

**NO-06-A106
2005**

Wprowadza

-

Zastępuje

WPN-84/N-01006

**Uzbrojenie i sprzęt wojskowy
Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli
i badań
Metody badań niezawodności**

nr ref. NO-06-A106: 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-84/N-01006 Aparatura, przyrządy, urządzenia i wyposażenie o przeznaczeniu wojskowym – Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań – Metody oceny zgodności z wymaganiami niezawodnościowymi.

W stosunku do WPN-84/N-01006 wprowadzono zmiany dotyczące układu i zawartości normy zgodnie z aktualnie obowiązującymi Regulami Prac Normalizacyjnych.

Niniejsza norma zawiera załączniki normatywne: A, B, C, D, E.

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

Abstrakt

Przedstawiono metody oceny zgodności aparatury, przyrządów, urządzeń i wyposażenia o przeznaczeniu wojskowym z wymaganiami niezawodnościowymi, ustalonymi w założeniach taktyczno-technicznych (ZTT), założeniach technicznych (ZT), i warunkach technicznych (WT).

Tłumaczenie abstraktu

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

SPIS TREŚCI

Str.

1 Wstęp	4
1.1 Zakres normy	4
1.2 Powołania normatywne.....	4
1.3 Terminy i definicje	4
1.4 Symbole i formy skrócone terminów.....	5
2 Metody badań	6
2.1 Wykaz badań	6
2.2 Postanowienia ogólne	6
2.3 Kontrolne badania nieuszkodzalności	10
2.4 Określające badania nieuszkodzalności	17
2.5 Warunki badań nieuszkodzalności	19
2.6 Badania naprawialności (podatności na naprawę)	24
2.7 Badania podatności na przechowywanie i/lub transport	25
2.8 Badania trwałości	26
2.9 Doświadczalna metoda oceny kompleksowych wskaźników niezawodności	27
2.10 Ocena efektywności wyposażenia metrologicznego oraz środków obsługi technicznej urządzenia	28

Załączniki:

Załącznik normatywny A	- Planowanie kontrolnych badań niezawodności
Załącznik normatywny B	- Planowanie określających badań niezawodności
Załącznik normatywny C	- Metodyka wyboru warunków forsujących i określenia współczynnika przyspieszenia
Załącznik normatywny D	- Badania podatności na transport
Załącznik normatywny E	- Metodyka przyspieszonych badań podatności na przechowywanie i/lub transport

1 Wstęp

1.1 Zakres normy

W niniejszej normie podano metody oceny zgodności aparatury, przyrządów urządzeń i wyposażenia o charakterze wojskowym (dalej w tekście nazwanych urządzeniami) z wymaganiami niezawodnościowymi, ustalonymi w założeniach taktyczno – technicznych (ZTT), założeniach technicznych (ZT) i warunkach technicznych (WT).

Dopuszcza się stosowanie innych metod niż ustalono w niniejszej normie, jeśli uzgodniono to z odbiorcą (zamawiającym).

Zakres stosowania normy podany jest w NO-06-A101.

1.2 Powołania normatywne

NO-06-A101 Technika wojskowa – Ogólne wymagania i badania

NO-06-A102 Technika wojskowa – Wymagania niezawodnościowe

NO-06-A103 Technika wojskowa – Wymagania środowiskowe

NO-06-A105 Technika wojskowa – Ogólne metody badań

NO-06-A107 Technika wojskowa – Metody badań odporności całkowitej nadziałanie czynników środowiskowych

1.3. Terminy i definicje

1.3.1

analityczno doświadczalna (obliczeniowa) metoda oceny niezawodności

metoda określania i kontroli wskaźników niezawodności urządzeń, polegająca na przedstawieniu tych wskaźników jako funkcji wskaźników niezawodności części składowych urządzenia, przy czym wartości wskaźników niezawodności dla części składowych wyznacza się na podstawie wyników badań tych części zamontowanych w urządzeniu, postać funkcji zaś wyznacza się na podstawie znajomości struktury urządzenia i wpływu uszkodzenia każdej części składowej na uszkodzenie całego urządzenia

1.3.2

badania forsujące

badania przyspieszone oparte na intensyfikacji procesów powodujących uszkodzenie

1.3.3

badania niezawodności

badania urządzeń wykonywane w ustalonych warunkach w celu określenia lub kontroli wartości wskaźników niezawodności

1.3.4

badania przyspieszone

badania obiektów, których metody i warunki wykonywania zapewniają otrzymanie niezbędnego zakresu informacji w znacznie krótszym czasie niż w warunkach przewidywanych podczas eksploatacji

1.3.5

czas badań

sumaryczny czas badań próbki obiektów w godzinach lub cyklach pracy

1.3.6

doświadczalna metoda oceny niezawodności

metoda określania i kontroli wskaźników niezawodności na podstawie wyników badań urządzeń w takim zestawie, w jakim będą one eksploatowane

1.3.7

forsowne warunki badań niezawodności

warunki podczas badań powodujące intensyfikację procesów prowadzących do uszkodzeń lub niesprawności

1.3.8**kontrolne badania niezawodności**

badania obiektów wykonywane w celu kontroli ich wskaźników niezawodności

1.3.9**określające badania niezawodności¹⁾**

badania obiektów wykonywane w celu określenia ich wskaźników niezawodności przy ustalonych wartościach dokładności i poziomu ufności

1.3.10**plan badań**

zasady ustalające licznosc próbek, kolejność prowadzenia badań i kryteria ich zakończenia

1.3.11**poziom ufności**

prawdopodobieństwo zdarzenia, że przedział ufności pokrywa nieznaną, rzeczywistą wartość parametru

1.3.12**ryzyko dostawcy (ryzyko producenta)**

prawdopodobieństwo przyjęcia partii obiektów charakteryzującej się kwalifikującym poziomem wskaźnika niezawodności

1.3.13**ryzyko odbiorcy (ryzyko zamawiającego)**

prawdopodobieństwo przyjęcia partii obiektów charakteryzującej się dyskwalifikującym poziomem wskaźnika niezawodności

1.3.14**ucięcie badań sekwencyjnych**

przerwanie badań sekwencyjnych po osiągnięciu określonego czasu badania (lub ustalonej liczby uszkodzeń) w celu podjęcia decyzji o zgodności lub niezgodności obiektu z ustalonymi wymaganiami niezawodności przy zachowaniu ustalonego ryzyka dostawcy i odbiorcy

1.3.15**współczynnik przyspieszenia badań niezawodności**

współczynnik charakteryzujący skrócenie czasu badania niezawodności obiektów w porównaniu z planowanym czasem badania, eksploatacji lub czasem pracy bojowej

1.4 Symbole i formy skrócone terminów

α - ryzyko dostawcy (ryzyko producenta)

β - ryzyko odbiorcy (ryzyko zamawiającego)

ν - czas badań

γ - poziom ufności

PB - Program badań

PZN - Program Zapewnienia Niezawodności

SOT - Środki obsługi technicznej

WT - Warunki techniczne

ZCZ - Zestaw części zapasowych

ZTT - Założenia taktyczno-techniczne

ZT - Założenia techniczne

¹⁾ Analogicznie określane są badania nieuszkodzalności, trwałości, naprawialności, podatności na przechowywanie lub transport, wytrzymałości i innych właściwości obiektu, odnoszących się do jego niezawodności.

2 Metody badań

2.1 Wykaz badań

Wykaz badań według tablicy 1.

Tablica 1

Lp.	Nazwa badań	Badania wg
1	Kontrolne badania nieuszkodzalności	2.3
2	Określające badania nieuszkodzalności	2.4
3	Badania naprawialności (podatności na naprawę)	2.6
4	Badania podatności na przechowywanie i/lub transport	2.7
5	Badania trwałości	2.8

2.2 Postanowienia ogólne

2.2.1 Oceny zgodności wskaźników niezawodności urządzeń z wymaganiami, ustalonymi w ZTT, ZT i WT wykonywać na podstawie wyników badań niezawodności prototypów i urządzeń produkowanych seryjnie metodami doświadczalnymi lub analityczno-doświadczalnymi.

