyłączonym, co należy podać w PB i WT.

Czas przechodzenia podzakresu powinien być wystarczający dla ujawnienia rezonansu, lecz nie krótszy niż 2 min.

Dopuszcza się zmniejszenie prędkości zmian częstotliwości i wstrzymanie zmiany częstotliwości, jeżeli jest to konieczne ze względu na wykonanie wymaganych pomiarów i sprawdzeń.

Kontroli warunków probierczych można dokonywać za pomocą pomiarów amplitudy przemieszczenia lub przyspieszenia.

**2.2.5** Podczas badań sprawdza się, czy nie występuje co najmniej dwukrotne zwiększenie drgań elementów konstrukcji. Metody kontroli podaje się w PB i WT.

**2.2.6** Dopuszcza się stosowanie metody pobudzenia udarowego w celu ujawnienia częstotliwości własnych elementów konstrukcyjnych.

Metoda pobudzenia udarowego powinna być podana w normach krajowych lub innych dokumentach technicznych.

**Tablica 1- Zalecane wartości amplitud vibracji sinusoidalnych przy wykonywaniu badań sprawdzających występowanie zjawisk rezonansowych konstrukcji urządzeń**

Podzakresy częstotliwości	Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń wg NO-06-A103			
	N.1; N.2; N.3; N.4; N.5; N.7 <sup>a)</sup> ; M.1.1; M.1.2; M.1.3; M.1.4.		N.6; N.7 <sup>a)</sup> ; od N.8 do N.14; M.2.1; M.2.2; M.2.3; M.3; M.4.1; M.4.2; M.5.1; M.5.2; od R.1.1 do R.1.3; od R.2.1 do R.2.3; od R.3.1 do R.3.3; od R.4 do R. 6; od T.1 do T.7.	
	Amplituda przemieszczenia	Amplituda przyspieszenia	Amplituda przemieszczenia	Amplituda przyspieszenia
Hz	mm	m/s <sup>2</sup>	mm	m/s <sup>2</sup>
od 5 do 10	0,8	3	0,8	3
od 10 do 20	0,8	8	0,8	8
od 20 do 25	0,5	12	0,5	12
od 25 do 30	-	-	0,5	20
od 30 do 35	-	-	0,5	20
od 35 do 40	-	-	0,3	20

<sup>a)</sup> Dla grupy urządzeń N.7 parametry badania wybiera się stosownie do zakresu częstotliwości ustalonego w ZT z uwzględnieniem wymagań NO-06-A103.

**2.2.7** Dla urządzeń nie amortyzowanych dopuszcza się łączenie badania występowania rezonansu z badaniem odporności na drgania.

**2.2.8** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badania, jeśli w wymaganym zakresie częstotliwości nie wystąpiło co najmniej dwukrotne zwiększenie amplitudy przyspieszenia, prędkości lub przemieszczenia drgań poszczególnych części i elementów konstrukcyjnych urządzenia w porównaniu odpowiednio z amplitudą przyspieszenia, prędkości lub przemieszczenia drgań punktów mocowania tych części.

## 2.3 Badanie odporności na drgania sinusoidalne

**2.3.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy podczas oddziaływania wibracji sinusoidalnych urządzenie jest zdolne do spełniania swej funkcji i zachowuje parametry w granicach wymaganych wartości, podanych w PB i WT.

**2.3.2** Urządzenie wraz z kompletem przewodów przyłączeniowych należy mocować do stołu wstrząsarki zgodnie z 2.1.2 i 2.1.3.

Dopuszcza się stosowanie przewodów przyłączeniowych nie wchodzących w skład kompletu urządzenia.

**2.3.3** Urządzenie należy badać w stanie włączonym przy wartościach narażeń podanych w tablicy 2, płynnie zmieniając częstotliwość w zadanym zakresie lub podzakresie od częstotliwości dolnej do górnej i odwrotnie, z prędkością nie większą niż 1 oktawa na minutę. W technicznie uzasadnionych przypadkach, po uzgodnieniu z zamawiającym, dopuszcza się dyskretne zmiany częstotliwości. Wówczas należy utrzymać

podane w tablicy 2 amplitudę przyspieszenia lub przemieszczenia i sprawdzić parametry podane w PB i WT dla danego rodzaju badań.

**2.3.4** Czas oddziaływania wibracji sinusoidalnych w każdym podzakresie częstotliwości powinien być wystarczający dla sprawdzenia parametrów, podanych w PB i WT dla danego rodzaju badań, lecz nie krótszy od 2 min.

**2.3.5** W PB i WT można dopuścić wykraczanie parametrów - w trakcie badań rezonansowej częstotliwości amortyzatorów - poza granice określone w PB i WT.

**Tablica 2 – Wymagane wartości narażeń podczas badania odporności na drgania sinusoidalne**

Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń wg NO-06-A103	Zakres częstotliwości	Częstotliwość przejścia	Amplituda przemieszczenia	Amplituda przyspieszenia
	Hz	Hz	mm	m/s <sup>2</sup>
N.8; N.9; N.12; N.13	od 5 do 500	25	2,0	50
N.7 <sup>a)</sup>	od 5 do 300	25	2,0	50
	od 5 do 200	32	0,5	20
N.10 <sup>a)</sup> N.11 <sup>a)</sup>	od 5 do 500	39	0,5	30
	od 5 do 500	39	1,0	60
	od 5 do 500	32	2,5	100
N.6; N.14	od 5 do 80	22	2,0	40
M.1 <sup>a)</sup>	od 5 do 60	10	2,5	-
		18	1,0	-
		32	0,5	20
M.5.1 <sup>a)</sup>	od 5 do 35	10	1,0	-
		22	0,5	10
M.2	od 5 do 200	15	2,5	-
		22	1,0	-
		32	0,5	20
M.3	od 5 do 500	22	2,5	-
M.4.1		36	1,0	-
M.5.2		50	0,5	50
od T.1 do T.4	do 10 do 2 000	32	2,5	100

**Tablica 2 (ciąg dalszy)**

od T.5 do T.7	do 10 do 2 000	39	2,5	150
---------------	----------------	----	-----	-----

Dla grup urządzeń i grup wykonania urządzeń oznaczonych <sup>a)</sup>, parametry badań dobiera się zgodnie z amplitudą przyspieszenia i przemieszczenia wibracji sinusoidalnych podaną w ZT na podstawie wymagań NO-06-A103.

Przy częstotliwościach powyżej częstotliwości przejścia utrzymuje się podaną amplitudę przyspieszenia.

Przy częstotliwościach poniżej częstotliwości przejścia utrzymuje się podaną amplitudę przemieszczenia lub odpowiadającą jej amplitudę przyspieszenia.

**2.3.6** W razie wystąpienia drgań rezonansowych urządzenia na amortyzatorach dopuszcza się dwukrotne zmniejszenie amplitudy przyspieszenia lub przemieszczenia stołu wstrząsarki w paśmie od 0,7 do 1,4 częstotliwości rezonansowej tego urządzenia.

W przypadku istnienia w urządzeniu sprężystości podwieszonych elementów można zmniejszać przyspieszenie lub nie sprawdzać urządzenia przy rezonansowych częstotliwościach sprężystości podwieszonego elementu, jeśli ta częstotliwość jest określona w PB i WT.

Badania urządzeń grup wykonania od M.1.1 do M.1.4; od M.2.1 do M.2.3 w zakresie od 0,7 do 1,4 częstotliwości rezonansowej amortyzatorów wykonuje się bez amortyzatorów dla wartości narażeń podanych w tablicy 2.

Dopuszcza się badanie urządzeń grup wykonania od M.1.1 do M.1.4; od M.2.1 do M. 2.3 w zakresie od 0,7 do 1,4 częstotliwości rezonansowej amortyzatorów bez zdejmowania (odłączania) amortyzatorów. Wówczas wymagane wartości narażeń w czasie badań, podane w tablicy 2, należy sprawdzić na urządzeniu. Położenie punktu kontrolnego na urządzeniu należy podać w PB i WT.

Gdy częstotliwości rezonansowe poszczególnych amortyzatorów urządzenia nie pokrywają się, zamiast zakresu od 0,7 do 1,4 częstotliwości rezonansowej należy przyjąć zakres od 0,7  $f_{\min}$  do 1,4  $f_{\max}$ , gdzie  $f_{\min}$ ,  $f_{\max}$  odpowiednio minimalna i maksymalna częstotliwość rezonansowa amortyzatora (-ów) w ogólnym systemie amortyzacji.

**2.3.7** W razie wykrycia przy poszczególnych częstotliwościach niestabilności - w granicach tolerancji podanych w PB i WT - jakiegokolwiek parametru urządzenia, urządzenie należy poddać dla każdego zakresu częstotliwości, w którym wystąpiła niestabilność, dodatkowo narażeniom przez 15 min, jeśli w PB i WT nie podano innych wymagań.

**2.3.8** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.17.

## **2.4 Badania odporności na szerokopasmowe drgania losowe**

**2.4.1** Badania wykonuje się w celu sprawdzenia, czy podczas oddziaływania szerokopasmowych wibracji losowych urządzenie jest zdolne do spełniania swej funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości podanych w PB i WT.

**2.4.2** Urządzenia grup wykonania od R.1.1 do R.1.3, od R.2.1 do R.2.3, od R.3.1 do R.3.3, pracujące tylko w części lotu z wyłączonymi silnikami, należy badać przy wartościach narażeń podanych w tablicy 3, lecz przy wartościach średniego kwadratowego przyspieszenia zmniejszonych dwukrotnie. Metodę generacji szerokopasmowych wibracji losowych należy ustalić zgodnie z normami.

**2.4.3** Dopuszcza się badanie urządzeń według wartości ustalonych na podstawie pomiarów z eksploatacji i uwzględnienia specyfiki konstrukcji obiektu - nosiciela urządzenia.

**2.4.4** Jeżeli jest to podane w PB i WT, urządzenia grup wykonania od R.1.1 do R.1.3 należy poddać jedynie badaniom na oddziaływanie wibracji losowych, symulujących strzelanie szybkostrzelnych dział lotniczych, według wartości narażeń, podanych w tablicy 4.

Dla urządzeń grup wykonania od R.1.1 do R.1.3 badania oddziaływania szerokopasmowych wibracji losowych symulujących strzelanie szybkostrzelnych dział lotniczych, można wykonywać na obiekcie.

**Tablica 3 - Wymagane wartości narażeń podczas badania odporności na szerokopasmowe drgania losowe**

Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń wg NO-06-A103	Średnia kwadratowa wartość przyspieszenia w zakresie częstotliwości od 20 Hz do 2000 Hz	Podzakresy częstotliwości	Wartość gęstości widmowej w podzakresie
	m/s <sup>2</sup>	Hz	m <sup>2</sup> /Hz <sup>1</sup> · s <sup>4</sup>
R.1.1 R.2.1 R.3.1 R.6	50	od 20 do 180 od 180 do 355 od 355 do 710 od 710 do 1 400 od 1 400 do 2 000	0,48 0,48 1,25 1,73 1,06
R.1.2 R.2.2 R.3.2	130	od 20 do 180 od 160 do 355 od 355 do 710 od 710 do 1 400 od 1 400 do 2 000	3,30 3,30 8,25 11,3 7,30
R.1.3 R.2.3 R.3.3 R.4 R.5	230	od 20 do 180 od 160 do 355 od 355 do 710 od 710 do 1 400 od 1 400 do 2 000	10,2 10,2 26,0 36,0 22,8
od R.6 do T.7	50	od 20 do 500 od 500 do 1 500 od 1 500 do 2 000	0,77 1,15 1,63
Dopuszcza się równomierne dzielenie podzakresów, częstotliwości lub na pasma 1/1- lub 1/3-oktawowy, stosownie do wymagań odpowiednich norm. Wartość gęstości widmowej w każdym paśmie 1/1- lub 1/3-oktawowym wyznaczyć obliczeniowo na podstawie wartości gęstości widmowej w danym podzakresie.			

**2.4.5** Rozkład wartości gęstości widmowych w każdym podzakresie częstotliwości, podanych w tablicy 3 i 4, należy przyjąć jako stały.

**2.4.6** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.17.

**Tablica 4 - Wymagane wartości narażeń podczas badania odporności na drgania losowe symulujące strzelanie szybkostrzelnych dział lotniczych**

Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń wg NO-06-A103	Średnia kwadratowa wartość przyspieszenia <sup>a)</sup> w zakresie częstotliwości od 20 do 2000 Hz, dla odległości od osi działa do osi rakiet		Podzakresy częstotliwości	Gęstość widmowa w podzakresach dla odległości od osi działa do osi rakiet	
	od 0,5 m do 1 m	od 1 m do 2 m		od 0, 5 m do 1 m	od 1 m do 2 m
	m/s <sup>2</sup>			Hz	m <sup>2</sup> /Hz·s <sup>4</sup>
R.1.1  R.1.3	400	350	od 20 do 180 od 160 do 355 od 355 do 710 od 710 do 1 400 od1 400 do 2 000	19,2 70,0 65,0 145 24,7	14,7 54,0 49,5 111 18,9
R.1.2	350	300	od 20 do 180 od 160 do 355 od 355 do 710 od 710 do 1 400 od1 400 do 2 000	14,7 54 49,6 111 18,9	11 39,4 36,5 81,6 13,9

<sup>a)</sup> Wzdłuż osi podłużnej przyspieszenie wynosi 50 % wymaganej wartości.

## 2.5 Badanie odporności na wielokrotne udary mechaniczne

**2.5.1** Badania wykonuje się w celu sprawdzenia, czy w czasie oddziaływania uderzeń urządzenie jest zdolne do spełniania swej funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości, podanych w PB i WT.

**2.5.2** Urządzenie należy badać w stanie włączonym przy wartościach narażeń podanych w tablicy 5. Kształt impulsów uderzenia powinien być półsinusoidalny w granicach odchyłek podanych na rysunku 1. Dopuszcza się stosowanie impulsów trójkątnych (piłokształtnych) lub trapezoidalnych według rysunków 2 i 3.

**Tablica 5 - Wymagane wartości narażeń podczas badania odporności na wielokrotne udary mechaniczne**

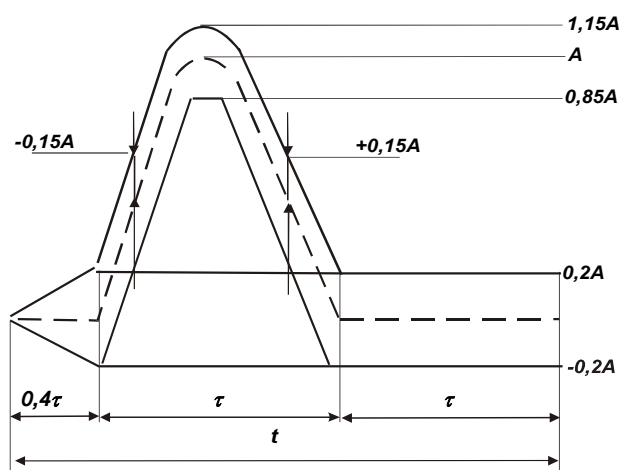


Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń wg NO-06-A103	Szczytowe przyspieszenie uderu $m/s^2$	Czas trwania impulsu uderu	
		Dopuszczalny	Zalecany
		ms	
1	2	3	4
N.7; N.8	150	od 5 do 10	6
N.9; N.14	150	od 5 do 10	6
N.10 <sup>a)</sup> ; N.11 <sup>a)</sup> ; N.12 <sup>a)</sup>	200 1 500	od 5 do 15 od 1 do 5	11 3
N.13 <sup>a)</sup>	150 1 500	od 5 do 10 od 1 do 5	6 3
M.1.3 <sup>b)</sup> ; M.2.2 <sup>b)</sup>	1 500	od 1 do 5	3
od M.2.1 do M.2.3	150	od 5 do 15	6
M.4.2; M.5.2;	60	od 5 do 20	16
M.3 <sup>a)</sup>	150 ZT	od 5 do 15 ZT	6 -
M.4.1 <sup>a)</sup>	ZT	ZT	-
M.5.1 <sup>a)</sup>	ZT	ZT	-

Dla grup urządzeń i grup wykonania urządzeń oznaczonych <sup>a)</sup> szczytowe przyspieszenie uderu przyjmuje się spośród podanych wartości zgodnie z wymaganiami NO-06-A103 oraz w ZT.

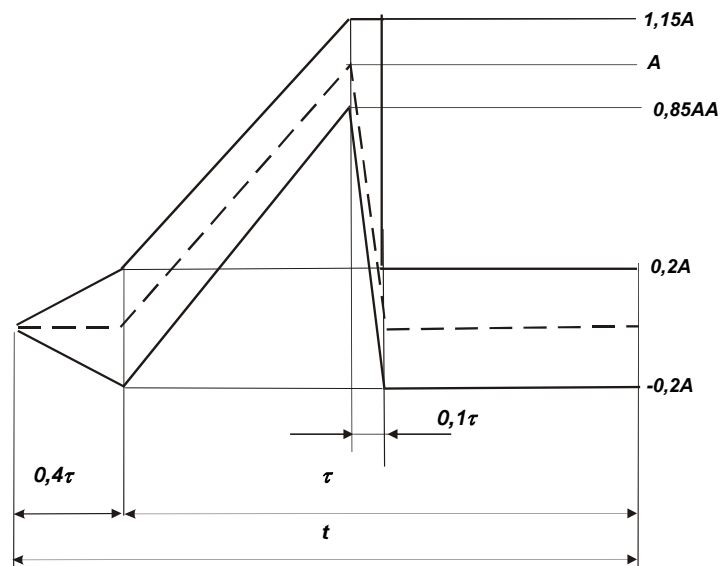
Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń oznaczone <sup>b)</sup> dotyczą urządzeń instalowanych na działach (karabinach maszynowych) lub na elementach konstrukcyjnych obiektu, związanych bezpośrednio z działem (karabinem maszynowym).

Badaniom odporności na uderu poddaje się urządzenia, które przy działaniu uderów wielokrotnych zgodnie z ZT powinny spełniać swoje funkcje.



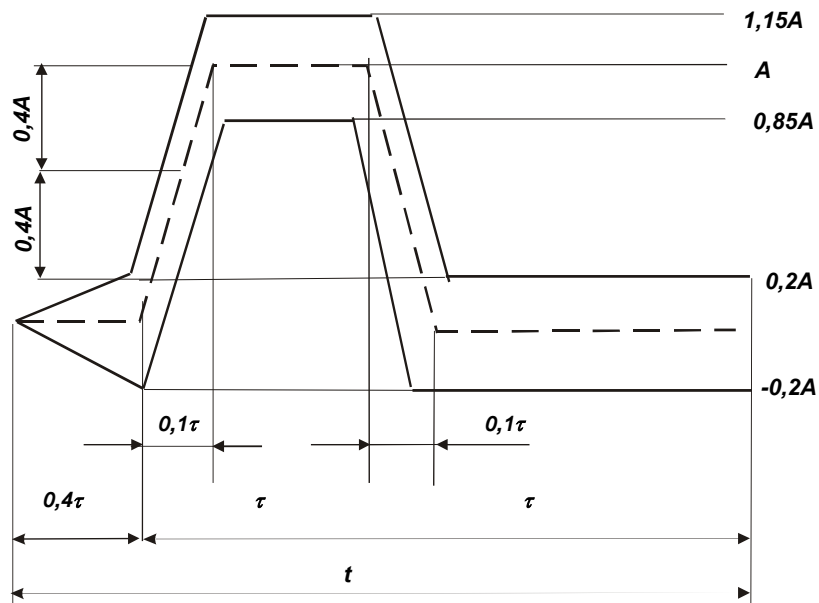
A - amplituda przyspieszenia;  $\tau$  - czas trwania impulsu uderu;  
t - minimalny czas, w którym sprawdza się impuls

**Rysunek 1 - Półsinusoidalny impuls przyspieszenia uderu mechanicznego**



A - amplituda przyspieszenia;  $\tau$  - czas trwania impulsu uderu;  
 t - minimalny czas, w którym sprawdza się impuls

**Rysunek 2 - Trójkątny (piłokształtny) impuls przyspieszenia uderu mechanicznego**



A - amplituda przyspieszenia;  $\tau$  - czas trwania impulsu uderu;  
 t - minimalny czas, w którym sprawdza się impuls

**Rysunek 3 - Trapezoidalny impuls przyspieszenia uderu mechanicznego**

**2.5.3** Urządzenia należy poddać działaniu co najmniej 20 uderów w każdym kierunku, jeżeli w PB i WT nie podano większej liczby uderów. Badanie to może być wykonywane łącznie z badaniem wytrzymałości na uduary wielokrotne.

**2.5.4** Częstość powtarzania uderów powinna umożliwiać kontrolę sprawdzanych parametrów i nie powinna przekraczać 80 uderów na minutę.

**2.5.5** Urządzenia amortyzowane grup od N.7 do N.9 należy poddać dodatkowo badaniom w położeniu eksploatacyjnym przy szczytowym przyspieszeniu uderu  $50 \text{ m/s}^2$  i czasie trwania impulsu uderu od 40 ms do 60 ms. Liczba uderów nie powinna być mniejsza niż 10.

**2.5.6** Dla urządzeń grup wykonania M.1.3, M.3 i M.5.1 można nie wykonywać badania odporności na wielokrotne uduary mechaniczne, jeżeli bada się ich wytrzymałość i odporność na jednokrotne uduary mechaniczne.

**2.5.7** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.17.

## 2.6 Badanie odporności na drgania akustyczne

**2.6.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy podczas oddziaływania wibracji akustycznych urządzenie jest zdolne do spełniania swej funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości, podanych w PB i WT.

**2.6.2** Urządzenie należy badać w stanie włączonym przy wartościach narażeń podanych w tablicy 6. Badanie oddziaływania wibracji akustycznych można wykonywać na obiekcie.

**Tablica 6 - Wymagane wartości narażeń podczas badania odporności na drgania akustyczne**

Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń wg NO-06-A103	Zakres częstotliwości	Sumaryczny poziom ciśnienia akustycznego
	Hz	dB
od N.6 do N.9; od N.10 do N.13; N.14; M.1.2 <sup>a)</sup> ; M.1.3 <sup>a)</sup> ; M.2.2 <sup>a)</sup> ; M.3 <sup>a)</sup> ; M.2.1 <sup>a)</sup> ; M.4.2 <sup>a)</sup> ; M.5.2 <sup>a)</sup> ; od R.1.1 do R.1.3; od R.2.1 do R.2.3; od R.3.1 do R.3.3; od R.4 do R.6; T.1; od T.5 do T.7; T.2; T.3; T.4;.	od 50 do 10 000	130 135 100 130 130 140 160 160 170 150 160 170
Dla grup urządzeń i grup wykonania urządzeń oznaczonych <sup>a)</sup> , poziom ciśnienia akustycznego przyjmuje się zgodnie z wymaganiami podanymi w ZT.		

**2.6.3** Urządzenie należy umieścić w komorze akustycznej w położeniu eksploatacyjnym w taki sposób, aby wszystkie jego zewnętrzne powierzchnie były poddane działaniu wibracji akustycznych.

Urządzenia grup wykonania od R.1.1 do R.1.3, od R.2.1 do R.2.3, od R.3.1 do R.3.3 należy poddać badaniom na działanie wibracji akustycznych, umieszczając je w miejscach (przedziałach), w których są one instalowane podczas eksploatacji.

**2.6.4** Nierównomierność poziomu ciśnienia akustycznego w miejscu przewidywanego umieszczenia urządzenia w komorze nie powinna przekraczać  $\pm 6$  dB.

**2.6.5** Urządzenia należy poddać oddziaływaniu szerokopasmowych wibracji akustycznych lub jednotonalnych wibracji akustycznych o zmieniającej się częstotliwości.

**2.6.6** Badanie oddziaływania wibracji akustycznych należy wykonać w zakresie częstotliwości od 50 Hz do 10 000 Hz przy sumarycznym poziomie ciśnienia akustycznego, podanym w tablicy 6.

Przy pomiarach z zastosowaniem filtra tercjowego poziom ciśnienia akustycznego w zakresie częstotliwości od 200 Hz do 1 000 Hz można przyjmować o 10 dB niższy niż podany w tablicy 6, a przy częstotliwościach poniżej 200 Hz i powyżej 1 000 Hz można go zmniejszyć o 6 dB na oktawę w stosunku do poziomu przy częstotliwości 1 000 Hz, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

**2.6.7** Dopuszcza się wykonywanie badań przy oddziaływaniu jednotonalnych wibracji akustycznych o zmieniającej się częstotliwości w zakresie od 125 Hz do 1 000 Hz. Wtedy w zakresie częstotliwości od 200 Hz do 1 000 Hz poziom ciśnienia akustycznego przyjmuje się o 10 dB niższy od wartości podanych w tablicy 6. Przy częstotliwościach poniżej 200 Hz i powyżej 1 000 Hz, ciśnienie obniża się o 6 dB na oktawę w stosunku do poziomu przy częstotliwości 1 000 Hz.

**2.6.8** Czas oddziaływania wibracji akustycznych powinien wynosić 5 min, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

Dla urządzeń grup wykonania od R.1.1 do R.1.3, od R. 2.1 do R.2.3, od R.3.1 do R.3.3 czas oddziaływania wibracji akustycznych nie powinien być krótszy od czasu wykonywania zadania bojowego.

**2.6.9** Dla urządzeń, które nie mają elementów wrażliwych na drgania akustyczne, można nie wykonywać badań przy poziomie ciśnienia akustycznego 130 dB i mniejszym.

**2.6.10** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.17.

## **2.7 Badanie wytrzymałości na drgania sinusoidalne**

**2.7.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może przeciwstawić się niszcącemu działaniu wibracji oraz czy jest zdolne po oddziaływaniu wibracji do spełniania swej funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości podanych w PB i WT.

**2.7.2** Badanie należy wykonać jedną z następujących metod:

- cyklicznie zmiennej częstotliwości;
- ustalonych częstotliwości.

**2.7.3** Badanie wytrzymałości na wibrację metodą cyklicznie zmiennej częstotliwości wykonuje się poprzez ciągłą zmianę częstotliwości wibracji od dolnej wartości do górnej i odwrotnie.

W razie konieczności można dzielić zakres częstotliwości na podzakresy, zachowując amplitudę przyspieszenia lub przemieszczenia. Zmiany częstotliwości w zakresie lub podzakresie należy wykonywać oktawowo z prędkością nie większą niż jedna oktawa na minutę.

Stosunek czasu badania w każdym podzakresie częstotliwości do czasu badania w całym zakresie częstotliwości powinien być równy stosunkowi liczby pasm tercjowych w podzakresie do liczby pasm tercjowych w całym zakresie.

**2.7.4** Badanie wytrzymałości na wibrację metodą ustalonych częstotliwości, w odróżnieniu od metody cyklicznie zmiennej częstotliwości, wykonuje się przy zmianie wibracji w jednym kierunku od górnej częstotliwości do dolnej, z zatrzymywaniem się na skrajnej dolnej częstotliwości każdego podzakresu tercjowego. W tym celu cały zakres częstotliwości dzieli się na podzakresy tercjowe.

W granicach każdego podzakresu częstotliwości płynnie zmienia się częstotliwość w czasie nie krótszym niż 1 min, po czym poddaje się urządzenie wibracjom o dolnej częstotliwości każdego podzakresu.

Czas narażania (przetrzymania) w każdym tercjowym podzakresie wynika z podzielenia całkowitego czasu badania w całym zakresie częstotliwości przez liczbę tercjowych podzakresów w nim zawartych.

**2.7.5** Dopuszcza się jednoczesne wytwarzanie wibracji o kilku ustalonych częstotliwościach. W tym przypadku, po uzgodnieniu z zamawiającym, czas badania może być skrócony.

**2.7.6** Czasy oddziaływania wibracji podane w tablicy 7, odnoszą się do pierwszego sposobu badania podanego w 2.1.10. Dla trzeciego sposobu czas wynosi 1/3, a dla drugiego sposobu 2/3 wymaganego czasu badań.

**2.7.7** Urządzenia grup wykonania i grup od M.1.1 do M.1.4, od M.2.1 do M.2.3, M.4.1, M.4.2, M.5.1, M.5.2, M.6 w zakresie częstotliwości od 0,7 do 1,4 częstotliwości rezonansowej amortyzatorów bada się bez amortyzatorów przy wartościach narażeń podanych w tablicy 7.

**Tablica 7 - Wymagane wartości narażeń podczas badania wytrzymałości na wibrację sinusoidalną**

Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń wg NO-06-A103	Zakres częstotliwości	Częstotliwość przejścia	Amplituda przemieszczenia	Amplituda przyspieszenia	Całkowity czas oddziaływania wzdłuż trzech osi
	Hz	Hz	mm	m/s <sup>2</sup>	h
1	2	3	4	5	6
N.8; N.9; N.12; N.13	od 5 do 500	25	2,0	50	30
N.7 <sup>a)</sup>	od 5 do 300	25	2,0	50	30
	od 5 do 200	32	0,5	20	30
N.10 <sup>a)</sup> N.11 <sup>a)</sup>	od 5 do 500	39	0,5	30	30
	od 5 do 39	-	1,0	-	-
	od 39 do 500	-	-	60	30
	od 5 do 500	32	2,5	100	30
N.6; N.14	od 5 do 80	22	2,0	40	18
M.1 <sup>a)</sup>  M.4.1 <sup>a)</sup>	od 5 do 60	10	2,5	-	6
		18	1,0	-	-
		32	0,5	20	-
		22	1,0	-	6
	od 5 do 35	22	0,5	10	-
M.5.1	od 5 do 60	10	2,5	-	-
		18	1,0	-	6
		32	0,5	20	-
M.2	od 5 do 200	15	2,5	-	6
		22	1,0	-	-
		32	0,5	20	-
M.3; M.4.2; M.5.2	od 5 do 500	22	2,5	-	6
		36	1,0	-	-
		50	0,5	50	-

**Tablica 7 (ciąg dalszy)**

1	2	3	4	5	6
R.1.1	od 10 do 30	-	-	10	4
	od 30 do 50	-	-	15	4
	od 50 do 100	-	-	25	4
	od 100 do 200	-	-	30	4
	od 200 do 300	-	-	40	4
	od 300 do 500	-	-	50	2
R.1.2; R.1.3	od 10 do 30	-	-	10	4
	od 30 do 50	-	-	12	4
	od 50 do 100	-	-	20	4
	od 100 do 200	-	-	25	4
	od 200 do 300	-	-	30	4
	od 300 do 500	-	-	40	2
R.2.1	od 10 do 30	-	-	10	6
	od 30 do 50	-	-	10	6
	od 50 do 100	-	-	20	6
	od 100 do 200	-	-	30	6
	od 200 do 300	-	-	35	6
R.2.2; R.2.3	od 10 do 30	-	-	8	6
	od 30 do 50	-	-	10	6
	od 50 do 100	-	-	15	6
	od 100 do 200	-	-	25	6
	od 200 do 300	-	-	30	6
R.3.1	od 10 do 30	-	-	30	25
	od 30 do 50	-	-	20	15
	od 50 do 100	-	-	10	5
R.3.2; R.3.3	od 10 do 30	-	-	25	25
	od 30 do 50	-	-	15	15
	od 50 do 100	-	-	10	6

Dla grup urządzeń i grup wykonania urządzeń oznaczonych <sup>a)</sup>, rodzaj badania wybiera się stosownie do amplitud przyspieszenia i przemieszczenia ustalonych w ZT zgodnie z wymaganiami NO-06-103.

Przy częstotliwościach powyżej częstotliwości przejścia utrzymuje się podaną amplitudę przyspieszenia. Przy częstotliwościach poniżej częstotliwości przejścia utrzymuje się podaną amplitudę przyspieszenia lub amplitudę przemieszczenia.

Dla urządzeń grup wykonania od R.1.1 do R.1.3; od R.2.1 do R.2.3; od R.3.1 do R.3.3 amplituda przyspieszenia podczas badania w kierunku wzdłużnym powinna wynosić 70% podanej w tabeli 7. Całkowity czas badania dzieli się: wzdłuż osi pionowej - 17,8 %, wzdłuż osi poprzecznej - 10,7 %, wzdłuż osi podłużnej - 71,5 %.

**2.7.8** Dopuszcza się badanie urządzeń grup wykonania i grup od M.1.1 do M.1.3, od M.2.1 do M.2.3, od M.4.1 do M.4.2, M.5.1, M.6 w zakresie częstotliwości od 0,7 do 1,4 częstotliwości rezonansowej amortyzatorów bez zdejmowania (odłączenia) amortyzatorów.

Wymagane wartości narażeń w czasie badań, podane w tabeli 7, należy sprawdzać na urządzeniu. Położenie punktu kontrolnego na urządzeniu należy podać w PB i WT.

**2.7.9** W przypadku wystąpienia drgań rezonansowych urządzenia na amortyzatorach dopuszcza się, wyjąwszy urządzenia klasy M, dwukrotne zmniejszenie amplitudy przyspieszenia lub przemieszczenia stołu wstrząsarki w zakresie od 0,7 do 1,4 częstotliwości rezonansowej.

**2.7.10** Całkowity czas badania urządzeń, nie będących stałym wyposażeniem pokładowym nosiciela lub urządzeń przeznaczonych do instalowania w wyrobach lub wyposażeniu, które nie są stałym wyposażeniem pokładowym nosiciela (miny, boje i inne), należy podać w PB i WT.

**2.7.11** Wytrzymałość urządzeń grupy N,6 należy badać według wartości narażeń podanych dla grupy N.7.

**2.7.12** W przypadku nie występowania rezonansów nie amortyzowanych urządzeń, przy częstotliwościach poniżej 40 Hz, badania wytrzymałości na drgania można wykonywać począwszy od 15 Hz do 20 Hz.

**2.7.13** Dopuszcza się skracanie czasu badań oddziaływania wibracji sinusoidalnych, jeżeli zwiększy się amplitudę przyspieszenia w porównaniu z wartościami podanymi w tablicy 7.

Czas badania (t) w minutach, dla wybranej wartości przyspieszenia wylicza się według ze wzoru:

$$t = \left(\frac{I_o}{I}\right)^n t_o \quad (1)$$

w którym:

$I$  - amplituda przyspieszenia, zwiększona w porównaniu z przyjętą w PB i WT;

$I_o$  - amplituda przyspieszenia podana w PB i WT;

$t_o$  - czas badania, podany w PB i WT;

$n$  - wykładnik potęgi, ustalony na podstawie informacji o własnościach urządzenia i dopuszczalnych granicach amplitudy przyspieszenia; w przypadku braku niezbędnych informacji wykładnik potęgi  $n$  może być równy 2.

Amplitudę przyspieszenia wolno zwiększać do takich wartości, które nie prowadzą do jakościowo innych uszkodzeń w porównaniu z uszkodzeniami powstającymi podczas badań przy wartościach według PB i WT.

**2.7.14** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.18 .

## **2.8 Badanie odporności całkowitej na szerokopasmowe drgania losowe**

**2.8.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może przeciwstawić się niszcącemu działaniu wibracji oraz czy jest zdolne do spełniania swej funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości podanych w PB zarówno podczas, jak i po oddziaływaniu wibracji symulujących stany startu i lądowania samolotów-nosicieli, jazdę na pojazdach naziemnych oraz wspólny lot z samolotem-nosicielem.

Zastosowanie właściwej metody określa się w PB i WT.

**2.8.2** Urządzenie należy badać się w stanie włączonym, jeśli w PB i WT nie podano inaczej, przy wartościach narażeń podanych w tablicy 8.

**Tablica 8 - Wymagane wartości narażeń podczas badania odporności całkowitej na szerokopasmowe drgania losowe, symulujące stany startu i lądowania, wspólny lot z samolotem-nosicielem i jazdę na pojazdach naziemnych**

Grupy wykonania urządzeń wg NO-06-A103	Podzakres częstotliwości	Gęstość widmowa vibracji w podzakresie	Średnia kwadratowa wartość sumarycznego przyspieszenia	Czas
	Hz	$m^2/Hz \cdot s^4$	$m/s^2$	h
1	2	3	4	5
R.1.1	od 5 do 50 od 50 do 300 od 300 do 500	3,70 1,77 2,50	34	20
R.1.2; R.1.3	od 5 do 50 od 50 do 300 od 300 do 500	1,41 0,68 0,95	21	20
R. 2.1	od 5 do 50 od 50 do 300	1,14 0,067	8,5	30
R.2.2; R.2.3	od 5 do 50 od 50 do 300	0,4 0,024	5	30
R.3.1	od 5 do 20 od 20 do 50 od 50 do 100	6,92 1,73 0,34	13,5	45
R.3.2; R.3.3	od 5 do 20 od 20 do 50 od 50 do 100	3,08 0,77 0,15	9	45
<p>Średnia kwadratowa wartość sumarycznego przyspieszenia podczas badania w kierunku pionowym i poprzecznym jest równa podanej w tablicy 8, a w kierunku wzdłużnym 0,7 wartości podanej w tablicy 8.</p> <p>Czas badania w kierunku pionowym, poprzecznym i wzdłużnym jest odpowiednio równy 0,5; 0,3 i 0,2 czasu podanego w tablicy 8.</p>				

**2.8.3** Metodę generacji szerokopasmowych vibracji losowych określić według normy.

**2.8.4** Dopuszcza się badanie urządzeń przy wartościach ustalonych na podstawie pomiarów z eksploatacji, w zależności od szczególnych właściwości konstrukcyjnych obiektu-nosiciela urządzenia.

**2.8.5** Dopuszcza się zamianę badania odporności całkowitej na działanie szerokopasmowych vibracji losowych przez badanie odporności całkowitej na działanie vibracji sinusoidalnych przy wartościach narażeń podanych w tablicy 7.

**2.8.6** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.19.



## 2.9 Badanie wytrzymałości na wielokrotne uduary mechaniczne

**2.9.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może przeciwstawić się niszcącemu działaniu uduarów wielokrotnych oraz czy jest zdolne po działaniu uduarów wielokrotnych do spełniania swych funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości podanych w PB i WT.

**2.9.2** Urządzenie należy badać w stanie włączonym, jeżeli w PB i WT nie postanowiono inaczej, przy wartościach narażeń podanych w tablicy 9 i 10. Kształt impulsów uduarów powinien być półsinusoidalny (rysunek 1) z dopuszczalnymi odchyłkami od wartości znamionowych  $\pm 20\%$ .

Wymaganą liczbę uduarów należy rozdzielić równo na wszystkie trzy wzajemnie prostopadłe kierunki dla każdej wartości przyspieszenia.

Częstość powtarzania uduarów nie powinna być większa od 120 na minutę.

**Tablica 9 - Wymagane wartości narażeń podczas badania wytrzymałości na wielokrotne uduary mechaniczne**

Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń wg NO-06-A103	Szczytowe przyspieszenia	Czas trwania impulsu uduaru		Całkowita liczba uduarów w trzech kierunkach
		dopuszczalny	zalecany	
	m/s <sup>2</sup>	ms		
N.7 <sup>a)</sup>	100	od 5 do 10	6	100 000
	150	od 5 do 10	6	100 000
N.10 <sup>a)</sup>	200	od 5 do 15	11	10 000
N.11 <sup>a)</sup>	1 500	od 1 do 5	3	600
N.13 <sup>a)</sup> , N.12 <sup>a)</sup> , M.2.2	150	od 5 do 15	11	10 000
	1 500	od 1 do 5	3	600
M.1.3 <sup>b)</sup> ; M.2.2 <sup>b)</sup> ;	1 500	od 1 do 5	6	600
M.2.1; M.2.3; M.3 <sup>b)</sup> ;	150	od 5 do 10	6	600
M.4.2; M.5.2	60	od 5 do 20	16	600
<p>Dla grup urządzeń i grupy wykonania urządzeń oznaczonych <sup>a)</sup> szczytowe przyspieszenie uduaru dobiera się spośród powyższych wartości zgodnie z wymaganiami NO-06-A103 oraz ZT.</p> <p>Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń oznaczonych <sup>b)</sup>, odnoszą się do urządzeń instalowanych na działach (karabinach maszynowych) lub na elementach konstrukcyjnych obiektu bezpośrednio związanych z działem (karabinem maszynowym)</p>				

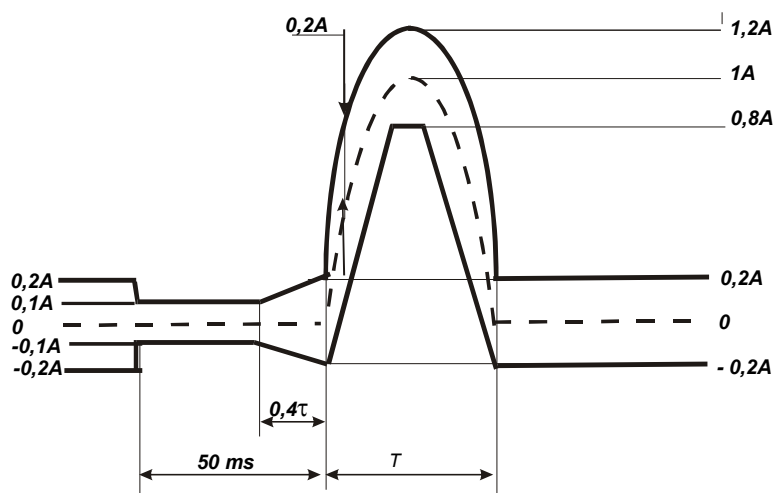
**Tablica 10 - Wymagane wartości narażeń podczas badania wytrzymałości urządzeń grup od R. 1 do R.3 na udy wielokrotne**

Grupa wykonania urządzeń wg NO-06-A103	Liczba uderzeń przy podanym przyspieszeniu oraz czas trwania impulsu uderu							m/s <sup>2</sup> oraz ms		Całkowita liczba uderzeń
	300 od 5 do 10	200 od 5 do 10	150 od 10 do 20	120 od 10 do 20	100 od 10 do 20	80 od 20 do 30	60 od 20 do 30	40 od 20 do 30	30 od 20 do 30	
R.1	20	500	-	1 000	1 680	-	6 800	-	-	10 000
R.1.2	-	400	-	800	2 000	-	6 800	-	-	10 000
R.1.3	-	-	-	400	-	800	2 000	6 800	-	10 000
R.2.1	-	-	-	-	-	300	2 700	7 000	-	10 000
R.2.2	-	-	-	-	-	-	3 000	7 000	-	10 000
R.2.3	-	-	-	-	-	-	-	3 000	7 000	10 000
R.3.1	-	-	500	1 100	-	15 400	-	23 000	-	40 000
R.3.2	-	-	-	1 600	-	11 400	-	27 000	-	40 000
R.3.3	-	-	-	-	1 600	-	11 400	27 000	-	40 000

Dla urządzeń klasy R szczytowe przyspieszenie uderu jeśli nie przekracza 40 m/s<sup>2</sup>, jest jednakowe dla wszystkich trzech wzajemnie prostopadłych kierunków. Dla szczytowego przyspieszenia uderu większego od 40 m/s<sup>2</sup> wymagane wartości probiercze w kierunku pionowym powinny być zgodne z podanymi w tablicy 10. W kierunku poprzecznym wymagane wartości probiercze wynoszą 80 %, a w kierunku wzdłużnym 50 % wartości podanych w tablicy 10.

Liczba uderzeń w kierunkach pionowym, poprzecznym i wzdłużnym powinna wynosić odpowiednio 50 %, 30 % i 20 % wartości podanej w tablicy 10.

W celu zbadania wpływu transportu na urządzenie w zestawie obiektu, podczas oddziaływania uderów urządzenia mocuje się do stołu wstrząsarki uderowej, zgodnie z wymaganiami 2.1.2 i 2.1.3.



A - amplituda przyspieszenia;  $\tau$  - czas trwania impulsu

**Rysunek 4 - Półsinusoidalny impuls przyspieszenia uderu wielokrotnego**

**2.9.3** Dla urządzeń nie amortyzowanych, w których nie występują rezonanse przy częstotliwościach do 40 Hz, można nie badać wytrzymałości na działanie ударów wielokrotnych o czasie trwania impulsu udaru nie dłuższym niż 15 ms i szczytowej wartości przyspieszenia udaru mniejszej lub równej wartości wymaganej podczas badania wytrzymałości na drgania.

**2.9.4** Urządzeń grup wykonania i grup M.1.3 i M.3 można nie poddawać badaniom wytrzymałości na działanie wielokrotnych ударów mechanicznych, jeżeli jest badana wytrzymałość tych urządzeń podczas transportu.

**2.9.5** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.18.

## 2.10 Badanie wytrzymałości i odporności całkowitej na transport

**2.10.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może przeciwstawić się niszcącemu działaniu narażeń mechanicznych, występujących w czasie transportu środkami dowolnego rodzaju na odległości podane w PB i WT, w opakowaniu transportowym lub w zestawie obiektu oraz, czy jest zdolne do spełniania swych funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości podanych w PB i WT, po lub podczas oddziaływania narażeń mechanicznych, występujących podczas transportu, jeśli w PB i WT nie postanowiono inaczej.

**2.10.2** Jeżeli urządzenie jest przewożone samochodami, koleją, wodnymi i powietrznymi środkami transportowymi, to można je badać na oddziaływanie narażeń mechanicznych właściwych tylko transportowi samochodowemu i kolejowemu.

**2.10.3** Wytrzymałość na narażenia mechaniczne, właściwe dla warunków transportu urządzenia w opakowaniu, należy badać przy oddziaływaniu wielokrotnych ударów mechanicznych o wartościach probierczych podanych w tablicy 11 (dla warunków trudnych) lub w tablicy 11a (dla warunków średnich i dobrych) w zależności od wymagań podanych w PB i WT. Badanie wytrzymałości na narażenia mechaniczne, dla warunków transportu w zestawie obiektu, wykonuje się przy wartościach probierczych podanych w tablicy 12.

Urządzenia klasy R należy badać na narażenia ударowe przy wartościach, podanych w tablicy 12, w opakowaniu; na narażenia wibracyjne należy badać metodą szerokopasmowych wibracji losowych, przy wartościach podanych w tablicy 13 lub stosując zamiast szerokopasmowych wibracji losowych, drgania sinusoidalne o cyklicznie zmiennej częstotliwości, bądź drgania sinusoidalne o ustalonych częstotliwościach przy wartościach narażeń podanych w tablicy 14. Jeżeli wymagane wartości narażeń podczas badania wytrzymałości na drgania, podane w tablicy 7 lub 8 nie są mniejsze od wartości narażeń podanych w tablicy 13 i 14, to badanie wytrzymałości na transport dla urządzenia, przewożonego tylko w zestawie obiektu, można ograniczyć do badania na narażenia ударowe przy wartościach podanych w tablicy 12.

Czas badań wibracyjnych należy podać w PB i WT.

**Tablica 11 - Wymagane wartości narażeń podczas badania wpływu transportu na opakowane urządzenia klas N, M, S, T i ich ZCZ**

Masa urządzenia	Szczytowe przyspieszenie udaru	Dopuszczalny czas trwania impulsu udaru	Zalecany czas trwania impulsu udaru	Całkowita liczba ударów wzdłuż trzech kierunków
kg	m/s <sup>-2</sup>	ms	ms	
1	2	3	4	5
Do 50 włącznie	750 150 100	od 1 do 5 od 5 do 10 od 5 do 10	3 6 6	2 000 20 000 88 000
Powyżej 50 do 75 włącznie	500 150 100	od 1 do 5 od 5 do 10 od 5 do 10	3 6 6	2 000 20 000 88 000

**Tablica 11 (ciąg dalszy)**

1	2	3	4	5
Powyżej 75 do 200 włącznie	200 150 100	od 5 do 10 od 5 do 10 od 5 do 10	6 6 6	2 000 20 000 88 000
<p>Badania wykonuje się począwszy od największego szczytowego przyspieszenia uderu, a kończy na najmniejszym.</p> <p>Nie poddaje się badaniom przy przyspieszeniach <math>750 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}</math>, <math>500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}</math>, <math>200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}</math> opakowań wraz z urządzeniami, dla których w WT przewidziano mocowanie do nadwozia środka transportowego.</p> <p>Badaniom przy przyspieszeniu <math>100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}</math> poddaje się urządzenia grupy N.6 w opakowaniu.</p>				

**Tablica 11a - Wymagane wartości narażeń podczas badania wytrzymałości w średnich i dobrych warunkach transportu**

Masa opakowanego urządzenia,	Szczytowe przyspieszenie uderu,	Czas trwania impulsu uderu,	Liczba uderów dla transportu		Częstość uderów na minutę
			dobrych	średnich	
kg	m/s <sup>2</sup>	ms			
Przy narażeniach pionowych					
Do 50 włącznie	750 <sup>a)</sup>	od 1 do 5	40	200	od 40 do 80
	150	od 5 do 10	400	2 000	200
	100	od 5 do 10	2 000	8 800	200
Powyżej 50 do 75 włącznie	500 <sup>a)</sup>	od 1 do 5	40	200	od 40 do 80
	150	od 5 do 10	400	2 000	200
	100	od 5 do 10	2 000	8 800	200
Powyżej 75 do 200 włącznie	200 <sup>1)</sup>	od 5 do 10	40	200	od 40 do 80
	150	od 5 do 10	400	2 000	200
	100	od 5 do 10	2 000	8 800	200
Przy narażeniach poziomych wzdłużnych					
Do 200 włącznie	120	od 2 do 15	40	200	200
Przy narażeniach poziomych poprzecznych					
Do 200 włącznie	120	od 2 do 15	40	200	200
a) Badań nie wykonuje się, jeżeli zgodnie z WT przewiduje się mocowanie opakowanego urządzenia do nadwozia środka transportu.					

**Tablica 12 - Wymagane wartości narażeń podczas badania wytrzymałości na narażenia mechaniczne, właściwe dla transportu w zestawie obiektu**

Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń wg NO-06-A103	Szczytowe przyspieszenie uderu	Dopuszczalny czas trwania impulsu uderu	Zalecany czas trwania impulsu uderu	Całkowita liczba uderów wzdłuż trzech kierunków
	m/s <sup>2</sup>	ms	ms	
1	2	3	4	5
N.7	100 150	od 5 do 10 od 5 do 10	6 6	100 000 10 000
N.8; N.9; N.12; N.13	150	od 5 do 10	6	100 000
N.14	1 000 150	od 1 do 5 od 5 do 10	1 6	4 000 106 000
od R.1.1 do R.3.	100 60 40	od 10 do 15 od 15 do 20 od 20 do 30	11 16 25	1 000 6 000 13 000
od R.4 do R.6	60 40	od 20 do 30 od 20 do 30	25 25	13 000 2 700

W celu zbadania wytrzymałości i odporności całkowitej na narażenia mechaniczne, właściwe dla transportu w zestawie obiektu, urządzenie mocuje się do stołu wstrząsarki uderowej zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.1.2 i 2.2.3.

**Tablica 13 - Wymagane wartości narażeń podczas badania wytrzymałości poprzez symulacje wpływu transportu za pomocą oddziaływania szerokopasmowych wibracji losowych**

Rodzaj drogi	Średnia kwadratowa wartość przyspieszenia w paśmie częstotliwości od 2 Hz · m · s <sup>-2</sup> do 60 Hz · m · s <sup>-2</sup>	Rozkład wariancji w pasmach częstotliwości, Hz				Wartość gęstości widmowej w podzakresie częstotliwości, Hz			
		%				m <sup>2</sup> /Hz·s <sup>4</sup>			
		od 2 do 10	od 10 do 20	od 20 do 40	od 40 do 60	od 2 do 10	od 10 do 20	od 20 do 40	od 40 do 60
Kolej żelazna	4,5	45	25	20	10	1,077	0,481	0,190	0,096
O twardej równej nawierzchni	4	35	25	25	15	0,673	0,385	0,190	0,115
Gruntowa	5	35	25	25	15	1,049	0,601	0,300	0,180
O nawierzchni brukowej	6	35	25	25	15	1,51	0,866	0,433	0,260

Czas badania należy ustalić w PB i WT.

**Tablica 14 - Wymagane wartości narażeń podczas badania wytrzymałości poprzez symulację transportu za pomocą wibracji sinusoidalnych**

Zakres częstotliwości, Hz	Jazda koleją z prędkością od 60 do 80 km/h		Jazda po drodze o nawierzchni brukowanej z prędkością od 20 do 40 km/h		Jazda po drodze gruntowej z prędkością od 40 do 60 km/h		Jazda po drodze o utwardzonej nawierzchni z prędkością od 40 do 60 km/h	
	Amplituda przyspiesze- nia	Liczba cykli zmian częstotliwości na 1 km	Amplituda przyspiesze- nia	Liczba cykli zmian częstotliwości na 1 km	Amplituda przyspiesze- nia	Liczba cykli zmian częstotliwości na 1 km	Amplituda przyspiesze- nia	Liczba cykli zmian częstotliwości na 1 km
	m/s <sup>2</sup>		m/s <sup>2</sup>		m/s <sup>2</sup>		m/s <sup>2</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
od 2 do 10	13	10	24	35	20	20	16	20
od 10 do 20	10	60	18	220	15	100	12	100
od 20 do 40	8	220	12	850	10	430	8	430
od 40 do 60	4	190	6	700	5	350	4	300

Czas badania należy podać w PB i WT.

**2.10.4** Przy badaniu urządzeń klas N, S, R, T dopuszcza się symulowanie przewozu samochodem w opakowaniu za pomocą standardowych stanowisk symulujących transport. Metodę badań należy określić na podstawie norm.

**2.10.5** Dopuszcza się badanie urządzeń bezpośrednio podczas przewożenia środkiem transportu odpowiedniego rodzaju po specjalnych trasach doświadczalnych lub trasach najbardziej charakterystycznych dla środka transportu konkretnego rodzaju według metod i przy wartościach narażeń podanych w NO-06-A106 (załącznik F(informacyjny)).

**2.10.6** Urządzenie przewidziane do transportu w opakowaniu, należy badać w stosownym opakowaniu w stanie wyłączonym.

**2.10.7** Badanie wpływu transportu na urządzenie w zestawie obiektu należy wykonać w stanie włączonym lub wyłączonym urządzenia, co należy podać w PB i WT.

**2.10.8** Częstość powtarzania uderów nie powinna przekraczać 120 uderów na minutę.

**2.10.9** Liczbę uderów, podaną w tablicy 11 i 12 dla każdej wartości szczytowego przyspieszenia uderu, należy podzielić w czasie badań równomiernie kolejno na trzy wzajemnie prostopadłe kierunki, jeżeli w PB i WT nie podano inaczej.

**2.10.10** Dla urządzeń, dla których w ZT oraz WT ograniczono odległości przewożenia, dopuszcza się zmniejszanie liczby uderów do wartości podanych w tablicy 15.

**Tablica 15 - Zależność liczby uderzeń od odległości transportu**

<b>Odległość</b>	<b>Liczba uderzeń</b>
km	
1 000	3 000
2 000	5 000
10 000	15 000
20 000	30 000

**2.10.11** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.18 lub 2.1.19.

## **2.11 Badanie wytrzymałości na spadek**

**2.11.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie grupy N.14 oraz innych grup urządzeń i grup wykonania urządzeń, jeżeli to podano w ZT (ZTT), mogą przeciwstawić się niszczącemu działaniu swobodnego spadku i zderzenia z twardymi powierzchniami oraz, czy są zdolne do spełniania swej funkcji i zachowania parametrów, w granicach dopuszczalnych wartości podanych w PB i WT, po tym spadku i zderzeniu.

**2.11.2** Urządzenia należy poddać badaniu w stanie wyłączonym w takiej postaci, w jakiej są przenoszone lub transportowane, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

**2.11.3** Badania należy wykonać się przy swobodnym spadku urządzenia na krawędzie, żebra i naroża tak, aby liczba uderzeń przypadająca na krawędzie była równa 6, na żebra równa 3, na naroża równa 2, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

**2.11.4** Urządzenia o masie do 10 kg należy zrzucić z wysokości 750 mm, a o masie ponad 10 kg z wysokości 500 mm, jeżeli w PB i WT nie podano inaczej.

Jako wysokość spadku należy przyjąć odległość od płaszczyzny, na którą badane urządzenie pada (płyta probiercza), do najbliższego tej płaszczyźnie punktu badanego urządzenia w jego położeniu przed spadkiem.

**2.11.5** Płyty probiercze powinny być równe, twarde i sztywne. Minimalna masa płyty powinna być co najmniej 10-krotnie większa od masy badanego urządzenia.

Płyta probiercza powinna być z betonu o grubości nie mniejszej niż 100 mm lub ze stali o grubości nie mniejszej niż 16 mm, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

Dopuszcza się wykonywanie badań na płycie pokrytej wołokiem o grubości 15 mm, jeśli jest to podane w PB i WT.

**2.11.6** Kąt zetknięcia się urządzenia z płytą probierczą w chwili zderzenia nie podlega sprawdzeniu.

**2.11.7** Jeżeli w PB i WT brak jest odpowiednich wskazań, urządzenie należy badać bez opakowania lub w opakowaniu, jeśli jest ono nieodłączną częścią urządzenia.

**2.11.8** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.18.

## 2.12 Badanie wytrzymałości na drgania sinusoidalne o jednej częstotliwości

**2.12.1** Badania wykonuje się w celu wykrycia znaczących wad technologicznych, powstałych podczas wykonywania urządzeń.

**2.12.2** Urządzenie należy mocować sztywno do stołu wstrząsarki w położeniu eksploatacyjnym, a istniejące amortyzatory należy zdjąć lub odłączyć.

**2.12.3** Badanie należy wykonać przy jednej z częstotliwości leżących w przedziale od 20 Hz do 30 Hz, przy amplitudzie przyspieszenia  $20 \text{ m/s}^2$ . Czas badania wynosi 30 min. Niedopuszczalne jest wykonywanie badania przy częstotliwości rezonansowej.

**2.12.4** Urządzenie należy badać w stanie wyłączonym, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

**2.12.5** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.18.

## 2.13 Badanie wytrzymałości i/lub odporności na pojedyncze udary

**2.13.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może przeciwstawić się niszczącemu działaniu pojedynczych uderzeń oraz czy jest zdolne do spełniania swej funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości, podanych w PB i WT, po i/lub podczas oddziaływania pojedynczych uderzeń, co powinno być podane w PB i WT.

**2.13.2** Urządzenia należy badać przy wartościach narażeń podanych w tablicy 16, w stanie wyłączonym lub włączonym co należy podać w PB i WT. Liczbę uderzeń należy podać w PB i WT.

Wymagane wartości narażeń podczas badania urządzeń klasy N należy podać w PB i WT.

**Tablica 16 - Wymagane wartości narażeń podczas badania odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności na pojedyncze udary**

Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń wg NO-06-A103	Szczytowe przyspieszenia udaru	Czas trwania impulsu udaru,	
		dopuszczalny	zalecany
	$\text{m/s}^2$	ms	
1	2	3	4
N.6 <sup>a)</sup>	750 500 200	od 1 do 5	3
N.10 <sup>a)</sup>	30 000 5 000	od 0,2 do 0,5 od 0,5 do 2	- 0,5
N.8 <sup>a)</sup> ; N.11 <sup>a)</sup>	750 200	od 1 do 5 od 5 do 15	3 11
M.1.1 <sup>a)</sup> ; M.1.2 <sup>a)</sup> ; M.1.3 <sup>a)</sup> ; M.1.4 <sup>a)</sup>	ZT	ZT	ZT
M.3; M.4.1	10 000	od 0,5 do 1	1

**Tablica 16 (ciąg dalszy)**



1	2	3	4
M.5.1; M.5.2; M.6	ZT	ZT	ZT
M.4.2	1 000	od 5 do 20	10
N.14; R.1.3; R.2.3; R.3.3; R.4; R.5	1 000	od 1 do 10	3
R.1.1; R.2.1; R.3.1	600	od 2 do 6	3
R.1.2; R.2.2; R.3.2	800	od 2 do 6	3
R.6	1 500	od 0,3 do 1	1
T.1 <sup>a)</sup> ; T.2 <sup>a)</sup> ; T.3 <sup>a)</sup> ; T.4 <sup>a)</sup> ; T.5 <sup>a)</sup> ; T.6 <sup>a)</sup> ; T.7 <sup>a)</sup>	5 000 10 000 20 000 40 000 50 000 80 000 100 000 150 000 250 000 400 000 500 000 800 000	ZT	ZT
Dla grup urządzeń i grup wykonania urządzeń oznaczonych <sup>a)</sup> parametry badania należy dobierać stosownie do szczytowego przyspieszenia uderu, ustalonego w ZT wg NO-06-A103.			

**2.13.3** Urządzenia, które mają amortyzatory wbudowane lub należące do wyposażenia, należy badać razem z nimi.

**2.13.4** Urządzenia grup wykonania od M.1.1 do M.1.4, M.4.1 i M.5.1 oraz ich odrębne samoistne bloki o masie ponad 200 kg do 5000 kg łączne z uchwytami mocującymi, z reguły powinny być badane na specjalnych urządzeniach uderowych (koprach) i stanowiskach probierczych. W razie braku specjalnych stanowisk, niezależnie od charakterystyk sztywności amortyzatorów zamiast badania dopuszcza się obliczanie wytrzymałości i odkształceń powodowanych uderem mechanicznym wzdłuż każdej osi współrzędnych, stosownie do wymagań ustalonych w NO-06-A103. Do obliczeń można przyjmować dowolny kształt impulsu spośród podanych w punkcie 2.5.

**2.13.5** Ocenę, czy urządzenie o masie ponad 5000 kg, spełnia wymagania, należy wykonać przez obliczenia wytrzymałości i odkształceń dla każdej osi współrzędnych przy szczytowym przyspieszeniu uderu, określonym wg NO-06-A103. Metody obliczeń należy uzgodnić z zamawiającym.

**2.13.6** Badanie urządzeń na pojedyncze udary można wykonać w zestawie obiektu.

**2.13.7** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.18 i/lub 2.1.17.

## 2.14 Badanie odporności całkowitej lub wytrzymałości na narażenia sejsmiczne

**2.14.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może przeciwstawić się niszczącym narażeniom oraz czy jest zdolne do spełniania swej funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości, podanych w PB i WT, zarówno podczas, jak i po narażeniach sejsmicznych, co powinno być podane w PB i WT.

**2.14.2** Urządzenia należy badać przy wartościach narażeń podanych w tablicy 17, w stanie włączonym lub wyłączonym, co należy podać w PB i WT.

**Tablica 17 - Wymagane wartości narażeń podczas badania odporności całkowitej na narażenia sejsmiczne**

Grupa urządzeń wg NO-06-A103	Narażenia udarowe			Narażenia wibracyjne			Drgania akustyczne		
	Stopień ostrości wg NO-06-A103	Szczytowe przyspieszenie udaru	Czas trwania impulsu udaru	Stopień ostrości wg NO-06-A103	Zakres częstotliwości	Amplituda przyspieszenia	Stopień ostrości wg NO-06-A103	Zakres częstotliwości	Poziom ciśnienia akustycznego
		m/s <sup>2</sup>	ms						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N.2	I u	100 <sup>1)</sup>	od 30 do 50	—	—	—	—	—	—
N.3	II u	200 <sup>1)</sup>	od 30 do 50	—	—	—	—	—	—
N.4	III u	ZT	od 30 do 50	—	—	—	—	—	—
N.5	IV u	120 170 250	40 20 15	I w	od 20 do 50 od 50 do 150 od 150 do 250	100 250 400	I a	od 15 do 600	165
	V u	250 340 450	35 20 15	II w	od 20 do 50 od 50 do 150 od 150 do 250	150 500 800	II a	od 15 do 800	170
	VI u	360 450 650	30 20 15	III w	od 20 do 50 od 50 do 150 od 150 do 250	250 700 1200	III a	od 15 do 1 000	175
N.5	VII u	450 700 1 200	20 15 10	IV w	od 20 do 50 od 50 do 150 od 150 do 250	400 1 200 2 000	IV a	od 15 do 1 500	185

W razie braku wstrząsarek wibracyjnych, na których można byłoby wykonać badania przy wartościach narażeń podanych w tablicy, badania należy wykonać w warunkach, na które pozwala wstrząsarka, a w ostateczności - przy amplitudzie przyspieszenia, które może wytworzyć wstrząsarka. W tym przypadku należy wykonać dodatkowe badania na wstrząsarce udarowej. Wartości narażeń należy dobrać na podstawie równoważności amplitudowo-częstotliwościowych widm reakcji urządzenia podczas jego wibracji i badań udarowych. Wartości narażeń należy określić w PB po uzgodnieniu ich z zamawiającym.

**2.14.3** Urządzenie należy poddać jednocześnie lub kolejno trzem uderom skierowanym wzdłuż każdej z trzech wzajemnie prostopadłych osi urządzenia, jeśli w PB i WT nie postanowiono inaczej.

**2.14.4** Zaleca się, aby urządzenia mocowane do konstrukcji budowlanych w jednej płaszczyźnie, były umieszczane na przyrządzie mocującym (ramie pośredniczącej), który z uwzględnieniem masy przymocowanego urządzenia nie powinien mieć lokalnych drgań własnych poniżej 200 Hz.

Urządzenia, mocowane do konstrukcji budowlanych w dwóch i więcej płaszczyznach, powinny być badane w ramach odpowiadających pod względem sztywności konstrukcjom budowlanym. Punkt kontrolny należy wybrać w tym przypadku na stole wstrząsarki.

**2.14.5** Urządzenia, które wchodzi w skład kompletnych urządzeń (tablice rozdzielcze, siłownie, stanowiska sterowania) powinny być badane w ich zestawie lub w makietach, odpowiadających im pod względem sztywności.

**2.14.6** Urządzenia pierwszej i drugiej kategorii odporności całkowitej na narażenia sejsmiczne, podanych w NO-06-A103, należy badać w stanie pracy. Dopuszcza się symulowanie warunków pracy zespołów lub poszczególnych podzespołów i elementów w tym celu, aby móc ocenić, podczas oddziaływania uderów sejsmicznych na wstrząsarce, wyjściowe parametry pracy i charakterystyki badanych urządzeń.

**2.14.7** Podczas badań urządzeń należy przestrzegać następujących zasad:

- urządzenia, które mają położenie komutacyjne „włączone-wyłączone”, należy badać w obydwu położeniach. Urządzenia, które mają więcej niż dwa położenia komutacyjne, należy badać w dwóch najmniej odpornych położeniach komutacyjnych. W tym przypadku badane urządzenie powinno być poddane nie więcej niż trzem uderom w każdym z trzech kierunków;
- aparaty elektryczne, których działanie zależy od prądu lub napięcia (cewki elektromagnesów, elementy grzewcze przekazywników cieplnych itp.), powinny być zasilane przy znamionowym prądzie i napięciu.

W przypadku kilku napięć roboczych urządzenie należy badać przy napięciu, stwarzającym najcięższe warunki.

Możliwość odchylenia od znamionowego napięcia zasilania obwodów elektrycznych należy podać w PB i WT.

**2.14.8** Przy wykonywaniu badań urządzeń, które mają pojemniki i zbiorniki na płyny, należy wypełnić te pojemniki cieczami roboczymi (paliwem, olejem, wodą itp.) lub balastem.

**2.14.9** Urządzenia, które w warunkach eksploatacji mogą znajdować się w dowolnym położeniu, należy badać we wszystkich trzech kierunkach przy wartościach narażeń ustalonych dla osi pionowej.

**2.14.10** Dopuszcza się, aby na części egzemplarzy urządzeń, przeznaczonych do badania odporności całkowitej na udary zgodnie z wymaganiami ZT, była badana rzeczywista odporność całkowita na udary. W tym przypadku zgodność z wymaganiami ZT dotyczącymi odporności całkowitej na udary należy sprawdzić tylko na jednym egzemplarzu, poddając go trzykrotnie narażeniom wzdłuż każdej z trzech osi współrzędnych.

Rzeczywistą odporność całkowitą na udary urządzenia należy określić na podstawie badań innych egzemplarzy, z których jeden naraża się jednokrotnie wzdłuż trzech osi współrzędnych przy początkowej amplitudzie przyspieszenia o wartości  $50 \text{ m/s}^2$  większej od wymaganej w ZT (WT) i z krokiem narastania przyspieszenia o  $50 \text{ m/s}^2$  w kolejnych próbach - aż do utraty odporności całkowitej na udary badanego egzemplarza. Następny egzemplarz należy poddać trzykrotnemu narażaniu wzdłuż każdej osi przy amplitudzie przyspieszenia o wartości  $50 \text{ m/s}^2$  mniejszej od tej, przy której w przypadku poprzednio badanego egzemplarza stwierdzono utratę odporności całkowitej na udary.

Podczas jednokrotnego narażenia urządzenia dopuszcza się, natomiast przy trzykrotnym narażaniu nie dopuszcza się wszelkiego dostrajania regulacji urządzenia, dokręcania śrub mocujących całe urządzenie i jego części składowe.

Niezbędność takich badań należy podać w PB i WT.

**2.14.11** Badania odporności całkowitej urządzeń grup od N.2 do N.5 na wstrząsy sejsmiczne należy wykonać na specjalnych wstrząsarkach, zapewniających wytwarzanie impulsów przyspieszenia o przemiennym znaku, z co najmniej dwoma półfalami, o czasie trwania każdej od 30 ms do 50 ms i o kształcie bliskim sinusoidalnemu lub trójkątnemu, przy czym czas narastania każdej półfali przyspieszenia nie powinien przekraczać połowy czasu jej trwania. Dopuszcza się przerwę czasową pomiędzy dwoma półfalami. Iloraz amplitud pierwszej i drugiej półfali impulsów przyspieszenia nie powinien wykraczać poza granice od 1,15 do 0,85.

**2.14.12** Dopuszcza się wykonywanie badań na wstrząsarkach lub specjalnych urządzeniach udarowych (koprach) wytwarzających tylko jedną półfalę przyspieszenia. W tym przypadku badane urządzenie powinno być poddane oddziaływaniu udarów sejsmicznych w dwóch przeciwnych kierunkach dla każdej osi.

Liczba udarów w każdym kierunku nie powinna być mniejsza od trzech.

**2.14.13** Dopuszcza się wykonywanie badania odporności całkowitej na udary o czasie działania impulsu półsinusoidalnego spełniającym warunek

$$\tau \geq \frac{1}{f_o} \quad (3)$$

w którym:

- $\tau$  - czas trwania impulsu udarowego, w sekundach;  
 $f_o$  - dolna częstotliwość własna urządzenia, w hercach.

**2.14.14** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.19 lub 2.1.18.

## **2.15 Badania odporności całkowitej na przyspieszenie stałe**

**2.15.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może przeciwstawić się niszcącemu działaniu oraz czy jest zdolne do spełniania swych funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości podanych w PB i WT zarówno podczas, jak i po oddziaływaniu przyspieszenia stałego, co powinno być podane w PB i WT.

**2.15.2** Urządzenie należy badać w stanie włączonym, jeśli w PB i WT nie podano inaczej, przy wartościach narażeń podanych w tablicy 18.

**Tablica 18 - Wymagane wartości narażeń podczas badania odporności całkowitej na przyspieszenie stałe**

Grupy urządzeń i grupy wykonania Urządzeń wg NO-06-A103	Przyspieszenie stałe
	m/s <sup>2</sup>
M.2.1; M.2.2; M.2.3;	50
M.4.2; M.5.2; R.1.1; R.1.2; R.1.3; R.2.1; R.2.2; R.2.3; R.3.1; R.3.2; R.3.3; R.4; R.5; R.6	ZT

Wartość przyspieszenia stałego odnosi się do geometrycznego środka urządzenia, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

**2.15.3** Odchyłki wartości przyspieszenia stałego, w obszarze całego urządzenia nie powinny przekraczać + 10 % i - 30 %, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

**2.15.4** Badanie należy wykonać poprzez oddziaływanie przyspieszenia stałego kolejno w obu kierunkach wzdłuż każdej z trzech wzajemnie prostopadłych osi, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

**2.15.5** Badanie urządzeń żyroskopowych należy wykonać za pomocą metod podanych w PB i WT na te urządzenia.

**2.15.6** Czas oddziaływania przyspieszenia stałego nie powinien być krótszy niż 3 min, jeżeli nie trzeba dłuższego czasu dla pomiaru parametrów urządzenia, co należy podać w PB i WT.

W uzasadnionych przypadkach dla przyspieszenia przekraczającego wartość  $1500 \text{ m/s}^2$  można przyjmować w PB i WT czas krótszy niż 3 min.

Dla urządzeń klasy R czas oddziaływania przyspieszenia stałego nie powinien być krótszy od czasu spełnienia zadania bojowego.

**2.15.7** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.19.

## **2.16 Badanie oddziaływania przyspieszenia dośrodkowego**

**2.16.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może przeciwstawić się niszcącemu działaniu obciążeń powstających podczas przyspieszenia dośrodkowego działającego w jednej z osi urządzenia oraz czy jest zdolne do spełniania swej funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości podanych w PB i WT zarówno podczas, jak i po oddziaływaniu przyspieszenia dośrodkowego, co należy podać w PB i WT. Oś urządzenia, w której działa przyspieszenie dośrodkowe, należy podać w PB i WT.

**2.16.2** Urządzenie należy oddać oddziaływaniu przyspieszenia dośrodkowego wokół osi podłużnej z prędkością kątową, której wartość podano w tablicy 19, urządzenie powinno być w stanie włączonym, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

**Tablica 19 - Wymagane wartości narażeń podczas badania odporności całkowitej na przyspieszenie dośrodkowe**

Grupy urządzeń wg NO-06-A103	Prędkość kątowa
	rad/s
od T.1 do T.5	200
	500
	1 000
	2 000
	4 000
	6 000
	8 000
	10 000

Wartości narażeń należy dobierać w zależności od kątowej prędkości przyspieszenia dośrodkowego przyjętej w ZT wg NO-06-A103.

**2.16.3** Wartości przyspieszenia kątownego podczas narastania prędkości kątownej przyspieszenia dośrodkowego nie określa się jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

**2.16.4** Czas oddziaływania przyspieszenia dośrodkowego należy podać w PB i WT.

**2.16.5** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.19.

## **2.17 Badanie odporności całkowitej na działanie strumienia powietrza (wiatru)**

**2.17.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może przeciwstawić się niszcącemu działaniu strumienia powietrza (wiatru) oraz czy jest zdolne do spełniania swej funkcji i zachowania parametrów podanych w PB i WT zarówno podczas, jak i po oddziaływaniu strumienia powietrza.

Badaniom poddaje się jedynie zewnętrzne części urządzeń, na które w warunkach eksploatacyjnych oddziałuje strumień powietrza (wiatr) i które są podane w PB i WT.

**2.17.2** Urządzenie należy badać w stanie włączonym przy wartościach narażeń podanych w tablicy 20, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

Urządzenia grup od N.6 do N.14 należy badać dodatkowo w stanie wyłączonym przy prędkości strumienia powietrza o wartości 50 m/s.

**2.17.3** Urządzenia klasy M można badać przy wartościach prędkości strumienia powietrza przekraczających zamieszczone w tablicy 20, jeżeli to podano w PB i WT.

**Tablica 20 - Wymagane wartości narażeń podczas badania odporności całkowitej na działanie strumienia powietrza (wiatru)**

Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń wg NO-06-A103	Prędkość strumienia powietrza
	m/s
od N.6 do N.14	30
M.1.3; M.2.2	50

**2.17.4** Badania należy wykonać na stanowisku aerodynamicznym z ruchomym stołem, który wprowadza się w strumień powietrza. Prędkość strumienia powietrza powinna mieć wymaganą wartość.

Urządzenie obdmuchuje się strumieniem powietrza pod różnymi kątami (od 5 min do 10 min co każde 45 °), jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

W kierunku, w którym przepływające powietrze napotyka największy opór, czas trwania nawiewu nie powinien być krótszy niż 20 min.

**2.17.5** Urządzenie należy przymocować do stołu stanowiska w położeniu eksploatacyjnym.

**2.17.6** Badanie odporności całkowitej na działanie strumienia powietrza należy wykonać za pomocą strumienia powietrza, którego prędkość i czas działania podaje się w PB i WT. Urządzenie należy wprowadzić w strumień powietrza zwiększając stopniowo jego prędkość do wymaganej wartości.

**2.17.7** Po każdym wprowadzeniu urządzenia w strumień powietrza należy wykonać zewnętrzne oględziny urządzenia w celu wykrycia uszkodzeń mechanicznych oraz sprawdzenia jego parametrów podanych w PB i WT.

**2.17.8** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.19.

## **2.18 Badanie odporności na kołysanie i długotrwałe przechyły**

**2.18.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie jest zdolne do spełniania swej funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości, podanych w PB i WT, podczas kołysania i długotrwałych przechyłów.

**2.18.2** Urządzenie należy poddać kołysaniu według wartości narażeń podanych w tablicy 21, w stanie włączonym lub wyłączonym, co należy podać w PB i WT.

**Tablica 21- Wymagane wartości narażeń podczas badania odporności na kołysanie i długotrwałe przechyły**

Grupy urządzeń i grupy wykonania urządzeń wg NO-06-A103	Kąt przechyłu	Okres
		s
M.2	$\pm 30^\circ$	od 7 do 10
M.1; M.3; M.4.1; M.5.1	$\pm 45^\circ$	od 7 do 16

**2.18.3** Urządzenia, które są stabilizowane przestrzennie, należy badać wraz z tym wyposażeniem.

**2.18.4** Dla urządzeń, które nie są przeznaczone do spełniania swych funkcji w warunkach kołysania i długotrwałych przechyłów, wymagane wartości narażeń i metody badań należy podać w PB i WT.

**2.18.5** Urządzenia należy badać w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach.

**2.18.6** Czas kołysania powinien być wystarczający do sprawdzenia parametrów podanych w PB i WT, jednak nie krótszy niż 5 min dla każdego położenia urządzenia.

**2.18.7** Po zakończeniu badania odporności urządzenia na kołysanie, należy sprawdzić odporność urządzenia na długotrwałe przechyły o wartościach do  $45^\circ$ . W tym celu stół stanowiska wraz z zamocowanym na nim urządzeniem należy przechylić pod kątem  $45^\circ$  i zatrzymać w tym położeniu co najmniej przez 5 min mierząc przy tym parametry urządzenia, podane w PB i WT.

Jeżeli od kąta przechyłu urządzenia zależą ciepłone charakterystyki jego elementów, to badanie przy długotrwałych przechyłach należy wykonać w takim czasie, który jest wystarczający do osiągnięcia przez elementy urządzenia ustalonego stanu cieplnego.

Czas trwania badań należy podać w PB i WT.

**2.18.8** Ocenę wyników badań należy wykonać wg 2.1.17.

**2.18.9** Dopuszcza się niewykonanie badania na kołysanie i przechyły urządzeń produkowanych seryjnie, które nie mają elementów wrażliwych na te narażenia.

### **3. Metody badania odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności pokładowych urządzeń samolotów i śmigłowców na narażenia mechaniczne**

#### **3.1 Postanowienia ogólne**

**3.1.1** Badanie odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności na narażenia mechaniczne wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie jest zdolne do spełniania przewidzianych funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości, podanych w ZTT (ZT), PB lub WT dla tego urządzenia, w czasie i/lub po badaniach, wykonywanych według metod i przy wartościach narażeń ustalonych w niniejszej normie.

**3.1.2** Jeżeli od urządzeń nie wymaga się, aby w określonych stanach eksploatacyjnych zachowywały swe charakterystyki funkcjonalne lub dokładność parametrów wyjściowych (np. od urządzeń nie wykorzystywanych przy startach i lądowaniach, nie wymaga się odporności na drgania i udary mechaniczne), to po uzgodnieniu pomiędzy opracowującym, a zamawiającym urządzenie i opracowującym obiekt techniki lotniczej można przyjmować wartości narażeń działających na urządzenia, różniące się od wymaganych wartości, zawartych w niniejszej normie, co należy podać w ZTT (ZT), PB i WT.

**3.1.3** Jeżeli urządzenie jest przeznaczone do konkretnego obiektu techniki lotniczej (lub grupy obiektów techniki lotniczej), dla którego są dane o rzeczywistych warunkach eksploatacji, to wymagane wartości, ustalone dla urządzenia, mogą różnić się od ustalonych w normie, co powinno być uzgodnione pomiędzy opracowującym obiekt techniki lotniczej i zamawiającym.

Przy opracowywaniu urządzeń dla nowych obiektów techniki lotniczej, po uzgodnieniu pomiędzy opracowującym urządzenie, opracowującym obiekt techniki lotniczej i zamawiającym można przyjmować wartości przejściowe, które wymagają uściślenia na podstawie badań obiektu w locie. Wartości przejściowe przyjmuje się na podstawie szeregu wartości parametrów, podanych w niniejszej normie.

**3.1.4** W stadium badania prototypów urządzenia zaleca się, w uzasadnionych technicznie przypadkach, określenie granicy jego odporności na działanie narażeń oraz podawanie w dokumentacji urządzenia odpowiedniej grupy wykonania.

**3.1.5** W stadium opracowania urządzenia powinny być zbadane jego charakterystyki rezonansowe w całym przyjętym zakresie częstotliwości w kierunkach trzech wzajemnie prostopadłych osi współrzędnych zgodnie z programami i według metod, przyjętych przez zamawiającego. Po uzgodnieniu z zamawiającym badania rezonansów można wykonywać tylko względem jednej lub dwóch osi współrzędnych.

Przy określaniu rezonansów zaleca się wyznaczenie współczynników dynamiczności układów amortyzacji i odrębnych węzłów rezonujących. Pomierzone charakterystyki rezonansów powinny być podane w PB i WT dla urządzenia.

W urządzeniu należy określić nie tylko częstotliwości rezonansowe bloków lub zespołów, lecz także poszczególnych podzespołów konstrukcyjnych w stosunku do miejsc ich zamocowania.

Dla potwierdzenia odporności i odporności całkowitej urządzenia na działanie obciążeń dynamicznych wskutek rezonansów, w dokumentacji technicznej powinny być podane wszystkie częstotliwości rezonansowe, przy których amplitudy przyspieszenia lub przemieszczenia wibracji zwiększają się co najmniej dwukrotnie.

Częstotliwości rezonansowe należy uznać za dopuszczalne, jeżeli po badaniu wytrzymałości urządzenia na drgania zachowało ono swe parametry i nie pojawiły się uszkodzenia konstrukcji.



**3.1.6** Przy sprawdzaniu odporności urządzeń wrażliwych na działanie zewnętrznych pól elektromagnetycznych należy albo wyeliminować wpływ na urządzenie elektromagnetycznego pola stanowiska badawczego, albo wpływ ten uwzględnić w trakcie badania.

**3.1.7** Urządzenie, które składa się z bloków i podzespołów, pracujących w niejednakowych warunkach eksploatacyjnych, należy badać w częściach stosownie do warunków eksploatacyjnych każdego bloku, co należy podać w PB i WT.

Dopuszcza się badanie w pełni kompletnego urządzenia, jeśli zapewni się warunki badań charakterystyczne dla warunków eksploatacji każdego bloku lub dla narażeń o największym stopniu ostrości.

**3.1.8** Jeżeli badania kolejno blok po bloku nie umożliwiają sprawdzenia zgodności urządzenia z wymaganiami ustalonymi w PB i WT, to zaleca się, aby wykonywać jednoczesne badanie bloków, rozmieszczając je na kilku stanowiskach.

Jeżeli masa i wymiary gabarytowe lub konstrukcja urządzenia nie zezwalają na wykonywanie badań na istniejącym wyposażeniu badawczym w całym zakresie, to badania należy wykonać po kolei blokami. Jeżeli konstrukcja urządzenia uniemożliwia jego podział na odrębne bloki, a także gdy ze względu na funkcjonowanie urządzenie nie może być badane na stanowisku pracy, badanie takiego urządzenia należy wykonać według specjalnego programu, zapewniającego otrzymanie danych o zdolności urządzenia. W tym przypadku można badać urządzenie na naturalnym obiekcie techniki lotniczej i wykorzystywać badania stanowiskowe odrębnych wrażliwych elementów, co należy omówić w PB i WT.

**3.1.9** Urządzenia, posadowione na indywidualnych amortyzatorach i badane razem z nimi, należy mocować na stanowiskach analogicznie do sposobu mocowania podczas eksploatacji. Dopuszcza się stosowanie amortyzatorów technologicznych, równoważnych pod względem wartości częstotliwości drgań własnych i stopnia tłumienia układu amortyzacji, w który urządzenie jest wyposażone.

**3.1.10** Urządzenia z amortyzacją wspólną (grupową) należy badać bez wspólnego wyposażenia amortyzującego, mocując je sztywno na stanowisku badawczym w sposób analogiczny jak na wspólnym wyposażeniu amortyzującym.

**3.1.11** Na podstawie wyników badań wydaje się orzeczenie, czy nadaje się do badań w warunkach eksploatacji na obiektach techniki lotniczej.

## **3.2 Badanie odporności całkowitej na drgania**

**3.2.1** W zależności od technicznej i ekonomicznej celowości, opracowujący urządzenie powinien określić i uzgodnić z zamawiającym jeden z następujących rodzajów badań:

- badanie odporności całkowitej na drgania sinusoidalne zgodnie z wymaganiami podanymi w niniejszej normie;
- badanie odporności całkowitej na drgania losowe według PB i WT;
- badanie odporności całkowitej na drgania uprzednio pomierzone (zarejestrowane) na prototypie lub modelu doświadczalnym techniki lotniczej.

**3.2.2** Badania odporności całkowitej na zarejestrowane drgania dla urządzeń konkretnego obiektu techniki lotniczej (lub grupy obiektów) należy wykonać według specjalnych programów w przyjętym zakresie częstotliwości, przy wartościach amplitudy przyspieszenia, gęstości widmowej lub wariancji przyspieszenia, otrzymanych z wielu stanów wibracyjnych w eksploatacji w miejscach instalowania urządzeń na konkretnym obiekcie techniki lotniczej (lub grupie obiektów), dla którego (których) urządzenia są przeznaczone.

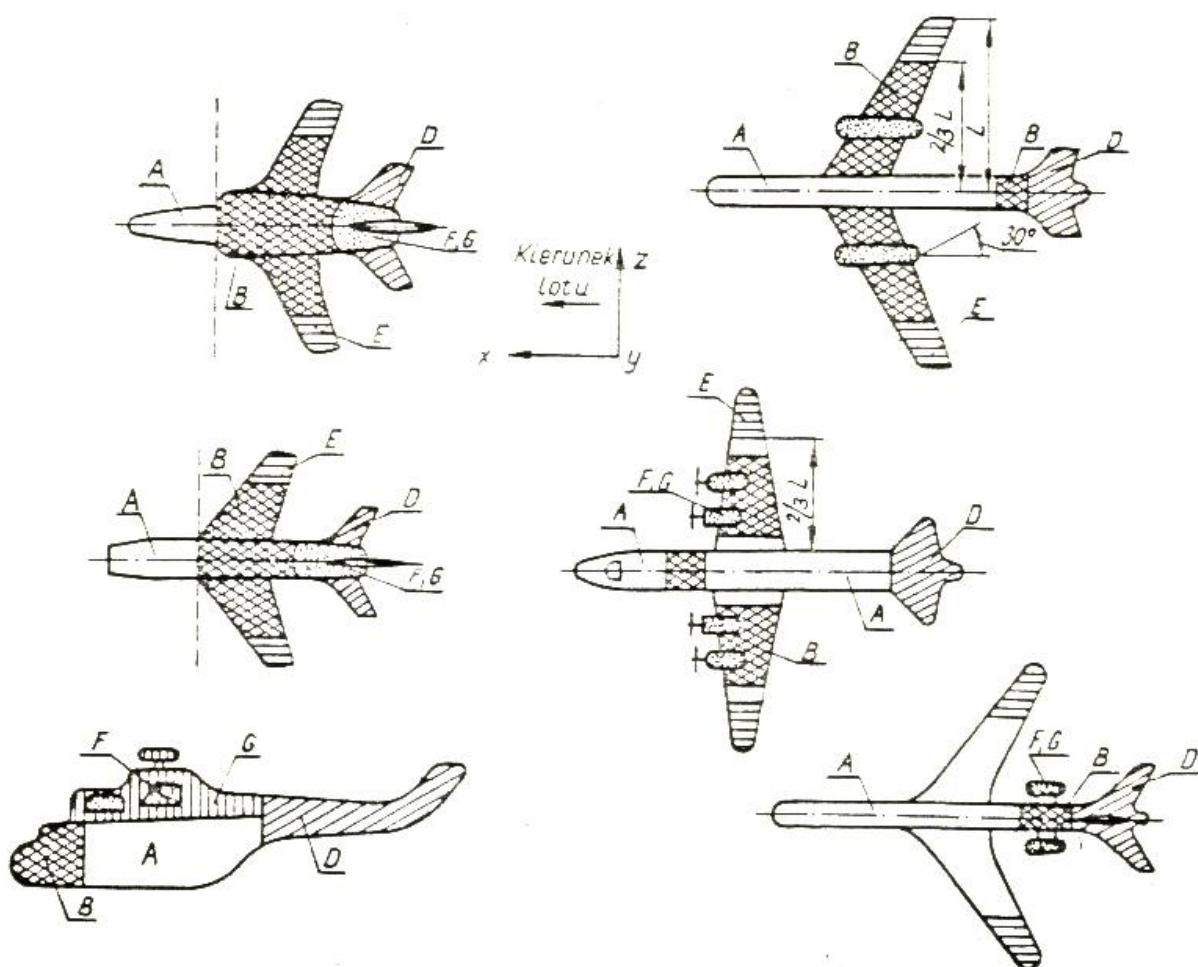
**3.2.3** Strefy umieszczania urządzeń, pokazane na rysunku 5, są następujące:

- strefa centralna – kadłub i  $\pm 2/3$  połowy rozpiętości skrzydła od linii osiowej, kabiny załogi znajdujące się w dziobowej części kadłuba, przedziały do niej przylegające oraz części kadłuba do usterzenia ogonowego;

- strefa końcowa – końcowe części skrzydeł, usterzenie ogonowe (statecznik pionowy i poziomy), części kadłuba przylegające do usterzenia ogonowego i wydłużenia kadłuba w części dziobowej, wystające drążki, podwieszone pojemniki, części połączone przegubowo z konstrukcją samolotu;
- strefa A – strefa centralna, oddzielona od silników lub śmigieł, do której należą:
  - w samolotach z silnikami turboodrzutowymi (STO) umieszczonymi przy kadłubie – części samolotu umieszczone przed płaszczyzną wlotu powietrza silnika, z wyjątkiem końców skrzydeł;
  - w samolotach z wlotem powietrza umieszczonym w części dziobowej – część kadłuba umieszczona przed płaszczyzną przechodzącą przez przednią krawędź skrzydeł;
  - w samolotach z STO umieszczonymi na skrzydłach – kadłub, oprócz części podawanych działaniu wibracji od strugi silnika w granicach kąta  $30^\circ$  od osi silnika;
  - w samolotach z silnikami turbośmigłowymi (STS) – kadłub i środkowa część płatów nośnych, oprócz strefy śmigieł i części dotyczących strefy końcowej;
  - w śmigłowcach – podstawowa część kadłuba, w której znajduje się kabina towarowo-pasażerska;
- strefa B - strefa centralna, położona w pobliżu silników lub śmigieł do której należą:
  - w samolotach z STO umieszczonymi przy kadłubie - części samolotu, znajdujące się poza płaszczyzną wlotów powietrza, oprócz strefy końcowej;
  - w samolotach z STO umieszczonymi na skrzydłach - środkowa część płatów nośnych, oprócz końców skrzydeł i części kadłuba leżących w obszarze działania strugi silnika;
  - w samolotach z STS - obszar oddziaływania śmigieł - strefa zwiększonych narażeń akustycznych spowodowanych śmigłami. Strefa ta obejmuje po 1,5 m w kierunku części dziobowej i ogonowej wzdłuż kadłuba obiektu techniki lotniczej, licząc od płaszczyzny wirowania śmigieł oraz części skrzydeł przylegające do silnika;
  - w śmigłowcach - kabina załogi, skrzydło, wystające drążki, kratownica.

Urządzenia, umieszczone w przedziałach szkieletu, zalicza się do strefy B;

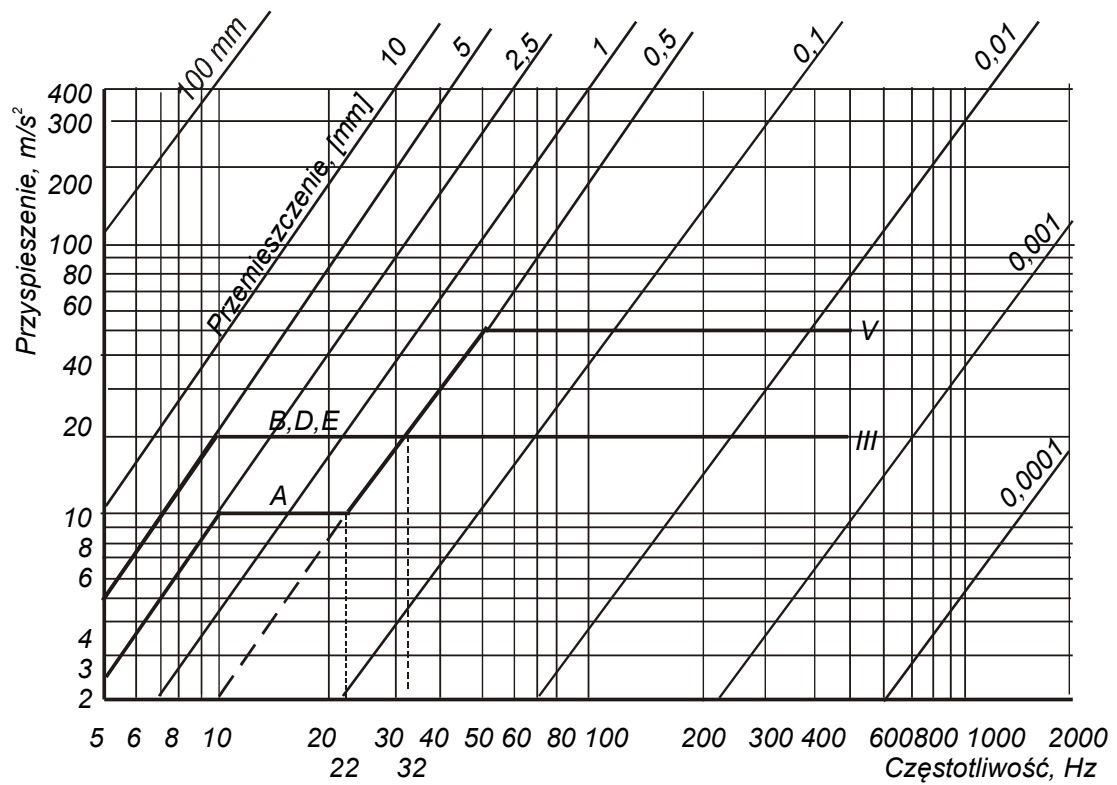
- strefa C (AB, w którą wchodzi centralne strefy A i B);
- strefa D - strefa końcowa, w którą wchodzi statecznik poziomy i pionowy i część kadłuba przylegająca do usterzenia ogonowego;
- strefa E - strefa końcowa, w którą wchodzi końcowe części skrzydeł, wystające drążki i podwieszone pojemniki;
- strefa F – strefa, w którą wchodzi silniki, główne przekładnie i leżące na nich zespoły do mocowania urządzeń;
- strefa G – strefa, w którą wchodzi części samolotu, ograniczone przegrodami, ścianki i podłoga kadłuba, otaczające stanowisko silnikowe. Gdy silniki są umieszczone poza obszarem skrzydeł lub kadłuba, w strefę wchodzi wszystkie urządzenia mocujące je do samolotu; w śmigłowcach - przedziały instalowania silników, przekładni i wentylatora.



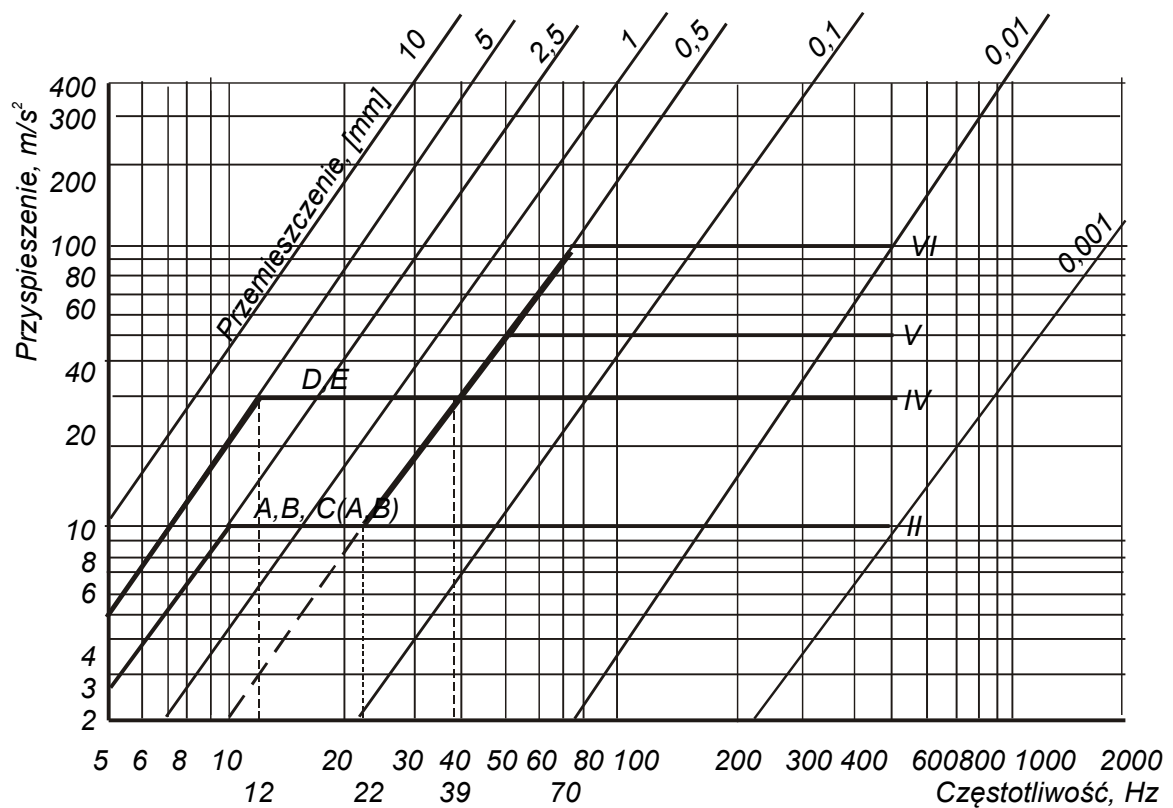
Rysunek 5 - Strefy samolotów i śmigłowców

**3.2.4** Wartości parametrów wibracji przy badaniach urządzeń należy przyjąć zgodnie z wymaganiami wg punktów od 3.2.5 do 3.2.12 i rysunkami od 6 do 10.

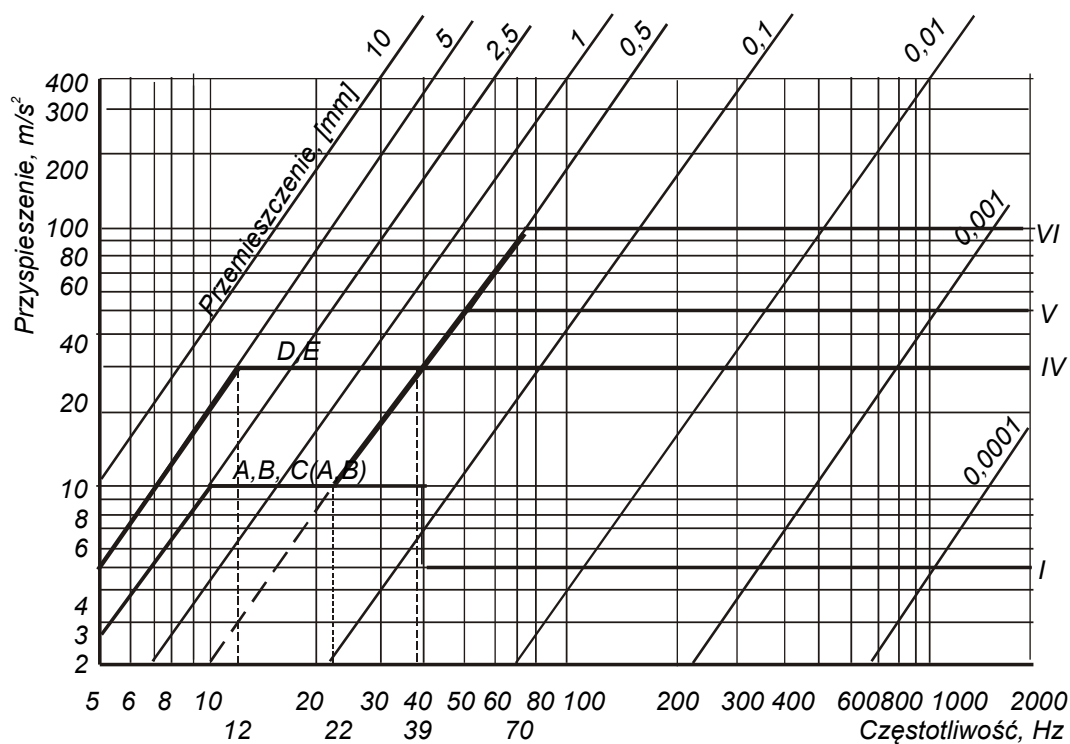
**3.2.5** Wartości wibracji, podane na rysunkach od 6 do 10 w lewo od linii amplitudy przemieszczania „0,5 mm” charakteryzują warunki w czasie startu i lądowania, a linia amplitudy przemieszczania „0,5 mm” i wartości przyjętych parametrów wibracji na prawo od niej (stopnie ostrości od I do VIII) charakteryzują warunki w czasie lotu.



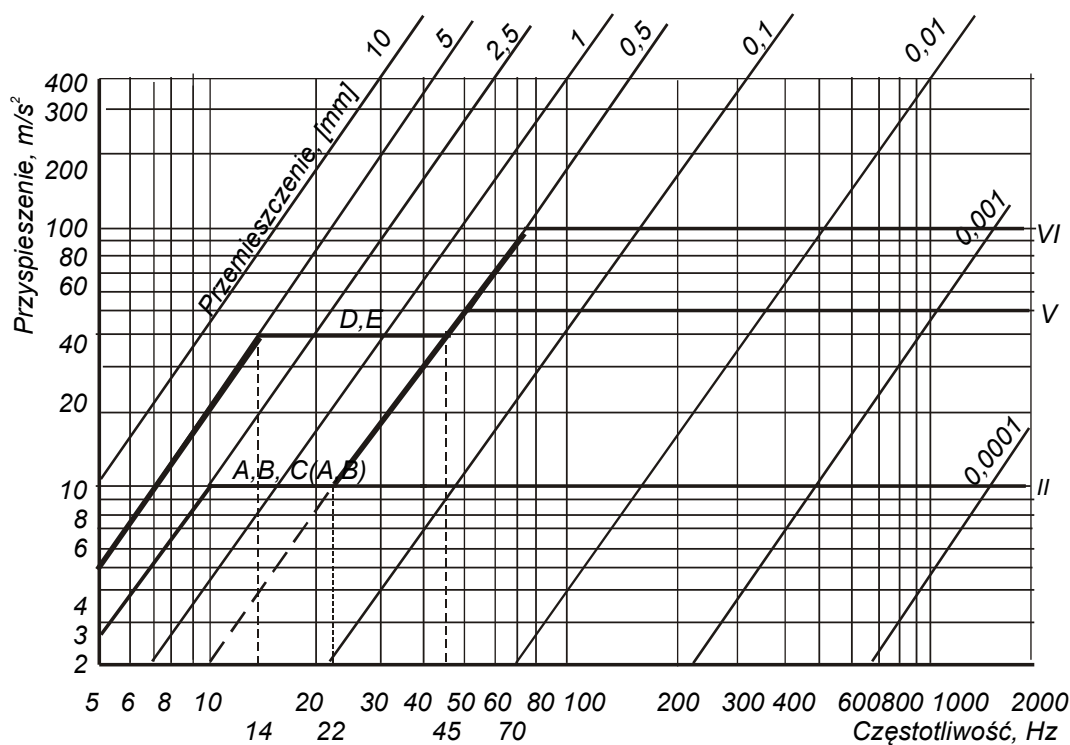
Rysunek 6 - Wyposażenie śmigłowców



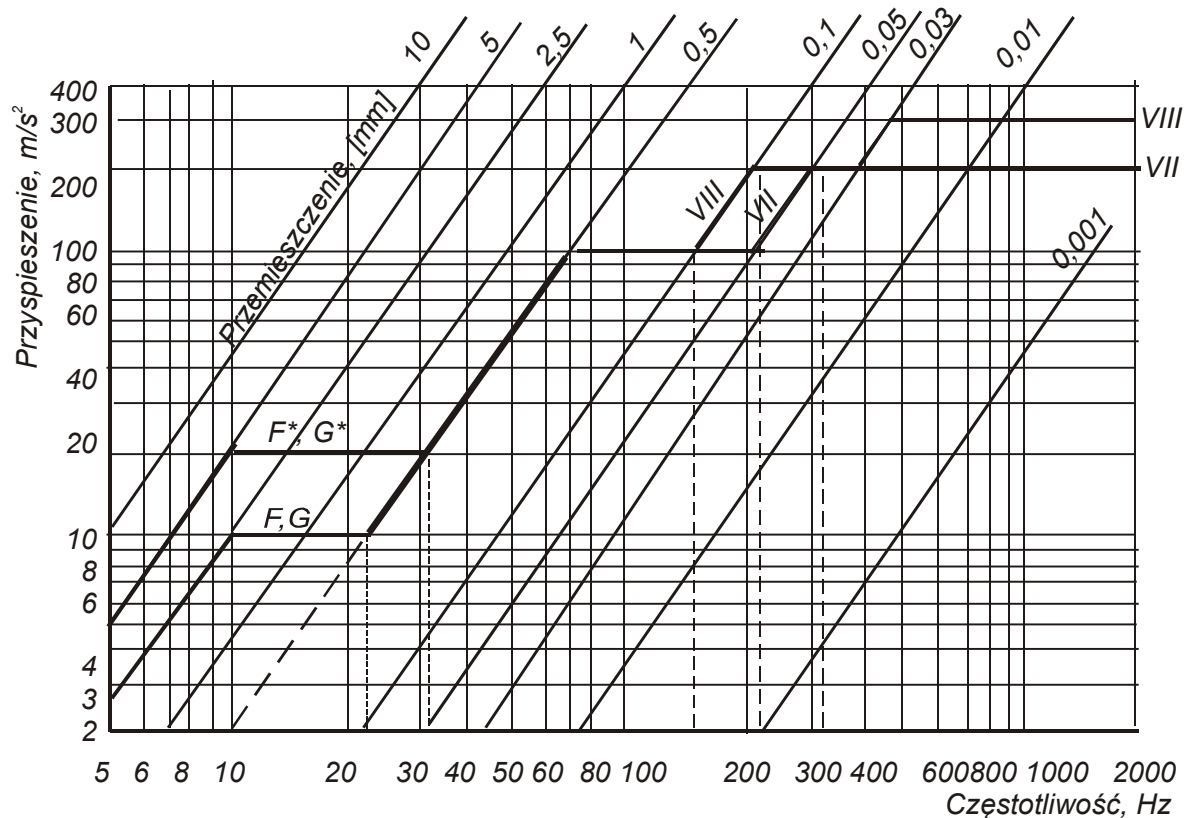
Rysunek 7 - Wyposażenie samolotów poddźwiękowych z STS



Rysunek 8 - Wyposażenie samolotów poddźwiękowych z STO



Rysunek 9 - Wyposażenie samolotów naddźwiękowych



\*) dotyczy wyposażenia silnika i strefy silnikowej, leżących w śmigłowcu  
lub w końcowej strefie samolotu

**Rysunek 10 - Wyposażenie silnika i strefy silnikowej dla wszystkich typów samolotów i śmigłowców**

Stan startu i lądowania odzwierciedla warunki startu i lądowania obiektów techniki lotniczej na pasach startowych o nawierzchniach gruntowych.

Jeżeli urządzenia są przeznaczone dla obiektów techniki lotniczej eksploatowanych tylko na betonowych pasach startowych, to wartości parametrów dla stanu startu i lądowania mogą być zmniejszone:

- dla stref centralnych (strefy A, B, AB, G, F) – amplitudy przemieszczania z 2,5 mm do 1,25 mm;
- dla stref końcowych (strefy D, E) – amplitudy przyspieszenia o  $10 \text{ m/s}^2$ , czyli z  $30 \text{ m/s}^2$  do  $20 \text{ m/s}^2$  dla samolotów poddźwiękowych oraz z  $40 \text{ m/s}^2$  do  $30 \text{ m/s}^2$  dla samolotów naddźwiękowych.

**3.2.6** Odporność całkowitą na drgania urządzenia przeznaczonego do instalowania na konkretnym silniku należy badać w obszarze odpowiadającym zakresowi częstotliwości obrotów wirnika, ograniczonym maksymalną prędkością obrotową silnika.

**3.2.7** Dla urządzeń umieszczanych na samolotach z STS w strefie śmigieł, gdy częstotliwość pierwszej harmonicznej łopaty jest mniejsza niż 70 Hz, poziom wibracji należy przyjmować równy  $100 \text{ m/s}^2$ .

**3.2.8** Jeżeli w zakresie częstotliwości do 10 Hz nie występują rezonanse elementów konstrukcyjnych urządzenia, to po uzgodnieniu z zamawiającym badanie odporności całkowitej na drgania można wykonywać nie od 5 Hz lecz od 10 Hz.

**3.2.9** Dla warunków odpowiadających stopniom ostrości od I do VI, wartości przyspieszenia względem osi pionowej i poprzecznej są sobie równe. Względem osi podłużnej przyspieszenie wynosi 70 % wartości przyspieszenia dla osi pionowej w przypadku samolotów i 50 % dla śmigłowców.

Dla warunków odpowiadających stopniom ostrości VII i VIII wartości przyspieszeń względem trzech osi współrzędnych są jednakowe.

**3.2.10** Dla urządzeń z amortyzacją wspólną (grupową) wartość przyspieszenia wibracji powinna uwzględniać instalowanie urządzeń w centralnej strefie obiektu techniki lotniczej. W przypadku instalowania urządzeń w strefach końcowych samolotu wartość przyspieszenia powinna być podana w PB i WT.

**3.2.11** Dla urządzeń o masie ponad 30 kg, montowanych na siłowej części samolotu nie sztywno, a poprzez członów pośrednie (stojaki, wsporniki, ramy i inne konstrukcje), należy uwzględnić charakterystyki dynamiczne tych członów, wyznaczone doświadczalnie. Jeżeli charakterystyki dynamiczne nie są znane, to dla stopni ostrości V, VI, VII, poziom narażeń wibracyjnych przy częstotliwościach powyżej odpowiadającej im linii amplitudy przemieszczania „0,5 mm” (rysunki od 6 do 10) może być o stopień niższy, przy czym wymagane wartości w zakresie małych częstotliwości charakterystycznych dla wibracji w stanie startu i lądowania powinny być podane w PB i WT.

**3.2.12** Jeżeli urządzeniom strefy centralnej nie stawia się wymagań dotyczących odporności w warunkach startu i lądowania, to można nie wykonywać badania ich odporności na narażenia wibracyjne, powstające w tych warunkach, jeżeli w PB i WT nie podano inaczej.

**3.2.13** Badania odporności całkowitej na drgania sinusoidalne należy wykonywać według następującego programu:

- badanie występowania rezonansów elementów konstrukcyjnych (w stadium prac doświadczalnych według specjalnych programów);
- badanie odporności na drgania (wg 3.2.15);
- badanie wytrzymałości na drgania (wg 3.2.16);

Badania należy wykonać na wstrząsarce jednokierunkowej kolejno w każdej z trzech osi współrzędnych, obracając odpowiednio badane urządzenie lub, po uzgodnieniu z zamawiającym, nie obracając urządzenia, jeśli bada się je na wstrząsarce trójkierunkowej.

Urządzenia z amortyzacją wspólną (grupową) oraz urządzenia z amortyzacją indywidualną, instalowane na obiekcie techniki lotniczej w określonym położeniu, należy badać w tymże położeniu, bez ich obracania.

Zaleca się wspólne wykonywanie badania odporności i wytrzymałości na drgania.

**3.2.14** Punkt kontrolny w celu określenia wartości parametrów wibracji należy wybrać zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.1.5 i 2.1.6. Wartości parametrów wibracji w tym punkcie kontrolnym powinny być w trakcie badania urządzenia równe wartościom wymagany w granicach następujących odchyień:

- $\pm 0,5$  Hz – dla częstotliwości wibracji poniżej 25 Hz;
- $\pm 2$  % – dla częstotliwości 25 Hz i większych;
- $\pm 20$  % – dla przemieszczenia;
- $\pm 20$  % – dla amplitudy przyspieszenia wibracji sinusoidalnych.

Dopuszczalna różnica wartości przyspieszenia w miejscach umocowania urządzenia od wartości przyspieszenia w punkcie kontrolnym nie powinna przekraczać  $\pm 25$  %. Dopuszcza się inną wartość tej różnicy na poszczególnych odcinkach wymaganego zakresu częstotliwości, których sumaryczna szerokość nie przekracza 10 % wymaganego zakresu częstotliwości, mierzonego w oktawach. W tym przypadku punkt kontrolny należy wybrać w dowolnym punkcie mocowania urządzenia.

Jeżeli nie można dotrzymać tych wymagań, zaleca się kontrolowanie wibracji według średniej wartości przyspieszenia w punktach mocowania urządzenia.

### **3.2.15** Badanie odporności na drgania sinusoidalne

**3.2.15.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie jest zdolne do spełniania przewidzianych funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości, podanych w PB i WT, podczas działania wibracji w przewidzianym zakresie częstotliwości.

**3.2.15.2** Urządzenia należy badać w stanie włączonym zgodnie z 3.2.4.

**3.2.15.3** Badanie należy wykonać zmieniając płynnie częstotliwość z prędkością bliską 1 okt/min i zatrzymując się na częstotliwościach, przy których parametry wyjściowe badanego urządzenia są

niestabilne. W trakcie badania należy kontrolować pracę urządzenia (sprawdzenie czy występują fałszywe zadziałania oraz sprawdzenie niezbędnych parametrów podanych w PB i WT dla tego urządzenia).

W technicznie uzasadnionych przypadkach badanie odporności urządzenia na drgania można wykonać metodą ustalonych częstotliwości.

3.2.15.4 Czas badania powinien być wystarczający dla sprawdzenia parametrów urządzenia, podanych w PB i WT. Najkrótszy dopuszczalny czas badania należy podać w PB i WT.

3.2.15.5 Należy uznać, że urządzenie pomyślnie przeszło badania odporności na drgania, jeżeli nie wystąpiły uszkodzenia mechanizmów i fałszywe zadziałania, a sprawdzone wartości parametrów przy narażeniach wibracyjnych spełniają wymagania podane w PB i WT.

### 3.2.16 Badanie wytrzymałości na drgania sinusoidalne.

3.2.16.1 Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może przeciwstawić się niszcącemu działaniu wibracji oraz, czy jest zdolne do spełniania przewidzianych funkcji i zachowania parametrów w granicach dopuszczalnych wartości po działaniu wibracji. Urządzenie należy badać w stanie pracy, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

3.2.16.2 Badanie wytrzymałości na drgania wykonuje się jedna z następujących metod:

- metodą częstotliwości cyklicznie zmiennej w obszarze stanów rezonansowych;
- metodą częstotliwości cyklicznie zmiennej w wymaganym zakresie częstotliwości.

Dopuszcza się wykonywanie badania:

- metodą ustalonych częstotliwości w obszarze stanów rezonansowych (przy częstotliwości rezonansu);
- metodą ustalonych częstotliwości w wymaganym zakresie częstotliwości.

3.2.16.3 Badanie należy wykonać zgodnie z wymaganiami podanymi w 3.2.4.

3.2.16.4 Urządzenia instalowane na samolotach, w których przypada od 4 do 6 częstotliwości rezonansowych na każdą oś współrzędnych podstawowych podzespołów i elementów wymienionych w dokumentacji urządzenia, powinny być najpierw badane przy tych częstotliwościach rezonansowych zgodnie z wymaganiami podanymi w 3.2.16.6 lub 3.2.16.7.

3.2.16.5 Urządzenia samolotów, w których występuje wiele częstotliwości rezonansowych (ponad 4 lub 6 na każdą oś współrzędnych) lub nie ma wyraźnych częstotliwości rezonansowych, należy badać metodą częstotliwości cyklicznie zmiennej w całym wymaganym zakresie częstotliwości. Badanie należy wykonać z prędkością równą lub bliską 1 oktawie na minutę. Wartość parametrów badania podano w tablicy 22.

**Tablica 22**

Nazwa parametru badań	Wartość parametru badania dla zakresu częstotliwości		
	od 5(10) do 500	od 5(10) do 2 000	
		od 5(10) do 500	od 500 do 2 000
	Hz		
1	2	3	4
Czas cyklu zmiany, min	13,3 (11,3)	13,3 (11,3)	4
Liczba cykli zmiany dla jednej osi	39	39	10



**Tablica 22 (ciąg dalszy)**

1	2	3	4
Czas badania dla jednej osi	8 h 38 min (7 h 20 min)	8 h 38 min (7 h 20 min)	40 min
Czas badania dla trzech osi	25 h 54 min (22 h)	27 h 54 min (24 h)	
Liczba cykli narażenia dla jednej osi	$0,334 \times 10^7$	$0,334 \times 10^7$	$0,262 \times 10^7$
Sumaryczna liczba cykli narażenia dla trzech osi	$1,002 \times 10^7$	$1,788 \times 10^7$	
Uwaga: W nawiasach podano dane dla wymaganych zakresów częstotliwości od 10 Hz do 500 Hz i od 10 Hz do 2 000 Hz.			

Przykład podziału wymaganego zakresu częstotliwości na podzakresy oraz przykład obliczania parametrów badania podano w załączniku C (informacyjnym).

3.2.16.6 Badania metodą częstotliwości cyklicznie zmiennej w obszarze stanów rezonansowych zaleca się wykonywać prędkością zmian równą lub bliską 1 oktawie na minutę w zakresie od 0,7 do 1,4 częstotliwości rezonansowych. Czas badania w każdym stanie rezonansowym powinien wynosić 30 min.

3.2.16.7 W technicznie uzasadnionych przypadkach dopuszcza się badanie urządzeń metodą ustalonych częstotliwości, przez 10 min przy każdej częstotliwości rezonansowej.

W przypadku niestabilnych wartości częstotliwości rezonansowych badanego urządzenia należy określić drogę badań przyczyny ich zmian oraz podjąć decyzję, czy dla konkretnego urządzenia zmiany częstotliwości rezonansowych są dopuszczalne.

3.2.16.8 W przypadku badania wytrzymałości urządzenia w stanach rezonansowych, podanych w 3.2.16.6 i 3.2.16.7 liczba cykli narażenia metodą częstotliwości cyklicznie zmiennej lub metodą ustalonych częstotliwości nie powinna być mniejsza od  $10^7$ .

Badania należy wykonać się w tych podzakresach częstotliwości, w których nie wykonywano badań w stanach rezonansowych.

3.2.16.9 Urządzenia śmigłowców powinny być badane (a urządzenia samolotów można badać) metodą ustalonych częstotliwości dzieląc całkowitą liczbę cykli nie mniejszą od  $10^7$ , na częstotliwości podane w PB i WT.

Zalecane wartości ustalonych częstotliwości i czas badania urządzenia przy tych częstotliwościach zamieszczono w tablicy 23.

Tablica 23

Średnie geometryczne częstotliwości w pasmach 1/3 oktaowych (tercjowych)	Zakres częstotliwości			
	od 5 do 500		od 5 do 2 000	
	Liczba cykli narażenia	Czas badania	Liczba cykli narażenia	Czas badania
Hz		min		min
5,00	7 200	24	7 200	24
6,25	9 000		9 000	
8,00	11 520		11 520	
10,00	14 400		14 400	
12,50	18 000		18 000	
16,00	28 040		28 040	
20,00	28 800		28 800	
25,00	36 000		36 000	
31,50	45 360		45 360	
40,00	57 600		57 600	
50,00	72 000		72 000	
63,00	90 720		90 720	
80,00	115 200		115 200	
100,00	144 000		144 000	
125,00	180 000		180 000	
160,00	230 400		230 400	
200,00	288 000		288 000	
250,00	360 000		360 000	
315,00	453 600		453 600	
400,00	576 000		576 000	
500,00	720 000	-	720 000	6
630,00	-	-	226 800	6
800,00	-	-	288 000	6
1 000,00	-	-	360 000	6
1 250,00	-	-	450 000	6
1 600,00	-	-	576 000	6
2 000,00	-		720 000	
Razem dla jednej osi dla trzech osi	0,348 x 10 <sup>7</sup> 1,044 x 10 <sup>7</sup>	8 h 24 min 25 h 12 min	0,61 x 10 <sup>7</sup> 1,83 x 10 <sup>7</sup>	9 h 27 h

3.2.16.10 Czas badania względem każdej osi współrzędnych powinien wynosić 1/3 całkowitego czasu, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

Jeżeli urządzenie jest badane w jednym położeniu, to czas badania powinien równać się całkowitemu czasowi badania względem trzech osi współrzędnych.

3.2.16.11 Po badaniach należy wykonać oględziny zewnętrzne urządzenia w celu wykrycia uszkodzeń mechanicznych, osłabienia mocowania oraz zmierzyć parametry urządzenia, wymienione w PB i WT.

3.2.16.12 Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badania wytrzymałości na drgania w wymaganym zakresie częstotliwości, jeżeli podczas oględzin zewnętrznych nie ujawniono uszkodzeń mechanicznych, a wartości parametrów urządzenia spełniają wymagania, podawane w PB i WT.

### 3.3 Badania odporności na drgania akustyczne

**3.3.1** Warunki badania urządzeń charakteryzują się średnim poziomem ciśnienia akustycznego wokół badanego obiektu, poziomem ciśnienia akustycznego w pasmach oktaowych w jednym z punktów kontrolnych, różnicą sumarycznych poziomów w punktach kontrolnych oraz czasem badań.