Metodę doświadczalną stosować w celu określania operacyjno-taktycznych kompleksowych wskaźników niezawodności i wskaźników technicznych oraz do oceny zgodności urządzeń z wymaganiami podanymi w ZTT (ZT) i WT.

Metodę analityczno-doświadczalną stosować w celu oszacowania dowolnych wskaźników niezawodności urządzeń badanych w całości lub w częściach, wtedy gdy zastosowanie metody doświadczalnej jest niemożliwe lub niecelowe.

Szacowania niezawodności metodą analityczno-doświadczalną prowadzić na podstawie znajomości analitycznych powiązań między wskaźnikami niezawodności urządzenia i jego części składowych, przy czym szacowanie wartości wskaźników niezawodności części składowych uzyskuje się na podstawie wyników badań.

2.2.2 W szczególnych przypadkach, uzasadnionych względami techniczno-ekonomicznymi, dopuszcza się wykonywanie oceny zgodności urządzeń z wymaganiami niezawodnościowymi metodami analitycznymi (obliczeniowymi) i na podstawie danych eksploatacyjnych.

2.2.3 Kryteria uszkodzeń urządzenia, wyznaczone na podstawie wymagań stawianych taktyczno-technicznym charakterystykom urządzenia, konkretne plany badań i metody oceny wyników badań, podać w PB i w WT.

2.2.4 W etapie wstępnego i technicznego projektu urządzenia do wyznaczania wskaźników niezawodności należy stosować metody analityczne (obliczeniowe). Konkretnie metody przedstawić w PZN.

2.2.5 Wyznaczania wskaźników niezawodności (nieuszkodzalności, podatności na naprawę, podatności na przechowywanie i/lub transport oraz trwałości) w etapie projektu wstępnego i technicznego wykonuje się w celu:

- oceny zasadniczych możliwości spełnienia wymagań niezawodnościowych ustalonych w ZTT (ZT);
- wyboru wariantu ideowo-konstrukcyjnego budowy urządzenia, spełniającego ustalone wymagania, w stopniu najbardziej zadowalającym;
- wykrycia "słabych ogniw" (zawodnych części składowych) urządzenia;
- opracowania przedsięwzięć realizowanych wg PZN.

2.2.6 Przy wyznaczaniu wskaźników niezawodności wykorzystywać dane o niezawodności wyrobów radioelektronicznych dostępne w danym etapie projektowania, podane w poradniku, dokumentacji technicznej opracowujących i producentów wyrobów, w sprawozdaniach o wynikach eksploatacji urządzeń, zawierających analogiczne elementy, a także dane pochodzące z badań (m. in. z badań laboratoryjnych).

2.2.7 Badania niezawodności, mające na celu wyznaczanie wskaźników niezawodności i ocenę zgodności ich wartości z wymaganiami ustalonymi w ZTT (ZT) i WT urządzenia, wykonywać w warunkach

laboratoryjnych lub w ukompletowanym obiekcie.

2.2.8 Badania niezawodności projektowanych po raz pierwszy i modernizowanych urządzeń stanowią nieodłączną część badań wstępnych i kwalifikacyjnych.

Badania niezawodności urządzeń produkowanych seryjnie wchodzi w skład badań okresowych (okresowość kontroli ustala się w WT, zgodnie z wymaganiami podanymi w NO-06-A205 i badań typu, jeśli przewiduje się takie w PB).

2.2.9 Jeśli na podstawie uzgodnienia z zamawiającym nie są wykonywane badania niezawodności specjalnie wykonanych egzemplarzy urządzeń, to wskaźniki niezawodności urządzenia oceniać na podstawie wyników badań wstępnych, kwalifikacyjnych, okresowych i zdawczo-odbiorczych. Przy tym w odpowiednim PB należy określić zasady zbierania informacji statystycznych o niezawodności urządzenia i jego poszczególnych części w różnych warunkach eksploatacyjnych, a także sposób oceny wskaźników niezawodności. Konkretną metodykę oceny wskaźników niezawodności należy uzgadniać według ustalonego trybu postępowania.

2.2.10 Dopuszcza się ocenę zgodności wskaźników niezawodności urządzeń o wysokim stopniu niezawodności, produkowanych jednostkowo lub w małych seriach, za pomocą metodyki, zatwierdzonej według ustalonego trybu postępowania (między innymi, z wykorzystaniem danych eksploatacyjnych).

2.2.11 Dopuszcza się wykonywanie badań niezawodności w warunkach mieszanych: badania wykonywane w warunkach laboratoryjnych i badania urządzenia w zestawie obiektu. Przy tym ogólny czas badania pozostaje bez zmian.

2.2.12 Podczas badań należy zarejestrować: czas pracy, czas wystąpienia uszkodzenia, ogólną liczbę uszkodzeń, warunki pracy, przy których wystąpiły uszkodzenia, czas przywracania zdolności, przyczyny uszkodzeń.

2.2.13 Badania urządzenia, w zestawie obiektu, wykonywać podczas realizowania (wykonywania) przez obiekt zadań bojowych.

Charakter i okresowość zadań wykonywanych przez obiekt powinny być opisane w PB i WT. Zaleca się łączenie badań niezawodności urządzeń z badaniami obiektu, w którym mają być zamontowane te urządzenia.

W procesie badań w razie potrzeby zaleca się odtworzenia wpływów klimatycznych (podwyższoną temperaturę i wilgotność) zgodnie z postanowieniami 2.5.3 i 2.5.5.

2.2.14 Laboratoryjne badania niezawodności wykonywać w warunkach ustalonych w 2.5.

2.2.15 Badaniom niezawodności poddawane są urządzenia, które uprzednio były specjalnie lub technologicznie docierane (starzone), zgodnie z zaleceniami podanymi w PB i WT.

2.2.16 Urządzenia poddawane badaniom niezawodności powinny mieć taką samą postać, w jakiej będą stosowane zgodnie z przeznaczeniem.

Podczas badań należy zapewnić:

- bezwzględne przestrzeganie kolejności włączeń i wyłączeń urządzenia, ustalonej w instrukcji eksploatacyjnej;
- realizację operacji roboczych i kontrolnych, zgodnie z instrukcją eksploatacyjną i zgodnie ze specyfikacją zastosowania;
- zmiany napięcia zasilania w granicach tolerancji podanych w ZTT (ZT) lub w WT; przy tym czas pracy urządzenia w warunkach ustalonych w niniejszej normie, przy napięciach różnych od znamionowych, powinien stanowić 1/4 całego czasu badań przy podwyższonym napięciu i 1/4 czasu badań przy obniżonym napięciu;
- pomiary podstawowych parametrów zgodnie z kolejnością ustaloną w PB i WT.

2.2.17 PB powinien zawierać warunki i rodzaje pracy, które należy stosować podczas badań urządzenia, konkretną kolejność wykonywania badań, z uwzględnieniem okresowości operacji i specyfiki badanego urządzenia.

UWAGA Podczas badania urządzenia, w zestawie obiektu, a także przy zasilaniu z akumulatorów podczas badań w warunkach laboratoryjnych, udział czasu pracy urządzenia przy poszczególnych napięciach określa się faktycznymi wahaniem napięcia sieci lub zamontowanych, typowych źródeł zasilania i rozładowaniem akumulatorów.

2.2.18 Obsługi techniczne urządzenia (np. okresowe obsługi techniczne, przeglądy profilaktyczne, wymiany wyrobów kompletujących, bieżące naprawy, regulacje, strojenie itp.) podczas badań niezawodności powinny w zasadzie realizować, zgodnie z wymaganiami zawartymi w NO-06-A505 i instrukcją eksploatacyjną, brygady i załogi obsługujące, wyznaczone według ustalonego trybu postępowania, w uzgodnieniu z odbiorcą.

Liczebność brygady (załogi) nie powinna być wyższa niż ustalona dla badanego urządzenia. Do obsługi technicznej i napraw stosować aparaturę kontrolno-pomiarową stanowiącą wyposażenie obiektu oraz zestaw części zapasowych, narzędzia i wyposażenie ZCZ.