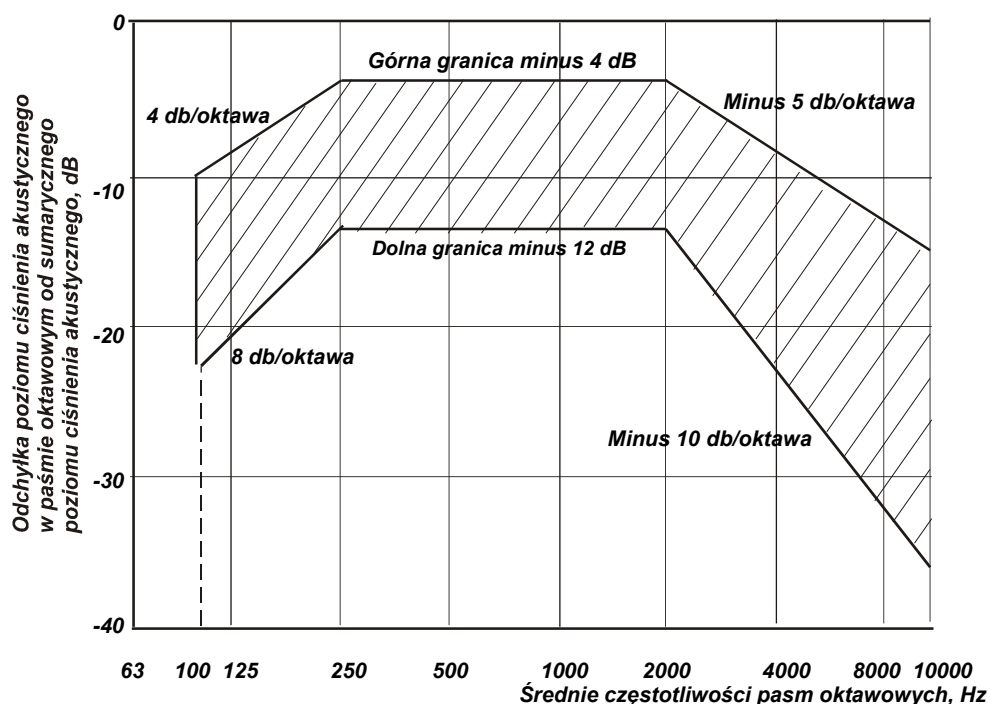
**3.3.2** Poziom ciśnienia akustycznego podczas badania urządzenia należy przyjąć zgodnie z wymaganiami, podanymi w tablicy 24 i w punktach od 3.3.3 do 3.3.8.

**Tablica 24**

Stopień ostrości	I	II	III
Średnia wartość sumarycznego poziomu ciśnienia akustycznego	130	140	150
dB			

**3.3.3** W przypadku urządzeń instalowanych w kabinach załogi i w przedziałach technicznych obiektów techniki lotniczej, w których sumaryczny poziom ciśnienia akustycznego nie przekracza 125 dB, nie bada się odporności na drgania akustyczne, jeżeli tak postanowiono w PB i WT.

**3.3.4** Poziomy ciśnienia akustycznego w oktaowych pasmach częstotliwości względem średniej wartości poziomów sumarycznych (tablica 24) w punktach kontrolnych powinny odpowiadać podanym na rysunku 11.



**Rysunek 11 - Kształt widma ciśnienia akustycznego w oktaowych pasmach częstotliwości, poziom ciśnienia akustycznego – według stopni ostrości badań**

**3.3.5** Różnica poziomów (sumarycznych) ciśnienia akustycznego w dowolnych dwóch punktach kontrolnych komory pomiarowej wraz z badanym urządzeniem nie powinna przekraczać 6 dB. Minimalne wartości poziomów we wszystkich punktach kontrolnych nie powinny różnić się o więcej niż o minus 2 dB od poziomu dla wymaganego stopnia ostrości badań. Średnią wartość poziomu ciśnienia akustycznego należy przyjąć z błędem  $\pm 2$  dB.

**3.3.6** Czas badania powinien być wystarczający dla wyznaczenia funkcjonalnych parametrów urządzenia, lecz nie może być krótszy niż 15 min.

**3.3.7** Jeżeli badania wykonuje się w komorach, w których różnica poziomów (sumarycznych) w punktach kontrolnych przekracza 6 dB, to należy zapewnić warunki, aby minimalne wartości nie różniły się od wymaganych o więcej niż minus 2 dB (zob. 3.3.5).

**3.3.8** Dopuszcza się wykonywanie badania przy oddziaływaniu jednotonalnych wibracji akustycznych, płynnie zmieniając częstotliwość ciśnienia akustycznego w zakresie od 100 Hz do 10 000 Hz z prędkością bliską 1 oktawie na minutę i zatrzymując się przy częstotliwościach, przy których parametry wyjściowe badanego urządzenia są niestabilne. Należy sprawdzić przy tym jego pracę (brak fałszywych zjawisk oraz sprawdzanie wartości parametrów podanych w PB i WT dla tego urządzenia). Poziomy ciśnienia akustycznego należy przyjąć w dwóch punktach kontrolnych, od strony źródła dźwięku i strony przeciwległej, w granicach podanych na wykresie (rys. 11). Wykraczanie poziomu ciśnienia akustycznego poza dopuszczalną odchyłkę jest dozwolone tylko w kierunku zwiększenia poziomu.

**3.3.9** Przy wyborze stopnia ostrości badania konkretnego urządzenia przyjmuje się, że przekroczenie maksymalnej wartości summarycznego ciśnienia akustycznego w miejscu zainstalowania urządzenia na pokładzie nie więcej niż o 3 dB w stosunku do dowolnego stopnia ostrości powoduje, że urządzenie należy badać przy tym stopniu ostrości. W innych przypadkach badanie należy wykonywać przy wyższym stopniu ostrości.

**3.3.10** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie jest zdolne do spełnienia przewidywanych funkcji przy działaniu wibracji akustycznych.

**3.3.11** Badane urządzenie należy ustawić w komorze na amortyzatorach tak, aby pierwsza częstotliwość rezonansowa układu nie była większa niż 25 Hz oraz (w miarę możliwości) podstawowe powierzchnie urządzenia nie były równoległe lub prostopadłe do ścian komory pomiarowej.

**3.3.12** Poziom ciśnienia akustycznego należy mierzyć co najmniej w sześciu punktach pomiarowych, rozmieszczonych równomiernie wokół badanego urządzenia w odległości od 0,1 m do 0,2 m od jego powierzchni.

Dopuszcza się pomiar poziomu ciśnienia akustycznego w jednym punkcie pomiarowym, jeżeli maksymalny wymiar urządzenia nie przekracza 0,25 m.

**3.3.13** Różnice pomiędzy poziomami ciśnienia akustycznego w pasmach częstotliwości a średnią wartością summarycznych poziomów ciśnienia akustycznego należy ustalić doświadczalnie. Poziomy w oktaowych pasmach częstotliwości można dobierać przed ustawieniem urządzenia w komorze. W razie konieczności ostatecznej regulacji średnich poziomów w punktach pomiarowych należy dokonać po ustawieniu badanego urządzenia w komorze.

**3.3.14** Podczas badania urządzenia należy sprawdzić jego parametry funkcjonalne. Odchyłki parametrów przy narażeniu akustycznym powinny mieścić się w granicach podanych w PB i WT.

**3.3.15** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli podczas i po badaniu spełnia ono wymagania podane w PB i WT.

## **3.4 Badanie odporności całkowitej na udary wielokrotne**

**3.4.1** Badanie urządzenia wykonuje się w celu sprawdzenia:

- odporności na udary mechaniczne;
- wytrzymałości na udary mechaniczne;

- wytrzymałości węzłów mocujących urządzenie na udary mechaniczne.

**3.4.2** Wartości uderzeń podczas badania urządzeń względem trzech osi współrzędnych należy przyjąć według danych zamieszczanych w tablicy 25. Kształt impulsów powinien być półsinusoidalny, z uwzględnieniem odchyłek podanych na rysunku 1 – podczas badania odporności na udary mechaniczne oraz na rysunku 4 – podczas badania wytrzymałości na udary mechaniczne i wytrzymałości węzłów mocujących na pojedyncze udary mechaniczne.

**3.4.3** Pomiary parametrów uderzenia należy wykonać w jednym z punktów mocowania urządzenia do stołu wstrząsarki lub pomocniczego oprzyrządowania.

**3.4.4** Urządzenie należy badać względem trzech osi współrzędnych, jeżeli w PB i WT nie podano inaczej.

Urządzenia z amortyzacją wspólną (grupową) i z amortyzacją indywidualną, instalowane na obiekcie techniki lotniczej w określonym położeniu, należy badać w tymże położeniu.

**3.4.5** Badanie odporności na wielokrotne udary mechaniczne

3.4.5.1 Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy w czasie działania wielokrotnych uderzeń mechanicznych urządzenie może spełniać przewidziane funkcje i czy zachowuje wartości parametrów zgodnie z wymaganiami podanymi w PB i WT.

3.4.5.2 Badane urządzenie należy umieścić na stole wstrząsarki, a warunki badań należy ustalić na podstawie wymagań podanych w 3.4.2.

Jeżeli bloków badanego urządzenia nie można umieścić na jednej wstrząsarce, to można wykonywać badania jednocześnie na kilku wstrząsarkach lub kolejno na jednej wstrząsarce.

3.4.5.3 W trakcie badań urządzenie powinno pracować. Należy przy tym sprawdzić wyjściowe parametry urządzenia.

3.4.5.4 Należy uznać, że urządzenie pomyślnie przeszło badanie jeżeli podczas oddziaływania uderzeń, wartości jego parametrów funkcjonalnych zawierały się w granicach podanych w PB i WT, a w czasie oględzin zewnętrznych nie ujawniono uszkodzeń mechanicznych.

### Tablica 25

Stopień ostrości	Wartości parametrów badań								
	odporności na uduy mechaniczne			wytrzymałości na uduy mechaniczne			wytrzymałości węzłów mocujących urządzenia na uduy mechaniczne		
	Szczytowe przyspieszenie uduu dla osi Y	Czas trwania impulsu uduu	Liczba uduarów	Szczytowe przyspieszenie uduu dla osi Y	Czas trwania impulsu uduu	Całkowita liczba uduarów dla trzech osi	Szczytowe przyspieszenie uduu dla osi X, Y i Z	Czas trwania impulsu uduu	Całkowita liczba uduarów
	m/s <sup>2</sup>	ms		m/s <sup>2</sup>	ms		m/s <sup>2</sup>	ms	
I	60	20	Niezbędna dla sprawdzenia funkcjonowania lecz nie mniejsza od sześciu uduarów dla każdej osi	40	20	7 000	150 – dla strefy centralnej (I stopień ostrości) wg DT – dla strefy końcowej (II stopień ostrości)	15	18 (po trzy uduary w każdym kierunku wzdłuż każdej osi współrzędnych)
II	80	20		60		3 000			
				60		7 000			
III	120	15		80		3 000			
				80	7 000				
IV	150	15		120	15	3 000			
				120		7 000			
				150		3 000			

Wartości szczytowych przyspieszeń uduarów względem poziomych osi współrzędnych podczas badania odporności i wytrzymałości urządzeń wynoszą 70 % wartości szczytowego przyspieszenia uduaru względem osi pionowej.

Dopuszczalna odchyłka wartości szczytowego przyspieszenia uduaru wynosi od + 20 % do - 30 %.

Liczba uduarów na minutę powinna wynosić od 40 do 80, jeżeli w PB i WT nie podano inaczej.

Dopuszczalna odchyłka czasu trwania impulsu uduaru wynosi + 40 %.

Kierunki osi X, Y, Z podano na rysunku 5.

### 3.4.6 Badanie wytrzymałości na wielokrotne uduary mechaniczne

3.4.6.1 Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może przeciwstawić się niszcącemu działaniu wielokrotnych uduarów mechanicznych oraz czy po zakończeniu działania uduarów utrzymuje swoje parametry w granicach przyjętych w PB i WT.

3.4.6.2 Badanie urządzenia należy wykonać zgodnie z wymaganiami podanymi w 3.4.2.

3.4.6.3 Stan urządzenia (pracy lub nie) w trakcie badań powinien być podany w PB i WT.

3.4.6.4 Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli po próbach wartości parametrów funkcjonalnych urządzenia są zgodne z wymaganiami podanymi w PB i WT, a podczas oględzin nie ujawniono uszkodzeń mechanicznych.

### 3.4.7 Badanie wytrzymałości węzłów mocujących na pojedyncze uduary mechaniczne.

3.4.7.1 Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy węzły mocujące są zdolne utrzymać urządzenie podczas i po oddziaływaniu uduarów mechanicznych, które mogą pojawić się w warunkach wynikających z wymagań dotyczących wytrzymałości obiektu techniki lotniczej. Badanie należy wykonać zgodnie z wymaganiami podanymi w 3.4.2.

3.4.7.2 Badanie urządzenia można wykonywać na makietach podobnych pod względem charakterystyk bezwładnościowych do naturalnego modelu urządzenia.

3.4.7.3 Należy uznać, że węzły mocujące urządzenia przeszły pomyślnie badanie, jeśli po próbach spełniają one wymagania podane w PB i WT.

## 3.5 Badanie odporności całkowitej na przyspieszenie stałe

3.5.1 Wartości przyspieszenia stałego w trakcie badań urządzeń względem każdego z sześciu kierunków wzdłuż trzech osi współrzędnych powinny być zgodne z podanymi w tablicy 26, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

**Tablica 26**

Stopień ostrości	Wartość przyspieszenia stałego podczas badania	
	m/s <sup>2</sup>	
	Odporności i wytrzymałości urządzenia	Wytrzymałości węzłów mocujących
I	50	100
II	100	150

3.5.2 Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie jest zdolne do spełniania przewidzianych funkcji, czy może przeciwstawić się niszcącemu działaniu przyspieszeń stałych, a także w celu sprawdzenia wytrzymałości węzłów mocujących.

3.5.3 Urządzenia nie amortyzowane lub ich bloki należy mocować do stołu wstrząsarki w podobny sposób, jak w warunkach eksploatacji.

**3.5.4** Urządzenia z amortyzatorami indywidualnymi bada się na amortyzatorach, jeżeli w PB i WT nie podano inaczej. Urządzenia z amortyzacją wspólną należy mocować do stołu wstrząsarki podobnie jak są mocowane do amortyzatorów.

**3.5.5** Urządzenia w stanie włączonym należy badać kolejno w położeniach odpowiadających każdemu kierunkowi wzdłuż każdej z trzech osi współrzędnych, jeżeli w PB i WT nie podano inaczej.

Urządzenia wrażliwe na oddziaływanie przyspieszeń kątowych należy badać się przy przyspieszeniach liniowych według odpowiednich metod, które należy podać w PB i WT.

**3.5.6** Badanie wytrzymałości węzłów mocujących urządzenia można wykonywać na makietach, podobnych pod względem charakterystyk bezwładnościowych do naturalnych urządzeń.

**3.5.7** Wartość przyspieszenia należy przyjąć względem geometrycznego środka urządzenia lub jego środka ciężkości zgodnie z danymi wg 3.5.1. Błąd wartości przyspieszenia stałego w środku ciężkości nie powinien przekraczać - 10 % i + 30 %. Różnica pomiędzy przyspieszeniami w dowolnym punkcie urządzenia i w środku ciężkości nie powinna przekraczać 20 %.

Punkt kontroli przyspieszenia urządzenia o dużych wymiarach gabarytowych lub z elementami szczególnie wrażliwymi na przyspieszenia stałe, powinien być podany w PB i WT.

**3.5.8** Czas badania na oddziaływanie przyspieszenia stałego powinien być wystarczający dla pomiaru i sprawdzenia parametrów urządzenia, ale nie może być krótszy niż 3 min.

**3.5.9** W trakcie badania należy sprawdzić, czy nie ma fałszywych działań urządzeń komutujących (przełączających) oraz należy sprawdzić parametry podane w PB i WT.

**3.5.10** Po zakończeniu badań należy wykonać oględziny zewnętrzne urządzenia i zmierzyć parametry podane w PB i WT.

**3.5.11** Należy uznać się, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie wytrzymałości i odporności na przyspieszenie stałe, jeżeli w trakcie i po badaniach wartości parametrów urządzenia mieszczą się w granicach dopuszczalnych wartości podanych w PB i WT dla konkretnego rodzaju badania, a podczas oględzin nie wykryto mechanicznych uszkodzeń urządzenia i jego węzłów mocujących.

## **4 Metody badania odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności na narażenia klimatyczne i oddziaływanie grzybów pleśniowych oraz badania wodoszczelności i hermetyczności urządzeń naziemnych, morskich, rakietowych i urządzeń (wyposażenia) amunicji artyleryjskiej**

### **4.1 Postanowienia ogólne**

**4.1.1** Badanie odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności na narażenia klimatyczne i oddziaływanie grzybów pleśniowych oraz badanie wodoszczelności i hermetyczności wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie jest zdolne do spełniania swej funkcji i zachowania parametrów oraz wyglądu zewnętrznego w granicach przyjętych wymagań, podczas i/lub po oddziaływaniu narażeń klimatycznych i grzybów pleśniowych ustalonych w NO-06-A103.

**4.1.2** Wartości charakterystyk czynników środowiskowych podczas badań należy przyjąć zgodnie z wymaganiami podanymi w NO-06-A103, jeśli w niniejszej normie nie przewidziano innych wartości.

**4.1.3** Czas narażenia w warunkach badania należy liczyć od chwili ustalenia się tych warunków w komorze.



**4.1.4** Czas narażenia w podwyższonej (obniżonej) temperaturze powinien być wystarczający dla nagrzania (oziębienia) urządzenia w całej jego objętości.

Należy uznać, że urządzenie w stanie wyłączonym osiągnęło temperaturę otoczenia, jeżeli temperatura najbardziej masywnej części urządzenia (lub innej części, podanej w PB i WT, określającej nagrzanie w całej objętości) różni się od temperatury otoczenia (średniej w czasie temperatury komory) nie więcej niż o 3 °C.

Czas nagrzewania (oziębienia) urządzenia w całej jego objętości należy określić na etapie badań wstępnych. W tym celu na częściach, określających nagrzewanie (oziębienie) urządzenia w całej jego objętości, należy umieścić czujniki do kontroli temperatury.

Można nie sprawdzać temperatury części urządzenia, określających nagrzewanie (oziębienie) całej objętości, jeżeli części te nie mają specjalnych osłon, służących jako izolacja cieplna. W tym przypadku, aby urządzenie osiągnęło temperaturę otoczenia należy je – zależnie od jego masy – przetrzymywać przez:

- 2 h – dla masy urządzenia nie większej niż 2 kg;
- 3 h – dla masy urządzenia od 2 kg do 10 kg;
- 4 h – dla masy urządzenia od 10 kg do 20 kg;
- 6 h – dla masy urządzenia od 20 kg do 50 kg;
- 8 h – dla masy urządzenia od 50 kg do 100 kg.

**4.1.5** Należy uznać, że urządzenie wydzielające ciepło osiągnęło po włączeniu równowagę cieplną, jeżeli stosunek dwóch kolejnych przedziałów czasu, niezbędnych dla zmiany temperatury w punktach kontrolnych o 3 °C, jest większy niż 1,7 lub jeśli zmiana temperatury w punktach kontrolnych nie przekracza 1 °C w ciągu 15 min.

Osiągnięcie równowagi cieplnej może być stwierdzone na drodze pomiaru parametrów, dla których są znane zależności temperaturowe

**4.1.6** Konieczność włączenia urządzenia w celu pomiaru parametrów, czas pozostawiania urządzenia w stanie włączonym (pod obciążeniem elektrycznym) niezbędny dla sprawdzenia zdolności urządzenia i pomiaru parametrów w normalnych warunkach i w warunkach badań, początek pomiaru parametrów (od razu po włączeniu lub/i po określonym przetrzymywaniu w stanie włączenia) oraz sposób odłączania (zdejmowania) obciążenia na czas pomiaru parametrów, a także warunki i tryb pracy urządzenia, zakres pomiarów i sprawdzeń organów regulacji i elementów przełączających należy podać dla każdego badania w PB i WT.

**4.1.7** Odchyłki charakterystyk narażeń klimatycznych w czasie badań nie powinny przekraczać wartości podanych w tablicy 27, jeśli nie podano innych wymagań w PB i WT.

**4.1.8** Przenośne urządzenia naziemne montowane w nadwoziach samochodowych, przyczepach, czołgach i innych obiektach opancerzonych należy badać wraz z nadwoziami.

Wartości temperatury, podane w NO-06-A103, obowiązują wewnątrz nadwozi (przyczep, czołgów itp.). Stan drzwi (okien, luków) podczas badań należy podać w metodykach badań. Podczas badania odporności cieplnej, w razie istnienia układów chłodzenia, temperaturę powietrza chłodzącego przyjmuje się od 5 °C do 10 °C niższą od podwyższonej temperatury pracy dla urządzeń tej grupy. Dopuszcza się badanie tych urządzeń bez nadwozi, co należy podać w PB i WT dla urządzenia.

**4.1.9** W razie braku możliwości (podczas różnorodnych badań) pomierzenia parametrów urządzenia bez wyjmowania go z komory, pomiary można wykonywać poza komorą. Czas od chwili wyjęcia urządzenia z komory do zakończenia pomiarów parametrów należy podać w PB i WT dla urządzenia.

Tablica 27

Czynnik środowiskowy	Jednostki miar	Dopuszczalne odchyłki
Temperatura: od - 200 do - 85 od - 85 do + 100 ponad + 100 do 200 ponad + 200	°C	± 5 °C ± 2 °C ± 5 °C ± 10 °C
Wilgotność względna	%	± 3 %
Niskie ciśnienie: ponad 1,4  od 1,4 do $1,4 \cdot 10^{-2}$  mniej niż $1,4 \cdot 10^{-2}$	hPa (1 mmHg)	± 5 % lub 1,4 hPa (1 mmHg) w zależności od tego, co większe  ± 60 %  ± 30 %
Podwyższone ciśnienie	hPa	± 20 %
Promieniowanie słoneczne: całkowita gęstość strumienia,  gęstość strumienia ultrafioletowej części widma,	W/m <sup>2</sup>	± 10 %  ± 25 %
Intensywność deszczu		± 40 %

**4.1.10** Metody badań oddziaływania narażeń klimatycznych, nie wymienione w niniejszej normie, można ustalić w oparciu o inne normy i dokumenty techniczne.

## 4.2 Badanie odporności całkowitej na podwyższoną temperaturę otoczenia

**4.2.1** Badania wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie jest zdatne oraz czy utrzymuje swój wygląd zewnętrzny zarówno podczas jak i po oddziaływaniu podwyższonej temperatury.

**4.2.2** Urządzenia umieszcza się w komorze.

Jeżeli urządzenie jest wyposażone w środki chłodzenia, to należy umieścić je i badać wraz z nimi lub równoważnym wyposażeniem zastępczym.

Węzły mocujące urządzenia wydzielające ciepło nie powinny stwarzać warunków dla dodatkowego (w stosunku do przewidywanego konstrukcyjnie) oddawania ciepła.

Na etapie wstępnych badań (lub jeszcze wcześniejszych) modeli doświadczalnych zaleca się, aby w urządzeniach wydzielających ciepło instalować czujniki do sprawdzania temperatury:

- najbardziej masywnej części (bloku) urządzenia;
- najbardziej krytycznych elementów ze względu na pracę urządzenia, których temperatura jest bliska granicznej dopuszczalnej dla tych elementów;
- najbardziej nagrzewających się elementów.

Miejsca umieszczenia czujników powinny być podane w PB i WT dla urządzenia.

Dopuszcza się mierzenie temperatury sprawdzonych elementów za pomocą innych metod, podanych w PB i WT.

**4.2.3** Pierwszy pomiar niezbędnych parametrów urządzenia oraz temperatury w punktach kontrolnych należy wykonać w normalnych warunkach klimatycznych. Urządzenie należy wyłączyć, jeśli było włączone w celu pomiaru parametrów.

Dopuszcza się mierzenie parametrów urządzenia na zewnątrz komory i umieszczanie urządzenia w komorze, w której uprzednio ustaliła się odpowiednia temperatura, jeśli to nie wpłynie na ocenę sprawdzanych parametrów.

**4.2.4** W komorze, w której znajduje się wyłączone urządzenie, należy ustalić temperaturę równą podwyższonej temperaturze pracy dla urządzenia konkretnej grupy, zgodnie z wymaganiami NO-06-A103.

Dopuszcza się podwyższenie temperatury w komorze przy włączonym urządzeniu do wartości temperatury pracy.

Dla przewożonych urządzeń naziemnych podwyższona temperatura pracy otaczającego powietrza powinna być osiągnięta w nadwoziu (przyczepie, czołgu itp.), w którym drzwi (okna, luki) są otwarte.

**4.2.5** Podczas badania urządzenia nie wydzielającego ciepła, zaleca się – w celu szybszego nagrzania go (oziębienia) – utrzymanie prędkości strumienia powietrza w komorze ponad 2 m/s.

Podczas badania urządzenia wydzielającego ciepło, zaleca się utrzymywanie prędkości strumienia powietrza w komorze (po włączeniu urządzenia) poniżej 1 m/s, aby nie łagodzić warunków badania włączonego urządzenia w wyniku obniżenia jego temperatury wskutek nawiewu.

W razie braku możliwości wykonania badania urządzenia wydzielającego ciepło, przy prędkości strumienia powietrza poniżej 1 m/s, urządzenie można badać przy większej prędkości powietrza. W tym przypadku metodę badań (w tym dopuszczalne spadki temperatury pomiędzy poszczególnymi podzespołami a obudową urządzenia) należy podać w PB i WT dla urządzenia.

**4.2.6** W temperaturze pracy, urządzenie należy przetrzymać w stanie wyłączonym do czasu nagrzania się całej objętości, lecz nie krócej niż 2 h. Dla urządzeń produkowanych seryjnie czas przetrzymywania należy podać w PB i WT na podstawie wyników pomiarów temperatury w punktach kontrolnych, zgodnie z wymaganiami podanymi w 4.2.2. Czas ten nie może być krótszy niż 2 h.

Jeżeli temperaturę w komorze podwyższa się przy włączonym urządzeniu do temperatury pracy, to dopuszcza się przetrzymywanie urządzenia w tym stanie do czasu nagrzania się go w całej objętości (lecz nie krócej niż 2 h), co powinno być podane w PB i WT.

**4.2.7** Urządzenie należy włączyć i utrzymywać w tym stanie do czasu ustalenia się równowagi cieplnej. Następnie należy wykonać powtórny pomiar parametrów urządzenia, wymienionych w PB i WT, oraz dokonać pomiaru temperatury w punktach kontrolnych. Warunki pracy urządzenia i środki chłodzenia, stan zamknięcia lub otwarcia drzwi (okien, luków) należy podać w PB i WT. Na koniec urządzenie należy wyłączyć.

Czas przetrzymywania urządzenia w stanie włączonym nie powinien przekraczać maksymalnie dopuszczalnego czasu pracy podczas eksploatacji.

Zaleca się badanie urządzenia przy maksymalnym napięciu zasilania (maksymalnym obciążeniu), zapewniającym najostrejsze warunki cieplne.

**4.2.8** Temperaturę w komorze należy podwyższyć do wartości granicznej, przewidzianej dla urządzeń konkretnej grupy, zgodnie z wymaganiami zawartymi w NO-06-A103 (jeżeli temperatura graniczna różni się od temperatury pracy).

Urządzenie w stanie wyłączonym należy przetrzymywać w temperaturze granicznej (lub temperaturze pracy w przypadku równości temperatur pracy i granicznej) w ciągu 6 h.

Dla przewożonych urządzeń naziemnych graniczna wartość temperatury powinna być osiągnięta w nadwoziu (przyczepie, czołgu itp.), przy otwartych drzwiach (oknach, lukach).

**4.2.9** Temperaturę w komorze należy obniżyć do wartości podwyższonej temperatury pracy. Urządzenie w stanie wyłączonym należy przetrzymać w tych warunkach do czasu osiągnięcia przezeń temperatury otoczenia w całej objętości, lecz nie krócej niż 2 h.

Dopuszcza się przeniesienie urządzenia z komory o granicznej wartości temperatury do komory o wartości temperatury pracy.

**4.2.10** Urządzenie należy włączyć, przetrzymać w stanie włączonym do czasu osiągnięcia przezeń równowagi cieplnej. Następnie należy wykonać trzeci pomiar parametrów urządzenia i wyłączyć je.

**4.2.11** Należy porównać wyniki drugiego i trzeciego pomiaru parametrów i podjąć decyzję o przerwaniu bądź kontynuowaniu badań.

Jeżeli wartości parametrów urządzenia podczas trzeciego pomiaru nie różnią się od wartości parametrów podczas drugiego pomiaru (z uwzględnieniem błędu pomiaru) bądź jeśli zmieniły się w granicach wartości podanych w PB i WT dla konkretnego rodzaju badań urządzenia, to należy podjąć decyzję o przerwaniu badań. W przeciwnym przypadku należy wykonać badania w trzech cyklach, traktując jako cykl badanie w warunkach granicznych i w warunkach pracy. W tym celu urządzenie należy poddać dodatkowo dwukrotnie badaniom zgodnie z wymaganiami 4.2.8, 4.2.9, 4.2.10 i zmierzyć po raz czwarty parametry.

**4.2.12** Dopuszcza się, po uzgodnieniu z zamawiającym, aby badania według punktów od 4.2.8 do 4.2.11 zastąpić badaniem urządzenia w stanie wyłączonym w podwyższonej temperaturze granicznej w ciągu 24 h. Następnie temperaturę w komorze należy obniżyć do wartości podwyższonej temperatury pracy, w której należy przetrzymać urządzenie do czasu osiągnięcia przezeń w całej objętości temperatury otoczenia. Urządzenie należy włączyć, przetrzymać je w tym stanie do czasu ustalenia się równowagi cieplnej, zmierzyć stosowne parametry i wyłączyć urządzenie.

**4.2.13** Temperaturę w komorze należy obniżyć do normalnej, otworzyć komorę, wyjąć z niej urządzenie i po przetrzymaniu go do czasu ustalenia się temperatury w całej objętości zmierzyć parametry, wykonać oględziny urządzenia i sprawdzić działanie organów regulacji i przełączania.

Dopuszcza się wyjmowanie urządzenia z komory w celu obniżenia jej temperatury do normalnej, co powinno być podane w PB i WT dla urządzenia.

**4.2.14** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badania, jeśli w trakcie i/lub po badaniach spełnia ono wymagania podane w PB i WT dla konkretnego rodzaju badań.

**4.2.15** Jeżeli badanie wpływu podwyższonej temperatury wykonuje się podczas badań zdawczo-odbiorczych i okresowych, to można nie wykonywać badań według punktów od 4.2.8 do 4.2.11, co powinno być podane w PB i WT dla urządzenia.

**4.2.16** Dopuszcza się, po uzgodnieniu z zamawiającym, badanie na oddziaływanie podwyższonej temperatury urządzeń wydzielających ciepło:

- metodą, opartą na utrzymywaniu przewidzianej w PB i WT temperatury kontrolowanego elementu włączonego (obciążonego) urządzenia za pomocą regulowania temperatury otaczającego powietrza w komorze;
- metodą, opartą na utrzymywaniu w komorze temperatury przekraczającej temperaturę pracy o wartość odpowiadającą nagrzaniu, podaną w PB i WT dla najbardziej krytycznych ze względu na działanie temperatury podzespołów i części urządzenia. Urządzenie należy badać w stanie wyłączonym (bez obciążenia elektrycznego). Metodę stosuje się w przypadkach technicznie uzasadnionych;
- metodą badania na zewnątrz komory cieplnej, zachowując wymaganą temperaturę kontrolowanych elementów poprzez regulację stanu pracy urządzenia, przy czym w PB i WT powinny być podane graniczne dopuszczalne wartości temperatury kontrolowanych elementów urządzenia.

Temperaturę kontrolowanego elementu należy ustalić na etapie wstępnych badań lub jeszcze wcześniej.

### **4.3 Badanie odporności całkowitej na obniżoną temperaturę otoczenia**

**4.3.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie jest zdadne oraz czy zachowuje zewnętrzny wygląd podczas i po działaniu obniżonej temperatury.

**4.3.2** Urządzenie należy umieścić w komorze, włączyć i zmierzyć w normalnych warunkach parametry, podane w PB i WT, a następnie urządzenie wyłączyć.

Dopuszcza się mierzenie parametrów w normalnych warunkach na zewnątrz komory.

**4.3.3** W komorze, w której znajduje się wyłączone urządzenie, należy ustalić temperaturę równą obniżonej temperaturze granicznej dla urządzenia konkretnej grupy, zgodnie z wymaganiami zawartymi w NO-06-A103.

Na etapie badań zdawczo-odbiorczych można nie wykonywać badań w warunkach granicznych, co należy podać w PB i WT dla urządzenia.

Dopuszcza się umieszczenie urządzenia w komorze, której wcześniej ustaliła się odpowiednia temperatura.

**4.3.4** Po ustaleniu przewidzianej wartości obniżonej temperatury granicznej urządzenia w stanie wyłączonym należy przetrzymać do czasu ochłodzenia w całej objętości, jednak nie krócej niż 24 h.

**4.3.5** Temperaturę w komorze należy podwyższyć do obniżonej temperatury pracy dla urządzeń konkretnej grupy (w tym przypadku, jeśli temperatura graniczna różni się od temperatury pracy) zgodnie z wymaganiami zawartymi NO-06-A103.

Urządzenie w stanie wyłączonym należy przetrzymać w obniżonej temperaturze pracy przez czas niezbędny dla wyrównania się temperatury w całej objętości. Następnie należy włączyć urządzenie, zmierzyć parametry i sprawdzić działanie organów regulacyjnych i przełączających, wymienionych w PB i WT dla urządzenia. Następnie urządzenie należy wyłączyć.

**4.3.6** Temperaturę w komorze należy podwyższyć do normalnej, przetrzymać urządzenie przez czas wystarczający do jego nagrzania w całej objętości, otworzyć komorę, wykonać oględziny zewnętrzne i zmierzyć parametry urządzenia.

Dopuszcza się wyjmowanie urządzenia z komory, zanim temperatura w niej osiągnie normalną, co należy podać w PB i WT dla urządzenia.

**4.3.7** Jeżeli trzeba zmierzyć parametry urządzenia w warunkach pracy na początku badania (przed oddziaływaniem temperatury granicznej), to dopuszcza się badanie urządzenia w warunkach pracy, a następnie w granicznych, co powinno być podane w PB i WT dla urządzenia.

**4.3.8** Należy uznać się, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli w trakcie i po badaniu spełnia ono wymagania podane w PB i WT dla konkretnego rodzaju badań.

**4.3.9** Jeżeli obniżona temperatura pracy urządzenia konkretnej grupy nie jest wyższa od  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a od urządzenia wymaga się, aby pracowało w warunkach szronu i rosy, to badania można wykonywać wraz z badaniami na oddziaływanie szronu i rosy. W tym przypadku, po badaniu urządzenia zgodnie z wymaganiami 4.3.5, komorę należy otworzyć, następnie podwyższyć w niej temperaturę do normalnej (lub należy wyjąć urządzenie z komory i przenieść do normalnych warunków) i włączyć urządzenie, które następnie powinno pracować przez 3 h lub czas podany w PB i WT dla urządzenia. Od razu po włączeniu urządzenia oraz w odstępach czasu od 30 min. do 60 min. lub w odstępach podanych w PB i WT należy sprawdzić zdadność urządzenia, zmierzyć się jego parametry i wykonać oględziny.

## 4.4 Badanie odporności całkowitej na zwiększoną wilgotność

**4.4.1** Badanie oddziaływania zwiększonej wilgotności wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie jest zdadne i zachowuje swój wygląd zewnętrzny podczas i po oddziaływaniu zwiększonej wilgotności.

**4.4.2** Zależnie od właściwości konstrukcyjnych i warunków eksploatacji urządzenia, badania należy wykonać jedną z następujących metod, którą należy podać w PB i WT:

- 1 - badania w warunkach cyklicznych z kondensacją wilgoci; stosuje się dla urządzeń wszystkich klas, od których wymaga się pracy w warunkach rosy, bez uszczelnianych osłon i z osłonami uszczelnianymi (za pomocą sprężystych materiałów typu gumy) nie zdejmowanymi podczas eksploatacji;
- 2 - badania w warunkach stałych bez kondensacji wilgoci; stosuje się dla urządzeń wszystkich klas, przewidzianych do pracy w stacjonarnych ocieplonych pomieszczeniach i umocnieniach (fortyfikacjach), w sterówkach, w centralnych pomieszczeniach sterowania, w pomieszczeniach mieszkalnych na okrętach i w innych podobnych pomieszczeniach;
- 3 - badania w warunkach cykliczno-stałych; stosuje się dla urządzeń wszystkich klas, od których wymaga się pracy w warunkach rosy, mających uszczelnione osłony (za pomocą sprężystych materiałów typu gumy), otwierane podczas eksploatacji.

Urządzenia elektrotechniczne wolno badać metodą 1, niezależnie od tego, czy wymaga się od nich pracy w warunkach rosy.

**4.4.3** Nie dopuszcza się, aby na badane urządzenie padały krople kondensatu z sufitu i ścianek komory.

Woda używana do wytworzenia i utrzymywania wilgotności w komorze powinna mieć rezystywność co najmniej 500  $\Omega \cdot m$ .

Dla osiągnięcia wymaganej wilgotności w przestrzeni probierczej, zaleca się pH od 6,0 do 7,0 przy temperaturze  $(23 \pm 2) ^\circ C$ .

Urządzenia należy badać w stanie wyłączonym, włączając je jedynie na czas pomiarów.

Zaleca się, aby urządzenia elektrotechniczne, w których pod wpływem napięcia elektrycznego może wystąpić niszczące działanie elektrolizy i korozji elektrochemicznej, były badane pod napięciem elektrycznym. Charakter, wartość i sposób przyłożenia napięcia należy podać w PB i WST dla urządzenia, zapewniając jak najmniejsze wydzielanie się ciepła w urządzeniu. Jeżeli tych warunków nie można spełnić, zaleca się wykonywanie badań na dwóch egzemplarzach urządzenia, z których jeden jest badany bez przykładania napięcia, drugi zaś – pod napięciem.

**4.4.4** Jeżeli nie można włączyć (wyłączyć) urządzenia bez otwierania komory, można otwierać komorę na czas niezbędny do włączenia (wyłączenia) urządzenia, lecz nie dłuższy niż na 1 min.

W technicznie uzasadnionych przypadkach dopuszcza się przerwy w badaniach nie dłuższe niż 2 doby.

Czasu przerwy nie należy wliczać do czasu badania.

Podczas przerwy urządzenie powinno przebywać w zamkniętej komorze, w której względna wilgotność powietrza na początku przerwy powinna być nie mniejsza niż 90 %.

Jeżeli urządzenie jest wyposażone w środki chłodzenia, to urządzenie należy badać wraz z nimi lub z zastępującymi je równoważnikami. Środki chłodzenia należy włączać tylko na czas sprawdzenia parametrów, według metodyki podanej w PB i WT dla urządzenia.

### 4.4.5 Metoda 1

**4.4.5.1** Urządzenie należy umieścić w komorze wilgotności, włączyć, zmierzyć parametry w normalnych warunkach klimatycznych i wyłączyć.

Dopuszcza się mierzenie parametrów przed umieszczeniem urządzenia w komorze.

4.4.5.2 Urządzenie należy poddać nieprzerwanemu oddziaływaniu kolejno następujących po sobie cyklów o czasie trwania 24 h. Całkowitą liczbę cykli dla urządzeń odpowiednich grup podano w tablicy 28.

4.4.5.3 Każdy cykl składa się z następujących etapów (rysunek 12):

- temperaturę w komorze należy podnieść do  $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$  w czasie od 1 h do 3 h przy wilgotności względnej co najmniej 95 %. W tym okresie na urządzeniu powinna kondensować się para wodna;
- w komorze należy utrzymać temperaturę  $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$  w czasie  $(12 \pm 0,5)$  h, licząc od początku cyklu, przy wilgotności względnej  $(93 \pm 3) \%$ ;
- temperaturę w komorze należy obniżyć do  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$  w czasie od 4 h do 9 h przy wilgotności względnej co najmniej 95 %.

Dla urządzeń o znacznych rozmiarach, o dużej pojemności cieplnej, temperaturę można obniżać wolniej (w czasie od 6 h do 9 h);

- w komorze należy utrzymywać temperaturę  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$  i wilgotność względną co najmniej 95 % do końca cyklu.

W przypadku badania urządzeń w wykonaniu ogólnoklimatycznym w ostatnim cyklu temperaturę w komorze należy obniżyć od  $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$  do  $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$  i utrzymać ją do końca cyklu przy wilgotności względnej co najmniej 95 %.

Jeżeli w końcu ostatniego cyklu mierzy się rezystancję izolacji, to w czasie pomiaru na urządzeniu nie może być wilgoci kondensacyjnej; w celu w drugiej połowie ostatniego cyklu dobowego wilgotność względna powinna wynosić  $(95 \pm 3) \%$ .

W celu skrócenia czasu badań do 9 dób (zamiast 21) i do 4 dób (zamiast 10) można wprowadzić do cyklu następujące zmiany:

- temperaturę w komorze podwyższyć do  $(55 \pm 2) ^\circ\text{C}$  (zamiast  $40 ^\circ\text{C}$ ) w czasie od 1 do 3 h;
- utrzymać w komorze temperaturę  $(55 \pm 2) ^\circ\text{C}$  (zamiast  $40 ^\circ\text{C}$ ) w czasie  $(12 \pm 0,5)$  h, licząc od początku cyklu,





Dopuszcza się wykonywanie badań w dwóch komorach, w których panują warunki badań odpowiadające pierwszej i drugiej połowie cyklu. Czas przenoszenia urządzenia z komory do komory nie powinien być dłuższy niż 15 min.

4.4.5.4 W ostatnim cyklu przy górnej bądź dolnej wartości temperatury należy zmierzyć parametry elektryczne lub dokonać innych sprawdzeń, przewidywanych w PB i WT dla konkretnego rodzaju badań, bez wyjmowania urządzenia z komory. Czas przetrzymywania urządzenia w stanie włączonym, które wywiera wpływ na warunki badań, powinien ograniczać się do czasu koniecznego dla pomiaru parametrów. W pierwszej kolejności należy zmierzyć parametry, które są najwrażliwsze na oddziaływanie wilgoci.

Podczas badań niedopuszczalne są jakiekolwiek dodatkowe regulacje i strojenia urządzenia, wyjąwszy dozwolone w trakcie eksploatacji.

Jeżeli pomiary parametrów bez wyjęcia urządzenia z komory są technicznie niemożliwe, dopuszcza się wykonywanie pomiarów na zewnątrz komory. W tym przypadku pomiary należy zakończyć nie później, niż po 15 min od chwili wyjęcia urządzenia z komory.

W trakcie badań zaleca się wykonywanie pomiarów kontrolnych co każde 3 do 5 cykli, jeśli to nie powoduje poduszania urządzenia.

4.4.5.5 Urządzenie należy wyjąć z komory i po przetrzymaniu w normalnych warunkach klimatycznych przez czas od 6 h do 16 h należy dokonać oględzin zewnętrznych i pomiaru parametrów, wymienionych w PB i WT dla urządzenia.

4.4.5.6 Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badania, jeśli podczas przebywania w komorze i po przetrzymaniu w normalnych warunkach spełnia ono wymagania podane w PB i WT dla konkretnego rodzaju badań.

Dopuszczalne zmiany rezystancji izolacji oraz parametrów świadczących o wyglądzie zewnętrznym należy podać w PB i WT dla urządzenia.

#### 4.4.6 Metoda 2

4.4.6.1 Urządzenie należy umieścić w komorze wilgotności, włączyć, zmierzyć parametry w normalnych warunkach klimatycznych i wyłączyć.

4.4.6.2 Temperaturę w komorze należy podnieść do  $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$  i przetrzymać urządzenie w tej temperaturze przez czas od 1,5 h do 2 h, jeśli nie podano innego czasu w PB i WT. Wilgotność względną należy zwiększyć do  $(93 \pm 3) \%$  i te warunki utrzymać w komorze przez cały czas badań, przewidziany w tablicy 28.

W celu dwu- lub trzykrotnego skrócenia czasu badań zamiast  $40 ^\circ\text{C}$  można utrzymywać w komorze temperaturę odpowiednio  $(50 \pm 2) ^\circ\text{C}$  lub  $(55 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

Dopuszcza się, aby urządzenia wstępnie podgrzać do temperatury wyższej od  $2 ^\circ\text{C}$  do  $3 ^\circ\text{C}$  od temperatury badania i włożyć je do komory, w której już wcześniej ustaliły się warunki badawcze.

Podczas przebywania urządzenia w komorze (wyjąwszy czas pomiarów) jest dopuszczalne nieznaczne rosenie w postaci pojedynczych kropel i potnienia urządzenia.

4.4.6.3 Pod koniec przetrzymywania należy wykonać (nie wyjmując urządzenia z komory) pomiar parametrów elektrycznych oraz innych sprawdzeń, przewidzianych dla konkretnego rodzaju badań. W pierwszej kolejności należy sprawdzić charakterystyki najbardziej narażone na wpływ zwiększonej wilgotności.

Dopuszcza się, aby urządzenia w wykonaniu ogólnoklimatycznym przetrzymywać przez ostatnie 12 h w temperaturze  $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , a urządzenia w wykonaniu umiarkowanie chłodnym – w temperaturze  $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ .

W czasie badań nie należy dokonywać jakichkolwiek dodatkowych regulacji lub strojeń urządzenia, oprócz tych, które dozwolone są w trakcie eksploatacji.

Jeżeli zmierzenie parametrów bez wyjęcia urządzenia z komory jest technicznie niemożliwe, dopuszcza się wykonywanie pomiarów na zewnątrz komory. W tym przypadku pomiary powinny być zakończone najpóźniej po 15 min od chwili wyjęcia urządzenia z komory.

Zaleca się wykonywanie w trakcie badań pomiarów kontrolnych od 3 do 5 dób bez wyjmowania urządzenia z komory, jeśli to nie powoduje poduszania urządzenia.

4.4.6.4 Urządzenia należy badać zgodnie z wymaganiami podanymi w 4.4.5.5. i 4.4.5.6.

#### **4.4.7 Metoda 3**

4.4.7.1 Urządzenie należy umieścić w komorze i badać kolejno w warunkach cyklicznych i stałych.

4.4.7.2 W badaniach w warunkach cyklicznych urządzenie w osłonie (obudowie) z odjętymi pokrywami, osłaniającymi organy sterowania, jednak z uszczelnieniem na obrzeżach osłony, należy badać zgodnie z wymaganiami zawartymi w punktach od 4.4.5.1 do 4.4.5.4.

Liczbę cykli podano w tablicy 28.

4.4.7.3 Urządzenie należy wyjąć z komory na czas od 1 h do 2 h i wyjąć z osłony (obudowy) (bloki należy wyciągnąć z osłon), wraz z osłoną umieścić w komorze probierczej i poddać badaniom w ustalonych warunkach zgodnie z wymaganiami zawartymi w 4.4.6.2 w czasie przewidzianym w tablicy 28.

4.4.7.4 Pod koniec przetrzymywania, bez wyjmowania urządzenia z komory, należy zmierzyć parametry elektryczne lub dokonać innych sprawdzeń, ustalonych dla konkretnego rodzaju badań. Dopuszcza się, aby na czas pomiarów urządzenie było umieszczone w osłonie, w miarę możliwości bez wyjmowania go z komory.

4.4.7.5 Urządzenie należy badać zgodnie z wymaganiami zawartymi w 4.4.5.5 i 4.4.5.6.

### **4.5 Badanie wytrzymałości na zmiany temperatury otoczenia**

**4.5.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia zdolności urządzenia po oddziaływaniu zmian temperatury otoczenia.

**4.5.2** W zależności od przeznaczenia i warunków eksploatacyjnych urządzenia oraz jego właściwości konstrukcyjnych, badania należy wykonać jedną z następujących metod:

- 1 - badanie urządzeń, które w warunkach eksploatacyjnych są poddawane szybkim zmianom temperatury;
- 2 - badanie urządzeń, które w warunkach eksploatacyjnych są poddawane powolnym zmianom temperatury;

Dopuszcza się stosowanie innych metod o nie mniejszej ostrości. Konkretną metodę należy podać w PB i WT dla urządzenia.

#### **4.5.3 Metoda 1**

4.5.3.1 Przed badaniem należy wykonać oględziny zewnętrzne urządzenia i zmierzyć parametry podane w PB i WT dla urządzenia.

Nie pracujące urządzenie należy umieścić w komorze zimna, w której wcześniej doprowadzono temperaturę do wartości granicznej, podanej w NO-06-A103, następnie przetrzymać je w tej temperaturze przez czas wystarczający do oziębienia go w całej objętości lecz nie krótszy niż 2 h.

Dopuszczalne jest umieszczenie urządzeń w polietylenowych pokrowcach w celu uchronienia ich przed pokrywaniem rosą, co należy opisać w PB i WT.

4.5.3.2 Urządzenie należy przenieść do komory ciepła, w której wcześniej doprowadzono temperaturę do wartości granicznej, podanej w NO-06-A103, a następnie przetrzymać je w tej temperaturze przez czas wystarczający do nagrzania urządzenia w całej objętości, ale nie krótszy niż 2 h.

Urządzenia, działające bezpośrednio w wodzie (przetworniki hydroakustyczne itp.), należy umieścić zamiast w komorze ciepła (jeśli jest to podane w PB i WT) bezpośrednio w wodzie o temperaturze od 10 °C do 20 °C na czas nie krótszy niż 2 h.

4.5.3.3 Po upływie czasu przetrzymywania w komorze ciepła cykl badań należy powtórzyć dwukrotnie, jeżeli w PB i WT dla urządzenia nie podano większej liczby cykli.

4.5.3.4 Czas przetrzymywania urządzenia w komorze zimna i ciepła należy liczyć od chwili osiągnięcia wymaganej temperatury powietrza w komorze po włożeniu urządzenia.

Czas przenoszenia urządzenia z komory zimna do komory ciepła i odwrotnie powinien być jak najkrótszy, jednak nie dłuższy niż 5 min.

Dopuszczalne jest, przy przenoszeniu urządzenia z jednej komory do drugiej, przetrzymywania go w normalnych warunkach, jeśli to podano w PB i WT dla urządzenia.

Czas przetrzymania powinien wynosić od 2 min do 3 min.

4.5.3.5 Po zakończeniu ostatniego cyklu badań urządzenie należy wyjąć z komory ciepła i przetrzymać je w normalnych warunkach klimatycznych przez czas wystarczający do ostygnięcia urządzenia w całej jego objętości, a następnie dokonać oględzin zewnętrznych i zmierzyć wymagane parametry, podane w PB i WT dla urządzenia.

4.5.3.6 Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badania, jeżeli po badaniu spełnia wymagania, ustalone w PB i WT dla konkretnego rodzaju badań urządzenia.

#### 4.5.4 Metoda 2

4.5.4.1 Przed badaniem należy wykonać oględziny zewnętrzne urządzenia i zmierzyć parametry podane w PB i WT dla urządzenia.

4.5.4.2 Urządzenie w stanie wyłączonym należy umieścić w komorze termicznej. Temperaturę w komorze należy obniżyć do dolnej wartości granicznej, podanej w NO-06-A103, a następnie przetrzymać urządzenie w tej temperaturze przez czas wystarczający do oziębienia w całej jego objętości. Zaleca się, aby prędkość zmian temperatury w komorze podczas oziębienia była większa niż  $1\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ .

4.5.4.3 Temperaturę w komorze należy zwiększyć do górnej wartości granicznej, podanej w NO-06-A103, a następnie przetrzymać urządzenie w tej temperaturze przez czas wystarczający do nagrzania w całej jego objętości. Zaleca się, aby prędkość zmian temperatury w komorze podczas nagrzewania była większa niż  $2\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ .

4.5.4.4 Po zakończeniu przetrzymania w granicznej podwyższonej temperaturze cykl badań należy powtórzyć dwukrotnie, jeżeli w PB i WT dla danego urządzenia nie przewidziano większej liczby cykli.

4.5.4.5 Temperaturę w komorze należy obniżyć do normalnej, urządzenie wyjąć z komory i przetrzymać w tym stanie przez czas wystarczający do ostygnięcia urządzenia w całej jego objętości, a następnie wykonać oględziny zewnętrzne i pomiary parametrów podanych w PB i WT dla danego urządzenia.

Dopuszczalne jest wyjmowanie urządzenia z komory zanim temperatura w niej osiągnie normalną.

4.5.4.6 Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badania, jeżeli po badaniu spełnia wymagania, ustalone w PB i WT dla konkretnego rodzaju urządzenia.

## **4.6 Badanie odporności całkowitej na niskie ciśnienie atmosferyczne**

**4.6.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia zdolności urządzenia w warunkach niskiego ciśnienia atmosferycznego, nie niższego niż 1,4 hPa (1 mmHg).

**4.6.2** Badanie wykonuje się w temperaturze normalnej lub w temperaturze podwyższonej i/lub obniżonej. Temperaturę (normalną, podwyższoną i/lub obniżoną) i jej konkretne wartości w czasie badania należy podać w PB i WT dla danego urządzenia.

**4.6.3** Urządzenie należy umieścić w komorze w podobny sposób, jak podczas eksploatacji. Jeżeli urządzenie jest wyposażone w środki chłodzenia, należy badać je wraz z nimi lub zastępującymi je równoważnikami. Węzły mocujące urządzenia wydzielającego ciepło nie powinny powodować dodatkowego (w porównaniu z przewidzianym konstrukcyjnie) odprowadzenia ciepła. Wymagane parametry urządzenia należy zmierzyć w normalnych warunkach.

**4.6.4** Temperaturę w komorze należy obniżyć (podwyższyć) do wartości podanej w PB i WT dla każdego rodzaju badania, a następnie utrzymywać na tym poziomie przez czas konieczny do oziębienia się (nagrzania) urządzenia w całej objętości.

Jeżeli w PB i WT przewidziano badanie urządzenia w temperaturze obniżonej i podwyższonej, zaleca się najpierw badać urządzenie w obniżonej temperaturze.

**4.6.5** Ciśnienie w komorze należy obniżyć do wartości ustalonej w NO-06-A103 dla urządzeń konkretnej grupy. Temperatury w komorze nie kontroluje się.

Podczas badania urządzenia, przewidzianego do pracy pod ciśnieniem 7 hPa (5 mmHg) i niższym oraz przy napięciu 300 V i wyższym, w komorze należy ustalić ciśnienie równe 14 hPa (10 mmHg). Następnie przy włączonym urządzeniu ciśnienie należy obniżyć płynnie do wartości od 1,4 hPa do 2,8 hPa (od 1 mmHg do 2 mmHg). Przez cały czas zmiany ciśnienia od 14 hPa (10 mmHg) do wartości wymaganej, należy sprawdzać parametry zależne od wytrzymałości elektrycznej odstępów powietrznych ( w tym także łukowych i iskrowych). Wykaz parametrów powinien być podany w DT (dokumentacji technicznej) dla danego urządzenia.

Dopuszczalne jest mierzenie parametrów, zależnych od wytrzymałości odstępów powietrznych przy podwyższonym ciśnieniu o wartości od 1,4 hPa do 14 hPa.

**4.6.6** Urządzenie w stanie włączonym należy przetrzymać przez 1 h pod ciśnieniem podanym w NO-06-A103, jeśli w PB i WT dla danego urządzenia nie podano innego czasu, a następnie zmierzyć parametry urządzenia. Czas przetrzymywania urządzenia od chwili włączenia do rozpoczęcia pomiarów należy podać w jego PB i WT.

**4.6.7** Urządzenie należy wyłączyć, a ciśnienie w komorze zwiększyć do normalnego. W komorze należy ustalić normalną temperaturę. Urządzenie należy przetrzymać do czasu ustalenia się temperatury otoczenia w całej objętości urządzenia, a następnie wyjąć je z komory, dokonać jego oględzin i zmierzyć jego parametry.

Dopuszczalne jest wyjmowanie urządzenia z komory zanim ustali się w niej normalna temperatura.

**4.6.8** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli podczas i po oddziaływaniu niskiego ciśnienia spełnia ono wymagania PB i WT dla konkretnego rodzaju badania.

## **4.7 Badanie odporności całkowitej na niskie ciśnienie atmosferyczne podczas transportu lotniczego**

**4.7.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie i/lub jego opakowanie może wytrzymać oddziaływanie obniżonego ciśnienia atmosferycznego podczas transportu w nie hermetyzowanych kabinach i przedziałach aparatów lotniczych.

**4.7.2** Badaniom tego rodzaju należy poddać się urządzenia, w skład których wchodzi hermetyzowane podzespoły i przyrządy, wypełnione cieczą, układy gazowe i olejowe, a również urządzenia przewożone w opakowaniu.

**4.7.3** Urządzenie należy umieścić w opakowaniu, przeznaczonym do transportu, a następnie włożyć do termobarokomory. Urządzenia przewożone drogą lotniczą razem z obiektem należy badać bez opakowania.

**4.7.4** Temperaturę w komorze należy obniżyć do  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  i utrzymać na tym poziomie przez czas wystarczający do oziębienia urządzenia w całej objętości, lecz nie krótszy niż 2 h.

**4.7.5** Ciśnienie w komorze należy obniżyć do wartości  $1,2 \times 10^{-2}$  hPa (90 mmHg) lub do ciśnienia podanego w PB i WT i utrzymać na tym poziomie przez 1 h, jeżeli nie podano innego czasu w PB i WT dla urządzenia. Nie kontroluje się wtedy temperatury.

Jeżeli bada się urządzenie przeznaczone dla wojsk powietrznodesantowych, prędkość zmniejszania ciśnienia atmosferycznego nie powinna być mniejsza od  $1 \times 10^2$  hPa/min (75 mmHg/min).

**4.7.6** Ciśnienie a następnie temperaturę w komorze należy podwyższyć do normalnych wartości. Następnie należy wyjąć urządzenie z komory.

Podczas badania urządzenia przeznaczonego dla wojsk powietrznodesantowych, prędkość wzrostu ciśnienia atmosferycznego nie powinna być mniejsza od  $1 \cdot 10^2$  hPa  $\cdot$  min<sup>-1</sup> (75 mmHg  $\cdot$  min<sup>-1</sup>).

**4.7.7** Urządzenie, które powinno działać od razu po przetransportowaniu drogą powietrzną, należy włączyć i przetrzymać w stanie włączonym przez 3 h lub czas podany w PB i WT dla urządzenia. Co każde od 30 min do 60 min lub w odstępach czasu, podanych w PB i WT, należy sprawdzić zdolność urządzenia i dokonać jego oględzin.

Urządzenie, od którego nie wymaga się natychmiastowego działania po przetransportowaniu drogą powietrzną, należy przetrzymać w opakowaniu lub bez niego w stanie wyłączonym w normalnych warunkach przez czas ustalony w PB i WT, lecz nie krótszy niż 2 h, po czym wykonać oględziny zewnętrzne i zmierzyć parametry urządzenia.

**4.7.8** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badania, jeśli spełnia wymagania ustalone w PB i WT dla urządzenia dla konkretnego rodzaju badania, a opakowanie nie ma uszkodzeń.

#### **4.8 Badanie odporności całkowitej na podwyższone ciśnienie gazu**

**4.8.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia zdolności urządzenia przy podwyższonym ciśnieniu powietrza lub jakiegokolwiek gazu.

**4.8.2** Urządzenie należy umieścić w komorze podwyższonego ciśnienia, zmierzyć parametry podane w PB i WT dla urządzenia, a następnie je wyłączyć.

**4.8.3** Ciśnienie w komorze należy podwyższyć przy normalnej temperaturze do wartości podanej w NO-06-A103. Następnie urządzenie należy przetrzymać pod tym ciśnieniem przez czas podany w PB i WT dla urządzenia. Urządzenie należy włączyć i utrzymywać je w stanie włączonym do czasu osiągnięcia równowagi cieplnej i zmierzyć parametry wymienione w PB i WT dla urządzenia. Można nie mierzyć parametrów czasie badania, jeżeli tak podano w PB i WT dla urządzenia.

**4.8.4** Ciśnienie w komorze należy obniżyć płynnie do wartości normalnej. Następnie urządzenie należy wyjąć z komory, zmierzyć jego parametry i sprawdzić wygląd zewnętrzny.

**4.8.5** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli podczas i po badaniu spełnia ono wymagania ustalone w PB i WT dla urządzenia dla konkretnego rodzaju badania.

## **4.9 Badania odporności całkowitej na szybkie zmiany ciśnienia**

**4.9.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia zdatności urządzenia przy szybkich zmianach ciśnienia.

**4.9.2** Urządzenie umieszcza się w barokomorze, w której przy normalnej temperaturze należy wytworzyć robocze ciśnienie atmosferyczne o wartości  $4 \times 10^2$  hPa (300 mmHg), jeżeli w PB i WT nie podano inaczej.

**4.9.3** Urządzenie należy włączyć, po czym powinno ono pracować przez czas podany w PB i WT dla urządzenia.

**4.9.4** Po upływie przewidzianego czasu ciśnienie w komorze należy obniżyć w ciągu od 0,3 h do 0,4 h do wartości ustalonej w NO-06-A103 dla urządzeń konkretnej grupy.

**4.9.5** Urządzenie należy przetrzymać w barokomorze przez 30 min w warunkach niskiego ciśnienia atmosferycznego, przy czym zmierzyć parametry, podane w PB i WT dla urządzenia.

**4.9.6** Ciśnienie w komorze należy zwiększyć do normalnego. Następnie urządzenie należy wyłączyć, wyjąć z komory i poddać oględzinom zewnętrznym.

**4.9.7** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badania odporności na szybkie zmiany ciśnienia, jeśli spełnia ono wymagania podane w PB i WT dla konkretnego rodzaju badania.

## **4.10 Badanie odporności na kondensacyjne osady atmosferyczne (szron i roś)**

**4.10.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia zdatności urządzenia podczas oddziaływania szronu i rosy.

Dopuszcza się łączenie danego badania z badaniem na oddziaływanie obniżonej temperatury.

**4.10.2** Urządzenie należy umieścić w komorze zimna. Temperaturę w komorze należy obniżyć do  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Urządzenie w stanie wyłączonym należy przetrzymać w tej temperaturze przez 2 h.

**4.10.3** Urządzenie należy wyjąć z komory, umieścić w normalnych warunkach klimatycznych i włączyć. Urządzenie w stanie włączonym należy przetrzymać przez 3 h lub przez czas podany w PB i WT. Od razu po włączeniu i co każde od 30 min do 60 min lub w odstępach czasu podanych w PB i WT należy zmierzyć parametry urządzenia, jeśli jest to wymagane w PB i WT. Następnie wykonać oględziny urządzenia.

Dopuszcza się badanie urządzenia w ciągu trzech cykli (zgodnie z 3.10.2. i 3.10.3), jeżeli tak podano w PB i WT dla urządzenia.

Urządzenie, którego obniżona temperatura pracy jest wyższa od  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (np.  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), należy wyłączyć po upływie od 15 min do 20 min po jego wyjęciu.

Można nie wyjmować urządzenia z komory, a tylko otwierać jej drzwi w celu stworzenia warunków powstawania szronu i rosy.

**4.10.4** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli podczas przebywania w normalnych warunkach klimatycznych po wyjęciu z komory zimna spełnia ono wymagania ustalone w PB i WT dla konkretnego rodzaju badania.

## **4.11 Badania odporności całkowitej na promieniowanie słoneczne**

**4.11.1** Badanie odporności całkowitej na promieniowanie słoneczne wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie jest zdolne do zachowania wyglądu zewnętrznego i parametrów podczas i po napromieniowaniu słonecznym.

Dopuszcza się wykonywanie badania na poszczególnych podzespołach i elementach, podanych w PB i WT dla urządzenia.

#### 4.11.2 Badanie należy wykonać jedną z następujących metod:

- 1 – napromieniowanie ciągłe;
- 2 – napromieniowanie cykliczne.

Metodę 1 stosuje się w celu określenia fotochemicznego oddziaływania napromieniowania na urządzenia lub poszczególne jego części, nie zabezpieczone przed bezpośrednim oddziaływaniem napromieniowania.

Metodę 2 stosuje się, jeśli oprócz oddziaływania fotochemicznego należy określić oddziaływanie naprężeń cieplnych; powstających w urządzeniu lub jego poszczególnych częściach przy napromieniowaniu.

Konkretną metodę badania należy podać w PB i WT dla urządzenia.

**4.11.3** Urządzenie lub jego podzespoły i elementy należy ustawić w komorze tak, aby źródło napromieniowania oddziaływało na najwrażliwsze części i nie było wzajemnego zasłaniania. Odległość urządzenia od ścian komory powinna być mniejsza niż 10 cm.

Jeżeli rozkład natężenia promieniowania jest nierówny, w trakcie badania można zmieniać kierunek napromieniowania poprzez przekręcanie urządzenia lub zmianę położenia źródła promieniowania.

#### 4.11.4 Metoda 1

4.11.4.1 Przed badaniem należy wykonać oględziny urządzenia lub jego poszczególnych części. Następnie urządzenie należy umieścić w komorze i zmierzyć jego parametry podane w PB i WT.

4.11.4.2. Badanie należy wykonać przez napromieniowanie nie pracującego urządzenia za pomocą źródeł światła zapewniających:

- całkowitą gęstość strumienia cieplnego o wartości  $1125 \text{ W/m}^2$ , wliczając w to promieniowanie odbijane od ścian komory;
- widmo promieniowania ultrafioletowego o wartości w granicach od  $280 \text{ }\mu\text{m}$  do  $400 \text{ }\mu\text{m}$  o gęstości strumienia równej  $68 \text{ W/m}^2$ .

4.11.4.3 Należy włączyć źródła promieniowania podczerwonego i ultrafioletowego, po czym temperaturę powietrza w komorze (w cieniu) należy ustalić na  $45 \text{ }^\circ\text{C}$ . Zaleca się, aby w trakcie napromieniowania była sprawdzana temperatura najbardziej nagrzewających się fragmentów powierzchni urządzenia.

4.11.4.4 Urządzenie należy poddać nieprzerwanemu napromieniowaniu przez 5 dób.

Dopuszcza się przerwy (do 2 dób), których nie należy wliczać do czasu trwania badań.

4.11.4.5 Należy urządzenie przetrzymać w normalnych warunkach klimatycznych co najmniej 2 h, wykonać oględziny zewnętrzne i porównać je z egzemplarzem (urządzenia), który nie był napromieniowany, a następnie zmierzyć jego parametry.

4.11.4.6 Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeśli w trakcie i po badaniu spełnia ono wymagania podane w PB i WT dla konkretnego rodzaju badań.

#### 4.11.5 Metoda 2

4.11.5.1 Przed badaniem należy wykonać oględziny zewnętrzne urządzenia lub jego poszczególnych części.

4.11.5.2 Urządzenie należy umieścić w komorze i sprawdzić jego parametry w normalnych warunkach klimatycznych.

4.11.5.3 Urządzenie należy włączyć i poddać napromieniowaniu za pomocą źródeł światła o parametrach podanych w 4.11.4.2, w ciągu 3 lub 10 nieprzerwanie następujących po sobie cykli. Liczbę cykli należy podać w PB i WT dla urządzenia. Dopuszcza się przerwy między cyklami.

4.11.5.4 Czas trwania jednego cyklu powinien wynosić 24 h. Każdy cykl składa się z następujących etapów:

- przetrzymywanie przez 3 h w temperaturze + 25 °C;
- wzrost temperatury w czasie 6 h do + 55 °C dla urządzeń w wykonaniu „O” i do + 40 °C dla urządzeń w wykonaniu „UZ” przy włączonych źródłach napromieniowania;
- przetrzymywanie przez 6 h w temperaturze + 55 °C (lub + 40 °C dla wykonania „UZ”) przy włączonych źródłach napromieniowania;
- spadek temperatury do + 25 °C w ciągu 6 h przy wyłączonych źródłach napromieniowania;
- przetrzymanie przez 3 h w temperaturze + 25 °C bez napromieniowania.

Zaleca się sprawdzenie temperatury najbardziej nagrzewających się w trakcie napromieniowania fragmentów powierzchni urządzenia.

4.11.5.5 W czasie badań pod koniec napromieniowania należy sprawdzić zdolność urządzenia.

Częstość pomiarów w trakcie badań należy podać w PB i WT dla urządzenia.

4.11.5.6 Po zakończeniu ostatniego cyklu urządzenie należy poddać badaniom podanym w 4.11.4.5 i 4.11.4.6.

## **4.12 Badanie odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności na działania piasku i pyłu**

4.12.1 Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia zdolności urządzenia oraz zdolności do przeciwstawienia się niszczącemu i przenikającemu oddziaływaniu pyłu i piasku.

4.12.2 Badanie należy wykonać jedną z następujących metod:

- 1 – dynamiczne oddziaływanie pyłu;
- 2 – statyczne oddziaływanie pyłu.

Metodę 1 stosuje się dla oceny odporności całkowitej urządzeń na niszczące (abrazyjne) oddziaływanie pyłu i piasku oraz zdolności tych urządzeń do zapobiegania przenikaniu pyłu do wnętrza osłon w czasie przebywania urządzenia w środowisku o zwiększonej koncentracji pyłu

Metodę 2 stosuje się dla określenia zdolności urządzeń do działania w środowisku o zwiększonej koncentracji pyłu.

W technicznie uzasadnionych przypadkach, po uzgodnieniu z zamawiającym, można stosować inne metody badań.

Konkretną metodę badania należy ustalić w PB i WT dla urządzenia.

4.12.3 Urządzenie należy ustawić w komorze tak, aby oddziaływanie pyłu najbardziej odpowiadało warunkom eksploatacyjnym. W razie konieczności można podczas badania zmieniać położenie urządzenia.

Minimalna odległość urządzenia od ścian komory nie powinna być mniejsza niż 10 cm.

Jeżeli jednocześnie bada się więcej niż jedno urządzenie, minimalna odległość pomiędzy nimi nie powinna być mniejsza niż 10 cm.

### **4.12.4 Metoda 1**

4.12.4.1 Po oględzinach zewnętrznych urządzenia należy umieścić je w komorze, włączyć, zmierzyć jego parametry i wyłączyć.



4.12.4.2 Badanie należy wykonać poprzez nawiew na urządzenie powietrza zawierającego w stanie zawieszony wysuszoną mieszaninę pyłową (70 % piasku kwarcowego, 15 % kaolinu) w ilości równej  $(5 \pm 2) \text{ g/m}^3$  (lub w ilości 0,1 % użytecznej objętości komory), przy czym zawieszinową mieszaninę pyłu należy podawać równomiernie z prędkością od 10 m/s do 15 m/s.

Koncentrację pyłu należy sprawdzać się zgodnie z instrukcją eksploatacji komory.

4.12.4.3 Cząstki mieszaniny pyłowej nie powinny być większe niż 200  $\mu\text{m}$ .

W przypadkach technicznie uzasadnionych, po uzgodnieniu z zamawiającym, wymaganie dotyczące rozmiarów cząstek mieszaniny pyłowej można podawać w PB i WT dla urządzenia.

W celu określenia nieprzepuszczalności pyłu przez urządzenie, do zestawu mieszaniny pyłowej można dodawać proszku fluorescencyjnego w ilości 10 % całkowitej objętości mieszaniny, podanej w 4.12.4.2.

4.12.4.4 Temperatura powietrza w komorze w czasie badania nie powinna być większa od wartości temperatury pracy podanej w PB i WT dla urządzenia.

Jeżeli temperatura przekracza tę wartość, można przerwać pracę wentylatora w komorze. Całkowity czas oddziaływania pyłu powinien wynosić 2 h.

W trakcie badania można utrzymać urządzenie w stanie pracy i sprawdzać jego funkcjonowanie, jeżeli tak postanowiono w PB i WT dla urządzenia.

4.12.4.5 Po zakończeniu badania urządzenie należy wyjąć z komory, usunąć pył z zewnętrznych powierzchni w sposób podany w PB i WT, wykonać oględziny zewnętrzne, włączyć urządzenie i zmierzyć parametry podane w PB i WT.

Szczególną uwagę należy zwrócić na prace elementów przełączających i organów sterowania oraz na stan powłok osłon (obudów).

Urządzenie należy otworzyć i wykonać oględziny w celu wykrycia pyłu, który weń przeniknął. W przypadku stosowania proszku fluorescencyjnego w celu wykrycia pyłu, który przeniknął do urządzenia, należy przenieść je do zaciemnionego pomieszczenia, otworzyć i poddać napromieniowaniu ultrafioletowemu.

4.12.4.6 Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badania, jeżeli w trakcie i/lub po badaniu spełnia ono wymagania podane w PB i WT dla konkretnego rodzaju badania.

## 4.12.5 Metoda 2

4.12.5.1 Po oględzinach zewnętrznych urządzenie należy umieścić się w komorze pyłu, stosownie do wymagań podanych w 4.12.3, następnie zmierzyć parametry podane w PB i WT dla urządzenia.

Urządzenie składające się z odrębnych bloków, które mają zespolową wentylację, wyposażoną w filtry oczyszczające powietrze, należy badać w pełnym komplecie.

4.12.5.2 Warunki badań w komorze powinny być następujące:

- temperatura powietrza powinna być równa górnej wartości przewidzianej w PB i WT dla urządzenia;
- wilgotność względna - nie większa niż 40 %;
- koncentracja pyłu w powietrzu – zaleca się  $(2 \pm 1) \text{ g/m}^3$  (lub w ilości 0,1 % użytecznej pojemności komory przy równomiernym pyleniu w ciągu całego czasu badania);
- prędkość cyrkulacji powietrza do początku osiadania pyłu powinna wynosić od 0,5 m/s do 1 m/s.

Zaleca się, aby wilgotność względną powietrza w komorze zmierzyć w temperaturze przewidzianej w PB i WT dla urządzenia przed podaniem pyłu do komory.

4.12.5.3 Urządzenie w stanie włączonym należy poddać przez 2 h oddziaływaniu pyłu, zawieszonego w powietrzu komory. Następnie przez 1 h następuje osiadanie pyłu przy braku cyrkulacji powietrza w komorze.

Częstość i rodzaj pracy urządzenia powinny być podane w PB i WT dla urządzenia.

**4.12.5.4 Skład mieszaniny pyłowej, stosowanej w badaniu, powinien być następujący:**

- piasek kwarcowy – 60 %;
- kreda – 20 %;
- kaolin – 20 %.

Cząstki mieszaniny pyłowej nie powinny być większe niż 50 µm.

4.12.5.5 Po zakończeniu badania należy zmierzyć parametry podane w PB i WT dla urządzenia. Następnie urządzenie należy wyłączyć, wyjąć z komory i dokonać oględzin w celu wykrycia pyłu, który przeniknął do wnętrza.

**4.12.6** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli w trakcie i/lub po badaniu spełnia ono wymagania podane w PB i WT dla danego rodzaju badania.

**4.13 Badanie odporności całkowitej na mgłę solną (morską)**

**4.13.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia odporności całkowitej na korozję materiałów i powłok, stosowanych przy wykonywaniu urządzeń przeznaczonych do eksploatacji w atmosferze nasyconej solami.

**4.13.2** Należy dokonać oględzin zewnętrznych i zmierzyć parametrów urządzenie w stanie wyłączonym. W komorze należy ustalić temperaturę 35 °C i umieścić w niej urządzenie lub jego poszczególne części, a następnie poddać je oddziaływaniom roztworu solnego.

**4.13.3** Urządzenie należy tak umieścić, ażeby w trakcie badania bryzgi roztworu z aparatu aerozolowego lub rozpylacza oraz krople kondensatu z sufitu, ścian i innych części wyposażenia komory nie padały na urządzenie.

**4.13.4** Roztwór do wytwarzania mgły należy przygotować, rozpuszczając  $(33 \pm 3)$  g chlorku sodu (NaCl) w 1 l wody destylowanej.

Roztwór rozpyla się za pomocą rozpylacza, wirówki urządzenia aerozolowego lub w inny sposób. Mgła wytwarzana w komorze powinna cechować się rozdrobnieniem (dyspersją) od 1 µm do 10 µm (95 % kropel) i stężeniem od 2 g/m<sup>3</sup> do 3 g/m<sup>3</sup>.

**4.13.5** Roztwór rozpyla się przez pierwsze 15 min każdej godziny badania. Całkowity czas badania – 2 doby dla urządzeń w wykonaniu „UZ” i 7 dób – dla urządzeń w wykonaniu „O”.

**4.13.6** Urządzenie należy wyjąć z komory, zmierzyć parametry, jeżeli przewidziano to w PB i WT dla urządzenia, a następnie wykonać oględziny zewnętrznych i wewnętrznych elementów i podzespołów, należy sprawdzić działanie organów strojenia i przełączania.

**4.13.7** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeśli spełnia ono wymagania podane w PB i WT dla urządzenia. Dopuszczalne zmiany zewnętrzne wyglądu metalowych elementów i powłok powinny być wymienione w PB i WT dla urządzenia.

**4.13.8** Po uzgodnieniu z zamawiającym można badanie urządzenia zastępować badaniem wzorów powłok, materiałów i części składowych o nieznannej odporności całkowitej na korozję.

**4.13.9** Dopuszcza się badanie urządzeń według metod podanych w normach i innych dokumentach technicznych pod warunkiem zaakceptowania ich przez zamawiającego.

#### 4.14 Badanie oddziaływania grzybów pleśniowych

**4.14.1** Badanie wykonuje się w celu określenia, w jakim stopniu urządzenie jest zdolne do przeciwstawienia się wzrostowi grzybów pleśniowych w warunkach optymalnych dla ich rozwoju.

**4.14.2** W technicznie uzasadnionych przypadkach można badać bloki montażowe i podzespoły, które zawierają części składowe o nieznannej odporności na grzyby.

**4.14.3** Po uzgodnieniu z zamawiającym można nie wykonywać badania urządzenia na oddziaływanie grzybów pleśniowych, jeżeli:

- konstrukcja, materiał i technologia wykonania urządzenia nie różnią się od dla podobnego urządzenia, produkowanego w danym zakładzie, które wcześniej pomyślnie przeszło badania;
- w urządzeniu zastosowano materiały, bloki montażowe i podzespoły odporne na grzyby, a konstrukcja urządzenia jest taka, że ich połączenie nie może zmniejszyć jego odporności na grzyby.

**4.14.4** Badania należy wykonać na egzemplarzach urządzeń, które nie były poddawane badaniom mechanicznym i klimatycznym.

Po uzgodnieniu z zamawiającym można wykonać badania na egzemplarzach poddawanych uprzednio badaniom mechanicznym i klimatycznym, z wyjątkiem badań oddziaływania piasku i pyłu, promieniowania słonecznego, mgły solnej oraz badania przy długotrwałym oddziaływaniu wysokiej temperatury.

**4.14.5** Urządzenie należy badać bez uprzedniego czyszczenia, oprócz elementów optycznych, które czyści się z zabrudzenia zewnętrznego spirytusem etylowym [ $C_2H_5OH$ ].

Dopuszcza się uprzednie czyszczenie spirytusem etylowym tych powierzchni urządzenia, które w trakcie montażu i strojenia mogły ulec zabrudzeniu (rękojeści, przełączniki, rozłączniki itd.).

**4.14.6** Należy przygotować zawiesinę zarodników grzybów w wodzie. Sposób przygotowania zawiesiny zarodników grzybów powinien odpowiadać metodom podanych w normach lub innych dokumentach technicznych pod warunkiem zaakceptowania ich przez zamawiającego.

**4.14.7** Urządzenie należy umieścić w komorze probierczej. Dostępne powierzchnie urządzenia należy zakazić wodną zawiesiną zarodników grzybów, nanosząc ją równomiernie rozpylaczem, nie dopuszczając jednak do zlewania się kropeł. Jeżeli urządzenie jest niehermetyczne, nieszczelne i przykryte osłoną (obudową), przy zakażeniu należy zdjąć osłonę (obudowę)

**4.14.8** Zakażone egzemplarze należy przetrzymać w komorze w temperaturze  $(25 \pm 10) ^\circ C$  przy wilgotności względnej powietrza 80 % do czasu wyschnięcia kropeł, lecz nie dłużej niż 60 min.

**4.14.9** Do komory należy wstawić kontrolne płytki Petri'ego. Następnie komorę należy zamknąć.

Badania należy wykonać w temperaturze  $(29 \pm 2) ^\circ C$  przy wilgotności względnej powietrza co najmniej 90 %.

Czas badania od chwili ustalenia się warunków probierczych powinien wynosić 28 dób.

**4.14.10** Po upływie 5 dób należy wykonać oględziny kontrolne płytek Petri'ego. Jeżeli nie obserwuje się rośnięcia grzybów na pożywce należy uznać, że zarodniki grzybów, którymi zakażono, nie wykazują żywotności. Badanie należy powtórzyć z zawiesiną przygotowaną z nowej partii grzybów.

**4.14.11** Po zakończeniu badania urządzenie należy wyjąć z komory, zdjąć osłony (jeżeli są zdejmowane podczas eksploatacji) i bez przetrzymywania w normalnych warunkach wykonać oględziny zewnętrzne, w celu oceny wzrostu grzybów pleśniowych oraz zewnętrznego wyglądu elementów.

Oględziny należy wykonać okiem nie uzbrojonym w świetle rozproszonym o natężeniu oświetlenia od 2000 lx do 3000 lx oraz za pomocą przyrządu optycznego powiększającego obraz od 56 do 60 razy.

**4.14.12** Ocenę wzrostu grzybów należy wykonać według sześciostopniowej skali:

- 0 – podczas oględzin pod mikroskopem wzrost grzybów pleśniowych jest niezauważalny;
- 1 - podczas oględzin pod mikroskopem widać kielkujące zarodniki i nieznaczne rozwiniętą grzybnie w postaci nie rozgałęzionych strzępek;
- 2 - podczas oględzin pod mikroskopem widać grzybnie w postaci rozgałęzionych strzępek, możliwe są zarodniki;
- 3 - podczas oględzin okiem nie uzbrojonym wzrost grzybków jest ledwo widoczny;
- 4 - podczas oględzin okiem nie uzbrojonym wyraźnie widać wzrost grzybów pokrywających mniej niż 25 % powierzchni;
- 5 - podczas oględzin okiem nie uzbrojonym wyraźnie widać wzrost grzybów pokrywających ponad 25 % badanej powierzchni.

**4.14.13** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie na oddziaływanie grzybów pleśniowych, jeżeli:

- wzrost grzybów na powierzchniach nie oczyszczonych spirytusem nie przekracza stopnia 3;
- wzrost grzybów na powierzchniach oczyszczonych nie przekracza stopnia 2.

## **4.15 Badanie odporności całkowitej na ciśnienie hydrostatyczne**

**4.15.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia szczelności i zdatności urządzenia w warunkach ciśnienia hydrostatycznego.

**4.15.2** Urządzenie sprawdzone w normalnych warunkach klimatycznych, należy zamontować w zbiorniku w sposób podany w PB i WT. Dopuszcza się sprawdzanie parametrów w normalnych warunkach po montażu urządzenia w zbiorniku.

**4.15.3** W zbiorniku należy wytworzyć ciśnienie hydrostatyczne, odpowiadające głębokości o 50 % przekraczającej graniczną głębokość zanurzenia, podaną w PB i WT. Urządzenie należy przetrzymać pod tym ciśnieniem przez 15 min, jeśli w PB i WT nie podano dłuższego czasu.

Dla niektórych rodzajów urządzeń przed przetrzymywaniem pod wymaganym ciśnieniem można wykonywać badania przy stopniowym (schodkowym) podnoszeniu ciśnienia i obniżaniu go po każdym stopniu. Wartości ciśnień i czasy przetrzymywania pod każdym z nich należy przyjmować według wartości podanych w PB i WT.

Dla urządzeń hydroakustycznych pracujących poza burtą i dla urządzeń torped, min, boi – w zbiorniku należy wytworzyć ciśnienie hydrostatyczne odpowiadające głębokości o 25 % większej od granicznej głębokości zanurzenia podanej w PB i WT.

**4.15.4** Nadciśnienie w zbiorniku należy zmniejszyć do zera, a następnie znowu podwyższyć do wartości odpowiadającej granicznej głębokości zanurzenia.

**4.15.5** Urządzenie należy przetrzymać pod podanym ciśnieniem 24 h, jeżeli w PB i WT nie podano inaczej. Sprawdzić należy przy tym parametry wymienione w PB i WT.

**4.15.6** Po upływie podanego czasu nadciśnienie należy obniżyć do zera i wykonać sprawdzenie parametrów urządzenia, wymienionych w PB i WT. W razie niemożności pomiaru parametrów w wodzie, pomiary można wykonać po wyjęciu urządzenia ze zbiornika.

**4.15.7** Po zakończeniu badania urządzenie należy wyjąć z wody, otworzyć (jeżeli innej metody sprawdzenia nie podano w PB) i wykonać oględziny zewnętrzne w celu wykrycia odkształceń, przedostawania się wody do wnętrza i innych uszkodzeń.

**4.15.8** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli podczas tego badania parametry są w granicach wymaganych wartości, podanych w PB i WT, a szczelność urządzenia nie została naruszona.

## **4.16 Badania hermetyczności**

**4.16.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy obudowa urządzenia lub ich poszczególnych bloków i części jest zdolna zapobiec przedostawaniu się powietrza lub wody do urządzenia.

**4.16.2** Badanie należy wykonać jedną z następujących metod:

- 1 - dla urządzeń, w których nie dopuszcza się wymiany powietrza;
- 2 - dla urządzeń, w których nie dopuszcza się przenikania wody do wnętrza;
- 3 - w celu określenia ilościowych charakterystyk hermetyczności;
- 4 - podczas badania próżniowej hermetyczności urządzenia.

W technicznie uzasadnionych przypadkach po uzgodnieniu z zamawiającym można stosować inne metody badań. Konkretną metodę badania należy podać w PB i WT dla urządzenia.

### **4.16.3 Metoda 1**

4.16.3.1 W miejscach, gdzie przewiduje to konstrukcja budowy urządzenia, tuż przed badaniem należy trzykrotnie otworzyć i zamknąć (lub zdjąć i wstawić) drzwiczki, luki, panele itp.

4.16.3.2 Do wnętrza obudowy urządzenia należy wtłoczyć przez króciec powietrze do czasu osiągnięcia nadciśnienia o wartości od  $3 \times 10^2$  hPa do  $5 \times 10^2$  hPa. Dla przyrządów optyczno-mechanicznych dopuszcza się nadciśnienie równe  $2 \times 10^2$  hPa.

4.16.3.3 Urządzenie należy zanurzyć na co najmniej 5 min w zbiorniku z wodą o temperaturze odpowiadającej normalnym warunkom badań klimatycznych.

4.16.3.4 Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli podczas przebywania urządzenia w wodzie panujące w nim nadciśnienie nie powoduje wydobywania się pęcherzyków powietrza z obudowy urządzenia.

Dopuszczalność pojawienia się pojedynczych pęcherzyków powietrza powinna być podana w PB i WT.

### **4.16.4 Metoda 2**

4.16.4.1 W miejscach, gdzie przewiduje to konstrukcja obudowy urządzenia, należy tuż przed badaniem trzykrotnie otworzyć i zamknąć (lub zdjąć i wstawić) drzwiczki, luki, panele itp.

4.16.4.2 Urządzenie należy zanurzyć w zbiorniku z wodą na czas nie krótszy niż 2 h. Głębokość zanurzenia powinna wynosić co najmniej 1 m od powierzchni wody do górnego skraju urządzenia.

4.16.4.3 Woda powinna mieć temperaturę odpowiadającą normalnym warunkom badań, a temperatura badanego urządzenia powinna przed zanurzeniem przewyższać od 5 °C do 10 °C temperaturę wody.

4.16.4.4 Po zakończeniu badania urządzenie należy wyjąć z wody i wytrzeć do sucha jego powierzchnię. Następnie należy urządzenie otworzyć i dokonać oględzin.

4.16.4.5 Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeśli po otwarciu go nie wykryto przesączenia się wody do wnętrza obudowy.

### **4.16.5 Metoda 3**

4.16.5.1 Urządzenie należy umieścić w komorze (pod kołpakiem). Wewnętrzną przestrzeń badanego urządzenia należy połączyć z jednym z ramion manometru cieczowego. W tym celu w konstrukcji urządzenia należy przewidzieć możliwość zamontowania króćca, który po badaniu powinno wymienić się na zaślepkę.

Drugie ramię manometru należy połączyć z atmosferą zewnętrzną. W celu zwiększenia czułości manometru można go wypełnić olejem zamiast rtęcią.

4.16.5.2 W celu wyeliminowania wpływu zmian temperatury i ciśnienia atmosferycznego (gdy przetrzymywanie podczas pomiarów przekracza 30 min) zaleca się połączenie drugiego ramienia manometru z wewnętrzną przestrzenią innego wyrobu (symulatora) o dostatecznie poprawnej hermetyczności, znajdującego się w komorze (pod kołpakiem) razem z badanym urządzeniem.

4.16.5.3 W komorze należy wytworzyć nadciśnienie lub podciśnienie powietrza (zależnie od warunków eksploatacji urządzenia), zapewniające różnicę ciśnienia między wewnętrzną przestrzenią badanego urządzenia, a wewnątrz komory co najmniej  $3 \times 10^2$  hPa, jeżeli w PB i WT nie podano większej wartości.

4.16.5.4 Wartość niehermetyczności (przeciągu) należy określić na podstawie różnicy poziomów cieczy w manometrze po upływie 15 min od ustalenia się wymaganej w PB i WT różnicy ciśnienia, jeżeli w PB i WT dla urządzenia nie podano dłuższego czasu.

4.16.5.5 Dopuszcza się badanie urządzenia na zewnątrz komory, przez wytworzenie nadciśnienia lub podciśnienia bezpośrednio we wnętrzu urządzenia. Wartość niehermetyczności należy wtedy określić na podstawie zmiany ciśnienia we wnętrzu urządzenia w czasie podanym w PB i WT.

4.16.5.6 Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli wielkość wycieku (przecieku) nie przekracza wartości podanej w PB i WT dla urządzenia

#### **4.16.6 Metoda 4.**

4.16.6.1 Urządzenie z połączoną z nim komorą próżniową należy umieścić w komorze probierczej. Obydwie komory nie powinny mieć połączenia z atmosferą. Zależnie od warunków eksploatacji urządzenia, w zewnętrznej komorze probierczej lub w komorze połączonej z urządzeniem należy wytworzyć próżnię nie gorszą niż  $1 \times 10^{-4}$  hPa. Drugą komorę należy wypełnić helem lub innym gazem probierczym do ciśnienia  $10,13 \times 10^2$  hPa. Komora, w której wytwarza się próżnię powinna być połączona ze wskaźnikiem stanu próżni, reagującym na przecieki gazu.

4.16.6.2 Niehermetyczność należy określić za pomocą wskaźnika stanu próżni po ustabilizowaniu się jego wskazań. Czas przetrzymywania gazu probierczego do chwili ustabilizowania się wskazań przyrządu nie powinien przekraczać 10 min. Przed pomiarem przyrząd powinien być wyskalowany według wcześniej wycechowanego przecieku.

4.16.6.3 Dopuszcza się badanie urządzenia na zewnątrz komory, jeżeli badane urządzenie ma obudowę (osłonę), umożliwiającą przyłączenie do niego jednocześnie komory próżniowej z aparaturą wypompowującą i z wskaźnikiem stanu próżni oraz komory, którą na czas badań należy wypełnić gazem probierczym.

4.16.6.4 Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli wielkość niehermetyczności nie przekracza wartości podanej w PB i WT dla urządzenia.

### **4.17 Badanie strugoszczelności**

4.17.1 Badanie wykonuje się w celu określenia zdatności urządzenia po oblewaniu go strugą wody pod ciśnieniem i jego stopnia ochrony przed przedostawaniem się wody do wnętrza obudowy.

4.17.2 Nie należy poddawać badaniu strugoszczelności tych urządzeń, które pomyślnie przeszły badanie hermetyczności.

4.17.3 Urządzenie w stanie wyłączonym, sprawdzone w normalnych klimatycznych warunkach probierczych, należy oblewać po kolei ze wszystkich stron przez 15 min: urządzenia klasy M z odległości 1,5 m, a urządzenia pozostałych klas z odległości 5 m strugą wody z węża z cylindryczną nasadką o długości od 50 mm do 75 mm z wylotowym otworem o średnicy  $25 \pm 1$  mm, przy ciśnieniu wody przed nasadką o wartości  $0,2 \times 10^4$  hPa.

**4.17.4** Po zakończeniu badania urządzenie należy wytrzeć się, zmierzyć parametry podane w PB i WT, a następnie je otworzyć i dokonać oględzin.

**4.17.5** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badania, jeżeli po oblewaniu go wodą jego parametry spełniają wymagania PB i WT dla danego rodzaju badania, a po otwarciu urządzenia nie stwierdzono wody w jego wnętrzu.

#### **4.18 Badanie odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności na opady atmosferyczne (deszcz)**

**4.18.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia zdatności urządzenia podczas i/lub po oddziaływaniu deszczu oraz sprawdzenia stopnia ochrony przed przedostawaniem się wody do wnętrza obudowy.

**4.18.2** Nie należy poddawać badaniu oddziaływania deszczu tych urządzeń, które przeszły pomyślnie badania hermetyczności lub strugoszczelności.

**4.18.3** Urządzenie należy umieścić w komorze deszczowej w położeniu eksploatacyjnym, należy je włączyć i zmierzyć parametry podane w dokumentacji technicznej dla urządzenia. Następnie urządzenie należy wyłączyć.

**4.18.4** Urządzenie należy poddawać przez co najmniej 2 h równomiernemu opryskiwaniu wodą kolejno z boków i z wierzchu pod kątem od 40 ° do 45 ° z intensywnością deszczu o wartości  $(5 \pm 2) \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Temperatura wody na początku badania powinna być niższa o wartość od 5 °C do 10 °C od temperatury urządzenia.

Strefa działania deszczu powinna obejmować wymiary gabarytowe urządzenia. Intensywność deszczu należy mierzyć w miejscu umieszczenia urządzenia przez co najmniej 30 s za pomocą cylindrycznego pojemnika o średnicy od 10 cm do 20 cm i głębokości nie mniejszej niż połowa średnicy.

Jeżeli deszcz pada pionowo, urządzenie, które nie ma żaluzji można ustawiać pod kątem od 40 ° do 45 ° w stosunku do osi pionowej.

Urządzenie optyczne o konstrukcji hermetycznej można badać przy intensywności do 20 mm/min deszczu padającego pionowo, jeżeli tak podano w PB i WT dla urządzenia.

**4.18.5** Po upływie 1,5 h od początku badań urządzenie należy włączyć i zmierzyć parametry, jeżeli nie podano inaczej w PB i WT. Następnie urządzenie należy wyłączyć.

**4.18.6** Po zaprzestaniu opryskiwania (po deszczu) należy zmierzyć parametry, a następnie urządzenie wyjąć z komory, otworzyć i poddać go oględzinom zewnętrznym.

**4.18.7** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli w jego wnętrzu nie ma wody, a parametry urządzenia spełniają wymagania PB i WT dla danego rodzaju badania.

#### **4.19 Badanie odporności całkowitej na nagrzewanie aerodynamiczne**

**4.19.1** Badanie wykonuje się w celu określenia zdolności urządzenia do zachowania swych parametrów i wyglądu zewnętrznego zarówno podczas jak i po oddziaływaniu wysokich temperatur powstających przy nagrzewaniu aerodynamicznym.

**4.19.2** Urządzenie należy badać w oddzielnych zespołach (blokach) lub jako wyrób zmontowany.

**4.19.3** Zaleca się, aby badanie przy oddziaływaniu nagrzewania aerodynamicznego wykonywać wraz z badaniem przy obniżonym ciśnieniu atmosferycznym i wibracjach losowych.

**4.19.4** Zespół (blok) lub całe urządzenie należy umieścić w komorze probierczej (na stanowisku), włączyć i zmierzyć wymagane parametry w normalnych klimatycznych warunkach badań.

**4.19.5** Przy wyłączonym urządzeniu w komorze (na stanowisku) należy ustalić temperaturę równą minimalnej podwyższonej temperaturze dla danej grupy urządzeń, zgodnie z wymaganiami NO-06-A103.

**4.19.6** Dla etapu eksploatacyjnego „wspólny lot” urządzenie w stanie wyłączonym należy przetrzymać w minimalnej podwyższonej temperaturze przez czas potrzebny do nagrzania (ochłodzenia) go w całej objętości. Następnie z prędkością co najmniej 15 °C/min temperaturę należy podwyższyć do maksymalnej podwyższonej temperatury podanej w NO-06-A103.

Urządzenie należy przetrzymać w tej temperaturze przez czas podany w PB i WT. Temperaturę należy sprawdzać na poszyciu korpusu zespołu (kompletnego wyrobu).

**4.19.7** Dla etapu eksploatacyjnego „samodzielny lot” urządzenie w stanie wyłączonym należy poddać działaniu wysokiej temperatury począwszy od minimalnej aż do maksymalnej wartości z prędkością podaną w PB i WT. Po osiągnięciu przewidzianej w PB i WT wartości maksymalnej temperatury urządzenie należy przetrzymać w komorze (na stanowisku) przez czas podany w PB i WT.

Temperaturę należy sprawdzać w punktach na poszyciu kadłuba zespołu (kompletnego wyrobu) podanych w PB i WT.

**4.19.8** Zezwala się na badanie oddziaływania podwyższonej temperatury od nagrzewania aerodynamicznego nieprzerwanie w temperaturach odpowiadających etapom „wspólnego i samodzielnego lotu”.

**4.19.9** Po zakończeniu przetrzymywania temperaturę w komorze (na stanowisku) należy obniżyć do normalnej.

**4.19.10** Pomiary parametrów urządzenia należy wykonać przez cały czas działania nagrzewania aerodynamicznego, symulującego „lot samodzielny”, a w poszczególnych przypadkach, jeżeli to podano w PB i WT, „lot wspólny”.

**4.19.11** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli podczas i po oddziaływaniu nagrzewania aerodynamicznego spełnia ono wymagania podane w PB i WT dla danego rodzaju badań.

**4.19.12** W przypadkach technicznie uzasadnionych, po uzgodnieniu z zamawiającym, można stosować inne metody badania przy oddziaływaniu nagrzewania aerodynamicznego, co należy podać w PB i WT dla urządzenia.



## 5 Metody badania odporności całkowitej oraz wytrzymałości i odporności urządzeń lotniczych na narażenia klimatyczne i oddziaływanie grzybów pleśnowych

### 5.1 Badanie odporności całkowitej na ciśnienie atmosferyczne

5.1.1 Wartości ciśnienia podczas badań urządzeń powinny odpowiadać podanym w tablicy 29.

Tablica 29

Czynnik środowiskowy	Stopień ochronny	Charakterystyka czynnika środowiskowego		Wartości parametrów dla stopnia ostrości				
				I	II	III	IV	V
Niskie ciśnienie, P <sub>n</sub>	Strefa nie hermetyzowana	Ciśnienie pracy	hPa	467	267	120	20,0	6,7
Zmiana ciśnienia	Strefa nie hermetyzowana	Zakres zmiany ciśnienia	hPa	Od 746,7 do P <sub>n</sub> – I stopień ostrości Od 410,00 do P <sub>n</sub> - II stopień ostrości				
		Czas zmiany ciśnienia	s	15 (dla zakresu od 746,7 do P <sub>n</sub> ) od 0,3 do 0,4 (dla zakresu od 410,00 do P <sub>n</sub> )				
Podwyższone ciśnienie	Strefa hermetyzowana	Ciśnienie graniczne	hPa	wg PB i WT				
Po uzgodnieniu między zamawiającym, a opracowującym urządzenia, czas zmiany ciśnienia można zwiększać								

5.1.2 Badaniom odporności całkowitej na oddziaływanie podwyższonego ciśnienia należy poddawać urządzenia, których nie wymontowuje się z hermetyzowanych stref obiektów techniki lotniczej, aby badać na ziemi ich hermetyczność oraz urządzenia, które wtedy, gdy nie działają, mogą ulec uszkodzeniom przy podwyższonym ciśnieniu.

5.1.3 Dopuszczalne podczas badań odchyłki obniżonego ciśnienia w zakresie do 20 hPa powinny odpowiadać podanym w PB i WT; dla podwyższonego ciśnienia odchyłki powinny zawierać się w granicach  $\pm 20\%$ .

### 5.2 Badanie wytrzymałości i odporności na zmiany ciśnienia (rozhermetyzowania)

5.2.1 Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie jest zdolne do spełnienia przewidzianych funkcji oraz zachowania parametrów i wyglądu zewnętrznego po i/lub w trakcie zmiany ciśnienia, jeżeli w PB i WT nie podano inaczej.

5.2.2 Urządzenie należy umieścić w barokomorze, gdzie przy normalnej temperaturze zostało wytworzone robocze ciśnienie atmosferyczne, odpowiadające ciśnieniu w hermetycznej kabinie lub przedziale: 410 hPa dla wojskowych urządzeń manewrujących obiektów techniki lotniczej i 740,57 hPa dla urządzeń ciężkich obiektów techniki lotniczej.

5.2.3 Urządzenie należy włączyć i przetrzymać w stanie pracy przez czas konieczny do zmiany parametrów urządzenia podanych w PB i WT, lecz nie krótszy niż 1 h.

**5.2.4** Po upływie podanego czasu ciśnienie w komorze należy obniżyć do wartości  $P_n$ , poprzez szybkie odemknięcie otworu, zapewniającego wymagany czas rozhermetyzowania w wyniku gwałtownego wlotu powietrza do przyległej komory, gdzie uprzednio wytworzono takie rozrzedzenie, które zapewni w komorze z urządzeniem wymaganą wartość ciśnienia końcowego.

**5.2.5** Urządzenie w warunkach niskiego ciśnienia  $P_n$  należy przetrzymać przez 30 min.

**5.2.6** Ciśnienie w komorze należy zwiększyć do wartości pierwotnej, zmierzyć parametry urządzenia podane w PB i WT, po czym urządzenie wyłączyć. Następnie należy wyjąć urządzenie z komory i poddać je oględzinom zewnętrznym. Sprawdzenie, czy urządzenie działa i zachowuje swe parametry podczas zmian ciśnienia lub przy ciśnieniu  $P_n$ , wykonuje się, gdy jest to podane w PB i WT.

**5.2.7** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie odporności na nagłe zmiany ciśnienia, jeżeli jego parametry są zgodne z podanymi w PB i WT dla danego urządzenia.

### **5.3 Badanie odporności na niskie ciśnienie atmosferyczne**

**5.3.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy podczas oddziaływania niskiego ciśnienia urządzenie może spełniać wymagane funkcje i zachowywać parametry w granicach dopuszczalnych wartości, podanych w PB i WT.

**5.3.2** Urządzenie należy włożyć do barokomory i włączyć, aby pracowało. Ciśnienie w komorze należy obniżyć do wartości  $P_n$  (patrz tablica 29).

**5.3.3** Urządzenie należy przetrzymać pod niskim ciśnieniem  $P_n$  w czasie podanym w PB i WT, jednak nie krótszym niż 30 min.

**5.3.4** Przed zakończeniem wymaganych badań należy sprawdzić, czy charakterystyki urządzenia są zgodne z podanymi w PB i WT, a następnie ciśnienie zwiększyć do normalnego.

**5.3.5** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie odporności na niskie ciśnienie, jeżeli jego parametry odpowiadają podanym w PB i WT dla danego urządzenia.

### **5.4 Badanie wytrzymałości na podwyższone ciśnienie atmosferyczne**

**5.4.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy po oddziaływaniu podwyższonego ciśnienia urządzenie może spełniać wymagane funkcje i czy zachowuje parametry w granicach wymaganych wartości, podanych w PB i WT.

**5.4.2** Urządzenie umieszcza się w komorze. Następnie w komorze należy wytworzyć ciśnienie o wartości podanej w PB i WT.

**5.4.3** Nie pracujące urządzenie należy przetrzymać w warunkach podwyższonego ciśnienia przez czas podany w PB i WT.

**5.4.4** Ciśnienie w komorze należy obniżyć płynnie do wartości normalnej, wyjąć urządzenie z komory, poddać je oględzinom zewnętrznym i, jeśli to podane w PB i WT, sprawdzić parametry.

**5.4.5** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie wytrzymałości na podwyższone ciśnienie, jeżeli po badaniu spełnia wymagania podane w PB i WT dla danego urządzenia.

### **5.5 Badanie odporności całkowitej na temperaturę**

**5.5.1** Badanie odporności całkowitej urządzenia na temperaturę powinno składać się z następujących prób:

- 1 - odporność urządzenia na podwyższoną temperaturę pracy;
- 2 - odporność urządzenia na obniżoną temperaturę pracy;
- 3 - odporność urządzenia na krótkotrwałą podwyższoną temperaturę pracy;

- 4 - odporność całkowita urządzenia na podwyższoną temperaturę graniczną;
- 5 - odporność całkowita na obniżoną temperaturę graniczną;
- 6 - odporność urządzenia na szybkie zmiany temperatury otoczenia od obniżonej do podwyższonej temperatury pracy;
- 7 - odporność całkowita urządzenia na cykliczne zmiany temperatury otoczenia od obniżonej do podwyższonej temperatury granicznej.

**5.5.2** Do badań można stosować komory z naturalną lub wymuszoną konwekcją powietrza.

Zaleca się, aby dla urządzeń nie wydzielających ciepła utrzymywać w komorze z wymuszoną konwekcją prędkość powietrza ponad 2 m/s; dla urządzeń wydzielających ciepło - prędkość powietrza po włączeniu urządzenia nie powinna przekraczać 1 m/s.

Elementy nagrzewające i chłodzące należy umieszczać poza roboczą przestrzenią komory. Przestrzeń robocza komory - część komory, w granicach której umieszcza się badane urządzenie.

Wpływ ciepła wydzielanego przez urządzenie na regulator temperatury otoczenia w komorze powinien być jak najmniejszy.

**5.5.3** Dopuszczalne odchyłki temperatury otoczenia i prędkości zmiany temperatury w czasie badań nie powinny przekraczać wartości podanych w tablicy 30 i 31.

**Tablica 30**

<b>Temperatura otoczenia</b>	<b>Dopuszczalna odchyłka</b>
°C	°C
od - 80 do + 100	± 2
ponad 100 do 200	± 5
ponad 200	± 10

**Tablica 31**

<b>Prędkość zmiany temperatury otoczenia</b>	<b>Dopuszczalna odchyłka</b>
°C/min	°C
2	± 1
10	± 5

**5.5.4** Zaleca się, aby temperatura dowolnego punktu ścian komory nie różniła się od wymaganej w PB i WT temperatury otoczenia w skali temperatur bezwzględnych więcej niż o 3 % podczas badania odporności na ciepło oraz więcej niż o 5 % podczas badania odporności na zimno.

**5.5.5** Przewodność cieplna węzłów mocujących badanego bloku urządzenia powinna być taka jak w warunkach eksploatacyjnych. Wartość przewodności cieplnej należy podać w PB i WT.

**5.5.6** Jeżeli warunek podany w 5.5.5 jest nie do spełnienia lub nic nie wiadomo o charakterystykach mocowania, to:

- podczas badania odporności na podwyższoną temperaturę mocowanie powinno mieć przewodność cieplną możliwie jak najmniejszą w danych warunkach (urządzenie izolowane cieplnie);
- podczas badań odporności na obniżoną temperaturę należy zapewnić maksymalnie możliwe w danych warunkach odprowadzanie ciepła poprzez mocowanie.

**5.5.7** Jako temperaturę otoczenia w komorze w warunkach naturalnej konwekcji należy przyjmować średnią arytmetyczną wartość temperatury, zmierzonej co najmniej w czterech punktach poziomej płaszczyzny rozciągającej się w odległości od 0 m do 0,05 m poniżej badanego bloku urządzenia, pośrodku odległości między boczną powierzchnią bloku urządzenia a pionowymi ścianami komory lub w odległości 1 m od powierzchni bloku urządzenia w przypadkach, gdy odległość między powierzchnią bloku urządzenia, a pionowymi ścianami komory przekracza 2 m.

**5.5.8** Jako temperaturę otoczenia w komorze w warunkach wymuszonej konwekcji należy przyjąć średnią arytmetyczną wartość temperatury, zmierzonej co najmniej w czterech punktach płaszczyzny, rozciągającej się w odległości od 0 m do 0,05 m przed blokiem urządzenia - w kierunku przeciwnym strumieniowi powietrza - pośrodku odległości pomiędzy powierzchnią bloku urządzenia, a pionowymi ścianami komory.

**5.5.9** Jako temperaturę urządzenia należy przyjąć sprawdzaną w trakcie badań temperaturę jego elementów.

Temperaturę urządzenia mierzy się w celu wyznaczenia korelacji pomiędzy stanami cieplnymi elementów badanego urządzenia w warunkach laboratoryjnych oraz stanami cieplnymi w warunkach eksploatacji urządzenia na obiekcie techniki lotniczej. Temperaturę urządzenia określa się w jednym lub w kilku charakterystycznych punktach podanych w PB i WT.

**5.5.10** W badaniach wstępnych (lub jeszcze wcześniejszych) modeli (prototypów) urządzeń wydzielających ciepło zaleca się instalowanie kontrolnych czujników temperatury:

- w najbardziej masywnej części urządzenia (bloku);
- w elementach najbardziej krytycznych ze względu na pracę urządzenia, których temperatura jest bliska granicznej dopuszczalnej;
- w elementach najbardziej nagrzewających.

**5.5.11** Jeżeli praktycznie nie jest możliwe zmierzenie temperatury elementów wewnątrz bloków urządzenia, można zmierzyć inny parametr, jednoznacznie określający stan cieplny urządzenia, na przykład temperaturę powierzchni bloku urządzenia, dla której jest znana zależność od temperatury elementów umieszczonych wewnątrz tego bloku urządzenia.

**5.5.12** Maksymalne i minimalne wartości temperatury elementów urządzenia lub parametru jednoznacznie określającego stan cieplny urządzenia, otrzymane w ustalonych stanach cieplnych podczas badania odporności na podwyższoną lub obniżoną temperaturę, należy podać w PB i WT dla badanego urządzenia.

**5.5.13** Dla urządzeń nie wydzielających ciepła, a także dla urządzeń wydzielających ciepło lecz nie włączonych, stan cieplny należy uznać jako ustalony, jeżeli temperatura urządzenia różni się od temperatury otoczenia w komorze nie więcej niż o 3 °C.

**5.5.14** Dla włączonych urządzeń wydzielających ciepło należy uznać, że stan cieplny jest ustalony, jeżeli iloraz dwóch kolejno po sobie następujących przedziałów czasu, potrzebnego do zmiany temperatury urządzenia o 1 °C, przekracza 1,7 lub jeżeli zmiana temperatury w kontrolowanych punktach nie przekracza 1 °C w ciągu 15 min. Orzekanie o stanie równowagi cieplnej urządzenia jest dopuszczalne także na podstawie pomiarów parametrów, dla których jest znana zależność temperaturowa.

W przypadku badań urządzeń produkowanych seryjnie czas ustalania się równowagi cieplnej można określać zgodnie z wymaganiami podanymi w 5.5.13 i 5.5.14 tylko dla pierwszego egzemplarza urządzenia, a dla następnych egzemplarzy - przyjmować równy wielkości zmierzonej dla pierwszego egzemplarza.

**5.5.15** Jeżeli komora nie spełnia niektórych wymagań podanych w 5.5.2, warunki cieplne w komorze należy wytworzyć poprzez zmianę prędkości ruchu powietrza, temperatury otoczenia, współczynnika promieniowania pokrycia ścian komory lub temperatury ścian komory i innych parametrów - w taki sposób, aby podczas badania średnia wartość temperatury urządzenia (bloku) ustaliła się jako równa obliczonej średniej wartości, którą dla urządzenia (bloku) należy wcześniej określić, wychodząc z warunków omówionych w 5.5.2.

Metody obliczania i określania temperatury powierzchni bloku należy podać w PB i WT dla danego rodzaju urządzenia.

**5.5.16** Wartości temperatury podczas badania powinny być zgodne z podanymi w tablicy 32.

**Tablica 32**

Stopień ostrości	Warunki temperatury otoczenia w komorze probierczej					Prędkość zmiany temperatury
	°C					°C/min
	Podwyższona pracy	Obniżona pracy	Krótkotrwała podwyższona pracy	Podwyższona graniczna	Obniżona graniczna	
I	55 <sup>c)</sup>	R <sup>a)</sup> ≥55	70	85	- 60	2
II	wg R <sup>a)</sup> (określa się na podstawie warunków lotu)	- 60 <sup>3)</sup>	70 <sup>b)</sup>	85		10
II	315 <sup>c)</sup>		wg R <sup>a)</sup>			
<p>a) Wartości temperatury otoczenia należy ustalić, wybierając je z następującego szeregu R: -80 °C; -70 °C; -60 °C; -55 °C; -40 °C; -30 °C; -10 °C; +40 °C; +55 °C; +60 °C; +70 °C; +85 °C; +100 °C; +125 °C; +155 °C; +185 °C; +200 °C; +250 °C; +315 °C.</p> <p>b) Dla urządzeń, na które bezpośrednio oddziałuje promieniowanie słoneczne, wartość krótkotrwałej temperatury pracy należy przyjąć równą 85 °C.</p> <p>c) W technicznie uzasadnionych przypadkach wartość temperatury otoczenia ustala się, wybierając ją z podanego szeregu temperatur.</p> <p>Jeżeli przyjęta temperatura pracy jest równa lub wyższa od granicznej, to jest wtedy jednocześnie krótkotrwałą temperaturą pracy i graniczną.</p>						

**5.5.17** Przed każdym badaniem na oddziaływanie temperatury urządzenie należy włączyć i zmierzyć jego parametry funkcjonalne podane w PB i WT dla urządzenia.

Po badaniach czas przetrzymywania urządzenia w normalnych warunkach klimatycznych nie powinien być krótszy niż 2 h.

**5.5.18** Dla urządzenia, którego czas nieprzerwanej pracy jest ograniczony, częstość włączeń i warunki jego pracy należy podać w PB i WT.

**5.5.19** Urządzenie, które ma specjalne wyposażenie do chłodzenia, należy badać razem z nim lub zastępującymi je równoważnikami.

**5.5.20** Podczas badania oddziaływania temperatury na urządzenie można je umieszczać w komorze, w której uprzednio ustalono odpowiednią temperaturę, jeśli to nie wpływa na ocenę sprawdzanych parametrów.

**5.5.21** Badanie odporności całkowitej urządzenia na temperaturę należy wykonać przy normalnym ciśnieniu atmosferycznym.

Jeżeli opracowujący urządzenie ma wykonać badanie przy jednoczesnym oddziaływaniu podwyższonej lub obniżonej temperatury pracy oraz obniżonego ciśnienia, to po ustaleniu się warunków cieplnych w komorze należy obniżyć w niej ciśnienie i utrzymać je przez czas potrzebny do sprawdzenia parametrów funkcjonalnych, podanych w PB i WT; pomiary temperatury należy wykonywać zgodnie z wymaganiami zawartymi w punktach od 5.5.9 do 5.5.12.

## **5.6 Badanie odporności całkowitej na obniżoną temperaturę**

**5.6.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może spełniać wymagane funkcje oraz czy zachowuje wartości parametrów i wygląd zewnętrzny podczas i/lub po oddziaływaniu obniżonej temperatury.

**5.6.2** W komorze należy ustalić temperaturę otoczenia równą obniżonej granicznej, podanej w tablicy 32.

Po osiągnięciu ustalonego stanu cieplnego nie pracujące urządzenie należy przetrzymać w tej temperaturze przez 24 h (próba 5).

**5.6.3** W komorze należy ustalić temperaturę otoczenia równą, dla badanego urządzenia, obniżonej temperaturze pracy podanej w tablicy 32. Nie pracujące urządzenie należy przetrzymać do czasu osiągnięcia ustalonego stanu cieplnego, po czym urządzenie należy włączyć i zmierzyć parametry funkcjonalne podane w PB i WT. Po zakończeniu pomiarów urządzenie należy wyłączyć (próba 2).

Dopuszcza się po uzgodnieniu z zamawiającym badanie urządzenia najpierw wg 5.6.3, a następnie wg 5.6.2

Dla urządzeń, którym nie stawia się wymagań odnośnie do odporności całkowitej na szron i rosę, prędkość zwiększania temperatury otoczenia do normalnej podczas badania odporności całkowitej w obniżonej temperaturze powinna być taka, aby wyeliminować możliwość tworzenia się rosy.

**5.6.4** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli podczas i/lub po badaniu spełnia wymagania podane w PB i WT dla danego rodzaju urządzenia.

## **5.7 Badanie odporności całkowitej na podwyższoną temperaturę**

**5.7.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może spełniać przewidziane funkcje oraz czy zachowuje wartość parametrów i wygląd zewnętrzny podczas i/lub po oddziaływaniu podwyższonej temperatury.

**5.7.2** W komorze należy ustalić temperaturę otoczenia równą podwyższonej granicznej, podanej w tablicy 32.

Po ustaleniu się stanu cieplnego nie pracujące urządzenie należy przetrzymać w tej temperaturze przez 30 min (próba 4).

**5.7.3** W komorze należy ustalić temperaturę otoczenia równą dla danego urządzenia krótkotrwalej podwyższonej temperaturze pracy, podanej w tablicy 32.

Po ustaleniu się stanu cieplnego urządzenie należy włączyć na 30 min, mierząc w tym czasie parametry funkcjonalne podane w PB i WT (próba 3).

**5.7.4** W komorze należy ustalić temperaturę otoczenia równą dla badanego urządzenia podwyższonej temperaturze pracy, podanej w tablicy 32.

Po ustaleniu się stanu cieplnego urządzenia należy włączyć na 2 h, jeśli w PB i WT nie podano innego czasu, mierząc w tym czasie parametry funkcjonalne podane w PB i WT oraz temperaturę urządzenia. Następnie urządzenie należy wyłączyć (próba 1).

Dopuszcza się po uzgodnieniu z zamawiającym wykonanie badania urządzenia najpierw wg 5.7.4, a następnie wg 5.7.3 i 5.7.2. W tym przypadku po badaniu wg 5.7.2 temperaturę należy obniżyć do normalnej wartości.

**5.7.5** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli podczas i/lub po badaniu spełnia ono wymagania podane w PB i WT dla danego rodzaju urządzenia.

## **5.8 Badanie wytrzymałości na cykliczne zmiany temperatury otoczenia**

**5.8.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy po oddziaływaniu cyklicznych zmian temperatury otoczenia, urządzenie może spełniać wymagane funkcje oraz czy zachowuje wartości parametrów i wygląd zewnętrzny.

**5.8.2** Nie pracujące urządzenie należy poddać oddziaływaniu trzech cykli temperaturowych, następujących nieprzerwanie po sobie, jeżeli większej liczby cykli nie podano w PB i WT.

**5.8.3** Każdy cykl powinien przebiegać następująco:

- urządzenie należy umieścić w komorze zimna, w której temperaturę otoczenia wcześniej doprowadzono do obniżonej granicznej wartości (patrz tablica 32) i przetrzymać w tej temperaturze przez czas potrzebny do ustalenia się stanu cieplnego lecz nie krótszy niż 2 h;
- następnie urządzenie należy umieścić w komorze ciepła, w której temperaturę otoczenia doprowadzono wcześniej do podwyższonej granicznej (patrz tablica 32) i przetrzymać w tej temperaturze przez czas niezbędny do osiągnięcia ustalonego stanu cieplnego, jednak nie krótszy niż 2 h;
- po upływie czasu przetrzymywania w komorze ciepła cykl badań należy powtarzać (próba 7).

Czas przenoszenia urządzenia z komory zimna do komory ciepła i odwrotnie nie powinien przekraczać wartości od 5 min do 6 min, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

Próba 7 może być wykonywana w jednej komorze, przy czym prędkość zmian temperatury nie powinna być mniejsza niż  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ .

**5.8.4** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli po badaniu spełnia wymagania podane w PB i WT dla danego rodzaju urządzeń.

## **5.9 Badanie odporności całkowitej na szybkie zmiany temperatury otoczenia**

**5.9.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy podczas i po oddziaływaniu zmian temperatury otoczenia, urządzenie może spełniać wymagane funkcje oraz czy zachowuje wartości parametrów i wygląd zewnętrzny.

**5.9.2** Podczas gdy badane urządzenie pracuje, w komorze należy ustalić temperaturę otoczenia równą obniżonej temperaturze pracy (patrz tablica 32) i po osiągnięciu ustalonego stanu cieplnego zmierzyć parametry funkcjonalne podane w PB i WT. Następnie należy podwyższyć temperaturę otoczenia w komorze do podwyższonej temperatury pracy (patrz tablica 32) z prędkością przewidzianą dla badanego urządzenia (patrz tablica 32).

Podczas zmiany temperatury otoczenia i po osiągnięciu ustalonego stanu cieplnego należy zmierzyć parametry funkcjonalne urządzenia, podane w PB i WT. Następnie urządzenie należy wyłączyć (próba 6). Jeżeli to jest przewidziane w PB i WT, badanie należy wykonać jeszcze raz w odwrotnej kolejności.

**5.9.3** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli w trakcie i po badaniu spełnia ono wymagania podane w PB i WT dla danego rodzaju urządzeń.

## 5.10 Badanie odporności całkowitej na zwiększoną wilgotność

**5.10.1** Wartości parametrów wilgotności podczas badania urządzeń powinny odpowiadać podanym w tablicy 33.

**5.10.2** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może spełniać wymagane funkcje i czy zachowuje wartości parametrów i wygląd zewnętrzny podczas i po oddziaływaniu zwiększonej wilgotności.

**5.10.3** Zaleca się, aby urządzenia, dla których obowiązujące przeglądy (czynności konserwacyjne) mogą być wykonywane po otwarciu obudów ochronnych w warunkach zwiększonej wilgotności, były badane ze zdjętymi obudowami, co należy podać w PB i WT.

**Tablica 33**

Stopień ostrości (grupa badania)		I		II	
Całkowity czas badań	doby (liczba cykli)	2 (2)	6 (6)	6 (6)	12 (12)
Górna wartość temperatury	°C	50 ± 2	40 ± 2	55 ± 2	40 ± 2
Wilgotność względna nie mniejsza niż	%	90			
<p>Urządzenia hermetyczne, niezależnie od miejsca ich umieszczania na samolocie; mogą być nie badane.</p> <p>Dla urządzeń grupy II z osłonami (obudowami) uszczelnionymi, w zależności od gwarantowanego zasobu pracy w różnorodnych obszarach klimatycznych - w celu ujawnienia możliwych uszkodzeń powodowanych przez przenikanie par trakcie długotrwałego oddziaływania wilgotności – zaleca się wydłużanie czasu badania, co należy podać w PB i WT.</p> <p>Po uzgodnieniu z zamawiającym można stosować stałe warunki badań urządzenia - temperaturę 40 °C przy wilgotności względnej od 90 % do 96 % w czasie 21 dob</p>					

**5.10.4** Badanie należy wykonać w komorze wilgotności jako cykliczne przy wartościach podanych w tablicy 33.

**5.10.5** Urządzenie należy poddać wizualnym oględzinom, zmierzyć jego parametry elektryczne i sprawdzić właściwości mechaniczne podane w PB i WT.