2.2.19 Ingerencję przedstawicieli opracowującego lub produkującego urządzenia w działalność brygad (załóg obsługujących) dopuszcza się tylko w celu zapobiegania występowaniu sytuacji awaryjnej lub w szczególnych przypadkach, w celu pomocy przy usuwaniu uszkodzeń.

UWAGA W przypadku wykrycia podczas badań niedociągnięć w instrukcji eksploatacyjnej opracowujący z udziałem przedstawiciela zamawiającego powinien ją uzupełnić lub poprawić.

2.2.20 Dopuszcza się, po uzgodnieniu z zamawiającym, wykorzystywanie informacji o pracy i uszkodzeniach urządzenia, uzyskanych podczas badań wstępnych.

2.2.21 Dopuszcza się ocenę zgodności urządzenia z wymaganiami dotyczącymi wskaźników niezawodności metodami przyspieszonymi, jeśli określone są:

- warunki badań przyspieszonych;
- współczynniki przyspieszenia badań lub zależność między wskaźnikami niezawodności w normalnych i forsownych warunkach.

Metodykę badań przyspieszonych do oceny wskaźników niezawodności konkretnych urządzeń opracować, uzgadniać i zatwierdzać wg ustalonego trybu postępowania.

2.2.22 Podczas badań i po ich zakończeniu analizować wyniki, wyznaczać wartości wskaźników niezawodności i oceniać zgodność urządzenia z wymaganiami podanymi w ZTT (ZT) i WT.

Uszkodzenia występujące podczas badań analizuje komisja prowadząca badania.

2.2.23 Dokonując oceny konkretnych wskaźników niezawodności, należy podzielić wszystkie zarejestrowane podczas badań uszkodzenia na: istotne (uwzględniane) i nieistotne (nieuwzględniane). Przy tym nie uwzględnia się uszkodzeń:

- zależnych;
- spowodowanych oddziaływaniem czynników środowiskowych, nieprzewidywanych w ZTT(ZT) i WT urządzenia;
- spowodowanych nieprzestrzeganiem instrukcji eksploatacyjnej przez personel obsługujący urządzenie;
- usuniętych w procesie dopracowania, jeśli efektywność wprowadzonych zmian jest oczywista lub potwierdzona podczas dalszych badań niezawodności lub podczas badań uzupełniających;
- spowodowanych stosowaniem metod prognozowania uszkodzeń w procesie obsługi technicznej;
- nie mających wpływu na oceniany wskaźnik niezawodności.

Wykaz uszkodzeń, których nie uwzględnia się przy ocenie konkretnych wskaźników niezawodności, podać w programie (metodyce) badań, po uzgodnieniu między opracowującym (producentem) i zamawiającym.

2.2.24 Badania niezawodności dzieli się na badania określające i kontrolne. Decyzję o przeprowadzeniu badań określających i kontrolnych niezawodności oraz określenie etapów, w których mają one być wykonane, należy podejmować po uzgodnieniu między opracowującym i zamawiającym i podawać w ZTT (ZT) i WT urządzenia.

2.2.25 Badania określające i kontrolne dzieli się na:

- badania nieuszkodzalności;
- badania naprawialności (podatności na naprawę);
- badania podatności na przechowywanie i/lub transport;
- badania trwałości;
- badania, dotyczące kompleksowych wskaźników niezawodności.

2.2.26 Kontrolne badania niezawodności

2.2.26.1 Kontrolne badania niezawodności, wykonywać w celu oceny zgodności wskaźników niezawodności urządzeń z wymaganiami podanymi w ZTT (ZT) lub WT.

2.2.26.2 Metodykę kontrolnych badań niezawodności urządzeń opracować na podstawie informacji zawartych w niniejszej normie i dokumentacji technicznej, przy uwzględnieniu szczególnych cech konstrukcyjnych, specyfiki funkcjonowania i warunków eksploatacji urządzeń.

Metodyka powinna zawierać:

- wykaz wskaźników niezawodności podlegających kontroli i plan badań każdego z nich;
- kwalifikujące R_0 i dyskwalifikujące R_1 wartości wskaźników niezawodności;
- ryzyko dostawcy α i ryzyko odbiorcy β ;
- metodę badań;
- wykaz parametrów, na podstawie których ocenia się stan zdatności urządzenia, okresowość ich kontroli i określenie kryterium uszkodzenia;
- warunki badań (wartości oddziaływających czynników, ich kolejność, czas działania itd.) i sposoby kontroli zdatności urządzenia;
- warunki przyjęcia urządzenia.

Metodyka może zawierać:

- granice zmian napięć zasilania, wartości parametrów wejściowych i wyjściowych oraz okresowość ich pomiarów;
- wymagania dotyczące wyposażenia badawczego i środków pomiarowych;
- okresowość i zakres prac profilaktycznych i regulaminowych;
- tryb organizowania i wykonywania napraw i innych prac.

2.2.26.3 Kwalifikującą i dyskwalifikującą wartość wskaźnika niezawodności oraz ryzyko dostawcy i odbiorcy ustala się w wyniku uzgodnień między dostawcą i odbiorcą. Zaleca się przyjmowanie kwalifikującej i dyskwalifikującej wartości wskaźnika w taki sposób, aby wymagana wartość wskaźnika niezawodności była zawarta w przedziale między nimi, a ryzyko dostawcy było równe ryzyku odbiorcy.

2.2.27 Określające badania niezawodności

2.2.27.1 Określające badania niezawodności urządzeń należy wykonać w celu wyznaczenia wartości wskaźnika niezawodności z ustaloną dokładnością i wiarygodnością.

2.2.27.2 W wyniku badań określających wykonywanych dla poszczególnych wskaźników niezawodności otrzymuje się;

- oszacowanie punktowe \tilde{R} ,
- górną R_g i/lub dolną R_d granicę przedziału ufności, odpowiadające ustalonemu poziomowi ufności $\gamma_{\tilde{R}}$, lub odchylenie standardowe $\sigma_{\tilde{R}}$ oszacowania punktowego \tilde{R} .

2.2.27.3 Wyniki określających badań niezawodności stosować do:

- oszacowania rzeczywistych wskaźników niezawodności;
- ustalenia i uściślenia wskaźników niezawodności, wprowadzonych do dokumentacji technicznej urządzenia, zgodnie z wymaganiami podanymi w NO-06-A102.

2.2.27.4 Metodykę określających badań niezawodności opracować na podstawie danych, zawartych w niniejszej normie i dokumentacji technicznej, przy uwzględnieniu specyfiki funkcjonowania, przeznaczenia, warunków eksploatacji i szczególnych cech konstrukcyjnych urządzenia.

Metodyka powinna zawierać:

- wykaz wskaźników niezawodności, podlegających oszacowaniu;
- plan badań dla każdego wskaźnika niezawodności;
- wykaz parametrów określających zdatność urządzenia, okresowość ich kontroli i określenie kryterium uszkodzenia;
- wartości i czas oddziaływania czynników, wpływających na urządzenie przy sekwencyjnym i jednoczesnym ich działaniu;
- granice zmian napięć zasilania, parametrów wejściowych i wyjściowych, okresowość ich pomiarów

- przy ustalonych napięciach, czas pracy urządzenia;
- zasady kontroli zdolności urządzenia;
- wykaz wyposażenia badawczego i aparatury kontrolnej;
- okresowość i zakres prac profilaktycznych i regulaminowych;
- zasady rejestracji i analizy uszkodzeń urządzenia;
- zasady rejestracji czasu, koniecznego do wykrycia uszkodzeń i naprawy urządzenia.

2.2.27.5 W planie badań niezawodności podać kolejność oraz dane niezbędne do wykonywania badań określających (liczba badanych obiektów, liczba uszkodzeń, oczekiwany czas badań itp.) i zasady opracowywania wyników badań.

2.2.27.6 W celu zaplanowania określających badań niezawodności w PB i WT podać:

- poziom ufności γ ;
- wartość stosunku górnej granicy przedziału ufności R_g , do dolnej granicy przedziału ufności R_d dla badanych wskaźników niezawodności lub względny błąd oszacowania δ przy danym poziomie ufności γ ;
- oczekiwane wartości wskaźników niezawodności R_{ocz} .