**5.10.6** Urządzenie należy umieścić w komorze bez opakowania w stanie wyłączonym, gotowe do eksploatacji zgodnie z wymaganiami podanymi w PB i WT.

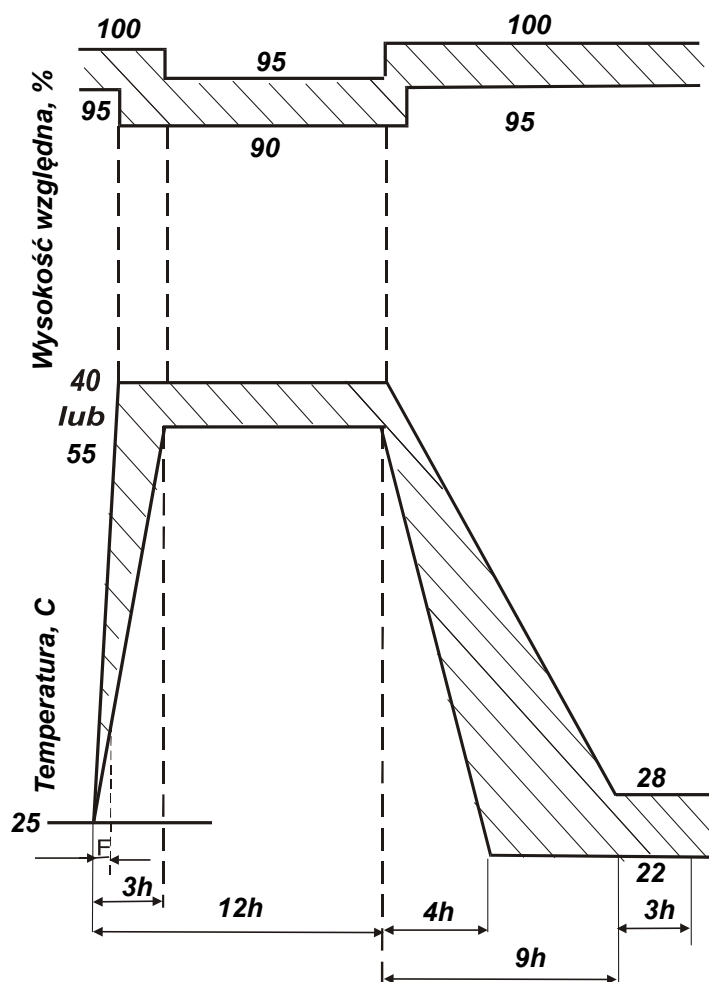
**5.10.7** Należy ustalić temperaturę w komorze probierczej równą (25 ± 3) °C i utrzymać na tym poziomie do czasu osiągnięcia ustalonej temperatury urządzenia.

**5.10.8** Temperaturę i wilgotność względną powietrza w komorze należy ustalić zgodnie z danymi przedstawionymi na rysunku 12 i w tablicy 33.

**5.10.9** Nie dopuszcza się, aby w trakcie badania z sufitu i ścian komory padały na urządzenie krople skondensowanej pary wodnej.



**5.10.13** Po zakończeniu badania urządzenie należy wyjąć z komory i przetrzymać go w normalnych warunkach klimatycznych przez czas od 1 h do 2 h. Następnie wykonać oględziny zewnętrzne i zmierzyć parametry wymienione w PB i WT.



**Rysunek 12 - Cykl badania w podwyższonej temperaturze i wilgotności**

- temperaturę w komorze należy zwiększyć do górnej wartości, przewidzianej w tablicy 33. Górną wartość temperatury powinno się osiągnąć w ciągu od 1 h do 3 h przy wilgotności względnej powietrza w komorze nie mniejszej niż 95 %;
- w tym czasie na urządzeniu powinna kondensować się para wodna. Prędkość podnoszenia

temperatury, przy której pojawi się kondensacja pary wodnej, należy wyznaczyć na pierwszych egzemplarzach urządzenia;

- w ciągu ostatnich 15 min zwiększania temperatury wilgotność względna nie powinna być mniejsza niż 90 %;
- górną wartość temperatury należy utrzymywać przez  $(12 \pm 0,5)$  h, licząc od początku cyklu. W tym czasie wilgotność względna powinna wynosić  $(93 \pm 3)$  % poza pierwszymi i ostatnimi 15 min., kiedy powinna ona wynosić od 90 % do 100 %;
- w ciągu następnego okresu od 4 h do 9 h temperaturę w komorze należy obniżać do  $(25 \pm 2)$  °C. W tym czasie wilgotność względna powietrza nie powinna być mniejsza niż 95 % poza pierwszymi i ostatnimi 15 min, kiedy nie powinna ona być mniejsza od 90 %. Temperaturę  $(25 \pm 2)$  °C i wilgotność nie mniejszą niż 95 % należy utrzymywać, do końca cyklu.

**5.10.15** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli podczas i po badaniu jest ono zdadne i spełnia wymagania podane w PB i WT dla danego rodzaju urządzeń (brak korozji, nieuszkodzenie powłok oraz zgodność parametrów urządzenia, rezystancji izolacji i wytrzymałości elektrycznej izolacji z wymaganiami PB i WT).

## 5.11 Badanie odporności całkowitej na mgłę solną (morską)

**5.11.1** Parametry mgły morskiej podczas badania urządzeń powinny odpowiadać podanym w tablicy 34.

**Tablica 34**

Stopień ostrości	Stężenie NaCl	Temperatura	Nasycenie	Wymiar cząstek (najwyżej)	Czas badania
	g/dm <sup>3</sup>	°C	g/m <sup>3</sup>	µm	liczba dób
I	$33 \pm 3$	od 20 do 35	od 2 do 3	20	3
II	$33 \pm 3$	od 20 do 35	od 2 do 3	20	5

**5.11.2** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może spełniać wymagane funkcje i zachowywać wygląd zewnętrzny i wartości parametrów po oddziaływaniu mgły solnej.

**5.11.3** Do przygotowania roztworu dla wytwarzania mgły morskiej należy używać wody destylowanej (H<sub>2</sub>O).

**5.11.4** Roztwór należy rozpylać za pomocą rozpylacza lub wirówki aparatu aerozolowego (dopuszcza się i inne sposoby).

W trakcie badań na urządzenie nie powinny padać bryzgi roztworu z rozpylacza oraz krople kondensatu z sufitu i ścian komory.

**5.11.5** Po oględzinach zewnętrznych i pomiarze parametrów w normalnych warunkach klimatycznych, urządzenie należy umieścić w komorze i poddać oddziaływaniu mgły solnej w ciągu 2 h w temperaturze  $(20 \pm 5)$  °C przy nasyceniu od 2 g/m<sup>3</sup> do 3 g/m<sup>3</sup>. Następnie urządzenie należy przetrzymać w temperaturze  $(35 \pm 2)$  °C przy wilgotności względnej od 90 % do 95 % w ciągu 22 h. Cykl należy powtórzyć.

Dopuszcza się wykonywanie badań w jednej komorze przy zachowaniu parametrów badań, podanych w 5.11.5 i w tablicy 34, przy czym wtedy w czasie przewidzianym na przetrzymywanie w temperaturze 35 °C powinien mieścić się czas płynnego podwyższania temperatury (nie dłuższy niż 1 h) i obniżania jej do wartości wyjściowej (w ciągu od 4 h do 6 h).

**5.11.6** Po zakończeniu badania urządzenie należy wyjąć z komory i przetrzymać w normalnych warunkach klimatycznych. Następnie należy wykonać oględziny zewnętrzne i sprawdzić jego funkcjonowanie zgodnie z wymaganiami podanymi w PB i WT dla danego rodzaju urządzeń.

Czas przetrzymywania powinien być wystarczający dla ustalenia się normalnej temperatury urządzenia.

**5.11.7** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeśli po oddziaływaniu mgły morskiej, a następnie po przetrzymywaniu w normalnych warunkach klimatycznych jego parametry odpowiadają wymaganiom podanym w PB i WT.

## 5.12 Badanie odporności całkowitej na rosę i wewnętrzne oblodzenie

**5.12.1** Badaniu odporności całkowitej na rosę i wewnętrzne oblodzenie z późniejszym topnieniem należy poddać urządzenia instalowane w nie podgrzewanych nie hermetyzowanych strefach (przedziałach) obiektu techniki lotniczej.

**5.12.2** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może spełniać wymagane funkcje podczas i po pojawieniu się na nim i wewnątrz niego kondensatu lub warstwy lodu (w tym szronu) oraz warstewki wody podczas topnienia.

**5.12.3** Wartości parametrów rosy i oblodzenia w czasie badania urządzeń powinny być zgodne z podanymi w tablicy 35.

**Tablica 35**

Czas badania	Zakres zmian temperatury	Wilgotność co najmniej	Ciśnienie
	°C	%	hPa
należy podać w PB i WT	od $+ 28 \pm 2$ do $- 30 \pm 2$	95	od normalnego do 220,7

**5.12.4** Urządzenie, oczyszczone z brudu, pyłu i oleju, należy sprawdzić i umieścić w komorze probierczej.

**5.12.5** Badanie należy wykonać poprzez cykliczne zmiany narażeń podanych w tablicy 35. Liczbę cykli należy podać w PB i WT.

**5.12.6** Cykl badania składa się z trzech etapów:

- wilgotność względną powietrza i podwyższoną temperaturę w komorze należy ustalić zgodnie z wartościami podanymi w tablicy 35. W tych warunkach nie pracujące urządzenie należy przetrzymać przez 8 h (lub przez czas podany w PB i WT), po czym urządzenie należy włączyć na czas niezbędny do pomiaru parametrów;
- po wyłączeniu urządzenia ciśnienie w komorze należy obniżyć do wartości  $P_n$ , podanej w tablicy 29, jednak nie mniejszej niż 220,7 hPa. W czasie zmiany ciśnienia temperaturę w komorze należy obniżyć do  $- 30$  °C (lub do wartości podanej w PB i WT). Urządzenie należy przetrzymać w tych warunkach przez czas niezbędny dla ustalenia się w urządzeniu równowagi cieplnej. Nie wcześniej niż po upływie 1 h od ustalenia się temperatury urządzenie należy włączyć na czas niezbędny dla określenia jego parametrów podanych w PB i WT;
- po wyłączeniu urządzenia temperaturę w komorze należy podwyższyć do  $(28 \pm 2)$  °C, z prędkością nie większą niż 3 °C/min. Po osiągnięciu w komorze temperatury od 0 °C do + 3 °C ciśnienie w komorze należy zwiększać ze stałą prędkością do normalnego w czasie nie dłuższym niż 15 min. Jednocześnie z podwyższeniem ciśnienia w komorze należy utrzymywać zwiększoną wilgotność, zgodnie z wartościami podanymi w tablicy 35. Po osiągnięciu normalnego ciśnienia w komorze

i ustaleniu się temperatury urządzenia, równej wyjściowej temperaturze w komorze wynoszącej  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , urządzenia należy włączyć i sprawdzić jego parametry.

Na tym kończy się cykl badań.

Po zakończeniu badania urządzenie należy wyjąć z komory i po przetrzymaniu w normalnych warunkach klimatycznych w czasie, podanym w PB i WT sprawdzić jego parametry.

W razie niemożności wytworzenia w termobarokomorze zwiększonej wilgotności badanie można wykonywać w dwóch komorach. W tym celu urządzenie, po przetrzymaniu w termobarokomorze i zmierzeniu parametrów, wyłącza się i przenosi do komory wilgotności. Czas przenoszenia urządzenia z komory do komory nie powinien przekraczać 5 min.

Jeżeli w trakcie badania parametry urządzenia zmieniły się lub uległo ono uszkodzeniu, badanie należy przerwać, aby wyjaśnić przyczyny uszkodzenia. W tym celu, w razie konieczności można otwierać urządzenie (blok, itp.).

**5.12.7** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli podczas przebywania w temperaturach o różnych znakach i w powietrzu o zwiększonej wilgotności jest zapewnione niezawodne przełączanie obwodów elektrycznych, a parametry urządzenia zawierają się w granicach wymaganych wartości, podanych w PB i WT dla urządzenia.

### 5.13 Badanie odporności całkowitej na działanie pyłu i piasku

**5.13.1** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie zachowuje parametry i wygląd zewnętrzny w środowisku o zwiększonej zawartości pyłu i piasku oraz w celu określenia odporności całkowitej na przenikanie i niszczące działanie pyłu.

**5.13.2** Parametry pyłu i piasku w czasie badań urządzeń powinny być zgodne z podanymi w tablicy 36.

**Tablica 36**

Metoda badania	Czas badania	Skład mieszaniny pyłowej	Koncentracja masy mieszaniny	Wymiar cząstki nie większy niż	Temperatura	Wilgotność względna nie większa niż	Prędkość cyrkulacji
	h	%	$\text{g/m}^3$	$\mu\text{m}$	$^\circ\text{C}$	%	m/s
1	2	piasek – 70 % kreda – 15 % kaolin – 15 %	$5 \pm 2$	300	55	50	od 10 do 15
2			$3 \pm 1$	50			od 0,5 do 1,0

### 5.14 Badanie odporności całkowitej na dynamiczne działanie pyłu (metoda 1)

**5.14.1** Urządzenie należy włożyć do komory pyłowej i umieścić je na stole obrotowym lub stacjonarnie w ten sposób, aby oddziaływanie pyłu maksymalnie odpowiadało warunkom eksploatacyjnym.

**5.14.2** Badanie należy wykonać przez obdmuchiwanie urządzenia mieszaniną pyłową o parametrach podanych w tablicy 36. Dla zapewnienia wymaganej gęstości mieszaniny w komorze, pył w trakcie badań należy doprowadzać równomiernie. Pył należy wprowadzać w ogólnej ilości od 0,02 % do 0,1 % użytecznej objętości komory. Można wykonywać badania bez kontroli zawartości mieszaniny pyłowej.

W trakcie badania, jeśli przewidziano to w PB i WT, należy sprawdzić funkcjonowanie pracującego urządzenia.

**5.14.3** Po zakończeniu badania urządzenie należy wyjąć z komory, usunąć pył z zewnętrznych powierzchni i wykonać oględziny zewnętrzne. W razie konieczności urządzenie należy otworzyć w celu wykrycia pyłu, który mógł przeniknąć do jego wnętrza.

**5.14.4** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli po działaniu pyłu (i podczas działania, jeśli przewidziano to w PB i WT) jest ono zdatne (oraz do wnętrza nie przedostają się cząstki pyłu, jeśli to jest wymagane w PB i WT), a jego wygląd zewnętrzny odpowiada wymaganiom podanym w PB i WT dla urządzenia.

## **5.15 Badanie odporności całkowitej na statyczne działanie pyłu (metoda 2)**

**5.15.1** Urządzenie należy włożyć do komory pyłowej i umieścić w taki sposób, aby jego położenie odpowiadało możliwie maksymalnemu działaniu pyłu w warunkach eksploatacji.

**5.15.2** Temperaturę i wilgotność powietrza w komorze należy ustalić zgodnie z wartościami podanymi w tablicy 36.

**5.15.3** Urządzenie należy poddać działaniu mieszaniny pyłowej, podanej w tablicy 36 i w 5.14.2. Mieszanina powinna cyrkulować w komorze z prędkością od 0,5 m/s do 1 m/s przez 1 h, po czym przez 1 h następuje osiadanie pyłu.

W trakcie badania, jeśli to podano w PB i WT, należy sprawdzić funkcjonowanie pracującego urządzenia.

**5.15.4** Po zakończeniu badania należy zmierzyć parametry podlegające sprawdzeniu w tym badaniu. Następnie urządzenie należy wyłączyć, wyjąć z komory, usunąć pył z jego zewnętrznych powierzchni. Po dokonaniu oględzin zewnętrznych urządzenie można otworzyć w celu wykrycia pyłu, który mógł przeniknąć do wnętrza.

**5.15.5** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeżeli podczas i/lub po badaniu spełnia ono wymagania podane w PB i WT dla urządzenia.

## **5.16 Badanie odporności całkowitej na promieniowanie słoneczne**

**5.16.1** Badaniu należy poddawać urządzenia, które w warunkach eksploatacyjnych są narażone na bezpośrednie oddziaływanie promieni słonecznych. Wartości parametrów promieniowania słonecznego podczas badania urządzeń powinny być zgodne z podanymi w tablicy 37.

**Tablica 37**

<b>Integralna gęstość strumienia promieniowania</b>	<b>Gęstość promieniowania ultrafioletowego</b>	<b>Widmo promieniowania ultrafioletowego</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Czas trwania badania</b>
W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	μm	°C	cykle
1125 ± 10 %	68 ± 25 %	od 0,28 do 0,40	55 ± 2	10

**5.16.2** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie zachowuje wygląd zewnętrzny i parametry po i/lub podczas promieniowania słonecznego.

Dopuszcza się badanie poszczególnych podzespołów i części urządzenia, wymienionych w PB i WT.

**5.16.3** Należy dokonać oględzin zewnętrznych urządzenia (podzespołów, części) sprawdzić jego parametry wymienione w PB i WT.

**5.16.4** Urządzenie (podzespoły, części) należy ustawić w komorze w taki sposób, aby źródło napromieniowania oddziaływało na najbardziej wrażliwe części oraz aby nie było wzajemnego ekranowania. Węzły mocujące urządzenia wydzielającego ciepło, nie powinny stwarzać warunków dla dodatkowego (w stosunku do przewidzianego konstrukcyjnie) odprowadzania ciepła.

Odległość od urządzenia do ścian komory nie powinna być mniejsza niż 10 cm.

**5.16.5** Urządzenie należy napromieniować w ciągu 10 nieprzerwanie następujących po sobie cyklach o parametrach podanych w tablicy 37.

Dopuszcza się występowanie przerw między cyklami, których nie wlicza się do czasu badań.

**5.16.6** Czas jednego cyklu powinien wynosić 24 h. Każdy cykl powinien składać się z następujących etapów:

- wzrost temperatury w ciągu 6 h do + 55 °C przy włączonych źródłach napromieniowania;
- przetrzymywanie urządzenia przez 4 h w temperaturze + 55 °C przy włączonych źródłach napromieniowania;
- obniżenie temperatury do + 25 °C w ciągu 10 h przy wyłączonych źródłach napromieniowania;
- przetrzymywanie urządzenia przez 4 h w temperaturze + 25 °C przy wyłączonych źródłach napromieniowania.

Zaleca się, aby w trakcie napromieniowania sprawdzać temperaturę najbardziej nagrzewających się fragmentów powierzchni urządzenia.

**5.16.7** Zdarność urządzenia należy sprawdzać pod koniec napromieniowania.

Potrzebę sprawdzania zdarności urządzenia i częstość sprawdzeń, a także czas przebywania urządzenia w stanie włączonym w trakcie badania należy podać w PB i WT.

**5.16.8** Po zakończeniu ostatniego cyklu badania należy wykonać oględziny zewnętrzne urządzenia i porównać go z egzemplarzem, który nie był napromieniowany, a także zmierzyć parametry wymienione w PB i WT.

**5.16.9** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie, jeśli po i/lub w czasie promieniowania słonecznego spełnia ono wymagania podane w PB i WT.

## **5.17 Badanie oddziaływania grzybów pleśniowych**

**5.17.1** Wartości podstawowych parametrów w czasie badania urządzeń przewidzianych do eksploatacji w warunkach wilgotnego klimatu tropikalnego, ustala się zgodnie z PN-C-04646:2001.

Dla elementów i podzespołów umieszczonych w hermetycznych osłonach (obudowach) oraz wykonanych z materiałów odpornych na grzyby, których odporność jest zagwarantowana w dokumentacji technicznej lub w protokołach badań, można tej odporności nie badać.

Do badania wyrobów, w skład których wchodzi drewno, papier, karton - oprócz grzybów podanych w PN-C-04646:2001 należy stosować grzyb *Chaetomium globosum* (Kunze), natomiast w przypadku wyrobów, w skład których wchodzi szkło i elementy optyczne grzyb *Aspergillus penicilloides* (Ohtsuki).

**5.17.2** Badanie wykonuje się w celu sprawdzenia, czy urządzenie może przeciwstawić się wzrostowi grzybów pleśniowych w warunkach optymalnych dla ich rozwoju.

**5.17.3** Przed badaniem urządzenie należy nagrzewać przez 6 h w komorze w temperaturze + 60 °C

**5.17.4** Urządzenie należy przetrzeć spirytusem etylowym ( $C_2H_5OH$ ) w celu usunięcia brudu i włożyć do komory przewidzianej dla rozwoju grzybów. Razem z urządzeniem do komory należy włożyć płytki kontrolne Petri'ego z pożywką.

**5.17.5** W badaniu należy używać zawiesiny wodnej mieszaniny zarodników kultur grzybów podanych w PN-87/E-04609.

Sposób przygotowania zawiesiny zarodników grzybów pleśniowy powinien być zgodny z PN-87/E-04609.

**5.17.6** Urządzenie i płytki kontrolne Petri'ego z pożywką należy opryskać za pomocą szklanego rozpylacza o średnicy otworu wylotowego nie mniejszej niż 1 mm wodną zawiesiną zarodników grzybów. Cała powierzchnia urządzenia powinna być równomiernie opryskana w stosunku 1 ml zawiesiny na 100 cm<sup>2</sup> powierzchni badanych wyrobów.

Przed opryskiwaniem zawiesinę należy wymieszać poprzez wstrząsanie. Po naniesieniu zarodnikowej zawiesiny wodnej badane urządzenie i płytki kontrolne Petri'ego należy włożyć do komory i przetrzymać przez 48 h w temperaturze pokojowej przy wilgotności względnej ponad 90 %.

**5.17.7** Po 48 h należy obejrzyć kontrolne płytki Petri'ego. Jeżeli na płytkach nie widać wzrostu grzybów spośród kultur stosowanych do zakażenia, należy wykonać powtórne opryskiwanie żywotną zawiesiną zarodników grzybów. Czas badania w tym przypadku należy liczyć od powtórnego opryskiwania.

**5.17.8** Badanie należy wykonywać przez 28 dób bez naturalnego i sztucznego światła, bez cyrkulacji powietrza, w stałej temperaturze (29 ±2) °C, przy wilgotności względnej powietrza większej niż 90 %.

**5.17.9** Po badaniu urządzenie należy wyjąć z komory i ocenić stopień wzrostu grzybów pleśniowych wg 4.14.12.

**5.17.10** Należy uznać, że urządzenie przeszło pomyślnie badanie oddziaływania grzybów pleśniowych, jeżeli wzrost grzybów na powierzchniach nie oczyszczonych spirytusem nie przekracza stopnia 3, a na powierzchniach oczyszczonych spirytusem stopnia 2.

Po uzgodnieniu między opracowującym a zamawiającym urządzenie, dopuszcza się na określonych rodzajach urządzeń pojawienie się pleśni, jeżeli to nie wpływa na zdatność urządzeń.

**5.17.11** Po zakończeniu badania urządzenie należy zdezynfekować. Dezynfekcję wykonuje się przez wycieranie spirytusem ( $C_2H_5OH$ ), 5 % roztworem formaliny ( $CH_2O$ ) lub fenolu ( $C_6H_5OH$ ), bądź przez przetrzymanie w parach formaliny przez 24 h.

**5.17.12** Komorę należy zdezynfekować przez przemycie 5 % roztworem formaliny lub napromieniowanie lampą rtęciowo-kwarcową.

## **6 Metody badania odporności całkowitej urządzeń na działanie środowisk specjalnych**

### **6.1 Postanowienia ogólne**

**6.1.1** Metody badania ustalone w niniejszej normie należy stosować do oceny (na podstawie wymagań podanych w ZTT, ZT, PB i WT) odporności całkowitej urządzeń na działanie środowisk specjalnych.

**6.1.2** Urządzenie należy badać podczas oddziaływania jedno- i/lub wieloskładnikowych środowisk specjalnych i aktywnych substancji korozyjnych atmosfery. Jeżeli wiadomo, że tylko jeden składnik wieloskładnikowego środowiska pary i gazowego lub aktywnych substancji korozyjnych atmosfery powoduje

uszkodzenie urządzenia to nie bada się oddziaływania pozostałych składników na to urządzenie, narażając je tylko tym składnikiem.

**6.1.3** Urządzenia przeznaczone do eksploatacji w parach amylu ( $N_2H_4$ ) i heptylu  $[(CH_3)_2NNH_2]$  należy badać tylko w amylu.

Jeżeli w urządzeniu są elementy z gumy i/lub mosiądzu, urządzenie należy badać także w parach heptylu, przy czym w parach amylu i heptylu nie można badać tych samych egzemplarzy.

**6.1.4** Gdy urządzenia tego samego rodzaju mają być eksploatowane w różnych środowiskach specjalnych, należy badać różne egzemplarze urządzeń. Jeżeli te same urządzenia mają być eksploatowane kolejno w różnych środowiskach specjalnych, to badanie można wykonywać po kolei na tych samych egzemplarzach urządzenia.

**6.1.5** W przypadku opracowywania i produkcji serii urządzeń o jednakowej konstrukcji i technologii, można badać poszczególne typy (typowymiary, odmiany, wykonania itd.) urządzeń, charakteryzujące serię pod względem oddziaływania środowisk specjalnych.

W przypadku produkcji jednostkowej należy badać urządzenia, których konstrukcja i technologia różnią się od analogicznego urządzenia wcześniej zbadanego w danym przedsiębiorstwie, jeżeli te różnice mogą wywierać wpływ na odporność całkowitą na działanie środowisk specjalnych.

**6.1.6** Jeżeli masa lub wymiary gabarytowe urządzenia nie zezwalają (przy istniejącym wyposażeniu) na wykonanie badań w pełnym zakresie, badania należy wykonać zgodnie z wymaganiami ustalonymi w NO-06-A105.

**6.1.7** Urządzenia, które są elementami przeznaczonymi do wbudowania, można badać zarówno odrębnie jak i w składzie kompletnego wyrobu. Kompletnych wyrobów można nie badać, jeśli wchodzące w ich skład elementy spełniają wymagania stawiane kompletnemu wyrobowi dotyczące oddziaływania środowisk specjalnych, a konstrukcyjne właściwości kompletnego wyrobu są takie, że przyłączenie elementów wbudowanych nie powoduje zmiany zarówno ich parametrów jak i całego wyrobu.

**6.1.8** Urządzeń hermetyzowanych, które w eksploatacji nie podlegają rozhermetyzowaniu w środowiskach specjalnych, nie bada się w całości. Należy wtedy badać tylko ich zewnętrzne elementy w tym obudowy, zapewniające hermetyzację.

**6.1.9** Urządzenia nagrzewające się w środowiskach gazów i par (oprócz środowisk wypełniających i kontrolnych) należy badać w stanie nieobciążonym elektrycznie, a nie nagrzewające się - zgodnie z wymaganiami podanymi w PB i WT dla urządzenia,

Podczas badania czasu przebywania urządzeń pod obciążeniem elektrycznym nie powinien przekraczać czasu ich pracy w eksploatacji podanego w PB i WT dla urządzenia.

W środowiskach ciekłych urządzenia należy badać bez elektrycznego obciążenia.

**6.1.10** Opracowywanie programów badań konkretnych rodzajów urządzeń powinno przebiegać w następujących etapach:

- wybór podzespołów urządzenia najbardziej narażonych na oddziaływanie danego środowiska i określenie kryteriów uszkodzenia, charakteryzujących odporność całkowitą na oddziaływanie środowisk specjalnych;
- wybór krytycznych wartości kryteriów uszkodzenia;
- wybór planu i warunków badań, częstości sprawdzania parametrów w trakcie badań oraz kolejności sprawdzania parametrów po badaniach.



## 6.2 Metoda badań przyspieszonych

### 6.2.1 Istota metody polega na nasileniu procesów oddziaływania środowisk specjalnych na urządzenie.

Skrócenie czasu badań w środowisku jednoskładnikowym osiąga się przez zwiększenie stężenia składnika i/lub wilgotności względnej oraz/lub podwyższenie temperatury środowiska specjalnego.

Skrócenie czasu badań w środowisku wieloskładnikowym osiąga się przez podwyższenie temperatury i/lub zwiększenie wilgotności względnej środowiska specjalnego (dla wartości stężenia składników środowiska, przyjętych w eksploatacji). W przypadkach technicznie uzasadnionych dopuszcza się zwiększenie stężenia jednego najbardziej aktywnego składnika środowiska specjalnego.

### 6.2.2 Pobieranie urządzeń do badań

Urządzenia należy pobierać zgodnie z wymaganiami podanymi w NO-06-A105.

### 6.2.3 Wyposażenie badawcze, materiały, odczynniki

6.2.3.1. Komora probiercza powinna zapewniać wymagane wartości stężenia, temperatury, ciśnienia i wilgotności względnej środowiska specjalnego oraz mieć wyposażenie do ustawiania i mocowania badanych urządzeń.

6.2.3.2 Komory powinny być wykonane z materiałów odpornych na działanie odpowiednich środowisk specjalnych.

6.2.3.3 Komory do badania urządzeń w środowiskach wypełniających i kontrolnych powinny wytrzymywać nadciśnienie środowisk kontrolnych równe 0,45 MPa.

6.2.3.4 Komory powinny zapewniać w miejscu umieszczenia urządzeń odpowiednie parametry probiercze z odchyłkami nie przekraczającymi:

- dla temperatury  $\pm 2$  °C; dopuszcza się sporadyczne krótkotrwałe (nie dłuższe niż 15 min w ciągu 6 h badania) odchyłki do  $\pm 5$  °C;
- dla stężenia masy ozonu, par składników paliw rakietowych, paliw na bazie produktów ropy naftowej, par olejów, smarów, ługów, kwasów, spirytusów, freonów, środków dezaktywujących, dezynfekujących, odkażających, sterylizujących  $\pm 25$  %;
- dla udziałów objętościowych środowisk wypełniających i kontrolnych  $\pm 1$  %;
- dla ciśnienia środowisk kontrolnych i wypełniających  $\pm 10^{-2}$  MPa.

6.2.3.5 W komorze powinno być:

- urządzenie do mieszania środowiska specjalnego z prędkością od 1 m/s do 2 m/s;
- urządzenie do wprowadzania gazowego czynnika specjalnego, zapewniające równomierny przepływ gazu do komory i zapobiegające bezpośredniemu uderzeniu strugi gazu w badane urządzenie;
- urządzenie do pobierania próbek środowiska, pomiaru temperatury środowiska i usuwania czynnika środowiskowego po zakończeniu badań;
- urządzenie do rozpylania roztworów dezynfekujących i innych zapewniających gęstość zroszenia i ciśnienie rozpylanego roztworu podane w dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie.

6.2.3.6 Konstrukcja komory powinna umożliwiać umieszczanie badanego urządzenia w taki sposób, aby specjalny czynnik środowiskowy miał doń swobodny dostęp. Niedopuszczalne jest stykanie się badanych urządzeń ze sobą i ścianami komory. Odległość między ścianami komory, a urządzeniem oraz pomiędzy badanymi urządzeniami nie powinna być mniejsza niż 10 cm.

6.2.3.7 Błędy pomiaru parametrów stanu probierczego za pomocą przyrządów, przeznaczonych do kontroli tych parametrów, nie powinny przekraczać wartości podanych w 6.2.3.4.

6.2.3.8 W celu wytworzenia w komorach wymaganego środowiska stosuje się odczynniki chemiczne sklasyfikowane jako „cz” (czyste) lub „cz. d. a.” (czyste dla kontroli) lub „ch. cz” lub „cz. d. a” (chemicznie czyste lub czyste dla analizy).

6.2.3.9 Błędy pomiaru parametrów badanych urządzeń za pomocą przyrządów nie powinny przekraczać wartości podanych w PB i WT dla urządzenia.

#### 6.2.4 Przygotowanie do badań

6.2.4.1 Urządzenia i wyposażenie do wytwarzania pożądanego stężenia czynnika specjalnego i wilgotności względnej w komorze probierczej należy przygotować w sposób podany w załącznikach D i E (informacyjnych) lub w PB.

6.2.4.2 W celu wstępnego sprawdzenia warunków probierczych należy je wytworzyć w komorze bez wkładania do niej urządzeń i co jakiś czas zmierzyć ich parametry. Ustalone warunki probiercze należy utrzymywać przez co najmniej 24 h, sprawdzając co pewien czas dokładność utrzymywania się tego stanu. Częstość sprawdzeń zależy od dokładności utrzymywania się warunków probierczych i powinna być podana w PB.

6.2.4.3 Przed badaniami urządzenie należy przetrzymać w normalnych warunkach klimatycznych ustalonych w NO-06-A105 przez czas podany w PB, po czym urządzenie należy poddać oględzinom i zmierzyć jego parametry wymienione w PB i WT. Następnie badane urządzenie należy ustawić w komorze probierczej.

6.2.4.4 W komorze, w której ustawiono urządzenie do badań, ponownie należy wytworzyć odpowiednie warunki probiercze. Za początek badań należy uznać moment ustalenia się w komorze pożądaných wartości parametrów środowiska specjalnego.

Przed badaniem nowej partii urządzeń nie sprawdza się wstępnie warunków probierczych, zgodnie z wymaganiami podanymi w 5.2.4.2, jeżeli badania poprzedniej partii były wykonywane w tych samych warunkach, a przerwa w badaniach nie była dłuższa od czasu trwania tego stanu probierczego.

#### 6.2.5 Wykonanie badań

6.2.5.1 W celu wykonania badań urządzeń w środowiskach w postaci par i gazów, na wstępie należy ustalić współczynnik przyspieszenia badań.

W przypadkach technicznie uzasadnionych, gdy czas opracowania urządzenia jest ograniczony, można badać urządzenie w środowiskach amylu ( $N_2O_4$ ), heptylu  $[(CH_3)_2NNH_2]$  i amoniaku ( $NH_3$ ) w warunkach podanych w tablicy 39. Parametry stanu probierczego należy uściślić potem na podstawie wyników badań.

Czas badań ustalono przy założeniu  $\tau_e = 12$  lat. Jeżeli w wymaganiach technicznych dla urządzenia podano inny czas oddziaływania środowiska specjalnego na urządzenie, można proporcjonalnie zmienić czas badań. Czas ten nie może być jednak krótszy niż 3 doby, jeśli w PB i WT nie podano inaczej.

**Tablica 39 - Parametry stanu probierczego**

Wilgotność względna w eksploatacji	Stężenie masy czynnika		Temperatura	Wilgotność względna	Czas badań	Uwagi
	amoniak	amyl lub heptyl				
%	$g/m^3$		$^{\circ}C$	%	h	
60 i więcej	0,2		50	95	144	Badanie wykonuje się dla jednego z podanych stanów probierczych
		1,00			560	

Tablica 39 (ciąg dalszy)

Mniej niż 60	---	0,05	50	65	960	
	---	0,15	30		1 245	

6.2.5.1.1 Zgodnie z załącznikiem A (normatywnym) należy określić eksperymentalnie współczynnik przyspieszenia badań dla podzespołów i elementów urządzenia, wybranych zgodnie z wymaganiami 5.1.10. Zaleca się, aby wartości parametrów stanu probierczego wybierać z szeregu:

- dla temperatury: 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C;
- dla wilgotności względnej: 65 %, 80 %, 95 %, 100 %;
- dla stężenia masy ozonu, gazowych składników paliw rakietowych, paliw na bazie produktów ropy naftowej, ługów, kwasów, spirytusów, freonów, czynników wypełniających: 0,1 g/m<sup>3</sup>; 0,5 g/m<sup>3</sup>; 5 g/m<sup>3</sup>; 10 g/m<sup>3</sup>; 100 g/m<sup>3</sup>;
- dla objętościowego udziału gazowych środowisk kontrolnych: 3 %; 5 %; 10 %; 20 %; 40 %; 60 %; 80 %; 90 %; 100 %.

Przyjmuje się jednakowe wartości ciśnienia dla czynników wypełniających i kontrolnych, zgodnie z wartościami przyjętymi w eksploatacji, jeżeli w PB i WT dla urządzenia nie podano inaczej.

6.2.5.1.2 Jako współczynnik przyspieszenia dla podzespołu lub elementu należy przyjąć dolną granicę ufności, obliczoną na poziomie ufności 95 %, jeśli w PB i WT dla urządzenia nie podano inaczej.

Współczynnik przyspieszenia badań urządzenia kompletnego ( $K_u$ ) należy przyjąć jako równy średniej wartości współczynników przyspieszenia badań wyznaczonych dla podzespołów lub elementów danego urządzenia.

6.2.5.2 Parametry stanu probierczego dla urządzenia, dotyczące stężenia, temperatury, ciśnienia i wilgotności względnej środowiska specjalnego należy przyjąć równe wartościom, przy których wyznaczono współczynnik przyspieszenia badań  $K_u$  badanej uprzednio części urządzenia.

Czas badania urządzenia  $\tau_b$  w godzinach, oblicza się ze wzoru:

$$\tau_b = \frac{\tau_e}{K_u} \quad (4)$$

w którym:

$\tau_e$  - czas oddziaływania środowiska specjalnego na urządzenie, przyjęły w eksploatacji i podany w PB i WT dla urządzenia.

W przypadku środowisk w postaci par i gazów (oprócz kontrolnych)  $\tau_e$  jest przyjętym czasem oddziaływania lub jego częścią, w ciągu którego wymienione środowiska oddziałują na urządzenie, poszczególne jego podzespoły, elementy lub powłoki, których temperatura powierzchni jest równa temperaturze tych środowisk lub nie przekracza jej o więcej niż 5 °C.

Przy ustalaniu  $\tau_e$  nie uwzględnia się czasu, w ciągu którego temperatura powierzchni urządzenia przekroczy o 5 °C temperaturę środowiska specjalnego.

Otrzymane wartości  $\tau_e$  zaokrągla się do 1 h.

6.2.5.3 W trakcie badań okresowo należy sprawdzać stężenie czynnika specjalnego, wykonując analizę próbek czynnika pobranych z komory. Podczas badań nie sprawdza się udziału objętościowego powyżej

15 % czynników kontrolnych oraz czynników wypełniających. Częstość sprawdzeń stężenia, temperatury, ciśnienia i wilgotności względnej środowiska specjalnego należy podać w PB i WT.

W przypadkach technicznie uzasadnionych dopuszcza się przerwy w badaniach bez wyjmowania urządzenia z komory. Czas przerw nie powinien przekraczać 20 % czasu badań. Czasu przerw nie wlicza się do czasu badań.

#### **6.2.6 Opracowanie wyników**

6.2.6.1 Po zakończeniu badań urządzenia w warunkach probierczych, podanych w 6.2.5.1 (w koniecznych przypadkach - w trakcie badań w środowiskach w postaci gazów i par, oprócz środowisk wypełniających i kontrolnych) nagrzewanie komory (w miarę możliwości - również urządzenia nawilżające) należy wyłączyć, usunąć z komory czynnik specjalny. Następnie urządzenie należy wyjąć z komory i nie rozbierając go wykonać oględziny zewnętrzne.

6.2.6.2 Stan izolacji elektrycznej należy oceniać się po czasie  $1 \pm 0,5$  h od zakończenia badań.

Inne parametry urządzenia należy zmierzyć nie później niż po 6 h od czasu zakończenia badań.

6.2.6.3 Po zakończeniu badań w środowiskach wypełniających (w przypadkach koniecznych w trakcie badań) należy zmierzyć parametry urządzenia bez wyjmowania go z komory. Można mierzyć parametry urządzenia po wyjęciu go z komory, lecz nie później niż po 15 min, jeśli nie podano inaczej w PB i WT.

6.2.6.4 Po pomiarze parametrów urządzenia należy wykonać oględziny, rozbierając urządzenie, aby ocenić stan i wygląd zewnętrzny podzespołów i elementów.

6.2.6.5 Dopuszczalne odchyłki parametrów i wyglądu zewnętrznego urządzenia oraz metody ich sprawdzania należy przyjmować zgodnie z wymaganiami podanymi w PB i WT.

W przypadkach technicznie uzasadnionych zgodność urządzenia z wymaganiami dotyczącymi oddziaływania środowisk specjalnych należy ocenić po oddziaływaniu na urządzenie narażeń mechanicznych, podanych w NO-06-A103. W tym przypadku oględziny zewnętrzne urządzenia, stosownie do wymagań zawartych w 6.2.6.1, należy wykonać po ustaniu narażeń mechanicznych.

### **6.3 Metoda badań normalnych**

6.3.1 Istota metody polega na tym, że czas badania powinien odpowiadać czasowi oddziaływania na urządzenie środowisk specjalnych, a parametry stanu probierczego - ilościowym i jakościowym charakterystykom tych środowisk w warunkach eksploatacyjnych.

6.3.2 Urządzenia do badań należy pobierać zgodnie z wymaganiami zawartymi w 6.2.2

6.3.3 Wyposażenie do badań, materiały, odczynniki powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w 6.2.3.

6.3.4 Przygotowanie do badań powinno przebiegać zgodnie z wymaganiami zawartymi w 6.2.4.

#### **6.3.5 Wykonanie badań**

6.3.5.1 Wartości parametrów stanu probierczego oraz czas badania odporności całkowitej urządzenia na oddziaływanie środowisk specjalnych należy ustalić zgodnie z wymaganiami podanymi w NO-06-A103 oraz w PB i WT.

6.3.5.2 Parametry stanu probierczego w środowiskach kontrolnych powinny być zgodne z podanymi w tablicy 40.

6.3.5.3 Dopuszcza się przerwy w badaniach urządzeń zgodnie z wymaganiami zawartymi w 6.2.5.3.

**Tablica 40 - Parametry podczas badań normalnych w środowiskach probierczych**

Udział objętościowy czynnika		Temperatura	Wilgotność względna	Ciśnienie	Czas trwania
Hel (He) Argon (Ar) (powietrze)	Argon (Ar) Azot (N) (powietrze)				
%	%	°C	%	MPa	h
od 90 do 10	-	20 ±5	nie ustala się	0,2	24
-	od 90 do 10			0,3	300

**6.3.6 Opracowanie wyników**

6.3.6.1 Po zakończeniu badań urządzenie należy wyjąć z komory i nie rozbierając go, wykonać oględziny zewnętrzne.

6.3.6.2 Parametry urządzenia po badaniu odporności całkowitej na oddziaływanie środowisk specjalnych należy sprawdzić zgodnie z wymaganiami zawartymi w 6.2.6.2 i 6.2.6.4.

Parametry urządzenia po badaniach w środowiskach kontrolnych należy ocenić nie później, niż to ustalono w PB.

Oględziny zewnętrzne urządzenia należy wykonać nie później niż po 24 h od zakończenia badań.

6.3.6.3 Stan urządzenia po badaniach należy ocenić zgodnie z wymaganiami zawartymi w 6.2.6.5.

**6.4 Wymagania odnośnie do bezpieczeństwa**

6.4.1 Wszelkie prace z czynnikami specjalnymi powinny przebiegać zgodnie z zasadami i instrukcjami bezpieczeństwa, zatwierdzonymi w ustalonym trybie.

6.4.2 Warunki metrologiczne, poziomy ciśnienia akustycznego, poziomy hałasu oraz zawartości szkodliwych domieszek w strefie pracy w pomieszczeniach badawczych nie powinny przekraczać dopuszczalnych wartości podanych w odpowiedniej dokumentacji technicznej zatwierdzonej w ustalonym trybie.

6.4.3 Naczynia pracujące pod ciśnieniem należy eksploatować zgodnie z zasadami zatwierdzonymi w ustalonym trybie.

6.4.4 Bezpieczeństwo elektryczne podczas badań powinno być zgodne z zasadami techniki bezpieczeństwa w czasie eksploatacji urządzeń elektrycznych, zatwierdzonymi w ustalonym trybie.

6.4.5 Nie wolno wykonywać badań przy stężeniu palnych czynników powyżej 50 % wartości dolnej granicy stężenia powodującego wybuch.

6.4.6 Niedopuszczalny jest kontakt składników paliwa raketowego (utleniacza i substancji palnej).

6.4.7 Personel obsługujący powinien mieć środki ochrony indywidualnej.

**6.4.8** W celu ochrony narządów oddechowych przy stężeniu masy czynnika specjalnego do  $10 \text{ g/m}^3$  w temperaturze otaczającego powietrza do  $30^\circ\text{C}$ , należy stosować filtrujące maski przeciwgazowe.

Przy większych stężeniach należy stosować izolujące maski przeciwgazowe.

**6.4.9** W celu zabezpieczenia powierzchni skórnych przed działaniem czynników specjalnych należy stosować środki ochronne dopuszczone do użytku według zasad i instrukcji zatwierdzonych w ustalonym trybie.

**6.4.10** Po zakończeniu badań środowisko specjalne należy usunąć z komory przedmuchując ją powietrzem podgrzanym do temperatury od  $50^\circ\text{C}$  do  $70^\circ\text{C}$  lub azotem, zachowując stężenie czynników specjalnych w wydalanych gazach na poziomie nie przekraczającym granicznie dopuszczalnego ze względów sanitarnych.

## **7 Metody oceny zgodności urządzeń z wymaganiami odnośnie do odporności całkowitej na działanie promieniowania jonizującego i elektromagnetycznego**

### **7.1 Tryb oceny zgodności urządzeń z przyjętymi wymaganiami odnośnie do odporności całkowitej**

**7.1.1** Ocenę zgodności urządzeń z przyjętymi wymaganiami odnośnie do odporności całkowitej należy wykonać na podstawie wyników badań lub analizy materiałów przedstawionych przez opracowującego, w których określono liczbowe wskaźniki odporności całkowitej, stosując metody obliczeniowo-eksperymentalne lub eksperymentalne.

**7.1.2** Do oceny zgodności urządzeń z przyjętymi wymaganiami odnośnie do odporności całkowitej służą liczbowe wartości prawdopodobieństwa (P) zachowania parametrów wyjściowych w granicach przyjętych wartości przy oddziaływaniu określonego promieniowania jonizującego (PJ) i impulsu elektromagnetycznego (IEM) oraz wartości żadanego poziomu ufności wobec otrzymanych wyników ( $\gamma$ ), wybierane z szeregu: 0,9; 0,95; 0,975; 0,995; 0,999. Wartości te należy zamieścić się w dokumentacji technicznej urządzenia.

**7.1.3** Badaniom zgodności z wymaganiami odnośnie do odporności całkowitej na działanie PJ i IEM należy poddawać urządzenia, których stan gotowości zgodnie z wymaganiami ustalonymi w NO-06-A105 został uznany przez zamawiającego, a wskaźniki odporności całkowitej na oddziaływanie PJ (IEM), według wstępnych ocen przewidzianych w dokumentach dotyczących zapewnienia niezawodności (wg NO-06-A102), nie są mniejsze od wartości podanych w dokumentacji technicznej.

Wskaźnik odporności całkowitej urządzenia należy określić się za pomocą metod uzgodnionych pomiędzy zamawiającym, a instytucją wiodącą - opracowującą urządzenie.

Dopuszcza się wykonywanie badań z pominięciem wstępnej oceny urządzeń, dla których ze względów technicznych jest niemożliwe wyznaczenie wskaźników odporności całkowitej za pomocą metod obliczeniowych lub obliczeniowo-eksperymentalnych.

**7.1.4** Badania zgodności z wymaganiami dotyczącymi odporności całkowitej należy wykonywać na prototypach w celu sprawdzenia, czy odporność całkowita urządzenia odpowiada wymaganiam podanym w dokumentacji technicznej. Po uzgodnieniu między zamawiającym a opracowującym, w razie zmiany ukończenia, konstrukcji, schematów lub technologii wpływających na odporność całkowitą urządzenia, należy wykonać badania odporności całkowitej urządzeń seryjnych w ramach prób typu. Decyzję o wykonywaniu takich badań podejmuje zamawiający na podstawie analizy i porównania danych obliczeniowych i eksperymentalnych co do wielkości wpływu na odporność całkowitą wprowadzonych zmian, przedłożonych przez opracowującego (producenta), z propozycjami uzgodnionymi z zamawiającym. Zestaw i licznosc badanych urządzeń należy podać w PB.

**7.1.5** Badania należy wykonać poprzez oddziaływanie na urządzenie pól promieniowania jonizującego i elektromagnetycznego o wartościach charakterystyk odpowiadających wymaganym w czasie badań i wymienionych w PB, rejestrując i kontrolując charakterystyki urządzenia, podane w dokumentacji technicznej.

Jeżeli podczas i po oddziaływaniu pól PJ (IEM) o charakterystykach zgodnych z wymaganymi w czasie badań urządzenie utrzymuje swe parametry w granicach wartości, podanych w dokumentacji technicznej, a po napromieniowaniu PJ zachowuje zdatność przy oddziaływaniu narażeń mechanicznych i temperatur o poziomach wymienionych w PB, to odporność całkowita urządzenia na oddziaływanie danego rodzaju PJ (IEM) jest zgodna z przyjętymi wymaganiami.

**7.1.6** Jeżeli masa, wymiary gabarytowe oraz konstrukcja nie zezwalają na wykonanie badań kompletnego urządzenia na istniejących stanowiskach lub urządzenie składa się z bloków, które w eksploatacji znajdują się w różnych warunkach to dopuszcza się wykonywanie badań dla odrębnych bloków (szaf itp.).

Wyszczególnienie bloków i tryb wykonywania takich badań należy podać w PB.

Jeżeli każdy z badanych bloków podczas oddziaływania PJ (IEM) o charakterystykach podanych w PB oraz po oddziaływaniu PJ (IEM) o poziomach zgodnych z wymaganymi zachowuje parametry podane w dokumentacji technicznej w granicach wymaganych wartości oraz po napromieniowaniu PJ zachowuje zdatność przy oddziaływaniu narażeń mechanicznych i temperatur o poziomach podanych w PB, a wskaźniki odporności całkowitej urządzenia nie są mniejsze od podanych w dokumentacji technicznej, to odporność całkowita urządzenia jest zgodna z wymaganiami.

**7.1.7** Jeżeli ocenę zgodności urządzenia z przyjętymi wymaganiami wykonuje się na podstawie analizy materiałów dotyczących wskaźników odporności całkowitej urządzenia określanych metodami obliczeniowo-eksperymentalnymi i eksperymentalnymi, należy przestrzegać następujących zasad:

- zamawiający powinien pozytywnie zaopiniować materiały dotyczące określania wskaźników odporności całkowitej metodami obliczeniowo-eksperymentalnymi;
- program i tok postępowania przy wyznaczaniu wskaźników odporności całkowitej metodami eksperymentalnymi oraz otrzymane wyniki powinny być uzgodnione z zamawiającym;
- powinna być określona metodyka wyznaczania wskaźnika odporności całkowitej kompletnego urządzenia na podstawie wskaźników odporności całkowitej poszczególnych bloków (podsystemów itp.).

Jeżeli różnice pomiędzy danymi obliczeniowymi a eksperymentalnymi, dotyczącymi odporności całkowitej bloków (podsystemów itp.) są dopuszczalne (wielkości różnic są uzgadniane pomiędzy zamawiającym a opracowującym i podawane w dokumentacji technicznej), jeśli każdy napromieniowany blok (podsystem) zachowuje zdatność przy oddziaływaniu narażeń mechanicznych i temperatur o poziomach podanych w PB, a tok postępowania przy wyznaczaniu wskaźników odporności całkowitej urządzenia na podstawie wskaźników odporności całkowitej podsystemów jest technicznie poprawny, przy czym wskaźniki odporności całkowitej urządzenia nie są mniejsze od wartości podanych w dokumentacji technicznej, to urządzenie odpowiada przyjętym wymaganiom.

Metodą eksperymentalną można nie określać wskaźników odporności całkowitej tych bloków (podsystemów), których wskaźniki odporności całkowitej wyznaczone metodą obliczeniową o rząd lub więcej przewyższają wartości podane w dokumentacji technicznej i nie są sprzeczne z wynikami badań najmniej odpornych podsystemów. Rząd (liczbowo) określa się cechą logarytmu dziesiętnego z ilorazu obliczeniowego poziomu odporności całkowitej do poziomu wymaganego.

**7.1.8** Zgodność urządzeń z wymaganiami podanymi w ZTT (ZT), dotyczącymi odporności całkowitej na działanie promieniowania świetlnego, należy oceniać według metody uzgodnionej w ustalony trybie.

## **7.2 Program badań i ogólne wymagania dotyczące ich wykonania**

**7.2.1** Program i kolejność badań urządzeń w zależności od wymagań podanych w dokumentacji technicznej oraz niezbędną dla badań liczbę urządzeń podano w tablicy 41. Wymagane wartości podane w podrozdziałach 7.3 i 7.4 nie dotyczą przypadków, gdy wskaźniki odporności całkowitej określone są metodami obliczeniowo-eksperymentalnymi lub eksperymentalnymi.

Dla urządzeń seryjnych program i kolejność badań ich odporności całkowitej na PJ i IEM spowodowane wybuchem jądrowym należy podać w PB, uwzględniając wymagania zawarte w niniejszej normie.

**7.2.2** Badania odporności całkowitej na oddziaływanie PJ i IEM, spowodowanych wybuchem jądrowym należy wykonać na urządzeniach z partii próbnej, wykorzystując stanowiska symulujące.

W celu skrócenia całkowitego czasu badań odporność całkowitą można badać jednocześnie dla kilku urządzeń, jeśli tylko stanowiska symulujące stwarzają taką możliwość. Zaleca się, aby badania odporności całkowitej na oddziaływanie PJ i IEM spowodowanych wybuchem jądrowym wykonywać na tych samych egzemplarzach urządzeń.

**7.2.3** Jeżeli oddziaływanie promieniowania odpowiedniego rodzaju powoduje aktywację badanych urządzeń, to następujące po napromieniowaniu sprawdzenia należy wykonać bądź w specjalnych komorach probierczych, bądź po spadku występującej aktywności do wartości dopuszczalnych ze względu na wymagania bezpieczeństwa radiacyjnego, (w tym przypadku należy koniecznie okresowo mierzyć parametry radiacji), bądź też należy postępować zgodnie z zapisami tablicy 41.

**Tablica 41. - Program i kolejność badań odporności całkowitej**

Rodzaj badań	Zakres i kolejność badań urządzeń	Liczność urządzeń niezbędnych do badań
Badanie odporności całkowitej na oddziaływanie PJ i IEM spowodowanych wybuchem jądrowym	Badanie odporności całkowitej na oddziaływanie IEM Badanie odporności całkowitej na oddziaływanie impulsu gamma Badanie odporności całkowitej na oddziaływanie impulsu neutronowego Sprawdzenie zdatności przy oddziaływaniu narażeń mechanicznych i temperatur Badanie odporności całkowitej na oddziaływanie IEM w zestawie obiektu	1 lub 2
<p>Dopuszcza się inny program i kolejność badań uwzględniające także przypadek, gdy na stanowiskach symulujących nie ma możliwości sprawdzenia zdatności napromieniowanego urządzenia przy oddziaływaniu narażeń mechanicznych i temperatur bądź też możliwości stanowisk są ograniczone. Kolejność badań uzgadnia opracowujący z zamawiającym i podaje w PB.</p> <p>Badanie odporności całkowitej urządzeń na oddziaływanie IEM w zestawie obiektu wykonuje się podczas badań odporności całkowitej obiektu, a ich program i sposób wykonywania uzgadnia się z zamawiającym i generalnym (głównym) konstruktorem obiektu.</p> <p>Dopuszcza się sprawdzenie zdatności napromieniowanych urządzeń przy oddziaływaniu narażeń mechanicznych i temperatur poprzez wykonywanie badań poszczególnych konstrukcji i bloków urządzenia, które dobiera się na podstawie analizy rzeczowych materiałów, przedstawionych przez opracowującego, dotyczących analizy stopnia wrażliwości tych bloków na oddziaływanie PJ i IEM.</p> <p>Dopuszcza się nie sprawdzanie zdatności; urządzeń (ich bloków) przy narażeniach mechanicznych, jeśli własności wytrzymałościowe materiałów konstrukcyjnych nie zmieniają się wskutek oddziaływania PJ, którego poziom o rząd przewyższa wartości podane w dokumentacji technicznej lub wtedy, gdy własności wytrzymałościowe nie zmieniają się wskutek oddziaływania PJ, a materiały nie przenoszą obciążeń konstrukcyjnych.</p>		

**7.2.4** Parametry radiotechniczne, elektryczne i inne (nienaruszalność mechaniczna, zachowanie właściwości optycznych, czas utraty zdatności itp.) określające zdatność urządzenia i rejestrowane oraz sprawdzane podczas badań, częstość wykonywania pomiarów i rejestracji, a także metody ich sprawdzania i pomiarów, należy ustalić zgodnie z wymaganiami podanymi w PB.

**7.2.5** Przed badaniami należy zmierzyć i zarejestrować parametry urządzenia w stanach pracy, podanych w PB, za pomocą typowej aparatury kontrolno-pomiarowej oraz aparatury przewidzianej w 7.3.2 i 7.4.2. Pomierzone wartości parametrów należy traktować jako wyjściowe i porównać z nimi wyniki następnych pomiarów.

**7.2.6** Po umieszczeniu badanego urządzenia w strefie napromieniowania stanowiska symulującego, przed rozpoczęciem napromieniowania należy wykonać pomiary początkowe i zarejestrować wszystkie parametry wymienione w PB za pomocą aparatury przewidzianej w 7.3.2 i 7.4.2.



Wyniki pomiarów wraz z wynikami otrzymanymi wg 7.2.5, służą do uwzględnienia błędów powodowanych wpływem torów przesyłowych i wynikających z różnicy pomiędzy aparaturą kontrolno-pomiarową, rejestrującą i symulującą warunki pracy urządzenia używaną podczas badań a aparaturą typową.

**7.2.7** Badania urządzeń i pomiary ich parametrów należy wykonywać w normalnych warunkach klimatycznych, jeśli w PB nie postanowiono inaczej. Czas badań urządzeń w wymaganych warunkach napromieniowania należy liczyć od chwili ustalenia się tych warunków.

**7.2.8** Potrzebę sprawdzania zdolności napromieniowanego urządzenia w warunkach oddziaływania narażeń mechanicznych i temperatur oraz poziomy tych narażeń należy określić, uwzględniając właściwości wynikające ze stosowania urządzenia i podać w PB. Dopuszczalne błędy dotyczące utrzymania wartości narażeń należy ustalić zgodnie z wymaganiami rozdziałów od 2 do 5 niniejszej normy i NO-06-A105.

**7.2.9** Wyposażenie w środki metrologiczne, używane podczas badań, powinno zapewniać rejestrację i pomiar parametrów wymienionych w PB, zarówno podczas, jak i po napromieniowaniu, z błędami nie przekraczającymi błędów pomiaru tych parametrów w warunkach laboratoryjnych. Dopuszczalne błędy pomiaru parametrów należy podać w PB.

Ogólne wymagania dotyczące wyposażenia w środki metrologiczne są zawarte w NO-06-A105.

**7.2.10** Wyposażenie metrologiczne w bazach doświadczalnych powinno umożliwiać podczas każdego badania otrzymanie w punkcie pola napromieniowania (w przestrzeni rzędu wymiarów detektorów promieniowania) następujących danych:

- o wartościach integralnych strumieni neutronów i dawkach ekspozycyjnych promieniowania gamma z sumarycznym błędem nie większym niż  $\pm 20$  % odnoszącym się do integralnego strumienia neutronów i dawki ekspozycyjnej promieniowania gamma na reaktorach statycznych i impulsowych oraz na impulsowych stanowiskach promieniowania gamma;
- o mocy dawki ekspozycyjnej promieniowania gamma, z sumarycznym błędem nie większym niż  $\pm 30$  % na reaktorach impulsowych i stanowiskach promieniowania gamma;
- o wartościach charakterystyk amplitudowo-czasowych pól IEM z sumarycznym błędem nie większym niż  $\pm 10$  % dla natężenia pola elektrycznego i nie większym niż  $\pm 10$  % dla natężenia pola magnetycznego;

Atestowanie stanowisk symulujących, przeznaczonych do wykonywania badań, powinno zapewniać:

- informację o wartościach integralnych strumieni neutronów wycechowanych według wskazań detektorów promieniowania, z sumarycznym błędem nie większym niż  $\pm 20$  %, począwszy od energii ponad 0,1 MeV i dalej w przedziale energii  $\Delta E = 0,1$  MeV;
- informację o charakterystykach energetyczno-widmowych promieniowania gamma dla reaktorów statycznych i impulsowych, z sumarycznym błędem nie większym niż  $\pm 40$  % w przedziałach energetycznych o szerokości nie większej niż 30 % maksymalnej energii promieniowania gamma;
- informację o charakterystykach amplitudowo-czasowych impulsu neutronowego i impulsu promieniowania gamma, z błędem nie większym niż  $\pm 30$  %, zapewniającym określenie maksymalnych wartości gęstości strumienia neutronów i mocy dawki promieniowania gamma;
- informację o amplitudowo-czasowych charakterystykach IEM z błędem nie większym niż  $\pm 10$  %.

Poziom ufności nie powinien przy tym być mniejszy niż 95 %.