Górną i dolną granicę względnego błędu oszacowania przy danym poziomie ufności określać dla wskaźników niezawodności ze wzorów:

$$\delta_g = \frac{R_g - R_{ocz}}{R_{ocz}} \quad (1)$$

$$\delta_d = \frac{R_{ocz} - R_d}{R_{ocz}} \quad (2)$$

2.3 Kontrolne badania nieuszkodzalności

2.3.1 Kontrolne badania nieuszkodzalności wykonuje się w celu oceny zgodności oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami, oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia lub prawdopodobieństwa poprawnej pracy urządzenia w ustalonym czasie, z wymaganiami podanymi dla tych wskaźników w ZTT (ZT) lub WT. Badania wykonywać jedną z poniższych metod:

- sekwencyjną;
- jednostopniową, do ustalonej liczby uszkodzeń lub przez ustalony czas.

2.3.2 Plany badań, warunki pracy (obciążenia), warunki i zasady oceny wyników badań kontrolnych ustalać w PB i WT, zgodnie z postanowieniami podanymi w 2.5.

2.3.3 Przy kontrolnych badaniach nieuszkodzalności wykonywanych metodami sekwencyjnymi lub jednostopniowymi liczbę badanych obiektów określać wg wybranego planu badań.

Badania nieuszkodzalności urządzeń naprawialnych, o wykładniczym rozkładzie czasu poprawnej pracy można wykonywać na jednym obiekcie.

2.3.4 W celu zmniejszenia liczby badanych obiektów, o wykładniczym rozkładzie czasu poprawnej pracy, przy ustalonych parametrach planu kontroli, zwiększyć czas badania każdego obiektu. Czas pracy każdego obiektu nie powinien przy tym przekraczać zasobu pracy ustalonego w ZTT (ZT) lub WT.

Dla urządzeń kategorii B według NO-06-A102 przeznaczonych do długotrwałej pracy ciągłej, dopuszcza się przyjęcie sumarycznego czasu poprawnej pracy każdego obiektu, równego zasobowi pracy podanemu w ZTT (ZT) lub WT.

2.3.5 Metoda sekwencyjna

2.3.5.1 Jeśli wykonuje się badania kontrolne oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami lub oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia urządzeń, o wykładniczym rozkładzie czasu poprawnej pracy, metodą sekwencyjną, to plany badań wybrać z tablicy 1 lub tablicy 2 Załącznika A. Plany

przewidują ucięcie badań ze względu na czas badania i liczbę uszkodzeń r_{uc} przy zachowaniu określonego ryzyka odbiorcy i ryzyka dostawcy.

Parametry ucięcia określić metodę jednostopniową. Dopuszcza się stosowanie planów kontroli, opartych na innych rozkładach prawdopodobieństwa.

2.3.5.2 Przy ustalaniu symbolu planu badań uwzględniać:

- możliwość wykonania badań w ustalonych terminach;
- koszt i złożoność badań.

Dopuszcza się stosowanie planów badań o parametrach różnych od przedstawionych w tablicy A1 i tablicy A2 Załącznika A. Plany badań wyznaczać wówczas, opierając się na wzorach podanych w Załączniku A (rozdział 2).

2.3.5.3 Przy wyborze planu badań kontrolnych oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami lub oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia, wykorzystać następujące dane wyjściowe:

- kwalifikującą wartość oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami T_o , przy której prawdopodobieństwo przyjęcia urządzenia jest równe $1 - \alpha$;
- dyskwalifikującą wartość oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami T_1 , przy której prawdopodobieństwo odrzucenia urządzenia jest równe $1 - \beta$.

2.3.5.4 Z tablicy A1 lub tablicy A2 Załącznika A, przy przyjętych wartościach α , β i obliczonej wartości stosunku T_o / T_1 wybierać symbol planu kontroli i na podstawie równań tego planu określać granicę obszaru przyjęć r_1 i obszaru odrzuceń r_2 oraz wielkości b_{uc} i r_{uc} niezbędne do graficznego przedstawienia planu badań.

Wielkość b_{uc} i r_{uc} , odpowiadające danemu planowi badań, wykorzystać przy ucinaniu badań, przy czym b_{uc} jest to unormowany współczynnik badań jednostopniowych, określić wg tablicy A1 lub tablicy A2 Załącznika A.

2.3.5.5 Z równania granicy obszaru przyjęć, po podstawieniu $r_1 = 0$, wyznaczać wartość $\frac{n \times t}{T_o}$, a po

podstawieniu $\frac{n \times t}{T_o} = b_{uc}$ wyznaczać liczbę uszkodzeń r_1 . Następnie w prostokątnym układzie

współrzędnych $\left(\frac{n \times t}{T_o}, r \right)$ (rysunek 1) prowadzić prostą 1 przechodzącą przez punkty $\left(\frac{n \times t}{T_o}, 0 \right)$ i (b_{uc}, r_1) ,

których współrzędne $\frac{n \times t}{T_o}$ i r_1 zostały obliczone poprzednio.

Z równania granicy obszaru odrzuceń, po podstawieniu $\frac{n \times t}{T_o} = 0$, wyznaczać liczbę uszkodzeń r_2 , a po

podstawieniu $r = r_{uc}$ wyznaczać wartość $\frac{n \times t}{T_o}$. Przez dwa otrzymane punkty $(0, r_2)$ i $\left(\frac{n \times t}{T_o}, r_{uc} \right)$ prowadzić

prostą 2.

Przez punkt o współrzędnych $(b_{uc}, 0)$ prowadzić prostą 3, równoległą do osi r . Jest to linia ucięcia badań ze względu na sumaryczny czas badania.

Przez punkt o współrzędnych $(0, r_{uc})$ prowadzić prostą 4, równoległą do osi $\frac{n \times t}{T_o}$. Jest to linia ucięcia badań ze względu na liczbę uszkodzeń.

2.3.5.6 Dla wybranego planu badań metodą sekwencyjną średni czas poprawnej pracy urządzeń w trakcie badań wyznaczać ze wzoru

$$\tilde{t} \leq b \times \frac{T_o}{n} \quad (3)$$

w którym:

b - unormowany współczynnik określany wg tablicy A1 lub tablicy A2 Załącznika A,

2.3.5.7 Określony, na podstawie wybranego planu czas poprawnej pracy w trakcie badań, wykonanych w warunkach laboratoryjnych, przy kolejnym oddziaływaniu czynników środowiskowych (zewnętrznych) podzielić na co najmniej trzy podstawowe cykle. Po uzgodnieniu z zamawiającym wykonać podział na więcej niż trzy cykle. W każdym podstawowym cyklu badań czas poprawnej pracy urządzenia powinien stanowić 1/3 średniego czasu poprawnej pracy w trakcie badań.

W badaniach wykonywanych w warunkach mieszanych (badaniach urządzeń wykonywanych w warunkach laboratoryjnych i badaniach urządzeń w zestawie obiektu) sumaryczny czas poprawnej pracy w trakcie badań pozostaje bez zmian, lecz czas poprawnej pracy urządzenia w trakcie badań w zestawie powinien być nie mniejszy niż długość jednego cyklu.

2.3.5.8 Kolejność i ustalone wartości czynników mechanicznych i klimatycznych, oddziałujących na urządzenia w każdym cyklu badań, podano w 2.5.

2.3.5.9 Zgodność urządzeń z ustalonymi wymaganiami dotyczącymi oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami i do uszkodzenia oceniać po zakończeniu każdego cyklu badań.

2.3.5.9.1 Na podstawie wyników każdego cyklu badań urządzeń określać realizację procesu uszkodzeń, które przedstawia się graficznie za pomocą krzywej schodkowej.

Suma długości odcinków równoległych do osi odciętych jest równa stosunkowi sumarycznego czasu poprawnej pracy badanych urządzeń t_x w pierwszym, drugim i trzecim cyklu badań do wielkości T_0 . Suma długości odcinków równoległych do osi rzędnych jest równa liczbie uszkodzeń w chwili zakończenia pierwszego, drugiego i/lub trzeciego cyklu badań.

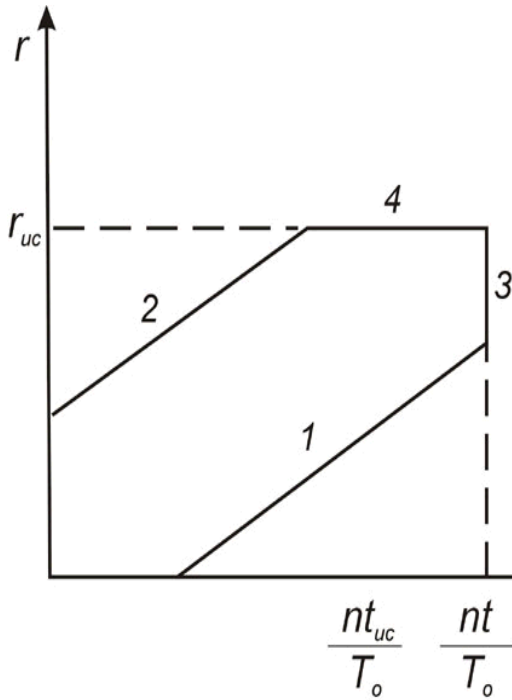
W przypadku nie wystąpienia uszkodzeń badanych urządzeń, krzywa realizacji procesu uszkodzeń jest półprostą o początku w zerze, pokrywająca się z dodatnią częścią osi odciętych (rysunek 1).

2.3.5.9.2 Uznaje się, że urządzenia spełniają wymagania ustanowione w ZTT (ZT) i WT, jeżeli krzywa realizacji procesu uszkodzeń po zakończeniu cyklu osiągnie lub nie przekroczy prostej 1. Wówczas przerwać badanie.

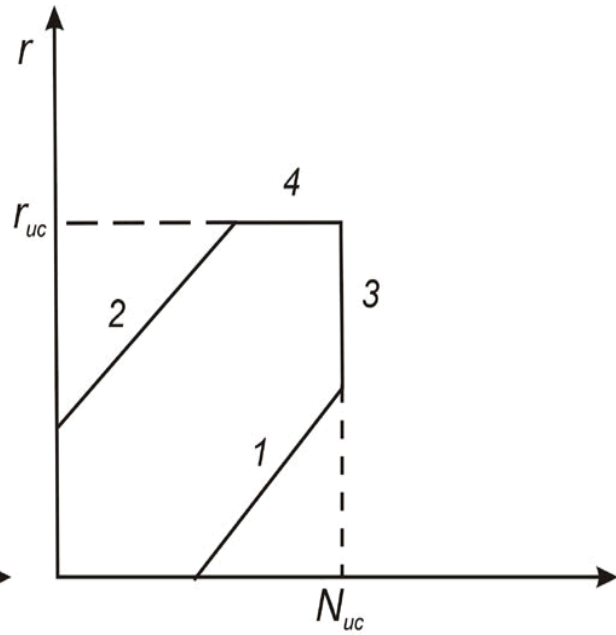
2.3.5.9.3 W uciętych badaniach sekwencyjnych uznać, że urządzenia spełniają wymagania ustalone w ZTT (ZT) i WT, odnośnie do oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami, jeżeli liczba uszkodzeń urządzeń spełnia nierówność $r < r_{uc}$ przy sumarycznym czasie poprawnej pracy w trakcie badań

$$\frac{n \times t}{T_0} \geq \frac{n \times t_{uc}}{T_0} \quad (4)$$

tzn. krzywa realizacji procesu uszkodzeń osiągnie prostą 3 (rysunek 1). Wówczas przerwać badanie.



Rysunek 1



Rysunek 2

2.3.5.9.4 Uznać, że urządzenia nie spełniają wymagań ustalonych w ZTT (ZT) i WT, odnośnie do oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami, jeżeli krzywa realizacji procesu uszkodzeń osiągnie prostą 2 (rysunek 1), przy

$$\frac{n \times t}{T_0} \leq \frac{n \times t_{uc}}{T_0} \quad (5)$$

wówczas przerwać badanie.

2.3.5.9.5 W uciętych badaniach sekwencyjnych uznaje się że urządzenia nie spełniają wymagań ustalonych w ZTT (ZT) i WT, odnośnie do oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami, jeżeli krzywa realizacji procesu uszkodzeń osiągnie prostą 4 (rysunek 1), przy czym

$$\tau = \tau_{uc} \text{ i } \frac{n \times t}{T_0} < \frac{n \times t_{uc}}{T_0} \quad (6)$$

Wówczas przerwać badanie.

2.3.5.11 Plany badań, wykonywanych w celu kontroli prawdopodobieństwa poprawnej pracy urządzeń kategorii A, B, C według NO-06-A102, wybierać z tablicy A3 lub tablicy A4 Załącznika A.

Plany przewidują procedury badań uciętych ze względu na liczbę cykli badawczych N_{uc} o długości $\frac{t_c}{n}$ każdy

i ze względu na liczbę uszkodzeń τ_{uc} przy zachowaniu ryzyka dostawcy i odbiorcy.

Parametry ucięcia określać metodą jednostopniową.

Symbol planu badań ustala się zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.3.5.2.

2.3.5.11 Przy planowaniu kontrolnych badań prawdopodobieństwa poprawnej pracy określać następujące dane wyjściowe:

- kwalifikującą wartość prawdopodobieństwa uszkodzenia q_0 , przy której prawdopodobieństwo uznania urządzenia za zgodne z wymaganiami jest równe $1 - \alpha$,
- dyskwalifikującą wartość prawdopodobieństwa uszkodzenia q_1 , przy której prawdopodobieństwo uznania urządzenia za niezgodne z wymaganiami jest równe $1 - \beta$.

2.3.5.12 Z tablicy A3 lub tablicy A4 Załącznika A przy przyjętych wartościach α , β , i na podstawie wyliczonej wartości stosunku $\frac{q_1}{q_0}$ dla ustalonej wartości q_0 , wybierać symbol planu badań. Na podstawie równań tego planu określić granicę obszaru przyjęć r_1 i obszaru odrzuceń r_2 oraz wielkości r_{uc} i N_{uc} niezbędne do graficznego przedstawienia planu badań.

Wartości r_{uc} i N_{uc} odpowiadające wybranemu planowi badań, wykorzystywać przy ucinaniu badań i przy określaniu granic przyjęcia i odrzucenia.

2.3.5.13 Z równania granicy obszaru przyjęć, po podstawieniu $r_1 = 0$, wyznaczyć wartość N , a po podstawieniu $N = N_{uc}$ wyznaczyć liczbę uszkodzeń r_1 . Następnie w prostokątnym układzie współrzędnych (N , r) (rysunek 2) prowadzić prostą 1 przechodzącą przez punkty ($N, 0$) i (N_{uc}), których współrzędne N i r_1 zostały obliczone poprzednio.

Z równania granicy obszaru odrzuceń, po podstawieniu $N = 0$, wyznaczyć liczbę uszkodzeń r_2 , a po podstawieniu $r = r_{uc}$ wyznaczyć wartość N . Przez dwa otrzymane punkty ($0, r_2$) i (N, r_{uc}) prowadzić prostą 2.

Przez punkt o współrzędnych ($N_{uc}, 0$) prowadzić prostą 3, równoległą do osi r . Jest to linia ucięcia badań ze względu na liczbę cykli badawczych N , o długości $\frac{t_r}{n}$ każdy.

Przez punkt o współrzędnych ($0, r_{uc}$) prowadzić prostą 4, równoległą do osi N . Jest to linia ucięcia badań ze względu na liczbę uszkodzeń.

2.3.5.14 Zgodnie z wybranym z tablicy A3 lub tablicy A4 Załącznika A wariantem planu badań, w celu podjęcia określonej decyzji o nieuszkodzalności urządzenia, na n egzemplarzach wykonywać N cykli badawczych (doświadczeń) o długości $\frac{t_r}{n}$ każdy. Liczbę uszkodzeń r , które wystąpiły w całym okresie badań, określać dla celów podjęcia powyższej decyzji, liczba cykli, w czasie których zaobserwowano uszkodzenia.