### 7.3 Wymagane wartości i metody badania odporności całkowitej na działanie PJ spowodowanego wybuchem jądrowym

**7.3.1** Badania należy wykonać napromieniowując ze stanowisk symulujących te same urządzenia kolejno za pomocą impulsów gamma i neutronowych. Na stanowiskach impulsowych promieniowania wychwytowego zaleca się badanie odporności całkowitej urządzeń na oddziaływanie impulsu gamma spowodowanego wybuchem jądrowym, a na reaktorach impulsowych - odporności całkowitej na oddziaływanie impulsu neutronowego spowodowanego wybuchem jądrowym. Zaleca się przy tym ocenianie wpływu towarzyszącego promieniowania gamma na wyniki badań dla różnych stosunków liczby kwantów gamma do liczby neutronów.

**7.3.2** Podczas badań jeden egzemplarz urządzenia należy umieścić w strefie napromieniowania stanowiska symulującego i połączyć za pomocą torów przesyłowych z urządzeniami zbierania informacji oraz z urządzeniami, zadającymi warunki pracy badanego urządzenia. Urządzenia zbierania informacji należy połączyć za pomocą torów przesyłowych z przetwornikami informacji, z aparaturą kontrolno-pomiarową i rejestrującą, umieszczonymi poza strefą napromieniowania (za osłoną ochronną, obniżającą poziomy promieniowania do wartości nie powodujących zmian parametrów wymienionych urządzeń).

Typ stanowisk symulacyjnych i miejsce umieszczania urządzenia należy wybrać w zależności od charakterystyk pól PJ, wymienionych w dokumentacji technicznej, w taki sposób, aby zapewnić maksymalne zbliżenie do warunków rzeczywistych charakterystyk widmowo-energetycznych i czasowych pól napromieniowania stanowisk symulacyjnych.

W razie potrzeby należy połączyć badane bloki urządzenia z urządzeniami znajdującymi się poza strefą napromieniowania, symulującymi sygnały wejściowe, odzwierciedlające spodziewaną reakcję nie napromieniowanej części badanego urządzenia na oddziaływanie impulsowego promieniowania gamma i neutronowego.

Jeżeli nierównomierność napromieniowania powierzchni lub objętości przekracza 50 %, zaleca się badane urządzenie napromieniowywać w kilku płaszczyznach.

**7.3.3** Urządzenie w stanie krytycznym ze względu na oddziaływanie PJ (warunki pracy należy określić biorąc pod uwagę przeznaczenie i warunki użytkowania urządzenia i zapisać je w PB) należy poddać impulsowemu napromieniowaniu neutronowemu o charakterystykach (moc dawki ekspozycyjnej, kształt i czas trwania impulsu gamma, gęstość strumienia neutronów, kształt i czas trwania impulsu neutronowego, stosunek składowych gamma i neutronowej w polu promieniowania) zawartych w PB.

Jeżeli istniejące źródła impulsów promieniowania gamma nie zapewniają otrzymania mocy dawki ekspozycyjnej podanej w PB, dopuszcza się prognozowanie stanu urządzenia na podstawie wyników badań przy oddziaływaniu dawki o mniejszej mocy.

Sposób prognozowania podano w załączniku I (informacyjny).

**7.3.4** Podczas badań urządzenie należy poddać się impulsowemu napromieniowaniu gamma lub neutronowemu o charakterystykach odpowiadających wymaganej wartościom probierczym.

Wymagane wartości w czasie badań odporności całkowitej na oddziaływanie impulsowego promieniowania gamma należy określić ze wzoru:

$$P_{\gamma \max PN} = K_g \times P_{\gamma \max W} \quad (5)$$

w którym:

- $P_{\gamma \max W}$  - maksymalna moc dawki ekspozycyjnej promieniowania gamma, podana w dokumentacji technicznej urządzenia;
- $K_g$  - współczynnik uwzględniający odchylenia charakterystyk widmowo-energetycznych, czasu trwania impulsu gamma, błędy dozymetryczne i pomiarowe oraz możliwy rozrzut wskaźników odporności całkowitej pomiędzy egzemplarzami urządzenia.

Zaleca się, aby wartość współczynnika  $K_g$  określać w sposób podany w załączniku J (informacyjnym) lub przyjmować jako równą 1.

Wymagane wartości podczas badań odporności całkowitej na oddziaływanie impulsu neutronowego należy określić ze wzoru:

$$\Phi_{nPN} = K_b^P \times \Phi_{nW} \quad (6)$$

$$D_{gPN} = K_g^P \times D_{gW} \quad (7)$$

w którym:

- $K_b^P$ ,  $K_g^P$  - współczynniki uwzględniające odchylenie charakterystyk widmowo-energetycznych od rzeczywistych, błąd dozymetrii i pomiaru oraz możliwy rozrzut wskaźników odporności całkowitej pomiędzy egzemplarzami urządzeń;
- $\Phi_{nW}$ ,  $D_{gW}$  - wartość informacyjnego strumienia neutronów o energii  $E_n > 0,1$  MeV oraz dawki promieniowania gamma, podane w dokumentacji technicznej urządzenia.

Wartość współczynnika  $K_b^P$  należy określić w sposób podany w załączniku J (informacyjny).

Wartości współczynnika  $K_b^P$  dla typowego przypadku wyznaczone podanym sposobem, zamieszczono w tablicy 42.

**Tablica 42 - Wartości współczynnika  $K_b^P$  dla  $P = 0.95$ ,  
 $\gamma = 0.9$  błędu dozymetrii 20 % i błędu pomiaru parametrów 1 %,  $n = 15$**

Rodzaj stanowiska symulacyjnego	Rozrzut odporności całkowitej $K_{V\Phi}$	Wartość $K_b^P$
Reaktor impulsowy	0,1	1,8
	0,3	2,8
	0,5	4,2
	0,7	4,8
<p>Współczynnik <math>K_{V\Phi}</math> jest określony ilorazem odchylenia standardowego integralnych strumieni neutronów, powodujących uszkodzenie, do poziomu przyjętego w dokumentacji technicznej. Sposób wyznaczania tych współczynników podano w załączniku J (informacyjnym).</p> <p>Jeżeli z istniejących źródeł impulsowego promieniowania gamma i neutronowego nie można otrzymać strumieni neutronów (dawki promieniowania gamma) odpowiadających wartościom wymaganych podczas badań, to można dodatkowo poddawać urządzenie oddziaływaniu promieniowania neutronowego (promieniowania gamma) reaktorów impulsowych i statycznych oraz statycznych stanowisk promieniowania gamma bądź też prognozować stan urządzenia na podstawie badań przy mniejszych wartościach strumienia neutronów (dawki promieniowania gamma).</p>		

**7.3.5** W czasie i po napromieniowaniu impulsowym promieniowaniem neutronowym lub gamma – jeżeli w PB nie podano inaczej – należy zmierzyć i zarejestrować w sposób ciągły parametry urządzenia, określające jego zdatność, podane w PB. Impuls stanowiska symulacyjnego i początek rejestracji należy zsynchronizować. Po napromieniowaniu dopuszcza się mierzenie i rejestrowanie parametrów urządzenia w odstępach czasu podanych w PB.

**7.3.6** Po napromieniowaniu urządzenia impulsami neutronowymi lub gamma w przypadkach przewidzianych w 7.2.6 badane urządzenia należy przenieść do specjalnej komory i ustawić na stanowisku badawczym i sprawdzić ich zdatność przy oddziaływaniu narażeń mechanicznych o wartościach podanych w PB. Następnie napromieniowane urządzenia należy umieścić w komorach klimatycznych umożliwiających sprawdzenie ich zdatności w obniżonej i podwyższonej temperaturze o wartościach podanych w PB. W trakcie próby należy sprawdzić, zmierzyć i zarejestrować parametry wymienione w PB.

**7.3.7** W przypadkach przewidzianych w 7.3.3 i 7.3.4 należy określić zależności zmian wymienionych w PB parametrów od mocy dawki ekspozycyjnej promieniowania gamma lub od charakterystyki impulsu neutronowego. W celu otrzymania tych zależności urządzenie należy napromieniować przy 4 do 5 wartościach charakterystyk promieniowania gamma lub neutronowego, różniących się od siebie od 2-krotnie do 100-krotnie i uwzględniających maksymalnie osiągalne wartości stanowisk symulacyjnych.

Zdatność napromieniowanego urządzenia przy narażeniach mechanicznych i klimatycznych należy sprawdzić po zakończeniu napromieniowania. Na podstawie otrzymanych danych eksperymentalnych w sposób podany w załączniku I (informacyjny) należy określić spodziewany stan urządzenia przy oddziaływaniu impulsów gamma lub neutronowych, o charakterystykach zgodnych z wymaganymi podczas badań. Na tej podstawie należy ocenić zgodność odporności całkowitej urządzenia z wymaganiami podanymi w dokumentacji technicznej.

## **7.4 Wymagane wartości i metody badań odporności całkowitej na działanie IEM spowodowanego wybuchem jądrowym**

**7.4.1** Badania należy wykonać poprzez jednoczesne oddziaływanie na te same egzemplarze urządzenia składowych elektrycznej i magnetycznej IEM, wytwarzanych za pomocą generatorów promieniowania elektromagnetycznego.

Badania urządzeń wielkogabarytowych można wykonywać dla poszczególnych części. Wówczas wpływ torów łączących między podsystemami należy symulować za pomocą odpowiednich generatorów (napięcia lub prądu) i równoważnych obciążeń.

**7.4.2** W celu wykonania badań urządzenie należy umieścić w strefie pola IEM stanowiska symulacyjnego i połączyć za pomocą torów przesyłowych z urządzeniami zbierania informacji oraz z urządzeniami narzucającymi stan pracy badanego urządzenia. Tory te nie powinny wywierać zauważalnego wpływu na jego pracę w czasie badań. Urządzenia zbierania informacji należy połączyć za pomocą torów przesyłowych z przetwornikami informacji, z aparaturą kontrolno-pomiarową; rejestrującą, umieszczoną poza strefą działania IEM (za osłoną elektromagnetyczną, obniżającą poziom IEM do wartości nie powodujących zmiany parametrów wymienionej aparatury). W przypadkach wymienionych w PB, przed badaniami i w trakcie ich wykonywania, należy zmierzyć i zarejestrować parametry pól elektrycznych i magnetycznych w obszarze pracy stanowiska symulacyjnego.

Typ stanowiska symulacyjnego należy dobrać kierując się wymaganiem maksymalnego zbliżenia charakterystyk symulowanego IEM z charakterystykami podanymi w dokumentacji technicznej urządzenia, z uwzględnieniem załącznika B (normatywnego). Wymaga się przy tym, aby wymiary liniowe strefy napromieniowania urządzenia symulacyjnego co najmniej trzykrotnie przekraczały odpowiednie wymiary liniowe badanego urządzenia.

**7.4.3** Urządzenie w stanie krytycznym ze względu na oddziaływanie IEM (stan pracy należy dobrać mając na uwadze przeznaczenie i warunki stosowania urządzenia i omawia się go w PB) należy poddać oddziaływaniu IEM o charakterystykach wymienionych w PB. Zaleca się przy tym, aby stosunek czasów trwania czoł impulsu ze stanowiska symulacyjnego i impulsu IEM spowodowanego wybuchem jądrowym oraz stosunek czasów trwania impulsu ze stanowiska symulacyjnego i impulsu IEM spowodowanego wybuchem jądrowym wybierać w granicach od 1 do 1,2. Urządzenie należy orientować względem wektora natężenia pola elektrycznego lub magnetycznego w dwóch lub trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach.

**7.4.4** Podczas badań urządzenie należy poddać działaniu IEM o charakterystykach odpowiadających wymaganym wartościom probierczym.

Wymagane wartości dla badania odporności całkowitej na oddziaływanie składowej elektrycznej IEM określa się ze wzoru:

$$E_{PN} = K_e^E \times E_w \quad (8)$$

w którym:

$E_w$  - wartość natężenia składowej elektrycznej IEM, podana w dokumentacji technicznej urządzenia;

$K_e^E$  - współczynnik uwzględniający różnice pomiędzy parametrami kształtu impulsów EM urządzenia symulacyjnego i wybuchu jądrowego, błąd pomiaru i możliwy rozrzut wskaźników odporności całkowitej.

Wymagane wartości dla badania odporności całkowitej na oddziaływanie natężenia składowej magnetycznej IEM określa wzór:

$$H_{PN} = K_e^H \times H_W \quad (9)$$

w którym:

$H_W$  - wartość natężenia składowej magnetycznej IEM, podana w dokumentacji technicznej urządzenia;

$K_e^H$  - współczynnik uwzględniający różnice pomiędzy parametrami kształtów impulsów EM stanowiska symulacyjnego i wybuchu jądrowego, błąd pomiaru i możliwy rozrzut wskaźników odporności całkowitej.

Wartości współczynników  $K_e^E$  i  $K_e^H$  należy określić w sposób podany w załączniku J (informacyjnym).

Wartości współczynników  $K_e^E$  i  $K_e^H$  dla typowych przypadków, obliczone wymienionym sposobem, podano w tablicy 43.

**Tablica 43 - Wartości współczynników  $K_e^E$  i  $K_e^H$  dla  $P = 0,9$ , błędu pomiaru  $E$  i  $H$  równego 10 %, błędu pomiaru parametrów urządzenia 10 %,  $n = 15$**

Rodzaj stanowiska symulacyjnego	Kształt impulsu	Rozrzut odporności całkowitej $K_{VE}, K_{VH}$	Wartości współczynników $K_e^E$ i $K_e^H$ dla stopni ostrości	
			od Ie do Ve	IV e
Generator impulsowych napięć i prądów	(E <sub>1</sub> , H <sub>1</sub> ) łącznie	0,1	1,5	-
	(E <sub>1</sub> , H <sub>2</sub> ) łącznie	0,3	2,3	-
	(E <sub>3</sub> , H <sub>3</sub> ) łącznie	0,1	2,1	2,1
		0,3	3,2	3,2
	(E <sub>1</sub> , H <sub>1</sub> ) oddzielnie	0,1	2,1	-
		0,3	3,2	-
Symulator IEM	(E <sub>3</sub> , H <sub>3</sub> ) łącznie	0,1	3,0	-
		0,3	4,6	
	(E <sub>1</sub> , H <sub>1</sub> ) łącznie	0,1	1,5	-
	(E <sub>1</sub> , H <sub>2</sub> ) łącznie	0,3	2,3	-
	(E <sub>3</sub> , H <sub>3</sub> ) łącznie	0,1	1,5	1,5
		0,3	2,3	2,3

Współczynniki  $K_{VE}, K_{VH}$  są określone ilorazem odchylenia standardowego odpowiednio natężeń pól elektrycznego i magnetycznego, powodujących uszkodzenie, do wartości przyjętej w dokumentacji technicznej.

**7.4.5** W czasie i po oddziaływaniu IEM, jeśli w PB nie podano inaczej, należy sprawdzić, zmierzyć i nieprzerwanie rejestrować parametry określające zdolność urządzenia.

Należy zsynchronizować impuls stanowiska symulacyjnego i początek rejestracji.

**Załącznik A  
(normatywny)****WYZNACZANIE (NA PODSTAWIE EKSPERYMENTU) WSPÓŁCZYNNIKA PRZYSPIESZENIA  
BADAŃ MATERIAŁÓW, PODZESPOŁÓW I CZĘŚCI SKŁADOWYCH URZĄDZEŃ****A.1 Metody pobierania próbek wyrobów do badań**

**A.1.1** Wymiary badanych materiałów, podzespołów, części składowych urządzeń (dalej w tekście - wyrobów) należy dobierać z uwzględnieniem rzeczywistych konstrukcji urządzeń, w których zamierza się zastosować wyroby. Wymiary badanych próbek wyrobów powinny, w miarę możliwości, być zbliżone do rzeczywistej konstrukcji (typowej dla konkretnego rodzaju wyrobu) z uwzględnieniem ekonomiczności jej odwzorowania i wygody badań.

**A.1.2** Do badania należy stosować modele (makiety) lub poszczególne podzespoły wyrobów, jeśli jest to przewidziane w normach na metody badań. Dopuszczalne jest badanie kompletnych wyrobów i ocenianie ich w całości lub poszczególnych ich zespołów.

Konstrukcja modeli powinna odtwarzać podstawowe elementy konstrukcji gotowych wyrobów lub ich rzeczywistych podzespołów i umożliwiać symulację podstawowych narażeń eksploatacyjnych, sprzyjających starzeniu lub jego ujawnianiu.

**A.1.3** Minimalną dopuszczalną liczbę wyrobów należy ustalić, mając na uwadze żadaną statystyczną wiarygodność wyników.

**A.1.4** Dla wyrobów badanych przy wszystkich narażeniach probierczych należy stosować materiały z jednej partii jednorodnej pod względem wyglądu zewnętrznego i spełniające wymagania odpowiednich norm.

W celu sprawdzenia identyczności wyników zaleca się powtórne badanie wyrobów, w których zastosowano materiały z innych partii.

**A.2 Badania**

**A.2.1** Badania należy wykonywać seriami. W każdej serii należy zmieniać jeden z czynników środowiskowych, nie zmieniając pozostałych.

Badania w serii należy wykonywać co najmniej w trzech stanach probierczych, przy czym jeden stan może być wspólny dla kilku rodzajów narażeń.

Po każdej serii badań należy określić zależności:

po serii pierwszej  $\lg \tau = f(\lg C)$  przy  $\eta = \text{const}$ ;  $T = \text{const}$ ;

po serii drugiej  $\lg \tau = \varphi(\lg \eta)$  przy  $C = \text{const}$ ;  $T = \text{const}$ ;

po serii trzeciej  $\lg \tau = \psi(T)$  przy  $\eta = \text{const}$ ;  $C = \text{const}$ ;

$\tau$  - czas badania wyrobu do jego uszkodzenia;

$C$  - stężenie środowiska specjalnego,  $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ;

$T$  - temperatura, w Kelwinach;

$\eta$  - wilgotność względna, w procentach

$f$ ,  $\varphi$ ,  $\psi$  - funkcje, zależne odpowiednio od  $C$ ,  $\eta$  i  $T$ .

Jeżeli matematyczna funkcja, wyrażająca zależność parametru - kryterium uszkodzenia od czasu oddziaływania środowiska specjalnego, może być przedstawiona w postaci linii prostej, to zamiast wartości funkcji można stosować prędkość ( $b_2$ ) jej zmiany, uwzględniając, że  $b_2 = K_1/\tau$ , gdzie  $K_1 = \text{const}$ .

Całkowita liczba stanów probierczych, niezbędna do określenia wpływu podstawowych narażeń, powinna wynosić co najmniej siedem (co najmniej trzy eksperymentalne punkty w każdym stanie).

Jeżeli badania wykonuje się dla jednej (porównywalnej z roboczą) wartości jednego lub dwóch czynników środowiskowych, to należy wykonać odpowiednio jedną lub dwie serie badań. Ogólna liczba stanów probierczych powinna przy tym wynosić odpowiednio co najmniej trzy lub pięć.

**A.2.2** W każdym stanie badania należy wykonywać cyklicznie. W każdym cyklu powinny oddziaływać łącznie podstawowe narażenia środowiskowe: temperatura, wilgotność względna i stężenie środowiska specjalnego.

**A.2.3** Badania należy kontynuować do uszkodzenia wszystkich wyrobów. Jeżeli niemożliwe jest badanie, do wystąpienia uszkodzenia, to można wykonywać badania określając zależności wielkości i/lub rozkładu wartości parametru - kryterium uszkodzenia wyrobu od czasu oddziaływania narażeń probierczych.

Dopuszcza się również badanie do uszkodzenia części wyrobów.

**A.2.4** Należy dobrać maksymalne wartości narażeń probierczych, przy których nie narusza się odpowiedniości procesów podczas normalnych i przyspieszonych badań.

**A.2.5** Jeżeli można ustalić przypuszczalną wartość  $\tau$  na podstawie wstępnych informacji, to czas oddziaływania podstawowych narażeń probierczych należy dobrać w każdym cyklu tak, aby średnia liczba cykli do wystąpienia uszkodzenia wynosiła od 7 do 10.

Jeżeli nie można ustalić przypuszczalnej wartości  $\tau$ , to czas narażania w każdym cyklu należy dobrać tak, aby otrzymać wystarczającą informację na podstawie pomiaru parametrów wyrobów po każdym cyklu. Najwłaściwsze jest przy tym ustalanie różnych czasów cykli: krótszego dla pierwszych cykli i dłuższego - dla końcowych.

Średnią liczbę cykli dla każdego wyrobu należy obliczyć jako średnią arytmetyczną cykli do wystąpienia uszkodzenia, wliczając w to cykl, w którym wystąpiło uszkodzenie.

Ponieważ od liczby cykli może zależeć stan wyrobów podczas badań, należy uznać za poprawne te badania, podczas których średnie liczby cykli w każdym stanie probierczym nie różnią się między sobą więcej niż dwukrotnie. Przy tym średnia liczba cykli przy dowolnym stanie probierczym powinna być równa co najmniej siedem.

Jeżeli podczas badań w danych warunkach probierczych uległo uszkodzeniu 100 % wyrobów, a w innych warunkach probierczych w tym samym czasie uszkodziło się mniej niż 50 % wyrobów, to czas narażania powiększa się dwukrotnie bez zmiany parametrów stanu probierczego. Jeżeli średnia liczba cykli jest mniejsza od siedmiu, to badania powtarza się (jeżeli wymaga się wiarygodnych wyników dla konkretnego badania), jednak wówczas skraca się cykl, nie zmieniając parametrów stanu probierczego.

**A.2.6** Wyroby należy umieścić w uprzednio ogrzanej komorze. W przypadku badań w środowisku gazowym po włożeniu wyrobów należy zwiększać wilgotność względną do zadanej wartości i wprowadzać do komory gaz agresywny. Początek cyklu badawczego należy liczyć od momentu osiągnięcia w komorze wymaganych parametrów narażeń. Podczas badań w środowisku gazowym wyroby w komorze powinny być tak rozmieszczone, aby gaz wewnątrz komory mógł je swobodnie owiewać.

**A.2.7** We wszystkich przypadkach należy brać pod uwagę bezwzględną wartość mierzonego parametru, a nie stopień jego zmniejszenia względem wartości początkowej.

**A.2.8** Za uszkodzenie należy uważać pierwsze uszkodzenie dowolnej części wyrobu. Dopuszcza się kontynuowanie badań wyrobu w celu oceny zachowania się pozostałych części. Należy wziąć przy tym pod uwagę możliwe pogorszenia stanu pozostałych części wyrobu wskutek uszkodzenia pierwszej. Czas do uszkodzenia pozostałych części należy uwzględnić odrębnie i nie wliczać do  $\tau$ .

Jeżeli zachodzi potrzeba uzyskania danych o jednej części wyrobu, wówczas dopuszczalne jest wzmocnienie (zabezpieczenie) innych części wyrobu.

**A.2.9** Częstość pomiaru parametrów - kryteriów uszkodzenia lub częstość narażania ujawniającego powstałe usterki i niesprawności należy podać w PB.

### A.3 Opracowanie wyników badań

#### A.3.1 Opracowanie wyników badań przy uszkodzeniach wszystkich lub niektórych egzemplarzy wyrobów.

A.3.1.1 Opracowanie wyników badań należy rozpocząć od obliczenia wartości  $\tau$ , otrzymanej podczas badań każdego wyrobu. Wartość  $\tau$  należy obliczyć w godzinach jako sumaryczny czas oddziaływania środowiska probierczego we wszystkich cyklach badań w danych warunkach probierczych, po odliczeniu połowy czasu oddziaływania w ostatnim cyklu, po którym nastąpiło uszkodzenie wyrobu (połowy tego czasu nie odejmuje się, jeżeli sposób określania parametrów wyrobu pozwala ustalić moment wystąpienia jego uszkodzenia w trakcie oddziaływania środowiska specjalnego).

Następnie należy obliczyć średnią wartość  $\tau$  jako średnią arytmetyczną wszystkich wartości  $\tau$  wyrobów, badanych w tych warunkach.

Jeżeli podczas badań część wyrobów ulega uszkodzeniu i można się spodziewać, że zależność matematyczna funkcji parametru - kryterium uszkodzenia od czasu, może być przedstawiona w postaci linii prostej określonej równaniem  $f(P) = b_1 - b_2 \tau$  (gdzie:  $P$  - wartość parametru;  $b_1, b_2$  - wielkości stałe dla danego stanu), to dla najsłabszych stanów probierczych w każdej serii, dopuszcza się określanie wartości  $\tau$  w następujący sposób:

- a) do badań w danych warunkach probierczych należy przyjąć podwójną liczbę wyrobów;
- b) po upływie czasu od 15 % do 20 % oczekiwanej wartości  $\tau$  należy określić wartości  $f(P)$  dla połowy badanych wyrobów (lub odrębnie dla elementów wyrobu) i obliczyć ich średnią arytmetyczną;
- c) jeżeli w pozostałych wyrobach nie wystąpią uszkodzenia, to po upływie czasu od 40 % do 60 % oczekiwanego  $\tau$  należy określić wartości  $f(P)$  dla połowy pozostałych wyrobów i obliczyć ich średnią arytmetyczną;
- d) na podstawie uzyskanych danych o zależności  $f(P)$  od czasu należy stosować ekstrapolację w czasie do krytycznej wartości parametru-kryterium uszkodzenia (np. do wartości napięcia probierczego) i prognozować średnią wartość  $\tau$  w tych warunkach, nanosząc przy tym na wykresie średnią wartość  $f(P)$ . W tym przypadku  $f(P)$  jest funkcją parametru-kryterium uszkodzenia, a  $\tau$  - sumarycznym czasem oddziaływania środowiska probierczego podczas wszystkich dotychczasowych cykli badań;
- e) należy określić średnią wartość  $\tau$  w danym stanie probierczym na podstawie wyników w dwóch innych stanach każdej serii badań poprzez ekstrapolację liniową w skali  $\lg \tau - \lg C$  lub  $\lg \tau - \lg \eta$  lub  $\lg \tau - (1/T)$ ;
- f) należy porównać wartości średnie  $\tau$  określone zgodnie z wymaganiami, podanymi w podpunktach d) i e);
- g) jeżeli między wartościami  $\tau$  (patrz podpunkt f) różnice są nieistotne, należy określić wartość  $f(P)$  pozostałych wyrobów i według tych danych uściślić prognozowaną wartość  $\tau$  w danym stanie probierczym;
- h) jeżeli między wartościami  $\tau$  (patrz podpunkt f) różnice są istotne, wówczas należy kontynuować badania pozostałych wyrobów do wystąpienia uszkodzenia w danych warunkach badań;
- i) ekstrapolację liniową, określoną w sposób podany w podpunktach e) i f), należy wykonać za pomocą metody najmniejszych kwadratów z określeniem wariancji dla wartości  $\tau$ ; porównanie  $\tau$  według podpunktu f) należy wykonać metodą analizy wariancji za pomocą kryterium Fischera.

Następnie należy obliczyć logarytmy każdej wartości  $\tau$  i średnią logarytmiczną wartość  $\tau$  dla każdego stanu probierczego (średnia arytmetyczna logarytmów wartości  $\tau$ ).

W razie potrzeby wyniki badań należy skorygować odrzucając wyroby o wyraźnie różniących się wartościach logarytmów. Wyraźnie różniące się wartości należy szacować zgodnie z objaśnieniem zawartym w załączniku F (informacyjnym).

Dla każdego stanu probierczego należy obliczyć średnią logarytmiczną korygowaną wartość  $\tau$  (średnia arytmetyczna logarytmów wartości  $\tau$  wszystkich pozostałych branych pod uwagę wyrobów).



A.3.1.2 Kolejnym etapem opracowania eksperymentalnych danych jest obliczenie współczynników wyrażenia:

$$u = a_1 + a_2 x + a_3 y + a_4 z \quad (\text{A.1})$$

w którym:

$a_1, a_2, a_3, a_4$  - stałe współczynniki;

$x = 1/T$ ,  $y = \lg C$ ,  $z = \lg \eta$ ,  $u = \lg \tau$  (lub  $u = \lg b_2$ ).

Kolejność obliczeń współczynników należy przyjąć zależnie od wariantu badań.

*Wariant 1*

Dane :

pierwsza seria  $\tau = f(t)$  przy  $C = \text{const}$ ,  $\eta = \text{const}$ ;

druga seria  $\tau = f(C)$  przy  $t = \text{const}$ ,  $\eta = \text{const}$ ;

trzecia seria  $\tau = f(\eta)$  przy  $t = \text{const}$ ,  $C = \text{const}$ ;

W celu wyznaczenia współczynnika  $a_2$  we wzorze (A.1) należy określić średnią wartość  $u_{xk}$  oraz  $x_{ik}$  w pierwszej serii badań (przy różnych temperaturach  $t$ , °C i niezmiennym stężeniu oraz wilgotności ze wzorów:

$$\bar{u}_{xk} = \frac{\sum \bar{u}_x}{n_{xi}}; \quad \bar{x}_{ik} = \frac{\sum x_{ik}}{n_{xi}} \quad (\text{A.2})$$

w których:

$n_{xi}$  - liczba stanów probierczych w serii (dla rozpatrywanej serii - liczba wartości temperatur);

$\bar{x}_{ik}$  - wartości  $x$  dla każdej temperatury probierczej w serii;

$\bar{u}_x$  - korygowana średnia logarytmiczna wartość  $\tau$  (lub logarytm średniej prędkości  $b_2$ ) przy każdej temperaturze probierczej w serii.

Współczynnik  $a_2$  należy obliczyć ze wzoru:

$$a_2 = \frac{\sum (\bar{u}_x - \bar{u}_{xk}) \times (x_{ik} - \bar{x}_{ik})}{\sum (x_{ik} - \bar{x}_{ik})^2} \quad (\text{A.3})$$

W celu wyznaczenia współczynników  $a_3$  i  $a_4$  należy określić  $\bar{u}_{yk}$  i  $\bar{y}_{ik}$  (lub odpowiednio  $\bar{u}_{zk}$  oraz  $\bar{z}_{ik}$ ) według wzorów:

$$\bar{u}_{yk} = \frac{\sum \bar{u}_y}{n_{yi}}; \quad \bar{y}_{ik} = \frac{\sum y_{ik}}{n_{yi}} \quad (\text{A.4})$$

$$\bar{u}_{zk} = \frac{\sum \bar{u}_z}{n_{zi}}; \quad \bar{z}_{ik} = \frac{\sum z_{ik}}{n_{zi}} \quad (\text{A.5})$$

w których:

$n_{yi}$  i  $n_{zi}$  - liczba stanów probierczych, odpowiednio drugiej i trzeciej serii (dla rozpatrywanych serii - liczba wartości stężenia lub wilgotności)

$y_{ik}, z_{ik}$  - wartości  $y$  lub  $z$  dla każdego stężenia probierczego (lub odpowiednio wilgotności) w seriach;  
 $\bar{u}_y, \bar{u}_z$  - korygowane średnie logarytmiczne wartości  $\tau$  lub logarytmy średniej prędkości  $b_2$  dla każdego stężenia probierczego lub wilgotności w serii.

Współczynniki  $a_3$  i  $a_4$  należy obliczyć ze wzorów:

$$a_3 = \frac{\sum_{n_{yi}} (\bar{u}_y - \bar{u}_{yk}) \times (y_{ik} - \bar{y}_{ik})}{\sum_{n_{yi}} (y_{ik} - \bar{y}_{ik})^2} \quad (\text{A.6})$$

$$a_4 = \frac{\sum_{n_{zi}} (\bar{u}_z - \bar{u}_{zk}) \times (z_{ik} - \bar{z}_{ik})}{\sum_{n_{zi}} (z_{ik} - \bar{z}_{ik})^2} \quad (\text{A.7})$$

W celu wyznaczenia współczynnika  $a_1$  początkowo należy znaleźć średnie  $\bar{u}_i, \bar{x}_i, \bar{y}_i, \bar{z}_i$  według wzorów:

$$\begin{aligned} \bar{u} &= \frac{\sum \bar{u}_i}{m_1} ; & \bar{x}_i &= \frac{\sum x_i}{m_1} \\ \bar{y}_i &= \frac{\sum y_i}{m_1} ; & \bar{z}_i &= \frac{\sum z_i}{m_1} \end{aligned} \quad (\text{A.8})$$

w których:

- $m_1$  - całkowita liczba stanów probierczych;
- $\bar{u}_i$  - korygowana średnia logarytmiczna wartość  $\tau$  lub logarytm średniej prędkości  $b_2$  w każdym stanie probierczym;
- $x_i, y_i, z_i$  - wartości  $x, y, z$  dla każdego stanu probierczego.

Współczynnik  $a_1$  należy obliczyć ze wzoru

$$a_1 = \bar{u} - a_2 \bar{x}_i - a_3 \bar{y}_i - a_4 \bar{z}_i \quad (\text{A.9})$$

Następnie należy obliczyć wariancję. Początkowo znajduje się wartości  $\bar{u}_i$ .

Jeżeli zgodnie z A.2.1 niniejszego załącznika wykonywano 3 serie badań, to  $f_s = n - 4$ .

$$S^2 = \frac{\sum_{m_1} \sum_{n_1} (u_i - \hat{u}_i)^2}{f_s} \quad (\text{A.10})$$

w którym:

- $u_i$  - logarytmy wartości  $\tau$  każdego wyrobu z liczby branych pod uwagę dla każdego stanu probierczego;

- $\hat{u}_i$  - logarytmy wartości  $\tau$ , otrzymane według wzoru (A.1) lub na podstawie wykresu, wykonanego dla każdego stanu probierczego;  
 $f_S$  - liczba stopni swobody;  
 $n_i$  - ogólna liczba wyrobów brana ostatecznie pod uwagę w danym stanie:

$$f_S = N - K - 1 \quad (\text{A.11})$$

- $N$  - całkowita liczba badanych wyrobów;  
 $K$  - liczba serii badań.

Jeżeli sprawdzono hipotezę liniowości lub jeżeli przy badaniach cyklicznych (podczas pomiaru parametrów kryteriów uszkodzenia w końcu cyklu) wszystkie uszkodzenia w jakimkolwiek stanie wystąpiły tylko w jednym lub w dwóch cyklach, to wariancję należy liczyć na podstawie wyników obliczeń wariancji dla każdego stanu probierczego serii zgodnie z wymaganiami załącznika G (informacyjny), wówczas wzór (A.10) przyjmie postać:

$$S^2 = \frac{\sum_{m_i} \sum_{n_i} (u_i - \hat{u}_i)^2}{N - K - 1} \quad (\text{A.12})$$

Następnie należy obliczyć wariancje wartości średnich:

$$S_u^2 = S_{\hat{u}(x,y,z)}^2 = S_b^2 \quad (\text{A.13})$$

przy czym:

$$b = \frac{(x_s - x_u)^2}{\sum_{m_i} n_i \times (x_{ik} - \bar{x}_i)^2} + \frac{(y_s - y_u)^2}{\sum_{m_i} n_i \times (y_{ik} - \bar{y}_i)^2} + \frac{(z_s - z_u)^2}{\sum_{m_i} n_i \times (z_{ik} - \bar{z}_i)^2} \quad (\text{A.14})$$

## Wariant 2

Dane:

pierwsza seria  $\tau = f(t)$  przy  $C = \text{const}$ ;  $\eta = \text{const}$ :

druga seria  $\tau = f(C)$  przy różnych  $t$ ,  $\eta = \text{const}$ ;

trzecia seria  $\tau = f(\eta)$  przy różnych  $t$ ,  $C = \text{const}$ .

Współczynnik  $a_2$  we wzorze (A.1) należy obliczać tak samo jak w wariancie 1 według wzoru (A.3). Do obliczenia współczynników  $a_3$  i  $a_4$  początkowo (w drugiej; lub trzeciej serii danych) wartości  $u$  otrzymane dla różnych temperatur należy sprowadzić do jakiejkolwiek określonej temperatury (dobiera się przy tym wartość temperatury, dla której występuje maksymalna liczba danych) według wzorów:

$$\bar{u}_{yxsp} = \bar{u}_{yx} + a_2 \times (x_{sp} - x_y) \quad (\text{A.15})$$

$$\bar{u}_{zxsp} = \bar{u}_{zx} + a_2 \times (x_{sp} - x_z) \quad (\text{A.16})$$

w których:

- $\bar{u}_{yxsp}$ ,  $\bar{u}_{zxsp}$  - wartości,  $\bar{u}_{yx}$ ,  $\bar{u}_{zx}$  sprowadzone do temperatury odpowiadającej  $x_{sp}$ ;  
 $\bar{u}_{yx}$ ,  $\bar{u}_{zx}$  - średnie wartości  $u$ , otrzymane przy temperaturach  $x_y$  lub  $x_z$  dla odpowiednich stężeń

- i wilgotności;
- $x_{sp}$  - wartość  $x$  dla temperatury, do której dokonuje się sprowadzenia;
- $x_y, x_z$  - wartość  $x$  dla temperatury, przy której dane sprowadza się do  $x_{sp}$ .

Po otrzymaniu wszystkich niezbędnych sprowadzonych wartości należy obliczyć  $a_3$  i  $a_4$  tak samo, jak w wariancie 1, podstawiając do wzorów (A.6) i (A.7)  $\bar{u}_{yxsp}$ , lub  $\bar{u}_{zxsp}$  zamiast  $\bar{u}_y$  lub  $\bar{u}_z$ .

Współczynnik  $a_1$  należy obliczyć tak samo, jak w wariancie 1.

Wariancje  $S^2$  i  $S_{\bar{u}}^2 = S_{\bar{u}(x,y,z)}^2$ , oblicza się tak samo jak w wariancie 1.

### Wariant 3.

Dane:

$$\tau = f(t);$$

$$\tau = f(C);$$

$$\tau = f(\eta)$$

przy kilku temperaturach, stężeniach i wilgotnościach. Początkowo należy sprawdzić hipotezę równoległości. W tym celu należy obliczyć parametry z zależności  $u = f(t)$  przy  $C = \text{const}$  i  $\eta = \text{const}$ , przy czym dane grupuje się w serie w ten sposób, że do każdej serii wprowadza się dane otrzymane dla jednej wartości stężenia i wilgotności w różnych temperaturach.

W tym przypadku wzór (A.1) przyjmie postać wyrażenia:

$$u_k = a_{1k} + a_{2k} \times x \quad (\text{A.17})$$

w którym:

- $u_k, a_{1k}$  - wartości  $u$  i  $a_1$  dla każdej zależności;
- $k$  - numer serii badań przy stałym stężeniu i stałej wilgotności (w rezultacie - także liczba serii badań);
- $a_{2k}$  - stały współczynnik dla każdej zależności.

Wykresy  $u_k = f(x)$ , sporządzane według wzoru (A.17) dają rodzinę prostych regresji. W celu sprawdzenia hipotezy równoległości należy porównać wariancję związaną z rozrzutem współczynników kierunkowych prostych regresji ze średnią wariancją punktów eksperymentalnych względem prostej regresji.

W celu otrzymania wariancji współczynników kierunkowych początkowo należy obliczyć współczynniki kierunkowe  $a_{2k}$  dla każdej serii badań przy każdym stałym stężeniu podobnie, jak oblicza się współczynnik  $a_2$  w wariancie 1 wzory (A.2) i (A.3). Następnie należy znaleźć średnią wszystkich otrzymanych współczynników kierunkowych

$$\bar{a}_2 = \frac{\sum_k a_{2k}}{k} \quad (\text{A.18})$$

Następnie należy określić wariancję związaną z rozrzutem współczynników kierunkowych z wzoru:

$$S_{a_{2k}}^2 = \frac{1}{1-k} \times \sum_k (a_{2k} - \bar{a}_2)^2 \times \left( \sum_{n_{xi}} x_{ik}^2 - n_{xi} \times \bar{x}_{ik}^2 \right) \quad (\text{A.19})$$

w którym:

$x_{ik}, \bar{x}_{ik}, n_{xi}$  - takie same jak we wzorze (A.2). Liczba stopni swobody dla tego wyrażenia wynosi  $f_1 = k - 1$ .

Do obliczenia średniej wariancji wszystkich eksperymentalnych punktów względem prostych regresji początkowo należy znaleźć wariancję punktów dla każdej prostej według wzoru (A.10). Należy przyjąć przy tym, że  $S^2 = S_s^2$ ,

- $u_1 = u_{ik}$  - jak  $u_i$  we wzorze (A.10) dla danej serii badań;
- $\hat{u}_1 = \hat{u}_{ik}$  - jak  $u_i$  we wzorze (A.10) dla danej serii badań;
- $N - n_s$  - całkowita liczba wyrobów dla danej serii dla wszystkich temperatur probierczych.

Jeżeli sprawdzano hipotezę liniowości lub jeśli przy badaniach cyklicznych (w przypadku pomiaru kryteriów uszkodzenia w końcu cyklu) wszystkie uszkodzenia w dowolnym stanie probierczym zdarzały się tylko w jednym lub dwóch cyklach, wówczas należy określić wariancję na podstawie wyników obliczenia wariancji dla każdego stanu probierczego serii zgodnie z wymaganiami załącznika G (informacyjny). Wówczas wzór (A.10) przyjmie postać:

$$S_s^2 = \frac{\sum_{n_s} (u_{ik} - \hat{u}_{ik})^2}{n_s - 2} \quad (\text{A.20})$$

Z nieco większym błędem, ale mieszczącym się w granicach dopuszczalnych, można obliczyć  $S_s^2$  według wzoru uproszczonego:

$$S_s^2 = \frac{\sum_{n_{si}} (\bar{u}_{x(k)} - \hat{u}_{ik})^2}{n_s - 2} \quad (\text{A.21})$$

w którym:

- $\bar{u}_{x(k)}$  - jak  $\bar{u}_x$  we wzorze (A.2) dla danej serii badań;
- $n_{xi}$  - liczba stanów probierczych w danej serii przy stałej temperaturze;
- $n_i$  - liczba wyrobów branych ostatecznie pod uwagę w danym stanie probierczym.

Wzór (A.21) należy stosować do wstępnej oceny, gdy istnieje istotna obawa co do tego, że w rezultacie nierównoległych wykresów dalsze opracowywanie wyników całego zbioru badań według danego wariantu jest niecelowe.

Po określeniu wariancji każdej serii należy obliczyć wariancję średnią wszystkich serii według wzoru:

$$\bar{S}_s^2 = \frac{\sum_k S_s^2}{k} \quad (\text{A.22})$$

Liczba stopni swobody wynosi  $f_2 = k \times (n_s - 2)$

Następnie należy obliczyć stosunek wariancji według wzoru:

$$F = \frac{S_{a_{2k}}^2}{S_s^2} \quad (\text{A.23})$$

Otrzymaną wartość  $F$  należy porównać z tablicowym  $F_t$  wziętym dla wymaganego poziomu istotności, przy czym wartości stopni swobody  $f_2$  i  $f_1$  należy obliczać dla mianownika i licznika, jak to zostało wyjaśnione wyżej.

Wykresy uważa się za równoległe, jeśli  $F \leq F_r$ .

Po sprawdzeniu hipotezy równoległości należy obliczyć współczynniki wzoru (A.1). Jako współczynnik  $a_2$  należy przyjąć wartość  $\bar{a}_2$ , obliczoną na podstawie wzoru (A.18).

Następnie należy obliczyć  $a_3$ . W tym celu dane należy uporządkować tak, aby wydzielić serie wyników badań  $u = f(C)$  przy  $t = \text{const}$  i  $\eta = \text{const}$ . Następnie należy określić  $a_{3k1}$  dla każdej serii (analogicznie, jak przy określaniu  $a_3$  według wzorów (A.4) i (A.6)), a potem - średnią tych współczynników

$$\bar{a}_3 = \frac{\sum_k a_{3k1}}{k_1} \quad (\text{A.24})$$

gdzie:

$k_1$  - liczba serii wyników badań przy stałej temperaturze i wilgotności, a zmiennym stężeniu (liczba temperatur probierczych, dla których są zebrane i uporządkowane dane o badaniach przy różnych stężeniach).

Podobnie należy wyznaczyć współczynnik  $a_4$ . Do wyznaczenia współczynnika  $u_1$  należy znaleźć początkowo wartości średnie  $\bar{u}, \bar{x}_i, \bar{y}_i, \bar{z}_i$ . Wartości te należy wyznaczyć za pomocą wzorów podobnych do wzoru (A.8). Następnie należy wyznaczyć  $a_1$  według wzoru analogicznego do wzoru (A.9). Po podstawieniu otrzymanych współczynników do wzoru (A.1), podobnie jak w wariancie 1, należy obliczyć wartość średnią  $\hat{u}$  przy probierczych oraz innych wymaganych wartościach czynników środowiskowych i sporządzić wykres zależności  $\tau_{sr}$  od temperatury, stężenia i wilgotności środowisk specjalnych. Następnie należy obliczyć wariancję. Wielkości  $S, S_{\hat{u}} = S_{\hat{u}(x,y,z)}$  należy obliczyć tak samo, jak dla wariantu 1 (wzory A.12, A.13, A.14), przy czym we wzorze (A.14) zamiast  $n_b$  należy podstawić  $n_{ik}$ , gdzie  $n_{ik}$  - całkowita liczba wyrobów pozostałych do rozpatrzenia w serii zebranych i uporządkowanych wyników (przy jednakowej temperaturze i wilgotności, a różnych stężeniach lub przy jednakowej temperaturze i jednakowym stężeniu, a różnej wilgotności).

Po podstawieniu otrzymanych wyników do wzoru (A.1) należy obliczyć średnią wartość  $u$  przy probierczych oraz innych wymaganych wartościach czynników środowiskowych (odpowiednio  $\hat{u}_b$  i  $\hat{u}_w$ ) i sporządzić wykresy zależności  $\tau_{sr}$  od temperatury, stężenia agresywnego czynnika środowiskowego i od wilgotności powietrza.

**A.3.1.3** Współczynnik przyspieszenia należy obliczyć ze wzoru:

$$\lg K_p = a_2 \times (x_s - x_b) + a_3 \times (y_s - y_b) + a_4 \times (z_s - z_b) \quad (\text{A.25})$$

w którym:

$x_s, y_s, z_s$  - wartości  $x, y, z$ , odpowiadające wartościom skutecznym parametrów środowiska specjalnego;

$x_b, y_b, z_b$  - wartości  $x, y, z$ , odpowiadające parametrom środowiska specjalnego podczas badań.

**A.3.1.4** Dolną granicę ufności dla logarytmu współczynnika przyspieszenia przy zadanym poziomie ufności  $P^*$  (lub poziomie istotności  $\alpha = 1 - P^*$ ) należy obliczać według wzoru:

$$u_p = \hat{u}_w - t \times S_{\hat{u}} \quad (\text{A.26})$$

w którym:

$u_p$  - dolna granica ufności logarytmu współczynnika przyspieszenia dla przyjętego poziomu ufności;  
 $t$  - rozkład prawdopodobieństwa odchyłań dla małej próby (rozkład  $t$ -Studenta), określany na podstawie tablic statystycznych dla zadanego poziomu ufności  $P^*$  (załącznik H (informacyjny)) i liczby stopni swobody  $f_{st}$ . Dla wszystkich wariantów eksperymentu:

$$f_{st} = f_s \quad (\text{A.27})$$

$u_w$  - wartość logarytmu współczynnika przyspieszenia przy wymaganych wartościach czynników środowiskowych, określona według wzoru (A.25) lub na podstawie wykresów zależności:

$$\hat{t}_{sr} = f(t); \quad \hat{t}_{sr} = f(C); \quad \hat{t}_{sr} = f(\eta); \quad (\text{A.28})$$

**A.3.1.5** Dolną granicę ufności (przy zadanym poziomie ufności  $P^*$ ) logarytmu współczynnika przyspieszenia przy zadanym prawdopodobieństwie poprawnej pracy  $P$  (dolna granica tolerancji) należy obliczać według wzoru:

$$u_p = u_{p^*} - Sz_p \times \left( 1 + \frac{u_o}{\sqrt{2(N-1)}} \right) \quad (\text{A.29})$$

w którym:

- $u_p$  - dolna granica ufności logarytmu  $K_p$  dla przyjętego prawdopodobieństwa bezawaryjnej pracy (dolna granica tolerancji);
- $z_p$  - kwantyl podwójnej normowanej funkcji Laplace'a, określony dla wymaganego prawdopodobieństwa bezawaryjnej pracy  $P^*$  (załącznik H (informacyjny));
- $u$  - kwantyl normowanego rozkładu normalnego, określony dla danego poziomu ufności (załącznik H (informacyjny)).

Drugi człon przytoczonego wzoru, ujęty w nawiasy określa wariancję dla przypadku, gdy ogólna liczba wyrobów  $N \geq 30$ .

Jeżeli w następstwie eliminacji podczas badań okaże się konieczne przyjęcie  $N < 30$ , to drugi człon w nawiasach zmienia się na:

$$\frac{\sqrt{N-1}}{\sqrt{\chi^2}},$$

przy czym  $\chi^2$  – wartość funkcji  $\chi^2$ , odczytana z tablic statystycznych dla prawdopodobieństwa  $\frac{1-P^*}{2}$  i liczby stopni swobody  $f_s = N - 1$ .

Uwzględniając wzory (A.13) i (A.26), można wzór (A.29) wyrazić następująco:

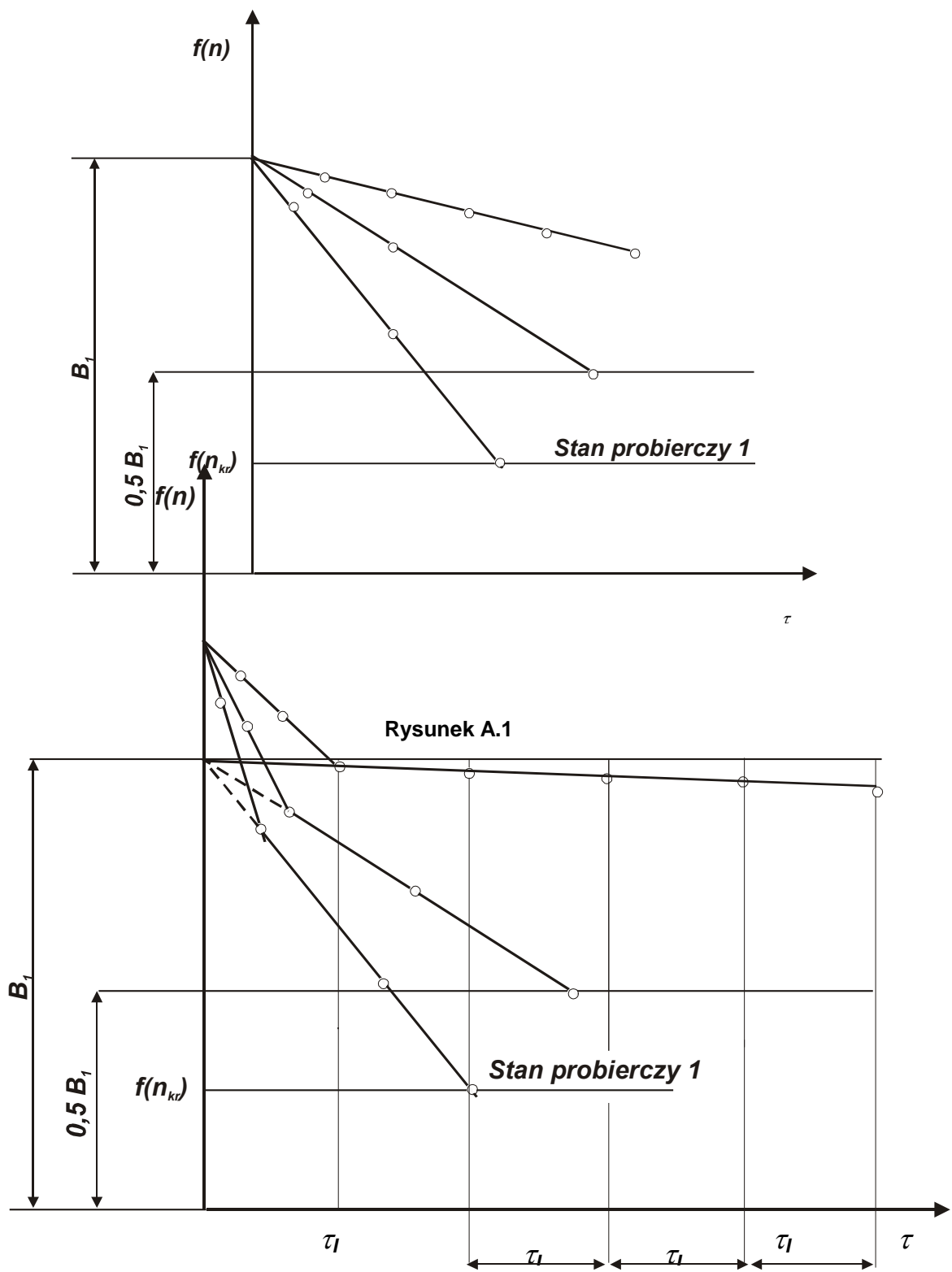
$$u_p = \hat{u}_w - S \times \left[ t \times \sqrt{b} + z_p \times \left( 1 + \frac{u_\alpha}{\sqrt{2 \times (N-1)}} \right) \right] \quad (\text{A.30})$$

### A.3.2 Opracowanie wyników badań metodą porównania szybkości zmiany wartości parametrów - kryteriów uszkodzenia

**A.3.2.1** Metodę taką należy stosować, gdy matematyczna funkcja zależności wielkości parametru - kryterium uszkodzenia od czasu oddziaływania czynników probierczych może być przedstawiona w postaci linii prostej do momentu osiągnięcia wartości krytycznej (kryterium uszkodzenia), tzn. może być wyrażona wzorem:

$$f(\tau) = b_1 - b_2 \times \tau \quad (\text{A.31})$$

Schematyczne zobrazowanie wariantów zależności ujętych wzorem (A.31), dla których można stosować powyższą metodę, przedstawione jest na rysunkach: A.1 i A.2 przy czym dla wariantu podanego na rysunku A.2, zależność tę przedstawia odcinek 2.





## Rysunek A.2

**A.3.2.2** W każdym stanie probierczym, wybranym zgodnie z A.2, należy określić zależność kryterium uszkodzenia od czasu oddziaływania czynników probierczych. Zależność powinna być uzyskana dla co najmniej trzech punktów eksperymentalnych, z których każdy powinien być wynikiem badań co najmniej czterech wyrobów. Jeżeli dla danego rodzaju podstawowego narażenia stosuje się trzy stany probiercze, to dla najłagodniejszego stanu zależność ta powinna być uzyskana dla co najmniej pięciu punktów eksperymentalnych.

**A.3.2.3** Przy wyborze wartości czynników środowiskowych i czasu badań w każdej serii badań według A.2 należy postępować następująco:

- badanie serii w najostrzejszych warunkach wykonywać, aż do obniżenia średniej wartości parametru - kryterium uszkodzenia do krytycznej wartości. Przy nie niszczących pomiarach parametru - kryterium uszkodzenia zaleca się kontynuowanie badań do zniszczenia każdego wyrobu;
- czas badania w pośrednich warunkach nie powinien być krótszy od wartości koniecznej, aby  $f(I)$  osiągnęła wartości  $0,5B_1$  (rysunki A.1 i A.2);
- czas badania w najłagodniejszych warunkach nie powinien być krótszy od czasu badania w warunkach pośrednich, przy czym dla wariantu podanego na rysunku A.2 przedziały czasu między sąsiednimi punktami eksperymentalnymi powinny być nie krótsze niż  $\tau_{lin}$  (rysunek A.2). Zaleca się, aby wartość narażeń w najłagodniejszych warunkach wybierać możliwie najbliższymi wartościami roboczymi czynnika środowiskowego;
- warunki (warianty) badań dobierać zgodnie z A.3.1.2.

**A.3.2.4** Na podstawie wyników badań w każdych warunkach probierczych należy wyznaczać średnią prędkość  $b_2$  metodą najmniejszych kwadratów określając wariancję i dolny przedział ufności wartości średniej.

**A.3.2.5** Posługując się wyznaczonymi w A.3.2.4 wartościami  $b_2$ , należy obliczyć, zgodnie z A.3.1.2 współczynniki  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$ , we wzorze (A.1).

**A.3.2.6** Następnie należy wyznaczyć współczynniki przyspieszenia według wzoru (A.25).

**A.3.2.7** Wartość średnią  $b_2$  w każdym stanie probierczym (A.3.2.4) należy określić w kolejności podanej od A.3.2.7.1 do A.3.2.7.7.

A.3.2.7.1 Należy obliczyć średnią wartość  $\bar{f}'(I)_p$ , dla każdego okresu czasu, w którym mierzy się parametr - kryterium uszkodzenia (dla każdego punktu eksperymentalnego, zgodnie z A.3.2.2) według wzoru:

$$\bar{f}'(I)_p = \frac{\sum f(I)_p}{n'_p} \quad (A.32)$$

w którym:

- $f'(I)_p$  - wartość  $f(I)$  dla każdego wyrobu w danym czasie pomiaru;  
 $n'_p$  - liczba wyrobów sprawdzonych w danym czasie pomiaru.

A.3.2.7.2 W razie potrzeby należy skorygować wyniki badań, nie biorąc pod uwagę wyrobów o wyraźnie różniących się  $f'(I)$ .

Oceny tych wartości należy dokonać, jak to wyjaśniono w załączniku F (informacyjny), podstawiając do odpowiednich wzorów wartości zamiast wartości  $u$  podanych w załączniku F (informacyjny). Następnie należy obliczyć średnią skorygowaną wartość  $\bar{f}(I)_p$ , według wzoru:

$$\bar{f}(\Pi)_p = \frac{\sum f(\Pi)_p}{n_p} \quad (\text{A.33})$$

w którym:

$n_p$  - brana ostatecznie pod uwagę liczba wyrobów sprawdzanych w danym czasie pomiaru.

A.3.2.7.3 Należy określić wartość średnią  $\bar{\tau}_{pr}$  i  $f(\Pi)_{pr}$  zgodnie ze wzorami;

$$\bar{\tau}_{pr} = \frac{\sum \tau_{pr}}{n_{pr}} ; \quad f(\Pi)_{pr} = \frac{\sum f(\Pi)_p}{n_{pr}} \quad (\text{A.34})$$

w którym:

$n_{pr}$  - liczba przedziałów czasu pomiarów w danym stanie probierczym;

$\tau_{pr}$  - czas oddziaływania środowiska probierczego do chwili danego pomiaru.

A.3.2.7.4 Należy obliczyć wartość średnią prędkości  $b_2$  według wzoru:

$$b_1 = \frac{\sum [\bar{f}(\Pi)_p - \bar{f}(\Pi)_{pr}] \times (\tau_{pr} - \bar{\tau}_{pr})^2}{\sum (\tau_{pr} - \bar{\tau}_{pr})} \quad (\text{A.35})$$

A.3.2.7.5 Należy obliczyć współczynnik  $b_1$  według wzoru:

$$b_1 = \bar{f}(\Pi)_{pr} - b_2 \times \bar{\tau}_{pr} \quad (\text{A.36})$$

A.3.2.7.6 Jeżeli odpowiedniość danych eksperymentalnych i wzoru (A.31) budzi wątpliwość, wówczas należy sprawdzić hipotezę liniowości. Jeżeli hipoteza liniowości nie może być przyjęta, wtedy nie można stosować sposobu postępowania według niniejszego załącznika.

Hipotezę liniowości należy sprawdzić w następujący sposób:

a) obliczyć  $S_p^2$  według wzoru:

$$S_p^2 = \frac{\sum n_p \times [\bar{f}(\Pi)_p - f(\Pi)_p]^2}{n_{pr} - 2} \quad (\text{A.37})$$

b) obliczyć  $S_{\bar{f}}^2$  według wzoru:

$$S_{\hat{f}}^2 = \frac{\sum_{n_{pr}} \sum_{n_p} [\bar{f}(\Pi)_p - \hat{f}(\Pi)_p]^2}{\sum_{n_p} (n_p - 1)} \quad (\text{A.38})$$

c) obliczyć stosunek wariancji według wzoru:

$$F = \frac{S_{\hat{f}}^2}{S_p^2} \quad (\text{A.39})$$

d) otrzymaną wartość  $F$  należy porównać z  $F_b$  wziętą dla żądanego poziomu istotności, przy czym jako wartości stopni swobody  $f(2)$  i  $f(1)$  należy przyjąć odpowiednio mianowniki wzorów (A.37) i (A.38). Hipotezę liniowości należy odrzucić, jeżeli  $F < F_b$ .

A.3.2.7.7 Jeżeli dane eksperymentalne tworzą zależności odpowiadające wykresom na rysunku A.2, wówczas należy porównać współczynniki  $b_1$  dla wszystkich stanów probierczych analizując wariancję za pomocą kryterium Fischera.

Jeśli między współczynnikami występują istotne różnice, nie można stosować sposobu postępowania podanego w niniejszym załączniku.

Sprawdzenie należy wykonać następująco:

a) dla każdego stanu probierczego obliczyć  $S_{b_1}^2$  według wzoru:

$$S_{b_1}^2 = \frac{S_{f(\Pi)_{pr}}^2}{n_i} \quad (\text{A.40})$$

w którym  $S_{f(\Pi)_{pr}}^2$  - jak we wzorze (A.45)

b) obliczyć średnia wariancję  $\bar{S}_{b_1}^2$  stanów probierczych według wzoru:

$$\bar{S}_{b_1}^2 = \frac{\sum S_{b_1}^2}{n_{pr}} \quad (\text{A.41})$$

W tym przypadku liczba stopni swobody wynosi  $F(2) = \sum_{n_{pr}} n_{ib}$  ;

c) obliczyć wariancję średnich wartości  $b_1$  wszystkich stanów probierczych według wzoru:

$$S_{b_1}^2 = \frac{\sum (b_1 - \bar{b}_1)^2}{n_{pr} - 1} \quad (\text{A.42})$$

$$\bar{b}_1 = \frac{\sum b_1}{n_{pr}} \quad (\text{A.43})$$

Liczba stopni swobody wynosi  $f(1) = n_{pr} - 1$ .

d) obliczyć stosunek wariancji na podstawie wzoru:

$$F_{b_1} = \frac{S_{b_1}^2}{\bar{S}_{b_1}^2} \quad (\text{A.44})$$

Otrzymaną wartość należy porównać z  $F_t$  wziętą dla żdanego poziomu istotności, przy czym wartość stopni swobody należy obliczyć dla licznika wzoru (A.44) tak samo jak wyżej.