Okres badania uważa się za zakończony po upływie czasu $\frac{t_r}{n}$ lub w chwili wystąpienia uszkodzenia, nawet jeżeli wystąpiło ono na początku cyklu.

Średni czas poprawnej pracy urządzeń w trakcie badań określać ze wzoru:

$$\tilde{t} \leq \frac{N \times t_r}{n} \quad (7)$$

w którym:

N - liczba cykli badawczych (doświadczeń) o długości $\frac{t_r}{n}$ każdy, określona na podstawie tablicy A3 lub

tablicy A4 Załącznika A,

t_c - czas pracy ciągłej ustalony w ZTT (ZT) lub WT,

n - liczba badanych urządzeń.

Jeżeli do oceny prawdopodobieństwa poprawnej pracy przeznacza się $n = N$ urządzeń, to badania nieuszkodzalności należy wykonywać metodą jednostopniową.

Określony średni czas poprawnej pracy urządzeń w trakcie badań dzieli się na cykle zgodnie z 2.3.5.8,

warunki badań wybiera się zgodnie z 2.3.5.9.

2.3.5.15 Zgodność urządzenia z ustalonymi wymaganiami dotyczącymi prawdopodobieństwa poprawnej pracy ocenić po zakończeniu każdego cyklu badań.

2.3.5.15.1 Na podstawie wyników każdego cyklu badań urządzeń określić realizację procesu uszkodzeń, która przedstawia się graficznie za pomocą krzywej schodkowej. Suma długości jej odcinków równoległych do osi N jest równa liczbie przedziałów pracy urządzenia. Suma długości odcinków równoległych do osi τ jest równa liczbie uszkodzeń urządzeń do chwili zakończenia pierwszego, drugiego i trzeciego cyklu badań.

2.3.5.15.2 Uznaje się, że urządzenia spełniają wymagania, ustalone w ZTT (ZT) i WT, jeżeli w badaniach n urządzeń przez N cykli krzywa realizacji procesu uszkodzeń po zakończeniu cyklu osiągnie lub nie przekroczy prostej 1 (rysunek 2). Wówczas przerwać badanie.

2.3.5.15.3 W uciętych badaniach sekwencyjnych uznać, że urządzenia spełniają wymagania, ustalone w ZTT (ZT) i WT, odnośnie do prawdopodobieństwa poprawnej pracy, jeżeli liczba uszkodzeń urządzeń spełnia nierówność $r < r_{uc}$ w czasie badań odpowiadającym $N \geq N_{uc}$, tzn. krzywa realizacji procesu uszkodzeń osiąga prostą 3 (rysunek 2). Należy wówczas przerwać badanie.

2.3.5.15.4 Uznać, że urządzenia nie spełniają wymagań ustalonych w ZTT (ZT) i WT, jeżeli w badaniach n urządzeń przez N cykli krzywa realizacji procesu uszkodzeń osiąga prostą 2 (rysunek 2). Wówczas przerwać badanie.

2.3.5.15.5 W uciętych badaniach sekwencyjnych uznać, że urządzenia nie spełniają wymagań ustalonych w ZTT (ZT) i WT odnośnie do prawdopodobieństwa poprawnej pracy, jeżeli krzywa realizacji procesu uszkodzeń osiąga prostą 4 (rysunek 2), tzn. jeżeli $r = r_{uc}$ i $N = N_{uc}$. Wówczas przerwać badanie.

2.3.6. Metoda badań jednostopniowych wykonywanych do ustalonej liczby uszkodzeń

2.3.6.1 Planowanie i ocenę wyników badań kontrolnych, wykonywanych metodą jednostopniową, prowadzić, opierając się na jednym ze wskaźników nieuszkodzalności ustalonych w ZTT (ZT) lub WT: oczekiwany czas poprawnej pracy między uszkodzeniami, oczekiwany czas poprawnej pracy do uszkodzenia i prawdopodobieństwo poprawnej pracy.

2.3.6.2 W badaniach kontrolnych, wykonywanych metodą jednostopniową, do ustalonej liczby uszkodzeń, w celu kontroli oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia, przy wykładniczym rozkładzie czasu poprawnej pracy, stosować plany badań podane w tablicy A5 Załącznika A. Przy wykonywaniu badań metodą jednostopniową dopuszcza się wyznaczanie planów badań ze wzorów (15) i (16) Załącznika A.

2.3.6.3 Kontrolne badania prawdopodobieństwa poprawnej pracy urządzeń, w przypadku wykładniczego rozkładu czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami (do uszkodzenia), dopuszcza się wykonać według planów badań kontroli oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia.

Po uzgodnieniu z odbiorcą dopuszcza się planowanie i ocenę wyników badań kontrolnych, opierając się na metodach opracowanych zgodnie z wymaganiami, podanymi w 2.2.26.2 i zatwierdzonymi według ustalonego trybu postępowania.

2.3.6.4 Przy wyborze planu kontrolnych badań oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami i oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia wykorzystać dane wyjściowe podane w 2.3.5.3.

2.3.6.5 Symbol planu badań, odpowiadającą mu liczbę uszkodzeń r_{gr} i kwalifikującą stałą z , określać zgodnie z wymaganiami, podanymi w tablicy A6 Załącznika A, przy ustalonych wartościach α , β i obliczonej wartości stosunku $\frac{T_0}{T_1}$.

2.3.6.6 W badaniach nieuszkodzalności, wykonywanych metodą jednostopniową do ustalonej liczby uszkodzeń, z naprawą urządzeń (przywracaniem stanu zdatności), licznosc próbek ustalać zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.3.3.

Jeżeli w czasie badań nieuszkodzalności urządzenia nie podlegają naprawie, to liczba badanych urządzeń

nie powinna być mniejsza niż graniczna liczba uszkodzeń, tzn. $n \geq \tau_{gr}$.

2.3.6.7 Dla wybranego planu badania niezawodności z zamianą uszkodzonych urządzeń, wartość oczekiwana czasu badania $E(t)$ wyznaczać ze wzoru:

$$E(t) = T_r \times_r \frac{r_{gr}}{n} \quad (8)$$

w którym:

T_r - ustalona w ZTT (ZT) lub WT, wartość oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami (oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia).

W badaniach niezawodności wykonywanych bez zamiany uszkodzonych urządzeń, wartość oczekiwaną czasu badania $E(t)$ wyznaczyć ze wzoru:

$$E(t) = T_r \times \sum_{k=1}^{r_{gr}} \frac{1}{n - k + 1} \quad (9)$$

2.3.6.8 Badania kontrolne urządzeń metodą jednostopniową, do ustalonej liczby uszkodzeń w warunkach laboratoryjnych, wykonywać w warunkach ustalonych zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.5.

2.3.6.9 W badaniach niezawodności, wykonywanych do ustalonej liczby uszkodzeń, bez naprawy uszkodzonych urządzeń, sumaryczny czas poprawnej pracy t_Σ wyznaczać ze wzoru

$$t_\Sigma = (n - r_{gr}) \times t_B + \sum_{j=1}^{r_{gr}} t_j \quad (10)$$

w którym:

t_j - czas pracy j-tego spośród r_{gr} uszkodzonych urządzeń obliczany od chwili rozpoczęcia badań,
 t_B - czas badania.

2.3.6.10 W badaniach niezawodności, wykonywanych do ustalonej liczby uszkodzeń z naprawą uszkodzonych urządzeń, sumaryczny czas poprawnej pracy t_Σ wyznaczać ze wzoru:

$$t_\Sigma = \sum_{i=1}^n t_i \quad (11)$$

w którym:

t_i - sumaryczny czas poprawnej pracy i-tego urządzenia w czasie badań.

Czasu zamiany lub naprawy uszkodzonego urządzenia nie wlicza się do sumarycznego czasu pracy.

2.3.6.11 Względną wartość $\frac{\hat{T}}{T_0}$, doświadczalnego oszacowania oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami \hat{T} (oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia) wyznaczać ze wzoru:

$$\frac{\hat{T}}{T_0} = \frac{t_\Sigma}{r_{gr} \times T_0} \quad (12)$$

2.3.6.12 Uznać, że urządzenie spełnia podane w ZTT (ZT) i WT jeżeli

$$\frac{\hat{T}}{T_0} \geq z \quad (13)$$

w którym:

z - stała kwalifikująca, określona dla wybranego planu kontroli.

2.3.6.13 Uznać, że urządzenie nie spełnia wymagań podanych w ZTT (ZT) i WT, jeżeli $\frac{\hat{T}}{T_0} < z$.

2.3.7 Metoda badań jednostopniowych, wykonywanych przez ustalony czas

2.3.7.1 Planowanie i ocenę wyników badań, wykonywanych metodą jednostopniową przez ustalony czas, prowadzi się względu na prawdopodobieństwo poprawnej pracy, oczekiwany czas poprawnej pracy między uszkodzeniami lub oczekiwany czas poprawnej pracy do uszkodzenia.

2.3.7.2 W badaniach kontrolnych, wykonywanych metodą jednostopniową przez ustalony czas, przy wykładniczym rozkładzie czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami (do uszkodzenia), w celu kontroli oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia i między uszkodzeniami, stosować plany, których parametry obliczyć wg wzorów, podanych w Załączniku A.

2.3.7.3 W przypadku nieznanego lub wykładniczego rozkładu czasu poprawnej pracy, plany kontrolnych badań prawdopodobieństwa poprawnej pracy urządzeń kategorii A, B, C, D według NO-06-A102 dwóch poziomów nieuszkodzalności, wybierać spośród planów podanych w tablicy A6 Załącznika A na podstawie danych wyjściowych podanych w 2.3.5.11. Po uzgodnieniu z zamawiającym, dopuszcza się stosowanie innych planów badań. Parametry planu badań można wyznaczyć ze wzorów od (23) do (25) Załącznika A.

2.3.7.4 Liczbę badanych urządzeń nienaprawialnych n i liczbę okresów badań urządzeń naprawialnych N określić na podstawie danych, zawartych w tablicy A7 Załącznika A, w zależności od ustalonej wartości q_0 , obliczonej wartości stosunku $\frac{q_1}{q_0}$, ryzyka odbiorcy β , ryzyka dostawcy α i wybranej liczby kwalifikującej C .

Liczbę badanych urządzeń naprawialnych wyznaczyć ze wzoru:

$$n = \frac{N \times t_c}{t_{gr}} \quad (14)$$

2.3.7.5 Dla urządzeń nienaprawialnych o wykładniczym lub nieznanym rozkładzie czasu poprawnej pracy przyjmując czas badania t_{gr} równy czasowi pracy ciągłej t_c ustalonemu w ZTT (ZT) lub WT.

Dla urządzeń naprawialnych, o wykładniczym rozkładzie czasu poprawnej pracy, czas badania t_{gr} może być równy lub większy niż t_c .

2.3.7.6 Badania kontrolne urządzeń metodą jednostopniową, przez ustalony czas w warunkach laboratoryjnych wykonywać bez dzielenia badań na cykle, w warunkach ustalonych zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.5.

2.3.7.7 Zgodność urządzeń z ustalonymi wymaganiami dotyczącymi prawdopodobieństwa poprawnej pracy oceniać w następujący sposób:

- urządzenie uznać za zgodne z wymaganiami dotyczącymi prawdopodobieństwa poprawnej pracy, podanymi w ZTT (ZT) i WT: jeżeli w czasie $t_B = t_{gr}$, liczba uszkodzeń lub liczba uszkodzonych urządzeń $r \leq C$, gdzie C -liczba kwalifikująca,
- urządzenie uznać za niezgodne z wymaganiami dotyczącymi prawdopodobieństwa poprawnej pracy, podanymi w ZTT (ZT) i WT, jeżeli w czasie pracy $t_{B\leq} \leq t_{gr}$ liczba uszkodzeń lub liczba uszkodzonych urządzeń $r > C$.

2.4. Określające badania nieuszkodzalności

2.4.1 Określające badania nieuszkodzalności wykonywać w celu wyznaczenia oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami, oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia i prawdopodobieństwa poprawnej pracy.

2.4.2 Określające badanie nieuszkodzalności wykonywać metodą jednostopniową do ustalonej liczby uszkodzeń lub przez ustalony czas.

2.4.3 Parametrami wyjściowymi planów badań określających są;

- poziom ufności γ ;
- stosunek $\frac{R_g}{R_d}$ górnej i dolnej granicy przedziału ufności, ocenianego wskaźnika niezawodności R (R – oczekiwany czas poprawnej pracy między uszkodzeniami, oczekiwany czas poprawnej pracy do uszkodzenia lub prawdopodobieństwo uszkodzenia) lub jeden ze względnych błędów oszacowania przy danym poziomie ufności, podanych w 2.2.27.6 i oczekiwana wartość R_{ocz} wskaźnika niezawodności.

2.4.4 Badania określające laboratoryjne, wykonywać w warunkach ustalonych zgodnie z danymi, podanymi w 2.5, w zależności od grupy urządzeń.

2.4.5 Przy planowaniu badań określających wartości parametrów plany badań ustalić w PB i WT w wyniku porozumienia pomiędzy zamawiającym i opracowującym urządzenie.

2.4.6 Dla urządzeń o wykładniczym rozkładzie czasu poprawnej pracy, plany badań określających, wykonywanych metodą jednostopniową, do ustalonej liczby uszkodzeń ustalać w PB i WT. Wybierać spośród planów podanych w Załączniku B:

- z tablicy B1 - dla ustalonego stosunku $\frac{R_g}{R_d}$;
- z tablicy B2 - dla ustalonego δ - względnego błędu oszacowania przy danym poziomie ufności γ .

Na podstawie tablicy B1 lub tablicy B2 Załącznika B wybrać plany badań, służące do oszacowania oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami lub oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia urządzenia.

2.4.6.1 Badania określające, mające na celu oszacowanie prawdopodobieństwa poprawnej pracy urządzenia o wykładniczym rozkładzie czasu poprawnej pracy, wykonać wg planów wybranych z tablicy B1 lub B2 Załącznika B.

2.4.6.2 Po uzgodnieniu z zamawiającym dopuszcza się wykonywanie badań wg planów o innych parametrach.

2.4.6.3 Liczba n urządzeń nienaprawialnych, poddawanych badaniom nie powinna być mniejsza niż liczba uszkodzeń r określona wg tablicy B1 i tablicy B2 Załącznika B, tzn. $n \geq r$.

2.4.6.4 Liczbę n urządzeń naprawialnych, poddawanych badaniom wybierać zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.3.3.

2.4.7 W badaniach określających, wykonywanych według planów z ustalonym czasem badania, wartość tego czasu powinna być tak duża, jak jest to tylko możliwe.

Planowanie badań, mające na celu zapewnienie ustalonego stosunku $\frac{R_g}{R_d}$ lub ustalonego względnego błędu oszacowania δ przy danym poziomie ufności γ , prowadzić zgodnie z danymi, podanymi w Załącznika B (rozdział 2).

Przy tym, wychodząc z oczekiwanych lub ustalonych w ZTT (ZT) wartości wskaźników niezawodności, określać przedział ufności, który może być wyznaczony po zakończeniu badań w czasie t_{gr} . Czas t_{gr} uważa

się za wystarczający, jeżeli w danych badaniach można przyjąć ustaloną wartość stosunku $\frac{R_g}{R_d}$.

2.4.8 Na podstawie wyników badań określających wyznaczyć oszacowania punktowe i granice przedziałów ufności wskaźników niezawodności, zgodnie z danymi podanymi w Załącznika B (rozdział 3).

2.4.9 Badania określające urządzeń o rozkładzie czasu poprawnej pracy innym niż wykładniczy wykonywać wg metodyk opracowanych zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.2.27.4 i zatwierdzonych wg ustalonego trybu postępowania.