Jeżeli  $F_{b_1} \geq F_t$ , wówczas różnice między współczynnikami  $b_1$  należy uznać za istotne.

**A.3.2.8** Wariancje i dolne granice ufności dla prędkości średniej  $b_2$  należy określić dla każdego stanu probierczego, tak jak podano od A.3.2.8.1 do A.3.2.8.3.

A.3.2.8.1 Należy obliczyć wariancję wartości  $f(\Pi)$  dla danego stanu probierczego według wzoru:

$$S_{f(\Pi)_{pr}}^2 = \frac{\sum \sum_{n_{pr} \ n_p} n_p \times [\bar{f}(\Pi)_p - \hat{f}(\Pi)_p]^2}{n_i - 2} \quad (\text{A.45})$$

w którym:

- $\bar{f}(\Pi)_p$  - jak we wzorze (A.32);
- $n_p$  - jak we wzorze (A.33);
- $n_{pr}$  - jak we wzorze (A.34);
- $n_i$  - całkowita liczba wyrobów branych pod uwagę w danym stanie probierczym;
- $\hat{f}(\Pi)_p$  - wartość  $f(\Pi)$ , obliczona dla każdego czasu pomiaru  $\tau$  według wzoru (A.31) po podstawieniu wartości  $b_2$  i  $b_1$ , określonych we wzorach (A.35) i (A.36).

A.3.2.8.2 Obliczyć wariancję wartości  $b_2$  danego stanu probierczego ze wzoru:

$$S_{b_2}^2 = S_{f(\Pi)_{pr}}^2 \frac{1}{\sum \eta_p \times (\tau_{pr} - \bar{\tau}_{pr})} \quad (\text{A.46})$$

liczbę stopni swobody dla  $S_{b_2}^2$  obliczyć ze wzoru  $f_{s_{b_2}} = n_i - 2$

A.3.2.8.3 Obliczyć dolną granicę ufności  $b_{2P^*}$  dla wartości średniej  $b_2$  dla przyjętego poziomu ufności  $P^*$  według wzoru:

$$b_{2P^*} = b_2 - t \times S_{b_2} \quad (\text{A.47})$$

w którym  $t$  - rozkład odchyłeń dla małej próby (rozkład  $t$ -Studenta), określany na podstawie tablic statystycznych dla danego poziomu ufności  $P^*$  (patrz załącznik H (informacyjny)) i liczby stopni swobody  $f_{s_{b_2}}$ . Dla najłagodniejszego stanu probierczego  $b_{2P^*}$  powinno być znacznie większe od zera.

**A.3.2.9** Dolne granice ufności wartości średniej i dolną granicę tolerancji współczynnika przyspieszenia należy określić według wzorów:

a) dla średniej wariancji współczynników:

$$\bar{S}_{b_2}^2 = \frac{\sum S_{b_2}^2}{m_1} \quad (\text{A.48})$$

w którym:

$S_{b_2}^2$  - według wzoru (A.46);

$m_1$  - całkowita liczba stanów probierczych.

b) dla średniej wariancji logarytmów współczynników:

$$S_{K_p}^2 = \frac{\bar{S}_{b_2}^2}{\bar{b}_2^2} \quad (\text{A.49})$$

$$\bar{b}_2^2 = \frac{\sum b_2^2}{m_1} \quad (\text{A.50})$$

Liczba stopni swobody dla  $S_{K_p}^2$  wynosi:

$$f_{S_{K_p}} = \sum_{m_1} (n_i - 1) \quad (\text{A.51})$$

c) dla wariancji  $S_{\hat{u}_k}^2$  średnich wartości  $\bar{u}_i$  względem odpowiednich punktów powierzchni odpowiedzi

$$S_{\hat{u}_k}^2 = \frac{\sum_{m_1} n_i \times (\bar{u}_i - \hat{u}_i)^2}{m_1 - k - 1} \quad (\text{A.52})$$

w którym:

$\bar{u}_i$  - logarytm średniej prędkości  $b_2$  w każdym stanie probierczym, wyznaczonej według A.3.2.7.4,

$\hat{u}_i$  - logarytm  $b_2$ , obliczony według wzoru (A.31) dla każdego stanu probierczego;

$m_1$  - jak we wzorze (A.48);

$k$  - liczba serii badań.

Liczbę stopni swobody dla  $S_{\hat{u}_k}^2$  określić ze wzoru:

$$f_{S_{\hat{u}_k}} = m_l - k - 1 \quad (\text{A.53})$$

- d) dla ogólnej wariancji  $S_{b_u}^2$  punktów eksperymentalnych względem obliczonej powierzchni ( $S_{b_u}^2$  jest równa podanej w A.3.1.2)

$$S_{b_u} = \frac{f_{S_{K_p}} \times S_{K_p}^2 + f_{S_{\hat{u}_k}} \times S_{\hat{u}_k}^2}{f_{S_{K_p}} + f_{S_{\hat{u}_k}}} \quad (\text{A.54})$$

- e) dla wariancji  $S_{\hat{u}}^2$  logarytmu współczynnika przyspieszenia badań według A.3.1.2;  
 f) dla dolnej granicy ufności i dolnej granicy tolerancji dla logarytmu współczynnika przyspieszenia - według A.3.1.4 i A.3.1.5.

## Załącznik B (normatywny)

### TYPOWE KSZTAŁTY IMPULSÓW ELEKTROMAGNETYCZNYCH POCHODZĄCYCH OD WYBUCHU JĄDROWEGO

Rozróżnia się trzy typowe kształty impulsów elektromagnetycznych określonych za pomocą następujących wyrażań

- dla kształtu 1

$$\frac{E(t)}{E_{\max}} = \frac{H(t)}{H_{\max}} = 0,3e^{-53 \cdot 10^2 t} + 0,7e^{-53t} + e^{-6,15 \cdot 10^6 t} \quad (\text{B.1})$$

- dla kształtu 2

$$\frac{E(t)}{E_{\max}} = \frac{H(t)}{H_{\max}} = (1 - 10^4 t) \times e^{-10^4 t} - e^{-7 \cdot 10^6 t} \quad (\text{B.2})$$

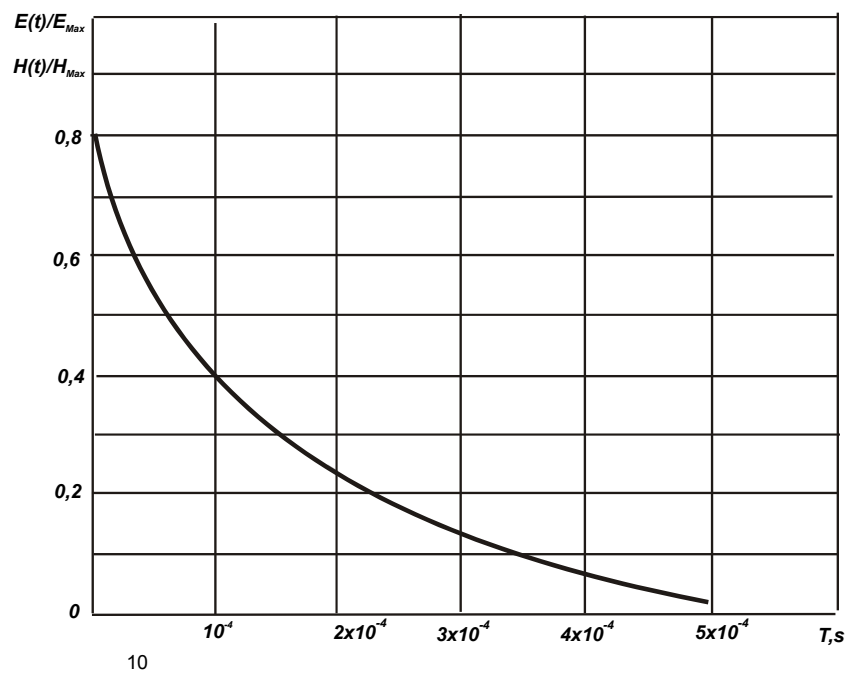
- dla kształtu 3

$$\frac{E(t)}{E_{\max}} = \frac{H(t)}{H_{\max}} = 0,6e^{-6 \cdot 10^6 t} + 0,7e^{-6 \cdot 10^6 t} - 1,3e^{-6 \cdot 10^7 t} \quad (\text{B.3})$$

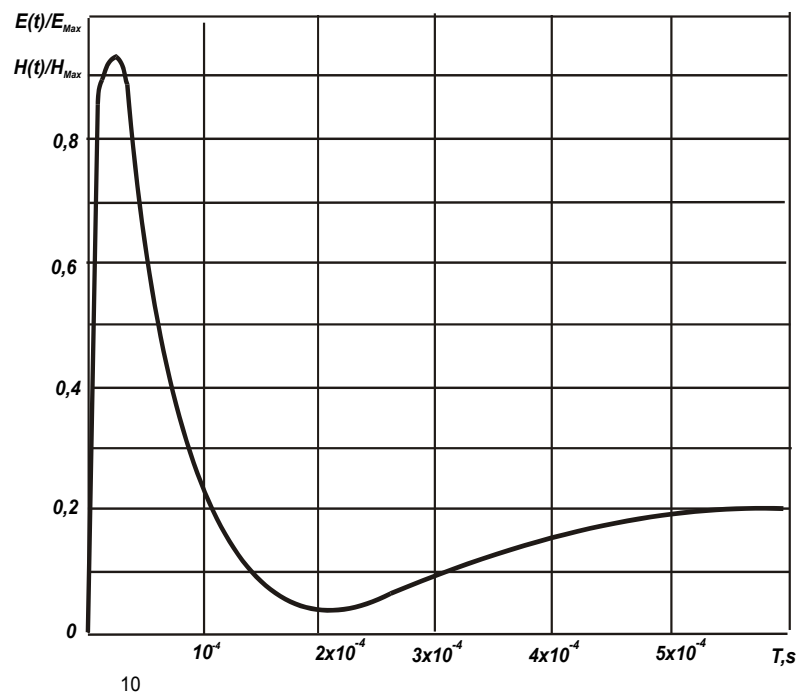
w których:

- $E(t)$  i  $E_{\max}$  - odpowiednio wartość chwilowa i wartość maksymalna natężenia składowej elektrycznej impulsu elektromagnetycznego;  
 $H(t)$  i  $H_{\max}$  - odpowiednio wartość chwilowa i wartość maksymalna natężenia składowej magnetycznej impulsu elektromagnetycznego;

Zobrazowanie graficzne typowych kształtów impulsów elektromagnetycznych przedstawiono na rysunkach od B.1 do B.3.

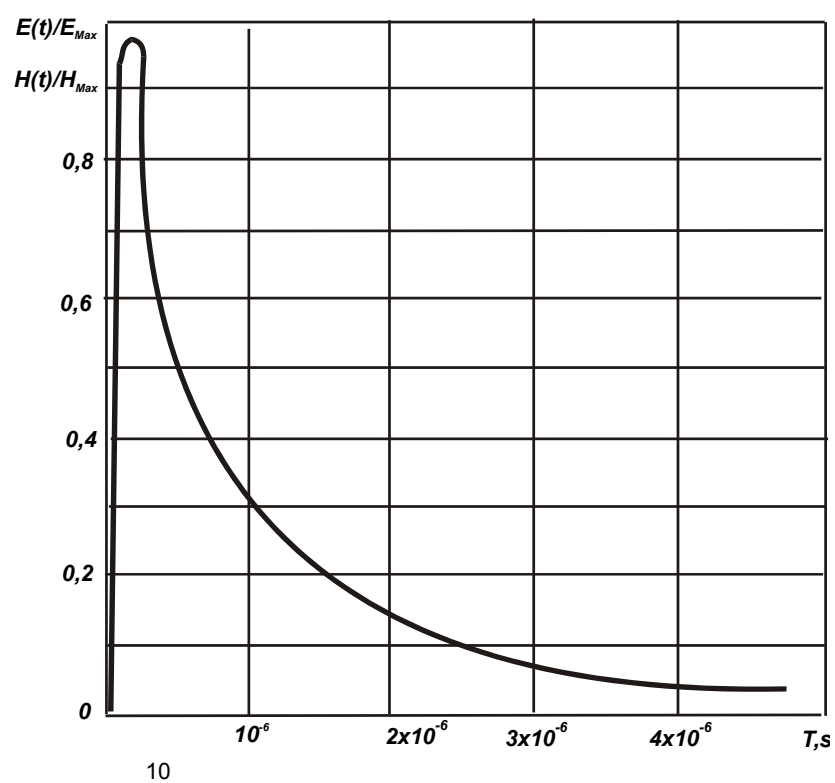


Rysunek B.1 – Typowy kształt 1



Rysunek B.2 – Typowy kształt 2





Rysunek B.3 – Typowy kształt 3

## Załącznik C (informacyjny)

### PRZYKŁAD OBLICZENIA PARAMETRÓW BADANIA WYTRZYMAŁOŚCI URZĄDZEŃ NA DRGANIA METODĄ CYKLICZNYCH ZMIAN CZĘSTOTLIWOŚCI

Liczbę cykli narażeń ( $N_i$ ) podczas jednego cyklu zmiany częstotliwości (do góry - w dół) względem jednej osi współrzędnych należy obliczyć ze wzoru:

$$N_i = 2 \frac{60}{k \ln 2} \times (f_{gi} - f_{di}) = 173,16 (f_{gi} - f_{di}) \quad (C.1)$$

w którym:

- $f_{gi}$  i  $f_{di}$  - odpowiednio górna i dolna częstotliwość podzakresu (zakresu);
- $i$  - numer porządkowy podzakresu w normowanym zakresie częstotliwości;
- $k = 1$  - prędkość zmian częstotliwości, okt  $\cdot$  min<sup>-1</sup>.

Liczbę cykli zmian częstotliwości względem jednej osi współrzędnej ( $n_o$ ) należy obliczyć ze wzoru:

$$n_o = n_x = n_y = n_z = \frac{10^7}{3 \sum N_i} \quad (C.2)$$

Faktyczną liczbę cykli zmian częstotliwości ( $n_f$ ) należy określić poprzez zaokrąglenie wyniku w górę do liczby całkowitej.

Okres ( $T_i$ ) jednego cyklu zmian częstotliwości względem jednej osi współrzędnych, w sekundach, należy obliczyć ze wzoru:

$$T_i = 2 \frac{60}{k \times \ln 2} \times \ln \frac{f_{gi}}{f_{di}} = 173,16 \ln \frac{f_{gi}}{f_{di}} \quad (C.3)$$

Czas badania w podzakresie wzdłuż jednej osi współrzędnych ( $T$ ), w sekundach, należy obliczać ze wzoru:

$$T = T_i \times n_f \quad (C.4)$$

Wyniki obliczeń przytoczono w tablicy C.1.

**Tablica C.1 - Przykład obliczenia wartości probierczych podczas badania wytrzymałości na drgania urządzeń lotniczych**

Podzakres częstotliwości	Liczba cykli narażenia na jeden cykl zmiany, częstotliwości	Okres jednego cyklu zmiany częstotliwości	Liczba cykli zmiany częstotliwości		Sumaryczna liczba cykli narażenia	Czas badania w podzakresie częstotliwości
			obliczeniowa	faktyczna		
Hz	$N_i$	$T_i$ w sekundach	$n_o$	$n_f$	$N_i \cdot n_f$	
od 5 do 10	866	120	38,9	39	33 774	1 h 18 min
od 10 do 40	5 195	240	38,9	39	202 605	2 h 36 min
od 40 do 500	7 954	437	38,9	39	3 106 106	4 h 44 min
Razem wzdłuż osi	85 715	797	38,9	39	3 342 885	8 h 38 min
<p>Obliczenia wykonano dla przypadku badania urządzeń ze wspólną (grupową) amortyzacją, instalowanych na samolotach poddźwiękowych z STS (strefa AB, stopień ostrości II), przy czym normowany zakres częstotliwości podzielono na trzy podzakresy:</p> <p>a) od 5 Hz do 10 Hz - dla stałej amplitudy przemieszczenia wibracji 2,5 mm;</p> <p>b) od 10 Hz do 40 Hz - dla stałej amplitudy przyspieszenia wibracji 10 m/s<sup>2</sup>;</p> <p>c) od 40 Hz do 500 Hz - dla stałej amplitudy przyspieszenia wibracji 5 m/s<sup>2</sup>.</p>						

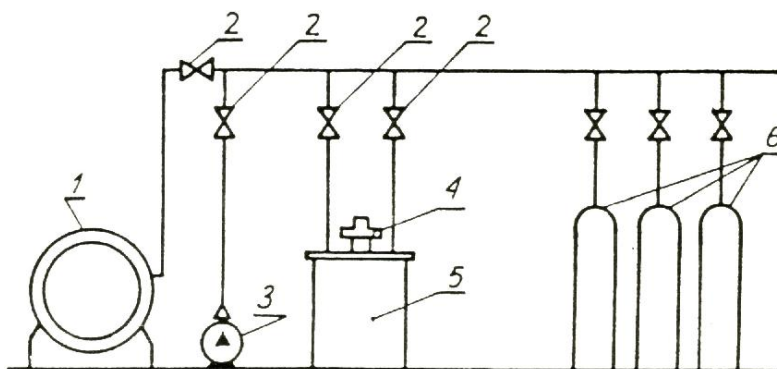
**METODY WYTWARZANIA I KONTROLI ŚRODOWISK SPECJALNYCH****D.1 Metoda wytwarzania środowisk probierczych i środowisk wypełniających zawierających****hel (He), argon (Ar), azot (N), mieszaniny helu i azotu (lub powietrza), argonu i azotu (lub powietrza) i specjalnego środowiska zawierającego amoniak ( $\text{NH}_3$ )**

**D.1.1** W metodzie wytwarzania środowisk probierczych i środowisk wypełniających zawierających hel (He), argon (Ar), azot (N), mieszaniny helu i azotu (lub powietrza), argonu i azotu (lub powietrza) i specjalnego środowiska zawierającego amoniak ( $\text{NH}_3$ ) stosuje się następującą aparaturę i materiały:

- zbiornik pośredni w postaci hermetycznego naczynia o odpowiedniej pojemności, wykonanego z nierdzewnej stali, wyposażonego w przyrządy rejestrujące oraz armaturę zaworową i zabezpieczającą;
- pompa próżniowa według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- sprężone powietrze według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- lotny azot według dokumentacji technicznej zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- ciekły amoniak według dokumentacji technicznej zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- lotny argon według dokumentacji technicznej zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- lotny hel według dokumentacji technicznej zatwierdzonej w ustalonym trybie.

Sprężone powietrze, stosowane do otrzymywania mieszanin gazów z powietrzem, dodatkowo oczyszcza się z dwutlenku węgla w filtrach napełnionych wapnem sodowym  $\text{NaOH} \cdot \text{CaO}$  lub askarytem.

**D.1.2** Schemat generatora środowiska specjalnego podano na rysunku D.1.



- 1 - komora probiercza; 2 - aparatura zaworowa i regulacyjna; 3 - pompa próżniowa;  
 4 - wskaźnik ciśnienia; 5 - zbiornik pośredni;  
 6 - pojemniki ze sprężonym składnikiem środowiska specjalnego

**Rysunek D.1 - Schemat generatora środowiska specjalnego**

**D.1.3** Należy wytworzyć w zbiorniku 5, za pomocą pompy próżniowej, ciśnienie  $10^{-2}$  MPa, a następnie odłączyć od układu zbiornik pośredni i pompę próżniową.

**D.1.4** Za pomocą armatury zaworowej i regulacyjnej należy napełnić zbiornik pośredni odpowiednim gazem z pojemników 6. Ciśnienie mieszaniny należy dobrać w zależności od ciśnienia, przy jakim wykonuje się badania i od stosunku objętości komory probierczej 1 do objętości zbiornika pośredniego, jak również od wymaganej objętościowej części danego składnika środowiska specjalnego. Ciśnienie to należy obliczyć ze wzoru:

$$p = v_1 p_1 + \dots + V_n p_n \quad (\text{D.1})$$

w którym:

- $p$  - ciśnienie mieszaniny w zbiorniku pośrednim;
- $v_n$  - żądany udział objętościowy składnika środowiska specjalnego;
- $p_n$  - ciśnienie odpowiadające udziałowi składnika środowiska specjalnego.

Ciśnienie należy odnotować po ustaleniu się temperatury układu lub jego części.

Mieszaninę w zbiorniku pośrednim należy koniecznie mieszać.

Jest niezbędne, aby cały układ wytwarzania środowiska specjalnego spełniał wymagania stawiane układom próżniowym.

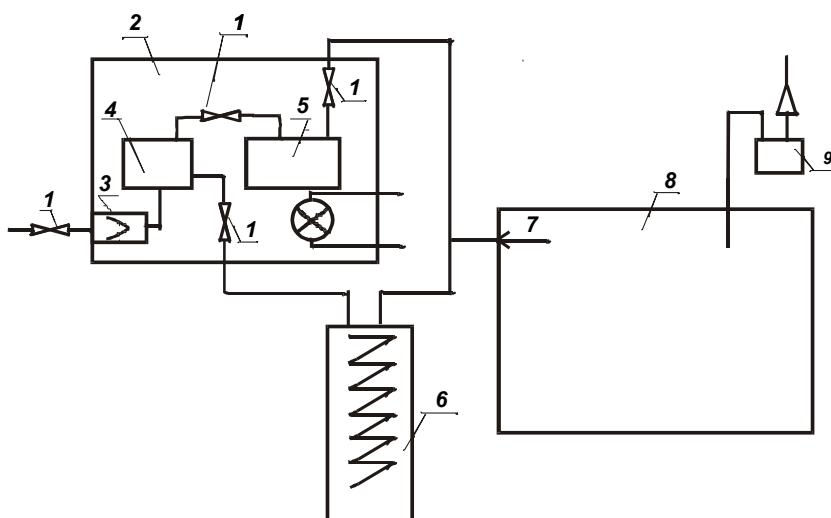
**D.1.5** Przygotowaną mieszaninę należy wpuścić do komory probierczej. Dla środowisk helu, argonu i ich mieszanin z powietrzem należy ustalić niezbędne ciśnienie zgodnie z podanym w ZT, WT lub PB.

**D.1.6** Czynnik amoniakalno-powietrzny należy przepuszczać w sposób ciągły przez komorę probierczą z prędkością nie większą niż  $0,03 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

## **D.2 Metody wytwarzania środowiska zawierającego pary amylu i heptylu**

**D.2.1** Urządzenie do badania stężenia masy środowiska od  $0,001 \text{ g/m}^3$  do  $2,0 \text{ g/m}^3$  (rysunek D.2) powinno składać się z takich elementów jak:

- komora parownika 2 będąca źródłem nasyconych par amylu lub heptylu, a także węzłem rozdzielczym sprężonego powietrza. Wewnątrz komory parownika umieszczony jest zbiornik parownika 5, napełniony amylem lub heptylem i rezerwuuar 4 do mieszania strumieni powietrza, wyposażony w niezbędną armaturę regulacyjną, zaworową i zabezpieczającą. Parownik nagrzewany jest za pomocą lamp elektrycznych, a chłodzony podczas rozprężania powietrza w reduktorze 3;
- w parowniku powinno się utrzymywać stałą temperaturę. Wszystkie części parownika powinny być wykonane ze stali nierdzewnej;
- nawilżacz powietrza 6 w postaci izolowanej cieplnie komory (napełnionej kondensatem lub destylatem), wyposażonej w niezbędną armaturę zaworową i ochronną oraz aparaturę kontrolną. Wszystkie części nawilżacza powinny być wykonane ze stali nierdzewnej;
- komora parownika;
- pulpit sterowniczy, złożony z niezbędnej aparatury rozruchowo-regulacyjnej i kontrolnej.



- 1 - zawór dwustronny; 2 - komora parownika; 3 - reduktor; 4 - odbieralnik;  
 5 - zbiornik parownika; 6 - nawilżacz powietrza; 7 - rozpylacz;  
 8 - komora probiercza; 9 - wentylator elektryczny

**Rysunek D.2 - Podstawowy schemat urządzenia do wytwarzania środowiska, zawierającego amyl lub heptyl**

#### D.2.2 Kolejność działania urządzenia

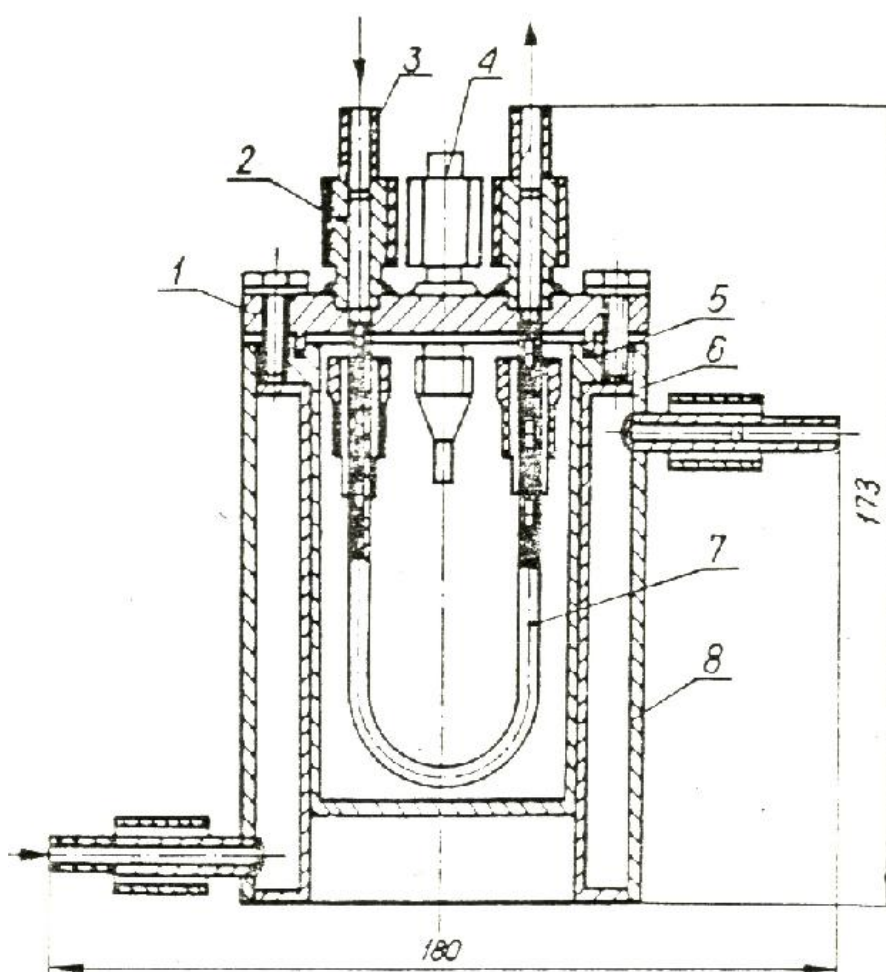
D.2.2.1 Zbiornik parownika poprzez zawór 1 należy napęlnić w 75 % objętości amylem lub heptylem, a następnie zbiornik nawilżacza napęlnić destylatem (kondensatem).

Komorę probierczą, nawilżacz i parownik należy doprowadzić do wymaganej temperatury. Temperaturę nawilżacza należy dobrać zgodnie z załącznikiem E (informacyjnym). Temperaturę parownika należy przyjąć równą 20 °C dla amylu i 60 °C dla heptylu.

D.2.2.2 Po ustaleniu odpowiedniej temperatury w parowniku i nawilżaczu należy podać do zbiornika 4 sprężone powietrze pod ciśnieniem 0,2 MPa. Z rezerwuaru powietrze przechodzi do parownika i nawilżacza. Powietrze przechodząc przez węzownicę nawilżacza 6, nagrzewa się do temperatury wody, nawilża się do wartości bliskiej nasyceniu, wychodzi z rozdzielacza węzownicy w postaci rozdrobnionych cienkich strug (50 otworów o średnicy  $10^{-3}$  m) i kierowane jest do rozpylacza 7 komory probierczej 8.

Jednocześnie, za pomocą strumienia powietrza podawanego z rezerwuaru, kieruje się z parownika do rozpylacza nasycone pary amylu i heptylu, które w komorze probierczej są mieszane za pomocą wentylatora elektrycznego 9.

D.2.2.3 Do wytworzenia środowiska zawierającego amyl i heptyl o stężeniu masy od 0,001 g/m<sup>3</sup> do 0,1 g/m<sup>3</sup> należy stosować dyfuzyjne zawory regulacyjne próżniowe o stałej lub zmiennej wydajności. Schemat zaworu regulacyjnego próżniowego przedstawia rysunek D.3.



1 - pokrywa górna; 2 - nakrętka nasadowa złączna; 3 - złączka; 4 - nakrętka kołpakowa;  
5 - uszczelka; 6 - korpus; 7 - rurka fluoryzowana; 8 - koszulka termostatu

**Rysunek D.3 - Zawór regulacyjny próżniowy o zmiennej wydajności**

Do wytwarzania środowiska można stosować inne metody, które zapewniają utrzymanie niezbędnych warunków i spełnienie wymagań podanych w niniejszej normie.

### D.3 Metody kontroli stężenia środowiska specjalnego

#### D.3.1 Fotokolorymetryczna metoda określania zawartości amoniaku w powietrzu.

Metoda oparta jest na powstawaniu zabarwionego na kolor żółtobrunatny związku {jodku dwurtęciooksoaminy  $-\text{[HgO(NH}_4\text{)]J}$ } podczas reakcji amoniaku z odczynnikiem Nesslera zasadowym roztworem  $\text{K}_2(\text{HgJ}_4)$ .

D.3.1.1 W fotokolorymetrycznej metodzie określania zawartości amoniaku w powietrzu stosuje się następujące odczynniki, roztwory i naczynia:

- odczynnik Nesslera według dokumentacji technicznej zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- chlorek amonowy  $\text{NH}_4\text{Cl}$  chemicznie czysty, według dokumentacji technicznej zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- kwas siarkowy  $\text{H}_2\text{SO}_4$  chemicznie czysty (roztwór 0,01 N) według dokumentacji technicznej zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- wodę destylowaną nie zawierającą jonów  $\text{NH}_4^+$ , według dokumentacji technicznej zatwierdzonej w ustalonym trybie.
- przyrządy absorpcyjne;

- próbki kolorymetryczne płaskodenne, wykonane z bezbarwnego szkła, o wysokości 120 mm i średnicy wewnętrznej 15 mm;
- pipety o pojemności 1 ml, 2 ml, 5 ml, 10 ml;
- kolby pomiarowe o pojemności 250 ml i 100 ml.

Wodę destylowaną należy otrzymać w sposób następujący: do 1 litra wody destylowanej dodać 5 ml 10 % kwasu siarkowego i destylować ją ponownie. Pierwsze od 100 ml do 200 ml należy odrzucić, a w pozostałej części za pomocą odczynnika Nesslera sprawdzać zawartość jonów  $NH_4^+$ ;

#### D.3.1.2 Przygotowanie do analizy

Należy przygotować roztwory wzorcowe. Podstawowy roztwór wzorcowy chlorku amonowego nr 1, którego 1 ml odpowiada 1 mg amoniaku, należy przygotować w sposób następujący: 0,7868 g chlorku amonowego rozpuścić w kolbie pomiarowej w 250 ml wody; z otrzymanego roztworu przygotować dwa dalsze roztwory robocze.

Roztwór wzorcowy nr 2 o stężeniu  $0,1 \text{ g/m}^3$ : 10 ml podstawowego roztworu wzorcowego nr 1 rozcieńczyć w kolbie pomiarowej wodą do objętości 100 ml.

Roztwór wzorcowy nr 3 o stężeniu  $0,01 \text{ g/m}^3$ : 1 ml podstawowego roztworu wzorcowego nr 1 rozcieńczyć w kolbie pomiarowej wodą do objętości 100 ml.

Należy przygotować skale wzorców.

Do kilku próbek należy wprowadzić pipetą roztwory wzorcowe nr 2 i 3 oraz kwas siarkowy 0,01 N w ilościach podanych w tablicy D.1.

Roztwory w każdej próbie należy dokładnie wymieszać.

**Tablica D.1 - Wzorcowa skala zabarwienia prób.  
Wzajemny stosunek składników wzorcowej skali zabarwienia prób**

Numer próbki	Roztwór wzorcowy nr 3	Roztwór wzorcowy nr 2	Roztwór 0,01 N kwasu siarkowego	Zawartość amoniaku
	ml	ml	ml	
1	-	-	5,00	-
2	0,20	-	4,80	0,002
3	0,40	-	4,60	0,004
4	0,60	-	4,40	0,006
5	0,80	-	4,20	0,008
6	-	0,10	4,90	0,010
7	-	0,30	4,70	0,030
8	-	0,50	4,50	0,050

#### D.3.1.3 Pobieranie prób

Czynnik zawierający amoniak należy przepuścić z prędkością do 1 l/min przez dwa szeregowo połączone przyrządy pochłaniające, zawierające po 10 ml kwasu siarkowego 0.01 N, przy czym należy pobrać co najmniej 0,1 l czynnika.

#### D.3.1.4 Określanie stężenia amoniaku, $NH_3H_2O$

Do kolorymetrycznych próbek należy wprowadzić od 1 ml do 3 ml roztworu z każdego pochłaniacza. Roztworem pochłaniającym należy uzupełnić objętości do 5 ml. Dodać po 0,5 ml 2 % odczynnika Nesslera do wszystkich próbek z roztworem wzorcowym i do próbek z próbą. Zawartość próbki należy wstrząsnąć i po 5 min. porównać intensywność zabarwienia próby ze skalą wzorcową (tablica D.1).



## D.3.1.5 Opracowanie wyników

Zawartość amoniaku  $X$  w mg/l należy obliczyć ze wzoru:

$$X = \frac{G \times V_1}{V \times V_0} \quad (D.2)$$

w którym:

- $G$  - ilość amoniaku w próbie kolorymetrycznej, w miligramach;
- $V_1$  - objętość próby w pochłaniaczu, w mililitrach;
- $V$  - objętość roztworu próby wziętej do analizy z pochłaniacza, w mililitrach;
- $V_0$  - objętość próby środowiska specjalnego doprowadzonego do warunków normalnych, w litrach.

Stężenie amoniaku należy ustalić poprzez dodanie wyników wyznaczonych dla obydwu pochłaniaczy.

D.3.2 Fotokolorymetryczna metoda określania stężenia heptylu  $[(CH_3)_2NNH_2]$  w powietrzu

Metoda oparta jest na powstawaniu zabarwionych na kolor różowy złożonych związków heptylu z pięciocyjanoaminożelazianem sodu -  $Na_2[Fe(CN)_5NH_3](PCAZ-Na)$  w środowisku cytrynowo-fosforanowego roztworu buforowego.

D.3.2.1 W fotokolorymetrycznej metodzie określania stężenia heptylu  $[(CH_3)_2NNH_2]$  w powietrzu stosuje się następujące przyrządy, naczynia, odczynniki:

- kolorymetr fotoelektryczny lub nefelometr;
- pH-metry;
- wagi analityczne o dokładności  $\pm 0,2$  mg;
- aspirator do pobierania prób powietrza z prędkością 1 l/min;
- kolby pomiarowe o pojemności 100 ml, 1 l, według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- pipety według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- filtr szklany według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- kolbę do filtrowania w próżni według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- pochłaniacz z filtrem według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- zlewkę o pojemności 100 ml według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- kwas cytrynowy -  $C(OH)(CH_2COOH)_2COOH$  według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- jednowodoroortofosforan sodowy -  $Na_2HPO_4$  według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- amoniak wodny -  $NH_3 \cdot H_2O$  według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie, roztwór 25 %;
- spirytus etylowy -  $C_2H_5OH$  rektyfikowany według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- nitroprusydek sodowy -  $Na_2[Fe(CN)_5NO]$  według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- heptyl według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- wodę destylowaną według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie.

## D.3.2.2 Przygotowanie do analizy

Przygotowanie 0,5 % roztworu pięciocyjanoaminożelazianu sodu (PCAZ-Na).

Należy rozetrzeć od 10 g do 20 g nitroprusydku w moździerzu, umieścić go w zlewce i zalać od 30 ml do 60 ml roztworu amoniaku. Mieszaninę należy umieścić w lodówce na czas od 6 h do 8 h lub w lodzie na 24 h. Następnie do mieszaniny należy dodać od 40 ml do 80 ml spirytusu i wydzielający się cytrynowożółty osad należy odfiltrować za pomocą filtra szklanego i przepłukać spirytusem do czasu zniknięcia zapachu amoniaku.

Przeplukany osad należy przenieść do ciemnej butelki ze szczelnym korkiem i zalać spirytusem. Następnie z tego odczynnika, w dniu wykonywania analizy, należy sporządzić 0,5 % wodny roztwór PCAZ-Na. W tym celu niewielką ilość osadu należy odsączyć do sucha między arkuszami bibuły do sączenia. Należy odważyć 0,55 g wysuszonego w taki sposób osadu i rozpuścić w 100 ml wody. Okres ważności roztworu wynosi 24 h.

Przygotowanie roztworu absorpcyjnego.

Należy odważyć 29,2 g jednowodorotofosforanu sodowego  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  oraz 10,2 g kwasu cytrynowego i rozpuścić w 1 l wody. Następnie wykonać pomiar pH roztworu. Wartość pH powinna wynosić  $5,4 \pm 0,1$ .

Do analizy należy stosować świeżo przygotowany roztwór, którego czas ważności wynosi 24 h.

Przygotowanie wzorcowego roztworu heptylu.

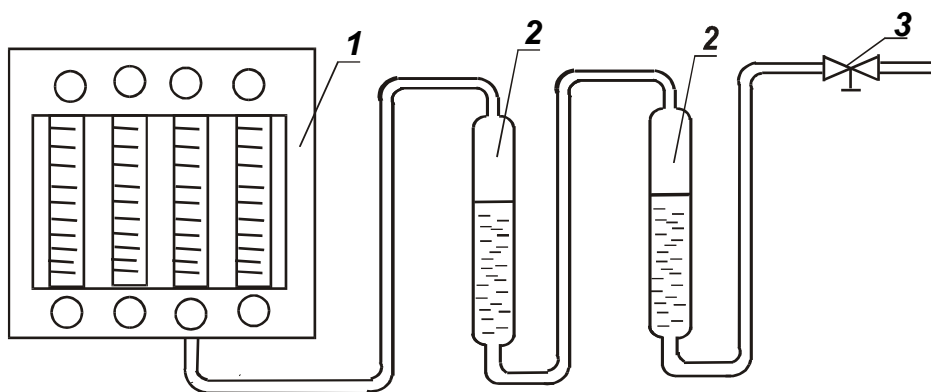
Do kolby pomiarowej o pojemności 100 ml należy nalać od 15 ml do 20 ml wody, następnie wprowadzić do niej, za pomocą pipety 0,25 ml heptylu, uzupełnić objętość roztworu w kolbie do kreski i dokładnie wymieszać (roztwór A). Porcja 1 ml roztworu A zawiera 0,002 g heptylu. Należy umieścić 1 ml roztworu A w kolbie pomiarowej o pojemności 100 ml i uzupełnić pojemność kolby do kreski roztworem absorpcyjnym (roztwór B). Porcja 1 ml roztworu B zawiera 0,02 mg heptylu. Należy umieścić 10 ml roztworu B w kolbie pomiarowej o pojemności 100 ml i uzupełnić pojemność do kreski roztworem absorpcyjnym. Otrzymuje się w ten sposób roztwór heptylu 0,002 mg/l (roztwór B), który wykorzystywany jest do sporządzania wykresu wzorcowego. Wszystkie roztwory używane do sporządzania wykresu wzorcowego powinny być świeżo przygotowane.

Sporządzenie wykresu wzorcowego.

W probówkach należy wytworzyć mieszaninę wprowadzając pipetą 0,0 ml; 0,5 ml; 1,0 ml; 2,0 ml; 3,0 ml; 4,0 ml; 5,0 ml roztworu wzorcowego B, a następnie 5,0 ml; 4,5 ml; 4,0 ml; 3,0 ml; 2,0 ml; 1,0 ml roztworu absorpcyjnego i po 0,5 ml roztworu PCAZ-Na. Roztwory należy dokładnie wymieszać i pozostawić na 40 min w ciemnym miejscu. Następnie należy zmierzyć gęstość optyczną roztworów za pomocą kolorymetru fotoelektrycznego przy długości fali 490 nm w kuwetach o grubości warstwy 10 mm na tle roztworów badania kontrolnego. Na podstawie uzyskanych danych należy sporządzić wykres zależności gęstości optycznej od zawartości heptylu w roztworze kolorymetrowanym (w próbie).

#### D.3.2.3 Pobieranie prób powietrza

Przez dwa pochłaniacze połączone szeregowo (rysunek D.4) zawierające po 5 ml roztworu absorpcyjnego, za pomocą aspiratora należy przepuścić z prędkością 1 l/min poddane analizie powietrze. Należy zmierzyć przy tym temperaturę powietrza i ciśnienie atmosferyczne.



1 - aspirator (lub pompa próżniowa); 2 - pochłaniacz z filtrem; 3 - zawór dwustronny

**Rysunek D.4 - Schemat układu do pobierania próby heptylu w pochłaniaczu**

Objętość środowiska przepuszczanego przez pochłaniacze należy określić na podstawie tablicy D.2 w zależności od oczekiwanego w nim stężenia par heptylu.

Tablica D.2 - Ilość powietrza przepuszczanego przez pochłaniacze

Oczekiwane stężenie masy heptylu w powietrzu	Objętość pobieranego środowiska
mg/l	l
od 0,0001 do 0,0005 od 0,0005 do 0,001 od 0,001 do 0,005 od 0,005 do 0,0105 od 0,05 do 0,1 od 0,1 do 1,0	co najmniej 25 co najmniej 10 co najmniej 5 co najmniej 2 co najmniej 1 co najmniej 0,1
Odległość od zbiornika z analizowanym powietrzem do pochłaniacza powinna być minimalna i nie przekraczać 1,0 m.	

## D.3.2.4 Określanie stężenia heptylu

Do probówek kolorymetrycznych należy wprowadzić od 0,5 ml do 5 ml roztworu z każdego pochłaniacza (w zależności od stężenia heptylu w powietrzu). Roztworem absorpcyjnym uzupełnić objętość do 5 ml, dodać po 0,5 ml roztworu PCAZ-Na i pozostawić w ciemnym miejscu na 40 min, a następnie zmierzyć gęstość optyczną roztworu w taki sam sposób, jak przy sporządzaniu wykresu wzorcującego. Zawartość heptylu w probówce kolorymetrycznej należy określić na podstawie wykresu wzorcującego.

## D.3.2.5 Opracowanie wyników

Zawartość heptylu ( $X_1$ ) w mg/l w powietrzu należy obliczyć ze wzoru:

$$X_1 = \frac{a \times V_1}{V \times V_0} \quad (D.3)$$

w którym:

- $a$  - ilość heptylu w próbce kolorymetrycznej, w miligramach;
- $V_1$  - objętość próby w pochłaniaczu, w mililitrach;
- $V$  - objętość roztworu próby, pobranej do analizy z pochłaniacza, w mililitrach;
- $V_0$  - objętość próby powietrza, w litrach;

Stężenie heptylu w powietrzu otrzymuje się poprzez dodanie wyników określonych dla obydwu pochłaniaczy.

Dopuszczalne różnice między dwoma równoległe otrzymanymi wynikami nie powinny przekraczać 20 %.

## D.3.3 Określenie stężenia

D.3.3.1 Do określania stężenia amylu ( $N_2O_4$ ) w powietrzu stosuje się następujące odczynniki, roztwory, naczynia:

- kwas sulfanilowy -  $NH_2C_6H_4SO_3H$ , bezwodny, chemicznie czysty;
- naftyloamina -  $C_{10}H_7NH_2$ , chemicznie czysty;
- kwas octowy -  $CH_3COOH$  lodowaty, chemicznie czysty według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- wodorotlenek sodowy (sodę kaustyczną) -  $NaOH$ , chemicznie czysty roztwór 0,1 N, 0,05 N;
- czerwień metylową -  $(CH_3)_2N(C_6H_4)N:N(C_6H_4)COOH$  - według dokumentacji technicznej zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- kwas chlorowodorowy -  $HCl$ , chemicznie czysty roztwór 0,1 N;

- wodę destylowaną według dokumentacji technicznej, zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- przyrząd do pobierania prób;
- pochłaniacze z porowatą płytką o średnicy do 30 mm, według dokumentacji technicznej zatwierdzonej w ustalonym trybie;
- probówki kolorymetryczne o średnicy 14 mm, wysokości 80 mm;
- ampułki szklane o średnicy 14 mm, wysokości 80 mm;
- statyw z matowym szkłem;
- kolby pomiarowe o pojemności 1 l i 0,1 l;
- pipety.

#### D.3.3.2 Przygotowanie roztworów i skali porównawczej.

##### Roztwór kwasu sulfanilowego

Należy przygotować roztwór 0,5 g kwasu sulfanilowego w 150 ml 10 % kwasu octowego. Roztwór należy przechowywać w ciemnej butelce.

##### Roztwór $\alpha$ -naftyloaminy

Należy 0,1 g  $\alpha$ -naftyloaminy utrzymać w stanie wrzenia przez czas od 2 min do 3 min z 20 ml wody, schłodzić i odfiltrować nierozpuszczalny fioletowy osad.

Do bezbarwnego roztworu dodać 150 ml 10 % roztworu kwasu octowego.

##### Odczynnik Griessa

Odczynnik należy przygotować przed rozpoczęciem analizy. W tym celu wymieszać równe objętości roztworów kwasu sulfanilowego i  $\alpha$ -naftyloaminy.

##### Roztwór czerwieni metylowej

Należy 0,0100 g czerwieni metylowej rozpuścić w 1 l roztworu 0,1 N sody kaustycznej.

##### Skala porównawcza

Do ampulek należy wprowadzić 0,15 ml; 0,30 ml; 0,55 ml; 0,75 ml; 1,00 ml; 1,50 ml; 2,0 ml roztworu czerwieni metylowej, a następnie dolać do pojemności 6 ml roztworu 0,1 N kwasu solnego. Ampułki należy zaspawać.

Równolegle należy wykonać taką samą skalę z roztworu czerwieni metylowej, przygotowanego z drugiej odważki. Skala może być zastosowana do analizy pod warunkiem jednakowego zabarwienia skal, przygotowanych z różnych roztworów czerwieni metylowej.

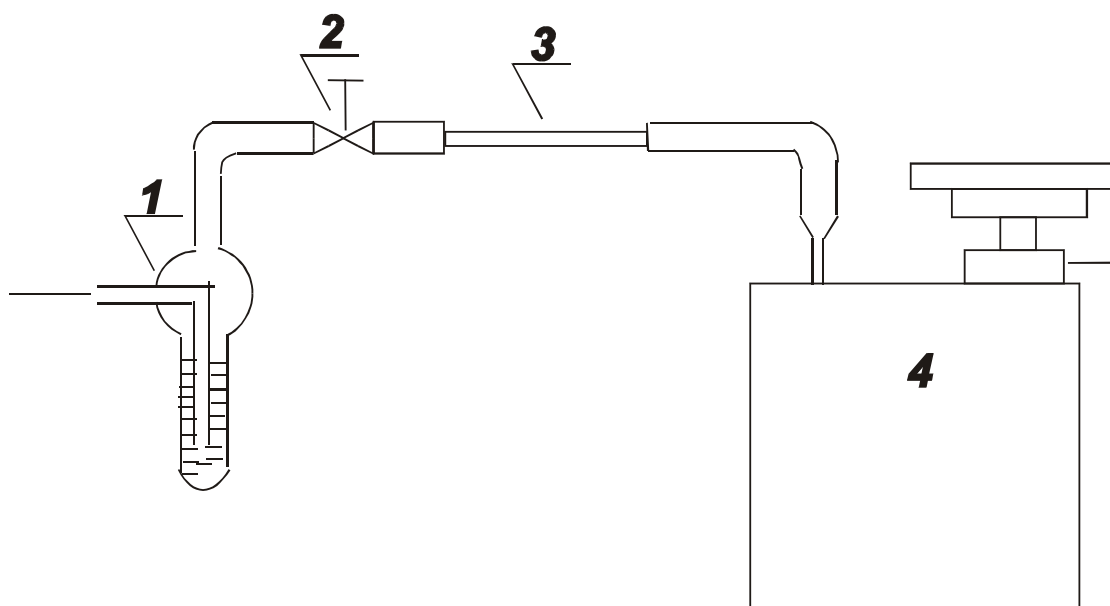
Wzajemną zależność między punktami skali porównawczej (ilość czerwieni metylowej), a zawartością amylu w kolorymetrowanej próbce podano w tablicy D.3.

**Tablica D.3 - Zawartość amylu w próbce**

Ilość roztworu czerwieni metylowej	Zawartość amylu
ml	mg
0,15	0,0003
0,30	0,0010
0,50	0,0020
0,75	0,0030
1,00	0,0040
1,50	0,0060
2,00	0,0080

## D.3.3.3 Pobieranie prób

Do pobierania prób należy zestawić układ, którego schemat przedstawiono na rysunku D.5.



1 - pochłaniacz z roztworem 0,05 N sody kaustycznej, 2 - zawór dwustronny,  
3 - kapilara zapewniająca prędkość pobierania próby  $0,2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ,  
4 - przyrząd do pobierania próby

**Rysunek D.5 - Schemat układu do pobieraniu prób amyłu**

Należy odłączyć pochłaniacz, a trzon odpowiadający pojemności próby 400 ml wstawić w gniazdo przyrządu do pobierania prób, wcisnąć do oporu i zamocować w tym położeniu za pomocą śruby zaciskowej; podłączyć pochłaniacz zawierający 100 ml roztworu 0,05 N sody kaustycznej i umieścić go w miejscu pobierania próby. Następnie zwolnić trzon. Po zaniknięciu przeskakiwania pęcherzyków przez roztwór absorpcyjny pochłaniacz należy odłączyć.

## D.3.3.4 Określanie stężenia amyłu

Z pochłaniacza należy pobrać od 0,2 ml do 0,4 ml roztworu do próbówki kolorymetrycznej i rozcieńczyć go roztworem 0,05 N sody kaustycznej do 5 ml. Następnie do próby należy dodać 1 ml odczynnika Griessa i zawartość potrząsnąć. Po 15 min otrzymaną barwę należy porównać z barwą skali porównawczej.

## D.3.3.5 Opracowanie wyników

Zawartość amyłu ( $X_2$ ) w mg/l należy obliczyć ze wzoru:

$$X_2 = \frac{2a \times V}{V_1 \times V_o} \quad (\text{D.4})$$

w którym:

- $a$  - ilość amyłu określona kolorymetrycznie, w miligramach;
- $V$  - objętość próby pobranej do analizy, w mililitrach;
- $V_1$  - objętość próby w pochłaniaczu, w mililitrach;
- $V_o$  - objętość próby pobranej, w litrach.

W razie pojawienia się barwy intensywniejszej od barwy ostatniej ampułki skali porównawczej, roztwór należy rozcieńczyć 10-krotnie 0,05 N roztworem sody kaustycznej w ilości 90 ml. W tym przypadku do licznika wzoru (74) należy wstawić liczbę 10.

### D.3.4 Określenie stężenia składnika środowiska specjalnego metodą analizy interferencyjnej

#### D.3.4.1 Postanowienia ogólne

Stężenie środowiska specjalnego określa się za pomocą interferometru. Metodę tę należy stosować do analizy środowisk dwuskładnikowych, a dla wieloskładnikowych - przy stałości wszystkich składników, oprócz jednego. Przy stężeniu składnika środowiska specjalnego powyżej 20 %, w celu zmniejszenia błędu określania, próbę składnika należy rozrzedzić gazem wziętym do porównania. Prawą komorę kuwety należy napęlić substancją o większym współczynniku załamania, lewą - o mniejszym. Pomiar na interferometrze polega na łączeniu górnej i dolnej części obrazu interferencyjnego i odczytywaniu na skali zgodnie z instrukcją stosowanego typu interferometru.

#### D.3.4.2 Skalowanie interferometru i dobór kuwety

Skalowania interferometru i doboru kuwety należy dokonać w sposób podany w dokumentacji technicznej dla stosowanego typu interferometru.

#### D.3.4.3 Określanie stężenia składnika środowiska specjalnego

Należy przemyć obie kuwety suchym powietrzem nie zawierającym CO<sub>2</sub>. Jedną z kuwet należy napęlić badanym gazem. Gaz do kuwety należy włączać pod ciśnieniem lub wsysać za pomocą pompy próżniowej. Należy odłączyć kuwetę od układu, połączyć górną i dolną część obrazu interferencyjnego i wykonać odczyt na skali.

Stężenie środowiska ( $C$ ) należy obliczyć ze wzoru:

$$C = \frac{100 \times 546 \times 1}{L \times (K_2 - K_1)} \times F \times h \quad (\text{D.5})$$

w którym:

- $L$  - długość kuwety, w milimetrach
- $K_1, K_2$  - współczynniki załamania, odpowiednio dla gazów analizowanego i wzorcowego określone na podstawie tablicy D.4;
- $F$  - czynnik sprowadzający gaz do warunków badań, określany według wzoru:

$$F = \frac{760}{p_0} \times \left( 1 + \frac{t}{273} \right) \quad (\text{D.6})$$

w którym:

- $p_0$  i  $t$  - odpowiednie ciśnienie i temperatura gazu analizowanego;
- $h$  - numer pasma interferencyjnego.

**Tablica D.4 - Współczynniki załamania gazów**

Gaz	Współczynnik załamania
	$K$
Azot	299,14
Amoniak	379,00
Argon	283,14
Powietrze (suche)	292,90
Hel	34,90

## Załącznik E (informacyjny)

### METODY NAWILŻANIA ŚRODOWISK SPECJALNYCH I SPRAWDZANIA ICH WILGOTNOŚCI WZGLĘDNEJ

#### E.1 Metody nawilżania

**E.1.1** Dynamiczna metoda nawilżania - ciągle przepompowywanie wilgotnego powietrza przez komorę.

E.1.1.1 Nawilżanie powietrza osiąga się przepompowując oczyszczone z dwutlenku węgla powietrze przez słup wody (wysokość od 600 mm do 800 mm), nagrzanej do odpowiedniej temperatury.

E.1.1.2 Temperaturę wody w nawilżaczu należy dobrać w zależności od temperatury środowiska specjalnego w komorze probierczej. W tym celu na drodze doświadczalnej należy określić temperaturę wody w nawilżaczu w zależności od konstrukcji i wymiarów komory probierczej oraz masy przepływającego powietrza. Ustala się w ten sposób zależność zmiany wilgotności względnej środowiska specjalnego w komorze od temperatury wody w nawilżaczu dla różnych temperatur środowiska specjalnego w komorze probierczej.

#### **E.1.2** Statyczna metoda nawilżania

E.1.2.1 Metoda odkrytego zwierciadła wody destylowanej. W celu zapewnienia wymaganej wilgotności należy w komorze probierczej stworzyć maksymalną powierzchnię parowania. Powierzchnia parowania w zależności od objętości komory, powinna mieścić się w granicach, podanych w tablicy E.1.

E.1.2.2 W celu utrzymania stałej wilgotności w miarę parowania wody, należy co pewien czas dolewać wody destylowanej jednak nie więcej niż 0,25 l.

E.1.2.3 W celu zapewnienia swobodnego parowania należy wodę podgrzać elektrycznym podgrzewaczem do temperatury od 4 °C do 6 °C wyższej od temperatury środowiska specjalnego w roboczej przestrzeni komory.

**Tablica E.1 - Powierzchnia parowania w zależności od objętości komory**

Objętość komory	Powierzchnia parowania
m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>
0,1	0,02
0,2	0,04
0,3	0,06
0,4	0,08
0,5	0,10
1,0	0,20
2,0	0,40
3,0	0,60
4,0	0,80
5,0	1,00

Można stosować inne sposoby nawilżania środowiska specjalnego.

## E.2 Metody sprawdzania wilgotności względnej w komorze probierczej

**E.2.1** Metoda fizyczna polega na pomiarze psychrometrycznej różnicy temperatur, odczytywanych na dwóch termometrach - „suchym” i „mokrym”.

Wartości wilgotności względnej powinny odpowiadać wskazaniom termometrów „suchego” i „mokrego”.

**E.2.2** Metoda wagowa polega na przesysaniu mieszaniny gazu i powietrza, z prędkością nie przekraczającą 30 l/h, przez ważone na analitycznych wagach rurki o kształcie U (średnica 10 mm, długość 100 mm), wyposażone w oszlifowane krany i napełnione stałym pochłaniaczem wilgoci, specyficznym dla danego gazu.

Zalecane pochłaniacze stałe wilgoci dla różnych gazów podano w tablicy E.2.

**Tablica E.2 - Pochłaniacze stałe wilgoci dla gazów**

Pochłaniacz	Gazy i pary cieczy, dla których zaleca się pochłaniacze
Nadchloran magnezowy, chlorek wapniowy, bezwodnik kwasu fosforowego	Azot
Bezwodnik kwasu fosforowego	Argon, heptyl, azot
Wapno sodowane, tlenek wapniowy, tlenek barowy, kryształ uwodniony nadchloranu magnezowego	Amoniak

W celu określenia zawartości par w komorze probierczej, objętość powietrza przepuszczanego przez pochłaniacz wilgoci ( $V_2$ ), należy sprowadzić do warunków komory  $V_k$  i wyliczyć ze wzoru:

$$V_k = \frac{(273 + t_k) \times P_p \times V_2}{(273 + t_p) \times P_k} \quad (\text{E.1})$$

w którym:

- $t_k$  - temperatura w komorze, w stopniach Celsjusza;
- $P_p$  - ciśnienie w pomieszczeniu, w Pascalach;
- $t_p$  - temperatura w pomieszczeniu, w stopniach Celsjusza ;
- $P_k$  - ciśnienie w komorze, w Pascalach.

Wilgotność bezwzględna w komorze probierczej ( $\varphi$ ) w g/m<sup>3</sup> należy obliczyć ze wzoru:

$$\varphi = \frac{\Delta}{V_k} \quad (\text{E.2})$$

w którym:

- $\Delta$  - nadwaga rurek, w gramach.

Wilgotność względną w komorze probierczej ( $\eta$ ) w procentach należy obliczyć ze wzoru:

$$\eta = \frac{\varphi}{\varphi'} 100 \quad (\text{E.3})$$



w którym:

$\varphi'$  - wilgotność bezwzględna powietrza w zależności od temperatury przy 100 % wilgotności względnej, odczytywana z tablicy E.3.

**Tablica E.3 - Wilgotność względna w zależności od temperatury**

$t$	$\varphi'$	$t$	$\varphi'$
°C	g/m <sup>3</sup>	°C	g/m <sup>3</sup>
15	12,8	45	65,2
20	17,2	50	82,7
25	22,9	55	105,0
30	30,2	60	130,0
35	39,4	65	160,0
40	50,9		

## Załącznik F (informacyjny)

### METODA ELIMINACJI WYRAŹNIE RÓŻNIĄCYCH SIĘ WARTOŚCI WYNIKÓW BADAŃ

Zasada metody eliminacji opiera się na kryterium Irvina.

Należy określić nieskorygowaną średnią arytmetyczną wartości  $\tau$  w każdym stanie probierczym według wzoru:

$$\bar{U}_{ic} = \frac{1}{n_{ic}} \times \sum_{n_{ic}} U_i \quad (F.1)$$

w którym:

$U_i = \lg \tau_{\xi}$

$\tau_{\xi}$  - wartość  $\tau$  dla każdego wyrobu w danym stanie probierczym;

$n_{ic}$  - liczba wyrobów badanych w danym stanie probierczym.

Należy obliczyć nieskorygowaną wariancję logarytmów dla każdego stanu probierczego ze wzoru:

$$S_{ic}^2 = \frac{1}{n_{ic} - 1} \times \sum_{n_{ic}} (U_i - \bar{U}_{ic})^2 \quad (F.2)$$

Otrzymane wartości należy uporządkować w ciągu  $U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$ , według stopnia wzrastania wartości  $U$  (ciąg wariancyjny).

Należy weryfikować niepewne krańcowe wartości ciągu i sprawdzić po kolei każdą następną (w kierunku środka ciągu) niepewną wartość. W celu weryfikacji należy obliczyć funkcję  $\lambda_{kc}$  według wzoru:

$$\lambda_{kc} = \frac{U_{kc} - U_{(k-1)c}}{S_{ic}} \quad (F.3)$$

w którym:

$U_{kc}$  - budzące wątpliwość wartości logarytmu  $\tau$ ;

$U_{(k-1)c}$  - kolejna od końca ciągu wartość logarytmu  $\tau$ ;

$k$  - numer kolejny od końca ciągu.

Należy porównać otrzymane wartości  $\tau_{kc}$  z podanymi w tablicy F.1 wartościami  $\lambda_t$ . Jeżeli chociażby dla jednej, budzącej wątpliwość, wartości logarytmu  $\tau_{uu}$ , gdzie  $uu = U_{kc}$ , wartość  $\lambda_{kc} > \lambda_t$ , to do obliczeń nie przyjmuje się wszystkich budzących wątpliwość wartości czasów  $U_{kc}$  od końca ciągu do  $U_{kc}$  włącznie.

Weryfikację należy prowadzić dopóty, dopóki nie otrzyma się wartości  $\lambda_{kc} \leq \lambda_t$ .

**Tablica F.1 - Wartości  $\lambda_t$**

<b><i>k</i></b>	<b>Wartości <math>\lambda_i</math> służące do eliminacji wyraźnie różniących się wyników dla poziomu ufności</b>	
	95 %	99 %
5	1,9	2,4
10	1,5	2,0
20	1,3	1,8
30	1,2	1,7
50	1,1	1,6
100	1,0	1,5
400	0,9	1,3
1 000	0,8	1,2

## Załącznik G (informacyjny)

### SPRAWDZENIE HIPOTEZY LINIOWOŚCI

W celu sprawdzenia hipotezy liniowości należy porównać wariancję wartości średnich  $\bar{u}_i$ , względem prostej regresji ze średnią wartości punktów doświadczalnych względem średnich wartości  $\bar{u}_i$ . Sprawdzenia należy dokonać oddzielnie dla każdej serii badań.

Średnią wariancję  $S_{ik}^2$ , punktów doświadczalnych względem średnich wartości  $\bar{u}_i$ , obliczyć ze wzoru:

$$\bar{S}_{ik}^2 = \frac{\sum S_i^2}{n_{xi}} \quad (G.1)$$

$$S_i^2 = \frac{\sum (u_i - \bar{u}_i)^2}{n_i - 1} \quad (G.2)$$

w którym:

- $u_i$  i  $\bar{u}_i$  - jak we wzorach (A.10) i (A.6) załącznika A (normatywnego);
- $n_{xi}$  - jak we wzorze (A.2) załącznika A (normatywnego); zamiast  $n_{xi}$  podstawia się w razie potrzeby  $n_{yi}$ ,  $n_{zi}$  - jak we wzorze (A.5) załącznika A (normatywnego).

Jeżeli w badaniach cyklicznych (przy pomiarze parametrów-kryteriów uszkodzenia w końcu cyklu) wszystkie uszkodzenia w jakimkolwiek stanie probierczym zaszły tylko w jednym lub dwóch cyklach, to wariancję dla danego stanu  $S_i^2$  należy obliczyć według wzoru:

$$S_i^2 = \left[ \frac{\Delta u \times (1,5 - \frac{n_c}{n_i})}{z_p} \right]^2 \quad (G.3)$$

w którym:

- $\Delta u$  - logarytm czasu trwania cyklu, po którym zostały wykryte uszkodzenia;
- $n_i$  - jak we wzorze (A.10) załącznika A (normatywnego);
- $n_c$  - największa liczba uszkodzeń wykrytych w jednym z cykli (jeżeli po każdym cyklu wykryto jednakową liczbę uszkodzeń.  $n_c = 0,5 n_i$ ; jeżeli wszystkie uszkodzenia zostały wykryte po jednym cyklu, to  $n_c = n_i$ );
- $z_p$  - należy dobrać z tablicy H.2 załącznika H (informacyjnego) dla:

$$P = 1 - \frac{1}{n_i} \quad (G.4)$$

Liczbę stopni swobody dla  $\bar{S}_{ik}^2$  należy obliczyć wzoru:

$$f_{4k}(2) = \sum_{n_{xi}} (n_i - 1) \quad (G.5)$$

Jeżeli po sprawdzeniu wykonanym według załącznika F (informacyjnego) nie wyeliminowano wyraźnie różniących się wartości, to nie oblicza się  $S_i^2$ ; według wzoru (G.2), ponieważ w tym przypadku  $S_i^2 = S_k^2$  (patrz załącznik F (informacyjny)). Wariancję  $S_{\hat{u}_k}$  średnich wartości  $\bar{u}_i$  względem odpowiadających wartości prostej regresji należy obliczyć ze wzoru:

$$S_{\hat{u}_k}^2 = \frac{\sum_{n_{xi}} n_i \times (\bar{u}_i - \hat{u}_i)}{n_{xi} - 2} \quad (G.6)$$

W tym przypadku liczba stopni swobody wynosi:

$$f_{3k}(1) = n_{xi} - 2 \quad (G.7)$$

w którym:

- $\hat{u}_i$  - jak we wzorze (A.10) załącznika A (normatywnego);
- $n_{xi}, n_i$  - jak we wzorze (A.1) i (A.10) załącznika A (normatywnego).

Następnie należy obliczyć stosunek wariancji ze wzoru:

$$F = \frac{S_{\hat{u}_k}^2}{S_{ik}^2} \quad (G.8)$$

Obliczone wartości należy porównać z  $F_t$  z tablicy H.3 załącznika H (informacyjnego) dla wymaganego poziomu istotności, przy czym wartości stopni swobody  $f_{3k}$  i  $f_{4k}$  jak podano wyżej, należy obliczyć dla licznika i mianownika.

Hipoteza liniowości nie może być przyjęta, jeżeli  $F_t < F$ , a ponadto wartości eksperymentalne  $\bar{u}_i$ , układają się względem prostej regresji w taki sposób, że tworzą wyraźne wygięcie.

Hipotezę liniowości należy przyjąć jeżeli  $F_t \geq F$  lub gdy  $F_t < F$ , ale pod warunkiem, że wartości eksperymentalne  $u_i$  względem prostej regresji układają się chaotycznie.

Do obliczania wariancji punktów eksperymentalnych zamiast wzoru (A.10) lub (A.12) załącznika A (normatywnego) wygodniej jest stosować wzór:

$$S^2 = \frac{\sum_k (f_{4k} \times \bar{S}_{ik}^2 + f_{3k} \times S_{\hat{u}_k}^2)}{f_s} \quad (G.9)$$

w którym:

- $f_s$  - jak we wzorze (A.11) załącznika A (normatywnego).

WARTOŚCI  $t$  ROZKŁADU STUDENTA I KWANTYLE ROZKŁADU NORMALNEGO

Tablica H.1 - Rozkład t-Studenta

Liczba stopni swobody	$t$ dla poziomu ufności $P$									
	%									
$f_{sk}$	20	40	60	80	90	95	98	99	99,8	99,9
1	0,325	0,727	1,376	3,078	6,078	12,71	31,82	63,66	318,3	636,6
2	0,289	0,617	1,061	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,33	31,60
3	0,277	0,584	0,978	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,22	12,94
4	0,271	0,569	0,941	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173	8,610
5	0,267	0,559	0,920	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,892	6,859
6	0,265	0,553	0,906	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208	5,959
7	0,263	0,549	0,896	1,416	1,895	2,365	2,998	3,490	4,785	5,405
8	0,262	0,546	0,889	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501	5,041
9	0,261	0,543	0,883	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297	4,781
10	0,260	0,542	0,879	1,372	1,812	2,228	2,764	3,160	4,144	4,587
11	0,260	0,540	0,876	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025	4,437
12	0,259	0,539	0,873	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930	4,318
13	0,259	0,538	0,870	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852	4,221
14	0,258	0,537	0,868	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787	4,140
15	0,258	0,536	0,866	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733	4,073
16	0,258	0,535	0,865	1,337	1,746	2,120	2,585	2,921	3,686	4,015
17	0,257	0,534	0,863	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646	3,965
18	0,257	0,534	0,862	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,611	3,965
19	0,257	0,533	0,861	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579	3,883
20	0,257	0,533	0,860	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552	3,850
21	0,257	0,532	0,859	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,527	3,818
22	0,256	0,532	0,858	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,505	3,792
23	0,256	0,532	0,858	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,485	3,767
24	0,256	0,531	0,857	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,467	3,745
25	0,256	0,531	0,856	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450	3,725
26	0,256	0,531	0,856	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,435	3,707
27	0,256	0,531	0,855	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,421	3,690
28	0,256	0,530	0,855	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,408	3,674
29	0,256	0,530	0,854	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,396	3,659
30	0,256	0,530	0,854	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,385	3,646
40	0,255	0,529	0,851	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,307	3,551
50	0,255	0,528	0,849	1,298	1,676	2,002	2,403	2,678	3,262	3,495
60	0,254	0,527	0,848	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,232	3,460
80	0,254	0,527	0,846	1,292	1,664	1,990	2,374	2,639	3,195	3,415
100	0,254	0,526	0,845	1,290	1,660	1,984	2,365	2,626	3,174	3,389
200	0,254	0,525	0,843	1,286	1,653	1,972	2,345	2,601	3,131	3,389
500	0,253	0,525	0,842	1,283	1,648	1,965	2,334	2,486	3,106	3,310
	0,253	0,524	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,090	3,291

Tablica H.2 - Kwantyle rozkładu normalnego

Poziom ufności $P^*$ lub prawdopodobieństwo poprawnej pracy $P$	Kwantyle rozkładu normalnego		Poziom ufności $P^*$ lub prawdopodobieństwo poprawnej pracy $P$	Kwantyle rozkładu normalnego	
	$u$	$z_p$		$u$	$z_p$
0,50	0	0,674	0,8200	0,915	1,341
0,51	0,025	0,690	0,8300	0,954	1,372
0,52	0,050	0,706	0,8400	0,994	1,405
0,53	0,075	0,722	0,8500	1,036	1,440
0,54	0,100	0,739	0,8500	1,080	1,476
0,55	0,126	0,755	0,8700	1,126	1,514
0,56	0,151	0,772	0,8800	1,175	1,555
0,57	0,176	0,789	0,8900	1,227	1,598
0,58	0,202	0,806	0,9000	1,282	1,645
0,59	0,228	0,824	0,9000	1,341	1,695
0,60	0,253	0,842	0,9200	1,405	1,751
0,61	0,279	0,860	0,9250	1,440	1,780
0,62	0,305	0,878	0,9300	1,476	1,812
0,63	0,332	0,896	0,9400	1,555	1,881
0,64	0,358	0,915	0,9500	1,645	1,960
0,65	0,385	0,935	0,9600	1,751	2,054
0,66	0,412	0,954	0,9700	1,881	2,170
0,67	0,440	0,974	0,9750	1,960	2,241
0,68	0,468	0,994	0,9000	2,054	2,326
0,69	0,496	1,015	0,9900	2,326	2,576
0,70	0,524	1,036	0,9910	2,366	2,612
0,71	0,553	1,058	0,9920	2,400	2,852
0,72	0,583	1,080	0,9930	2,457	2,697
0,73	0,613	1,103	0,9940	2,512	2,748
0,74	0,643	1,126	0,9950	1,570	2,807
0,75	0,674	1,150	0,9960	2,652	2,878
0,76	0,706	1,175	0,9970	2,748	2,968
0,77	0,739	1,200	0,9975	2,807	3,024
0,78	0,772	1,227	0,9980	2,878	3,090
0,79	0,806	1,254	0,9990	3,090	3,291
0,80	0,842	1,282	0,9995	3,291	3,480
0,81	0,878	1,311	0,9999	3,719	3,000

**Tablica H.3 - Wartości  $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$  dla poziomu istotności 0,05**

$f_1$  - liczba stopni swobody licznika,  $f_2$  - liczba stopni swobody mianownika

$f_2$	$f_1$ (liczba stopni swobody licznika)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242
2	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4
3	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,43	2,30
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24	2,19
30	4,17	3,32	2,92	2,96	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,03
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99
80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	2,13	2,06	2,01	1,95
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,31	2,19	2,10	2,03	1,97	1,93



Tablica H.3 (ciąg dalszy)

$f_2$	$f_1$ (liczba stopni swobody licznika)									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	243	244	245	245	246	246	247	24,8	248	248
2	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4
3	8,76	8,74	8,73	8,71	8,70	8,69	8,67	8,67	8,67	8,66
4	5,94	5,91	5,89	5,87	5,86	5,84	5,83	5,81	5,81	5,80
5	4,70	4,68	4,66	4,64	4,62	4,60	4,59	4,57	4,57	4,56
6	4,03	4,00	3,98	3,96	3,94	3,92	3,91	3,88	3,88	3,87
7	3,60	3,57	3,55	3,53	3,51	3,49	3,48	3,46	3,46	3,44
8	3,31	3,28	3,26	3,24	3,22	3,20	3,19	3,16	3,16	3,15
9	3,10	3,07	3,05	3,03	3,01	2,99	2,97	2,95	2,95	2,44
10	2,94	2,91	2,89	2,86	2,85	2,83	2,81	2,78	2,78	2,77
11	2,82	2,79	2,76	2,74	2,72	2,70	2,69	2,66	2,66	2,65
12	2,72	2,69	2,66	2,64	2,62	2,60	2,58	2,56	2,56	2,54
13	2,63	2,60	2,58	2,55	2,53	2,51	2,50	2,47	2,47	2,46
14	2,57	2,53	2,51	2,48	2,46	2,44	2,43	2,40	2,40	2,34
15	2,51	2,48	2,45	2,42	2,40	2,38	2,37	2,34	2,34	2,33
16	2,46	2,42	2,40	2,37	2,35	2,33	2,32	2,29	2,29	2,28
17	2,41	2,39	2,35	2,33	2,31	2,29	2,27	2,24	2,24	2,23
18	2,37	2,34	2,31	2,39	2,27	2,25	2,23	2,20	2,20	2,19
19	2,34	2,31	2,28	2,26	2,23	2,21	2,20	2,17	2,17	2,16
20	2,31	2,28	2,25	2,22	2,20	2,18	2,17	2,14	2,14	2,12
22	2,26	2,23	2,20	2,17	2,15	2,13	2,11	2,10	2,08	2,07
24	2,21	2,18	2,15	2,13	2,11	2,09	2,07	2,05	2,04	2,03
26	2,18	2,15	2,12	2,09	2,07	2,05	2,03	2,02	2,00	1,99
28	2,15	2,12	2,09	2,06	2,04	2,02	2,00	1,99	1,97	1,96
30	2,13	2,09	2,06	2,04	2,01	1,99	1,98	1,96	1,95	1,93
40	2,04	2,00	1,97	1,95	1,90	1,89	1,87	1,87	1,85	1,84
50	1,99	1,95	1,92	1,89	1,87	1,85	1,83	1,81	1,80	1,78
60	1,95	1,92	1,89	1,86	1,84	1,82	1,80	1,78	1,76	1,75
80	1,91	1,88	1,84	1,82	1,79	1,77	1,75	1,73	1,72	1,70
100	1,89	1,85	1,82	1,79	1,77	1,75	1,73	1,71	1,69	1,68

Tablica H.3 (ciąg dalszy)

$f_2$	$f_1$ (liczba stopni swobody licznika)									
	22	24	26	28	30	40	50	60	80	100
1	249	249	250	250	251	251	252	252	252	253
2	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
3	8,65	8,64	8,63	8,62	8,62	8,59	8,58	8,57	8,56	8,55
4	5,79	5,77	5,76	5,75	5,75	5,72	5,70	5,69	5,67	5,66
5	4,54	4,53	4,52	4,50	4,50	4,46	4,44	4,43	4,41	4,41
6	3,86	3,84	3,83	3,82	3,81	3,77	3,75	3,74	3,72	3,71
7	3,43	3,41	3,40	3,39	3,38	3,34	3,32	3,30	2,29	2,27
8	3,13	3,12	3,10	3,09	3,08	3,04	3,02	3,01	2,99	2,97
9	2,92	2,90	2,89	2,87	2,86	2,83	2,80	2,79	2,77	2,76
10	2,75	2,74	2,72	2,71	2,70	2,66	2,64	2,62	2,60	2,59
11	2,63	2,61	2,59	2,58	2,57	2,53	2,51	2,49	2,47	2,46
12	2,52	2,51	2,49	2,48	2,47	2,43	2,40	2,38	2,36	2,35
13	2,44	2,42	2,41	2,39	2,38	2,34	2,41	2,30	2,27	2,26
14	2,37	2,35	2,33	2,32	2,31	2,27	2,24	2,22	2,20	2,19
15	2,31	2,29	2,22	2,26	2,25	2,20	2,28	2,16	2,14	2,12
16	2,25	2,24	2,27	2,21	2,19	2,15	2,12	2,11	2,08	2,07
17	2,21	2,19	2,17	2,16	2,15	2,10	2,08	2,06	2,03	2,02
18	2,17	2,15	2,13	2,12	2,11	2,06	2,04	2,02	1,99	1,98
19	2,13	2,11	2,10	2,08	2,07	2,03	2,00	1,98	1,96	1,94
20	2,10	2,08	2,07	2,05	2,04	1,99	1,97	1,95	1,92	1,91
22	2,05	2,03	2,01	2,00	1,98	1,94	1,91	1,89	1,86	1,85
24	2,00	1,98	1,97	1,95	1,94	1,89	1,86	1,84	1,82	1,80
26	1,97	1,95	1,93	1,91	1,90	1,85	1,82	1,80	1,78	1,76
28	1,93	1,91	1,90	1,88	1,87	1,82	1,79	1,77	1,74	1,73
30	1,91	1,89	1,87	1,85	1,84	1,79	1,76	1,74	1,71	1,70
40	1,81	1,79	1,77	1,76	1,74	1,69	1,66	1,64	1,61	1,59
50	1,76	1,74	1,72	1,70	1,69	1,63	1,60	1,58	1,54	1,52
60	1,72	1,70	1,68	1,66	1,65	1,59	1,56	1,53	1,50	1,48
80	1,68	1,65	1,63	1,62	1,60	1,54	1,51	1,48	1,45	1,43
100	1,65	1,63	1,61	1,59	1,57	1,52	1,48	1,45	1,41	1,39

## Załącznik J (informacyjny)

### PROGNOZOWANIE STANU URZĄDZEŃ PRZY ODDZIAŁYWANIU PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO O WYMAGANYM NATĘŻENIU NA PODSTAWIE WYNIKÓW BADAŃ NA STANOWISKACH SYMULACYJNYCH O OGRANICZONYCH MOŻLIWOŚCIACH

Prognozowanie służy do wyznaczania wartości parametrów, określających odporność całkowitą urządzenia na oddziaływanie promieniowania jonizującego o natężeniu  $R_{pr}$  na podstawie informacji o zachowaniu się parametrów urządzenia przy oddziaływaniu PJ o natężeniu mniejszym od  $R_{pr}$ .

Do prognozowania stanu urządzenia przy oddziaływaniu promieniowania neutronowego (PN) spowodowanego wybuchem jądrowym, trzeba znać wartości parametrów prognozowanych na podstawie określonej informacji wyjściowej.

Prognozowanie wyników badań na stanowiskach symulacyjnych o ograniczonych możliwościach dla natężeń strumieni neutronów, odpowiadających wymaganym wartościom probierczym, należy prowadzić w następujących etapach:

1. przeanalizować dokumentację techniczną badanego urządzenia w celu ustalenia dopuszczalnych zakresów zmiany  $\delta N_{jd}$  parametrów wyjściowych, charakteryzujących odporność całkowitą na promieniowanie;
2. na podstawie wyników badań na stanowisku symulacyjnym o ograniczonych możliwościach określić  $\Phi_p$  tzn. strumień neutronów, przy którym rozpoczyna się zmiana  $j$ -tego parametru wyznaczającego odporność całkowitą;
3. określić zakres informacji wyjściowej  $\Delta\Phi_w$  jako różnicę między strumieniem  $\Delta\Phi_b$  otrzymanym podczas badań i strumieniem  $\Phi_p$ ;
4. w zależności od stosunku między  $\Phi_p$  i  $\Delta\Phi_w$  wybrać odpowiedni wzór na obliczenie wartości prognozowanego parametru:

$$\delta N_{pr}(n) = 1 - m_{\eta_{n,2}} \times \Delta\delta N_2 \times (n+1) \quad (J.1)$$

$$\text{dla } \Delta\Phi_w < 2\Delta\Phi_p$$

$$\delta N_{pr}(n) = 1 - \left[ \Delta\delta N_2 + m_{\eta_{n,3}} \times \Delta\delta N_3 \times (n+1) + \chi \times (m_{\eta_{n,3}} \times \Delta\delta N_3 - \Delta\delta N_2) \right] \times \sum_{i=0}^n (n-i) \quad (J.2)$$

$$\text{dla } \Delta\Phi_w \geq 2\Delta\Phi_p$$

gdzie:

$\delta N_{pr}(n)$  - Wartość parametru dla  $n$ -tego kroku prognozowania;

$\delta N_r$  - Wartość parametru dla  $r$ -tego przedziału dyskretyzacji;

$\Delta\delta N_i = \frac{\delta N_i - \delta N_{i-1}}{i - (i-1)}$  - prędkość zmiany funkcji  $\Delta N(\Phi)$  w  $i$ -tym przedziale dyskretyzacji;

$\eta_{n,3} = \frac{1}{n+1} \times \sum_{i=3}^{n+3} \eta_{i,3}$  - współczynnik charakteryzujący stosunek między prędkością zmiany parametru

$N$  dla  $n$ -tego i trzeciego przedziału dyskretyzacji;

$m_{\eta_{\bar{n},3}}, S_{\eta_{\bar{n},3}}$  - odpowiednio wartość średnia i odchylenie standardowe współczynnika  $\eta_{\bar{n},3}$ , których wartości podano w tablicy J.1 w zależności od liczby kroków prognozowania  $n$ ;

$\chi$  - współczynnik poprawkowy, uwzględniający znak stosunku  $\frac{\Delta N_2}{\Delta N_3}$  i określony ze wzoru:

$$\chi = 1 \text{ dla } (m_{\eta_{\bar{n},3}} \times \Delta \delta N_3 - \Delta \delta N_2) \geq 0$$

$$\chi = 0 \text{ dla } (m_{\eta_{\bar{n},3}} \Delta \delta N_3 - \Delta \delta N_2) < 0 \quad (\text{J.3})$$

$$\sum_{i=0}^n (n-i) = \frac{n \times (n+1)}{2}$$

**Tablica J.1 - Wartości średnie i odchylenie standardowe współczynnika  $\eta_{\bar{n},3}$**

Charakterystyki liczbowe	Wartość średnia i odchylenie standardowe współczynnika $\eta_{\bar{n},3}$ dla liczby kroków prognozowania								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$m_{\eta_{\bar{n},3}}$	0,940	0,876	0,837	0,779	0,750	0,740	0,709	0,660	0,660
$S_{\eta_{\bar{n},3}}$	0,105	0,130	0,150	0,160	0,181	0,185	0,189	0,199	0,200

5. obliczyć wymagany zasięg prognozowania, tzn. najmniejszą niezbędną liczbę kroków prognozowania ze wzoru:

$$n_w = \frac{\Phi_{pr}}{\Phi_{jp}} - r_j \quad (\text{J.4})$$

w którym:

$r_j$  - ostatni numer porządkowy przedziału dyskretyzacji, dla którego znana jest zależność  $\delta N_j(\Phi)$ .

6. obliczyć według wzoru (J.1) lub (J.2) wartości oczekiwane parametrów  $N_j$  punkcie  $\Phi_{pr}$ .

7. obliczyć możliwe błędy prognozy  $e_{N_{pr}}$  przy strumieniu  $\Phi_{pr}$  według wzoru:

$$e_N = (n+1) \times (m_{\eta_{\bar{n},2}} \times e_{\Delta N_2} \pm \sigma \times S_{\eta_{\bar{n},2}} \times \Delta \delta N_{2,\Phi}) \quad (\text{J.5})$$

jeśli posługiwano się w obliczeniach wzorem (J.1) lub według wzoru:

$$e_N = \frac{1}{2} \left[ (n+1) \times (\chi \times n + 2) \times \left( m_{\eta_{n,3}} \times e_{\Delta N_2} \pm \sigma \times S_{\eta_{n,3}} \times \Delta \delta N_{3,\Phi} \right) - e_{\Delta N_2} \times (n+1) \times (\chi n + 2) \right] \quad (J.6)$$

jeśli obliczenia wykonywano według wzoru (J.2), w którym  $e_{\Delta N_2}$  - błąd danych wyjściowych.

Jeżeli  $e_N < e_d$  to otrzymane wartości  $N_{pr}$  należy porównać z  $N_d$  i stwierdzić, że urządzenie jest zgodne ( $N_{pr} \in N_d$ ) lub niezgodne ( $N_{pr} \notin N_d$ ) z przyjętymi wymaganiami.

Jeżeli  $e_N > e_d$ , to należy uściślić wartości  $N_{pr}$ , uwzględniając informację z poza zbioru danych wyjściowych. Korzystać należy wtedy z następujących wzorów:

- zamiast wzoru (J.1):

$$\delta N_{pr} = \delta N_r - m_{\eta_{n,r}} \times \Delta \delta N_r \times (n+1) \quad (J.7)$$

- zamiast wzoru (J.2):

$$\delta N_{pr} = \delta N_{r-1} \times \left[ \Delta \delta N_{r-1} + m_{\eta_{n,r}} \times \Delta \delta N_r \times (n+1) + \chi \times \left( m_{\eta_{n,r}} \times \Delta \delta N_r - \Delta \delta N_{r-1} \right) \times \sum_{i=0}^n (n-i) \right] \quad (J.8)$$

Do prognozowania oczekiwanego stanu urządzenia przy oddziaływaniu impulsu gamma spowodowanego wybuchem jądrowym wymagana jest informacja o transmitancji radiacyjnej urządzenia  $[H(S)]$  lub o jego czasowej charakterystyce radiacyjnej  $[h(t)]$ .

W prognozowaniu oczekiwanego stanu urządzenia można posługiwać się operacyjną metodą superpozycji.

Prognozowanie oczekiwanego stanu urządzenia za pomocą metody operacyjnej składa się z następujących etapów:

1. na podstawie analizy dokumentacji technicznej urządzenia i informacji o wymaganych wartościach probierczych należy ustalić wartości natężeń promieniowania gamma, przy działaniu których należy określić reakcję urządzenia;
2. należy znaleźć aproksymację impulsu promieniowania stanowiska symulacyjnego  $P_{\gamma mu}(t)$  i jego odwzorowanie  $P_{\gamma mu}(S)$ ;
3. należy określić transmitancję radiacyjną urządzenia  $H(S)$  bądź poprzez rozwiązanie równań różniczkowych, opisujących stan nieustalony w urządzeniu przy oddziaływaniu impulsu promieniowania gamma, bądź eksperymentalnie.

Przy eksperymentalnym określaniu transmitancji radiacyjnej należy zarejestrować stan nieustalony, tzn. zależność czasową parametru wyznaczającego odporność całkowitą urządzenia podczas działania impulsu gamma ze stanowiska symulacyjnego ( $\mu$ ) o znanych charakterystykach, określić aproksymację impulsu promieniowania ze stanowiska symulacyjnego i stanu nieustalonego w urządzeniu oraz ich odwzorowanie  $P_{\gamma mu}(S)$ ,  $M_{\gamma mu}(S)$ , po czym należy określić transmitancję radiacyjną urządzenia ze wzoru:

$$H(S) = \frac{M_{\gamma mu}(S)}{P_{\gamma mu}(S)} \quad (J.9)$$

4. na podstawie znanego  $P_{\gamma mu}(S)$ ,  $H(S)$  należy znaleźć odwzorowanie stanu nieustalonego w urządzeniu i jego oryginał, tzn.:

$$M_{mu}(S) = P_{\gamma mu}(S) \times H(S) \quad (J.10)$$

$$M_{mu}(t) = P_{\gamma mu_{max}} \times f(t, q_1, \dots, q_n) \quad (J.11)$$

gdzie  $q_1$  - parametry wyrobów składowych.

5. należy określić zależność parametru wyznaczającego odporność całkowitą urządzenia od charakterystyk promieniowania stanowiska symulacyjnego i wyrobów składowych:

$$N_{mu} = F(P_{\gamma mu_{max}}, q_1, \dots, q_n) \quad (J.12)$$

6. znanymi metodami, na podstawie informacji o statystycznych charakterystykach  $P_{\gamma mu_{max}}$  i  $q_1$  ze wzorów (J.11) i (J.12) należy określić średnie wartości i maksymalne odchyłki  $M_{mu}$  i  $N_{mu}$  oraz porównać się obliczeniowe i eksperymentalne dane wielkości  $M_{mu}(t)$  i  $N_{mu}(P_{\gamma mu_{max}})$ . Zbieżność jest zadowalająca, jeśli wartości eksperymentalne leżą w granicach maksymalnych odchyłek  $M_{mu}(t)$  i  $N_{mu}(P_{\gamma mu_{max}})$ .
7. podstawiając do wzoru (J.12) wartość  $P_{\gamma mu_{max}}$  równą wymaganej wartości probierczej, należy określić reakcję urządzenia i na podstawie jej analizy ocenić zgodność urządzenia z założonymi wymaganiami.

#### PRZYKŁAD

Dla danych z przykładu 1, załącznika K (informacyjnego), należy przyjąć amplitudę prądu fałszywego impulsu na wyjściu bloku przy oddziaływaniu impulsu promieniowania gamma o mocy dawki  $P_{\gamma_{max}} = 10^{10} \text{ R/s}$ .

Korzystając ze wzorów (K.17), (K.19), (K.23) z załącznika K (informacyjnego), otrzymuje się:

$$I = 3,9 \times 10^{-13} \times P_{\gamma_{max}} \times (1 \pm 0,3)$$

Podstawiając do tego wyrażenia  $P_{\gamma_{max}} = 10^{10} \text{ R/s}$ , otrzymuje się amplitudę prądu fałszywego impulsu na wyjściu bloku równą:

$$I = 3,9 \times 10^{-13} \times 10^{10} \times (1 \pm 0,3) = (\text{od } 2,73 \text{ do } 5,07) \times 10^{-3} \text{ A}$$

Prognozowanie za pomocą metody superpozycji należy prowadzić w następujących etapach:

1. postępować tak jak w etapach 1 i 2, właściwych dla prognozowania za pomocą metody operacyjnej;
2. określić czasową charakterystykę radiacyjną urządzenia  $h(t)$  poprzez rozwiązywanie równań różniczkowych lub eksperymentalnie.

Charakterystykę czasową należy określić eksperymentalnie na podstawie wyników badań urządzenia na stanowisku symulacyjnym o czasie trwania impulsu znacznie krótszym od stałej czasowej urządzenia. Korzystać należy w tym przypadku z metody wielomianów rzędnych opartej na zamianie dowolnej funkcji na wielomian o postaci:

$$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots \quad (\text{J.13})$$

w którym:

$a_0, a_1, \dots$  - wartości funkcji  $f(t)$  w odstępach dowolnie wybranych przedziałów czasowych  $\Delta t$ .

Znając  $P_{\gamma mu}(t)$  oraz  $M_{mu}(t)$ , należy utworzyć na podstawie wzoru (K.13) ich wielomiany rzędnych  $P_{\gamma mu}(x)$  i  $M_{mu}(x)$  i znaleźć wielomian rzędnych dla transmitancji  $h(x)$  ze wzoru:

$$h(x) = \frac{M_{mu}(x) \times \Gamma(x)}{P_{\gamma mu}(x)} \quad (\text{J.14})$$

w którym:  $\Gamma(x) = 2 + 2x^2 + 2x^4 + \dots$

Mnożenie i dzielenie wielomianów należy wykonać zgodnie z ogólnymi zasadami algebry.

Na podstawie otrzymanego wielomianu  $h(x)$ , opisanego wyrażeniem (120) należy określić czasową charakterystykę radiacyjną  $h(t)$ . W tym celu w odstępach wybranych przedziałów czasowych  $\Delta t$  należy odłożyć rzędne transmitancji  $h(x)$ , równe współczynnikom  $a_0, a_1, a_2, \dots$ , a następnie przez nie należy prowadzić krzywą aproksymującą.

3. należy obliczyć stan nieustalony urządzenia przy oddziaływaniu impulsu promieniowania gamma zestawiska symulującego, rozwiązując całkę Duhamela według wzoru:

$$M_{mu}(t) = P_{\gamma mu}(t) \times h(0) + \int_0^t P_{\gamma mu}(t - \lambda) \times h(\lambda) \times \Delta \lambda \quad (\text{J.15})$$

4. następnie należy obliczyć parametr wyznaczający odporność całkowitą urządzenia (czas utraty zdatności, amplitudy stanu nieustalonego itp.) ze wzoru:

$$N_{mu} = F(P_{\gamma mu_{max}}, q_1, q_2, \dots, q_n) \quad (\text{J.16})$$

5. korzystając ze statystycznych charakterystyk  $P_{\gamma mu_{max}} \cdot q_1$ , należy określić zależności pomiędzy wartościami średnimi oraz maksymalnymi odchyleniami wielkości  $M_{mu}$  i  $N_{mu}$ .

6. jeżeli rozbieżności między  $M_{mu}$  i  $N_{mu}$  leżą w dopuszczalnych granicach, to wyrażenie (J.16) może służyć do określenia wartości oczekiwanej  $N_{mu}$  przy działaniu  $P_{\gamma mu_{max}}$ , równej  $P_{\gamma mu_{maxPN}}$ .

## Załącznik K (informacyjny)

### WYZNACZANIE DOPUSZCZALNYCH WARTOŚCI NARAŻEŃ PRZY BADANIU ODPORNOŚCI CAŁKOWITEJ NA ODDZIAŁYWANIE PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO I ELEKTROMAGNETYCZNEGO

Przez dopuszczalną wartość narażenia przy badaniu odporności całkowitej na oddziaływanie PJ i IEM należy rozumieć takie natężenie oddziaływania radiacyjnego, napromienienie którym pozwala stwierdzić, że spełnione są stawiane wymagania, jeśli urządzenie zachowuje wszystkie parametry podane w PB, w granicach wymaganych wartości.

Dopuszczalna wartość narażenia zależy od różnicy między charakterystykami pól promieniowania powstałych w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych (wymienionych w PB) i na stanowisku symulacyjnym, wybranym do badań, od uzgodnionych między zamawiającym i opracowującym wartości prawdopodobieństwa zachowania parametrów urządzenia w granicach ustalonych wartości ( $P$ ) i poziomu ufności wobec otrzymanych wyników ( $\gamma$ ), od możliwego rozrzutu wskaźników odporności całkowitej urządzenia z tej samej partii, jak również zależy od dokładności przyrządów dozymetrycznych i pomiarowych.

Dopuszczalne wartości probiercze należy określić na podstawie następujących zależności empirycznych:

- przy badaniach odporności całkowitej na oddziaływanie impulsu promieniowania gamma, spowodowanego wybuchem jądrowym:

$$P_{\gamma_{\max}PN} = K_g \times P_{\gamma_{\max}W} \quad (K.1)$$

$$D_{gPN} = K_g^n \times D_{\gamma W} \quad (K.2)$$

- przy badaniach odporności całkowitej na oddziaływanie neutronowego impulsu, spowodowanego wybuchem jądrowym:

$$\Phi_{nPN} = K_n^n \times \Phi_{nW} \quad (K.3)$$

- przy badaniach odporności całkowitej na oddziaływanie impulsu elektromagnetycznego, spowodowanego wybuchem jądrowym:

$$E_{PN} = K_e^E \times E_W \quad (K.4)$$

$$H_{PN} = K_e^H \times H_W \quad (K.5)$$

gdzie:  $\Phi_{mW}$ ,  $P_{\gamma_{\max}W}$ ,  $D_{\gamma W}$ ,  $E_W$ ,  $H_W$  - wartości charakterystyk pól PJ i IEM spowodowanych wybuchem jądrowym, podane w DT dla urządzenia.

Wartości współczynników w zależnościach należy określić ze wzorów:

$$K_g = \frac{K_\tau \times e \times \varphi}{K_{sk,g}} \quad (K.6)$$

$$K_g^n = \frac{e \times \xi}{K_{sk,g}} \quad (K.7)$$



$$K_p^n = \frac{e \times \xi}{K_{sk,n}} \quad (K.8)$$

$$K_c^E = K_\tau^E \times e \times \xi \quad (K.9)$$

$$K_c^H = K_\tau^H \times e \times \xi \quad (K.10)$$

w których:

- $K_{sk,g}$  - współczynnik skuteczności względnej oddziaływania kwantów promieniowania gamma ze stanowiska symulacyjnego w stosunku do oddziaływania kwantów promieniowania gamma pochodzącego od wybuchu jądrowego, pod względem efektów jonizacyjnych;
- $K_\tau$  - współczynnik uwzględniający różnicę w reakcji badanego urządzenia, uwarunkowany rozbieżnością między charakterystykami czasowymi impulsów stanowiska symulacyjnego i wybuchu jądrowego;
- $K_{sk,n}$  - współczynnik skuteczności względnej oddziaływania neutronów ze stanowiska symulacyjnego w porównaniu z oddziaływaniem neutronów pochodzących od wybuchu jądrowego, pod względem strukturalnych nieodwracalnych szkodliwych zmian;
- $K_\tau^E, K_\tau^H$  - współczynniki uwzględniające odpowiednie różnice między amplitudami i parametrami czasowymi IEM, spowodowanego wybuchem jądrowym i ze stanowiska symulacyjnego;
- $\xi$  - współczynnik uwzględniający możliwy rozrzut wskaźników odporności całkowitej egzemplarzy urządzeń z tej samej partii;
- $e$  - współczynnik uwzględniający błędy określania wskaźników odporności całkowitej wynikających z błędów dozimetrii i pomiaru parametrów urządzenia.

Sposoby określania wielkości wchodzących do wzorów (od K.6 do K.10) podano poniżej.

Współczynniki skuteczności względnej oddziaływania kwantów promieniowania gamma stanowiska symulacyjnego w porównaniu z oddziaływaniem kwantów promieniowania gamma pochodzącego od wybuchu jądrowego, pod względem efektów jonizacyjnych, podano w tablicy K.1.

Do określenia współczynnika  $K_g$  należy znać czasowe charakterystyki radiacyjne badanego, obiektu (podzespołu, bloku, urządzenia w całości).

**Tablica K.1 - Współczynniki  $K_{sk,g}$  skuteczności względnej oddziaływania kwantów promieniowania gamma ze stanowiska symulacyjnego i spowodowanego wybuchem jądrowym**

Materiał wyrobu najmniej odpornego całkowicie	Wartości współczynników $K_{sk,g}$ dla stanowisk				
	Reaktor impulsowy o prędkich neutronach $E=1,29\text{MeV}$	Kobaltowe stanowisko promieniowania gamma $E=1,29\text{MeV}$	Źródła promieniowania wychwytowego		
			$E_{max}=5\text{MeV}$	$E_{max}=3\text{MeV}$	$E_{max}=2\text{MeV}$
Krzem (Si)	1,07	1,050	1,12	1,16	1,18
Węglik krzemu (SiC)	1,08	1,050	1,41	1,46	1,70
German (Ge)	1,06	0,912	1,97	2,25	2,80
Selen (Se)	1,05	0,872	2,15	2,36	2,90
Fosforek galu (GaP)	1,09	0,800	2,19	2,66	3,60
Siarczek kadmu (CdS)	1,02	0,617	2,56	2,88	3,70
Arsenek galu (GaAs)	1,02	0,618	2,47	2,88	3,70
Arsenek indu InAs)	1,02	0,430	3,92	4,96	6,90
Selenek kadmu (CdSc)	1,02	0,430	3,92	4,96	7,10

Transmitancję radiacyjną badanego obiektu w ogólnym przypadku można wyrazić w następującej postaci;

$$H_j(S) = \sum_{i=1}^n A_i \times q_{0i}^{f(E)} \times \left(1 - \frac{S}{S + a_{sk}^i}\right) \quad (\text{K.11})$$

w którym:

- $A_i$  - współczynnik proporcjonalności, uwzględniający właściwości  $i$ -tego elementu;
- $q_{0i}^{f(E)}$  - ilość par nośników ładunku, powstających w jednostkowej objętości  $i$ -tego elementu przy napromieniowaniu dawką ekspozycyjną 1 R w polu promieniowania źródła o widmie  $f(E)$ ;
- $a_{sk}^i$  - stała czasowa zbioru nośników  $i$ -tego elementu, zależna od jego konstrukcji i parametrów dyfuzyjnych materiału;
- $S$  - zmienna w rachunku operatorowym.

Wyrażenie na przyrost  $j$ -tego parametru obiektu badanego według Laplace'a-Carlssona można zapisać w następującej postaci:

$$N_j(S) = P_\gamma^{f(E)}(S) \times \sum_{i=1}^n A_i \times q_{0i}^{f(E)} \times \left(1 - \frac{S}{S + a_{sk}^i}\right) \quad (\text{K.12})$$

gdzie:  $P_\gamma^{f(E)}(S) = P_{\gamma \max}^{f(e)} \times f_\gamma^{f(E)}(S)$  - odwzorowanie impulsu promieniowania gamma o widmie  $f(E)$ .

Wówczas współczynnik  $K_\tau$  należy określić ze wzoru:

$$K_\tau = \frac{F(t_{\max}^{WJ})}{F(t_{\max}^{mu})} \sum_{i=1}^n \quad (\text{K.13})$$

w którym:  $F(t_{\max}^{WJ})$ ,  $F(t_{\max}^{mu})$  - maksymalne wartości oryginałów wyrażenia:

$$f_\gamma^{f(E)}(S) \times \sum_{i=1}^n A_i \times q_{0i}^{f(E)} \times \left(1 - \frac{S}{S + a_{sk}^i}\right) \quad (\text{K.14})$$

dla impulsu promieniowania spowodowanego wybuchem jądrowym ( $WJ$ ) i ze stanowiska symulacyjnego ( $mu$ ).

Kształty impulsów pochodzących od wybuchu jądrowego należy aproksymować za pomocą następujących wyrażeń:

- dla powietrznego wybuchu jądrowego:

$$P_\gamma(t) = 2,38 \times (e^{-3 \times 10 \times t} - e^{-10t}) \times P_{\gamma \max} \quad (\text{K.15})$$

- dla kosmicznego wybuchu jądrowego:

$$P_\gamma(t) = P_{\gamma \max} \times \sin^2(a \times t), \quad t \leq \frac{\pi}{d}; \quad a = \frac{\pi}{\tau_i} \quad (\text{K.16})$$

Kształty impulsów ze stanowisk symulacyjnych, używanych do badań, należy aproksymować za pomocą następujących wyrażeń:

- dla impulsów stanowiska promieniowania wychwytowego i reaktora impulsowego:

$$P_{\gamma}(t) = P_{\gamma_{\max}} \times \sin^2\left(\frac{\pi}{2\tau_i} \times t\right) \times [1(t) - 1(t - 2\tau_i)] \quad (\text{K.17})$$

- dla akceleratorów elektronów:

$$P_e(t) = P_{e_{\max}} \times \left[1 - e^{\frac{-3t}{\tau_{cz}}}\right] \times [1(t) - 1(t - \tau_s)] \quad (\text{K.18})$$

w których:

- $\tau_i$  - czas trwania impulsu na poziomie 0,5 amplitudy;
- $\tau_{cz}$  - czas trwania czoła impulsu trapezowego z akceleratora elektronów;
- $\tau_s$  - suma czasu trwania czoła i ustalonej wartości impulsu akceleratora.

#### PRZYKŁAD

Określić wartość współczynnika  $K_r$  do badań, wykonywanych na impulsowym stanowisku promieniowania wychwytowego, dla pokładowego komputera ( $P_{\gamma_{\max}} = 10^{10} \times R \times s^{-1}$ ), którego charakterystyka radiacyjna ma postać:

$$\begin{aligned} H_j(S) = & 2,35 \times 10^{-26} \times q \times \left(1 - \frac{S}{S - 3,3 \times 10^6}\right) + \\ & + 0,4 \times 10^{-27} \times q \times \left(1 - \frac{S}{S + 6 \times 10^8}\right) - 0,34 \times 10^{-26} \times q \times \left(1 - \frac{S}{S + 1,1 \times 10^7}\right) \end{aligned} \quad (\text{K.19})$$

Z wyrażeń (K.12), (K.13), (K.17) dla wybuchu jądrowego otrzymamy:

$$\begin{aligned} F^{WJ}(S) = & \left[ 2,35 \times 10^{-26} \times q_{0Si}^{WJ} \times \left(1 - \frac{S}{S - 3,3 \times 10^6}\right) + 4 \times 10^{-28} \times q_{0Si}^{WJ} \times \left(1 - \frac{S}{S + 6 \times 10^8}\right) - \right. \\ & \left. - 3,4 \times 10^{-27} \times q_{0Si}^{WJ} \times \left(1 - \frac{S}{S + 1,1 \times 10^7}\right) \right] \times \\ & \times 2,38 \times \left( \frac{S}{S + 3 \times 10^7} - \frac{S}{S + 10^8} \right) \end{aligned} \quad (\text{K.20})$$

Oryginał tego wyrażenia ma postać:

$$\begin{aligned} F^{WJ}(t) = & -1,24 \times 10^{-12} \times e^{-3 \times 10^7 \times t} + 2,25 \times 10^{-13} \times e^{-2,28 \times 10^6 \times t} - 0,71 \times 10^{-13} \times e^{-10^8 \times t} + \\ & + 0,48 \times 10^{-14} \times e^{-6,05 \times 10^8 \times t} - 1,24 \times 10^{-13} \times e^{-1,12 \times 10^7 \times t} \end{aligned} \quad (\text{K.21})$$

Maksimum tego wyrażenia występuje przy  $t_{\max} = 3 \cdot 10^{-1}$  s i wynosi:

$$F^{WJ}(t_{\max}) = 0,844 \times 10^{-13} \quad (K.22)$$

Reakcja badanego obiektu na oddziaływanie impulsu promieniowania gamma ze stanowiska impulsowego promieniowania wychwykowego ma postać:

$$F^{mu}(S) = \left[ \begin{aligned} &2,35 \times 10^{-26} \times q_{0Si}^{WJ} \times K_{sk,g} \times \left(1 - \frac{S}{S + 3,28 \times 10^6}\right) + \\ &+ 0,4 \times 10^{27} \times q_{0Si}^{WJ} \times K_{sk,g} \times \left(1 - \frac{S}{S + 6,05 \times 10^8}\right) - \\ &- 0,34 \times 10^{-26} \times q_{0Si}^{WJ} \times K_{sk,g} \times \left(1 - \frac{S}{S + 1,12 \times 10^7}\right) \end{aligned} \right] \frac{6,08 \times 10^{12}}{S^2 + 12,16 \times 10^{12}} \times P_{\gamma_{\max}}^{mu} \quad (K.23)$$

Oryginał tego wyrażenia jest równy:

$$\begin{aligned} F^{mu}(t) = &0,273 \times 10^{-12} \times \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi}{\tau_i} \times t\right)\right) - 0,215 \times 10^{-12} \times e^{-3,28 \times 10^6 \times t} + 0,296 \times 10^{-12} \times \cos\left(\frac{2\pi}{\tau_i} \times t - 12^\circ\right) - \\ &- 0,232 \times 10^{-13} \times e^{-6,05 \times 10^8 \times t} - 0,475 \times 10^{-15} \times \cos\left(\frac{2\pi}{\tau_i} + 0^\circ\right) + 0,525 \times 10^{-14} \times e^{-1,12 \times 10^7 \times t} - \\ &- 0,246 \times 10^{-13} \times \cos\left(\frac{2\pi}{\tau_i} + 72^\circ\right) \end{aligned} \quad (K.24)$$

Maksimum tej funkcji występuje dla  $t_{\max} = 10^{-6}$  s i wynosi:

$$F^{mu}(t_{\max}) = 3,86 \times 10^{-13} \quad (K.25)$$

Podstawiając  $F^{mu}(t_{\max})$  i  $F^{WJ}(t_{\max})$  do wyrażenia (K.13) otrzymamy:

$$K_\tau = \frac{0,844 \times 10^{-13}}{3,86 \times 10^{-13}} = 0,22 \quad (K.26)$$

Gdy ustala się podstawowe wartości narażeń probierczych dla urządzeń lotniczych, wtedy uzgodnione z zamawiającym wartości współczynników skuteczności względnej oddziaływania neutronów z konkretnych stanowisk symulacyjnych (po wzięciu pod uwagę oddziaływania neutronów najbliższego, pod względem składu widmowego, wybuchowi jądrowemu stanowiska symulacyjnego) są eksperymentalnymi wartościami bazowymi, właściwymi dla tych stanowisk.

Przy braku tych danych zaleca się przyjmować wartości orientacyjne współczynników skuteczności względnej oddziaływania neutronów ze stanowisk symulacyjnych, biorąc pod uwagę oddziaływanie neutronów, pochodzących od wybuchu jądrowego ( $K_{sk, n}$ ) podane w tablicy K.2.

**Tablica K.2 - Współczynniki skuteczności względnej oddziaływania neutronów ze stanowisk symulacyjnych pochodzących od wybuchu jądrowego**

Typ materiału najmniej odpornego wyrobu	Wartości współczynników $K_{sk, n}$ dla wybuchów jądrowych i stanowisk symulacyjnych, badawczych		
	Wybuch jądrowy	Wybuch termojądrowy	Reaktor impulsowy
Krzem (Si)	1,0	1,10	1,00
German (Ge)	1,0	1,10	1,00
Selen (Se)	1,0	-	0,83
Węglik krzemu (SiC)	1,0	-	0,94
Dwutlenek krzemu (SiO <sub>2</sub> )	1,0	-	0,98
Dwutlenek aluminium (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,0	-	0,96
Arsenek galu (GaAs)	1,0	1,10	0,91
Siarczki kadmu (CdS)	1,0	-	0,84

Wartości  $K_{\tau}^E$  i  $K_{\tau}^H$  obliczyć ze wzoru:

$$K_{\tau}^E = K_{\tau}^H = \frac{E_{mu} \times H_{WJ}}{H_{mu} \times E_{WJ}} \times \sqrt{\frac{\tau_{fmu}}{\tau_{fWJ}}} \quad (K.27)$$

w którym:

- $E_{WJ}, E_{mu}$  - natężenie pola elektrycznego IEM, odpowiednio dla wybuchu jądrowego i stanowisk symulacyjnych;
- $H_{WJ}, H_{mu}$  - natężenie pola magnetycznego IEM, odpowiednio dla wybuchu jądrowego i stanowisk symulacyjnych;
- $\tau_{fWJ}, \tau_{fmu}$  - czas trwania czoła IEM dla wybuchu jądrowego i stanowisk symulacyjnych.

W przypadku badania odporności całkowitej na oddziaływanie IEM, poprzez odrębne oddziaływanie składowej elektrycznej i składowej magnetycznej natężenia pola, w celu określenia wartości probierczych należy przyjąć:

$$K_{\tau}^E = K_{\tau}^H = \sqrt{2 \frac{\tau_{fmu}}{\tau_{fWJ}}} \quad (K.28)$$

Wartości czasów trwania czoł IEM stanowisk symulacyjnych należy dobrać przy tym w zależności od typu stanowiska, a wartości czasów trwania czoł impulsów promieniowania elektromagnetycznego, pochodzących od wybuchu jądrowego, dobrać w zależności od kształtu impulsu z tablicy K.3.

**Tablica K.3 - Charakterystyki czasowe kształtów impulsów elektromagnetycznych WJ**

Charakterystyka kształtów impulsów	Charakterystyki czasowe dla różnych kształtów IEM			
	1	2	3	4
Czas trwania czoła impulsu,	s	$5 \times 10^{-7}$	$5 \times 10^{-7}$	$4 \times 10^{-8}$
Czas trwania impulsu na poziomie 0,5,	s	$6 \times 10^{-3}$	-	$4 \times 10^{-7}$
Czas trwania do dodatniej półfali,	s	-	$10^{-4}$	-
Czas trwania do ujemnej półfali na poziomie 0,8,	s	-	$3,5 \times 10^{-4}$	-
Wartość względna amplitudy ujemnej półfali	-	-	0,15	-

Wartość współczynnika  $\xi$  należy określić za pomocą różnych wyrażeń w zależności od metody określania wskaźników odporności całkowitej urządzenia i ich rozrzutu.

Jeżeli jako wskaźniki odporności całkowitej urządzenia bierze się dolną granicę jednostronnego przedziału tolerancji, to wartość  $\xi$  należy określić ze wzoru:

$$\xi = 1 - t_{\gamma, n-1} \times \frac{K_{VA}^*}{\sqrt{n-1}} + K(n, P, \gamma) \times \frac{\sqrt{n}}{\chi} \times K_{VR}^* \quad (\text{K.29})$$

w którym:

- $K_{VR}^* = S_R \times \frac{S_R}{R}$  - współczynnik charakteryzujący stosunek wzajemny między odchyleniem standardowym wskaźników odporności całkowitej urządzeń tej samej partii ( $S_R$ ), a podanym w DT poziomem oddziaływania radiacyjnego ( $R$ );
- $K(n, P, \gamma)$  - współczynnik tolerancji, określający w zależności od liczby badanych urządzeń ( $n$ ), prawdopodobieństwo zachowania parametrów w granicach wymaganych wartości ( $P$ ) i poziomu ufności ( $\gamma$ );
- $t_{\gamma, n-1}$  - wartość statystyki  $t$ -Studenta, określane w zależności od liczby badanych urządzeń ( $n$ ) i poziomu ufności ( $\gamma$ );
- $\chi$  - wartość dolnej granicy  $\sqrt{\chi_i^2}$  dla której  $0,5 \gamma = P(\chi^2 < \chi_i^2)$ .

Jeżeli wartości  $S_R$  określone zostały na podstawie wyników badań  $n$  egzemplarzy urządzeń, to te wartości wykorzystuje się we wzorze (K.29).

Jeżeli wartości  $S_R$  określone zostały metodami obliczeniowo - eksperymentalnymi, to zaleca się dobierać wartości  $n$  równe najmniejszej wartości z pośród badanych wyrobów składowych, których dane o zależności parametrów od natężenia oddziaływania radiacyjnego, wykorzystano w obliczeniach.

Wartości współczynników  $\xi$  dla niektórych typowych przypadków podano w tablicy K.4.

**Tablica K.4**

n	$\gamma$	P	Wartość współczynnika $\xi$ przy $K_{VR}$									
			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
10	0,90	0,90	1,42	1,84	2,26	2,68	3,10	3,52	3,94	4,36	4,78	5,20
		0,95	1,51	2,01	2,52	3,03	3,54	4,04	4,55	5,05	5,56	6,07
		0,99	1,67	2,35	3,02	3,70	4,37	5,04	5,72	6,39	7,07	7,74
	0,95	0,90	1,53	2,09	2,64	3,18	3,22	4,27	4,82	5,30	5,91	6,45
		0,95	1,65	2,31	2,97	3,62	4,27	4,97	5,59	6,24	6,90	7,55
		0,99	1,86	2,73	3,61	4,46	5,33	6,20	7,07	7,94	8,81	9,67
	0,99	0,90	1,78	2,56	3,33	4,10	4,88	5,66	6,44	7,21	7,99	8,67
		0,95	1,93	2,86	3,79	4,71	5,54	6,57	7,50	8,43	9,36	10,28
		0,99	2,22	3,44	4,66	5,87	7,09	8,81	9,53	10,75	11,97	12,18
15	0,90	0,90	1,34	1,66	2,00	2,33	2,67	3,01	3,34	3,68	3,99	4,33
		0,95	1,41	1,81	2,22	2,63	3,36	3,45	3,86	4,27	4,68	5,13
		0,99	1,54	2,07	2,61	3,15	3,69	4,23	4,77	5,31	5,83	6,37
	0,95	0,90	1,41	1,80	2,21	2,61	3,02	3,43	3,83	4,24	4,63	5,03
		0,95	1,49	1,97	2,46	2,95	3,46	3,92	4,41	4,90	5,39	5,86
		0,99	1,65	2,29	2,93	3,58	4,23	4,88	5,53	6,17	6,81	7,45
	0,99	0,90	1,53	2,06	2,59	3,12	3,36	4,19	4,72	5,25	5,78	6,30
		0,95	1,64	2,27	2,91	3,54	4,18	4,81	5,45	6,08	6,71	7,34
		0,99	1,84	2,67	3,51	4,34	5,18	6,02	6,85	7,69	8,50	9,35
20	0,90	0,90	1,29	1,58	1,87	2,16	2,45	2,73	2,98	3,31	3,60	3,89
		0,95	1,35	1,70	2,05	2,40	2,76	2,99	3,46	3,81	4,16	4,51
		0,99	1,47	1,94	2,41	2,88	3,35	3,82	4,29	4,76	5,23	5,70
	0,95	0,90	1,36	1,69	2,04	2,38	2,73	3,07	3,41	3,74	4,09	4,43
		0,95	1,42	1,83	2,25	2,67	3,09	3,50	3,91	4,32	4,73	5,15
		0,99	1,55	2,20	2,67	3,27	3,78	4,32	4,87	5,41	5,97	6,52
	0,99	0,90	1,44	1,87	2,31	2,74	3,18	3,60	4,04	4,47	4,91	5,34
		0,95	1,53	2,04	2,57	3,08	3,61	4,12	4,65	5,16	5,69	6,20
		0,99	1,69	2,37	3,06	3,74	4,44	5,12	5,81	6,49	7,18	7,86

Współczynnik  $e$  oblicza się według wzoru:

$$e = \frac{1}{1 - \left[ \sqrt{\delta_d^2 + \left( \frac{\delta_R}{\delta_N} \times \delta_p \right)^2} \right]} \quad (\text{K.30})$$

w którym:

- $\delta_d$  - błąd względny pomiaru charakterystyk pól PJ i IEM;
- $\frac{\delta_R}{\delta_N}$  - współczynnik przekształcający błąd pomiaru parametru w błąd określenia charakterystyki pola PJ i IEM;
- $\delta_p$  - błąd względny pomiaru parametru wyznaczającego odporność całkowitą.

Wartości  $\delta_d$  zależą od środków wyposażenia metrologicznego badań oraz stosowanych dozymetrów i nie powinny być większe od błędów sumarycznych, podanych w 7.2.10.

Wartość  $\delta_p$  zależy od klasy dokładności aparatury pomiarowej używanej w pomiarach parametru wyznaczającego odporność całkowitą; przyjmuje się, że jest ona równa klasie dokładności wyrażonej w jednostkach względnych,.

Wartość  $\frac{\delta_R}{\delta_N}$  należy określić w następujący sposób na podstawie otrzymanych eksperymentalnie lub obliczeniowo zależności parametru wyznaczającego odporność całkowitą od natężenia oddziaływania radiacyjnego ( $R$ ):

- sporządzić eksperymentalną lub obliczeniową zależność parametru wyznaczającego odporność całkowitą od natężenia oddziaływania radiacyjnego  $N(R)$ ;
- określić wartości  $\Delta N$  i  $\Delta R$  ze wzorów:

$$\Delta N = 2(\text{od } 0,05 \text{ do } 0,1) \times N(0) \quad (\text{K.31})$$

$$\Delta R = R_2 - R_1 \quad (\text{K.32})$$

w którym:

$R_1$ ,  $R_2$ , - odpowiednio minimalna i maksymalna wartość natężenia oddziaływania radiacyjnego, odpowiadające punktom przecięcia prostopadłych z osią  $R$ ;

- określić wartości względne  $\delta_N$  i  $\delta_R$  ze wzorów:

$$\delta_N = \frac{\Delta N}{N_d} \quad (\text{K.33})$$

$$\delta_R = \frac{\Delta R}{R_g} \quad (\text{K.34})$$

- określić wartości współczynnika przekształcającego błąd pomiaru parametru w błąd pomiaru dla  $R$ , tzn,  $\frac{\delta_R}{\delta_N}$ .

Sposób określania  $\frac{\delta_R}{\delta_N}$  nie zmienia się dla przypadku, gdy stosuje się zależności parametru wyznaczającego odporność całkowitą standaryzowane względem wartości początkowej.

Wartości współczynnika  $e$ , obliczone dla niektórych typowych przypadków podano w tablicy K.5.

**Tablica K.5 - Wartości współczynnika**



Błąd dozymetrii	Błąd pomiaru parametrów	Wartości współczynnika $e$ dla $\frac{\delta_R}{\delta_N}$							
		1	2	3	4	5	6	7	8
$\delta_d$									
0,1	0,01	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,12	1,15	1,16
	0,05	1,12	1,12	1,22	1,29	1,37	1,47	1,56	1,69
	0,10	1,16	1,29	1,47	1,69	2,04	2,70	3,45	5,26
0,2	0,01	1,25	1,25	1,25	1,25	1,26	1,26	1,27	1,27
	0,05	1,26	1,26	1,33	1,39	1,47	1,56	1,68	1,81
	0,10	1,29	1,39	1,56	1,82	2,17	2,70	3,70	5,70
0,3	0,01	1,43	1,43	1,43	1,43	1,44	1,44	1,45	1,45
	0,05	1,44	1,44	1,50	1,56	1,64	1,74	1,86	2,00
	0,10	1,46	1,56	1,74	2,00	2,40	3,04	4,20	6,85

- narysować linie odpowiadające wartości dopuszczalnej parametru  $N_d$ ;
- w punkcie przecięcia  $N(R)$  i  $N_d$  wystawić prostopadłą do osi narażeń (punkt przecięcia z osią  $R$  oznaczyć  $R_g$ ) i na niej począwszy od  $N_d$  odłożyć odcinki równe od  $\pm 0,05$  do  $0,1 \pm$  (od  $0,05$  do  $0,1$ )  $N(0)$ , w którym  $N(0)$  - wartość początkowa parametru w skutek napromieniowania;
- przez końce odcinków poprowadzić proste równoległe do osi  $R$ , do przecięcia się z  $N(R)$  i z punktów przecięcia opuścić prostopadłe do osi  $R$ .