2.5 Warunki badań nieuszkodzalności

2.5.1 Kontrolne i określające badania nieuszkodzalności urządzeń wykonywać przy jednoczesnym i/lub kolejnym oddziaływaniu czynników mechanicznych i klimatycznych w każdym cyklu badań. Zaleca się wykonywanie badań przy jednoczesnym (kompleksowym) oddziaływaniu czynników mechanicznych i klimatycznych.

Zestaw badań, kolejność (przy badaniach z następującymi po sobie oddziaływaniach czynników) i czas oddziaływania na urządzenie każdego z czynników podano w tablicy 2.






Charakterystyki czynników oddziaływających i metodykę badań podano w od 2.5.2 do 2.5.7.

Przy jednoczesnym (kompleksowym) oddziaływaniu czynników, zestaw badań, charakterystyki oddziaływających czynników, czas oddziaływania oraz normy i metodyki badań podaje się w ramach i WT dla urządzeń konkretnej grupy.




Dopuszcza się wykonywanie badań w warunkach forsujących. Forsujące warunki badań należy ustalać w uzgodnieniu z zamawiającym. Metodyka wyboru warunków forsujących i metodyka określania współczynnika przyspieszenia podano jest w Załączniku C.

2.5.1.1 Po uzgodnieniu z zamawiającym dopuszcza się wykonanie badań nieuszkodzalności w warunkach innych niż podane w tablicy 2, ustalanych (wybieranych) zgodnie z metodykami zatwierdzonymi wg ustalonego trybu postępowania z uwzględnieniem rzeczywistych warunków eksploatacji urządzeń w zestawie obiektu.

Tablica 2

Grupa urządzeń wg NO-06-A206	Zestaw i kolejność badań (graficzne przedstawienie warunków badań wykonywanych w jednym cyklu	Czas poprawnej pracy urządzeń przy oddziaływaniu czynników mechanicznych i klimatycznych w jednym cyklu, [h].						
		Narażenia (obciążenia) udarowe przy prędkości 120 uderów na minutę	Narażenia (obciążenia) wibracyjne	Zwiększona wilgotność	Obniżona temperatura	Podwyższona temperatura	Cykliczne oddziaływanie temperatury	Normalne warunki klimatyczne
N.1 – N.5 (pomieszczeni e ogrzewane)		-	-	-	-	$0,5 \tilde{t}^*$	-	$0,5 \tilde{t}^*$
N.1 – N.5 R.4 – R.6 T.1 – T.7			10 6 2	$0,25 \tilde{t}^*$	1	$0,25 \tilde{t}^*$		$0,5 \tilde{t}^* -1$
N.6 N.14 M.1.3 – M.1,4			$0,5 \tilde{t}^* -11$ $0,5 \tilde{t}^* -7$ $0,5 \tilde{t}^* -3$					
N.7 – N.13 M.2.2 – M.2.3		0,5 0,033	$0,5 \tilde{t}^* -11,5$ $0,5 \tilde{t}^* -3$					
S.1 – S.6		0,3	9	$0,25 \tilde{t}^*$	-	-	$0,25 \tilde{t}^*$	$0,5 \tilde{t}^* - 9,3$

Tablica 2 (ciąg dalszy)

Grupa urządzeń wg NO-06-A206	Zestaw i kolejność badań (graficzne przedstawienie warunków badań wykonywanych w jednym cyklu)	Czas poprawnej pracy urządzeń przy oddziaływaniu czynników mechanicznych i klimatycznych w jednym cyklu, [h].						
		Narażenia (obciążenia) udarowe przy prędkości 120 uderów na minutę	Narażenia (obciążenia) wibracyjne	Zwiększona wilgotność	Obniżona temperatura	Podwyższona temperatura	Cykliczne oddziaływanie temperatury	Normalne warunki klimatyczne
R.1.1 – R.1.3 R.2.1 – R.2.3 R.3.1 – R.3.3		–	7 10 15	0,25 \tilde{t}^*	–	–	0,25 \tilde{t}^*	0,5 \tilde{t}^* –7 0,5 \tilde{t}^* –10 0,5 \tilde{t}^* –15
M.2.1; M.3 M.4.2 – M.5.2		0,033	2	0,25 \tilde{t}^*	–	0,25 \tilde{t}^*	–	0,5 \tilde{t}^* –2
M.1.1 – M.1.2 M.1.1; M.5.1. M.6		–						

UWAGA 1 W tablicy przyjęto następujące oznaczenia umowne:

\tilde{t}^* - czas poprawnej pracy urządzenia w trakcie jednego cyklu badań, podany w godzinach,

t_{ob} - czas oddziaływania narażeń udarowych i wibracyjnych podany w NO-06-507,



- narażenia udarowe,



- narażenia wibracyjne,



- zwiększona wilgotność,



- normalne warunki klimatyczne,



- podwyższona temperatura,



- podwyższona temperatura przy obniżonym ciśnieniu,



- obniżona temperatura,

2 Urządzenia nie są poddawane oddziaływaniu narażeń udarowych i wibracyjnych, jeżeli była badana ich wytrzymałość na wibracje i udary wg NO-06-A107. Powstałe przy tym uszkodzenia i czas poprawnej pracy urządzeń powinny być uwzględnione przy określaniu wskaźników nieuszkodzalności.

3 Jeżeli czas poprawnej pracy urządzeń w warunkach zwiększonej wilgotności, uzyskany zgodnie z 2.5.1.4 jest mniejszy niż 0,25 \tilde{t}^* , to czas poprawnej pracy urządzeń w trakcie badań dzieli się na więcej niż trzy cykle. W takim przypadku urządzenia poddawane są obciążeniom udarowym i wibracyjnym tylko przez pierwsze trzy cykle.

2.5.1.2 W badaniach wykonywanych przy jednoczesnym oddziaływaniu czynników mechanicznych i klimatycznych narażenia udarowe i wibracyjne łączyć z oddziaływaniem podwyższonych i obniżonych temperatur. Czas oddziaływania każdego czynnika i zasady ich łączenia podaje się w PB i WT.

2.5.1.3 Urządzenia hermetyczne nie są poddawane oddziaływaniu zwiększonej wilgotności.

2.5.1.4 W warunkach zwiększonej wilgotności urządzenia powinny przepracować od 8h do 10 h na dobę. Maksymalny czas oddziaływania zwiększonej wilgotności nie powinien w podstawowym cyklu badań przekraczać:

- dla urządzeń w wykonaniu U5 od 0 do 10 d.
- dla urządzeń w wykonaniu U7 oraz w innym wykonaniu - 5 d.

2.5.2 Oddziaływanie narażeń wibracyjnych i udarowych

2.5.2.1 Oddziaływanie narażeń wibracyjnych i udarowych na urządzenia, umieszczone na odpowiednich stanowiskach badawczych, realizować zgodnie z wymaganiami podanymi w NO-06-A103.

2.5.3 Oddziaływanie zwiększonej wilgotności

2.5.3.1 Urządzenia umieszcza się w komorze wilgotności.

Temperaturę w komorze podwyższyć (do 35 ± 2)° C. Po 2h od uzyskania wymaganej temperatury zwiększyć wilgotność względną powietrza do $(95 \pm 3)\%$ i warunki te utrzymywać w komorze przez cały czas badania.

Codziennie urządzenie włączać do pracy na od 8 h do 10 h na dobę. Pozostały czas urządzenie powinno pozostać w komorze wyłączone.

UWAGA - Jeżeli zgodnie z instrukcją eksploatacji urządzenie nie może pracować w sposób ciągły od 8 h do 10 h, to warunki pracy urządzenia podaje się w PB i WT.

2.5.4 Oddziaływania obniżonej temperatury

2.5.4.1 Urządzenie umieścić w komorze niskich temperatur. Temperaturę w komorze obniżać do wartości o 10 °C wyższej niż obniżona temperatura pracy, podaną w NO-06-A103 dla danej grupy urządzeń. W tej temperaturze przetrzymać wyłączone urządzenie od 2 h do 6 h, po czym włączyć na 1 h. Po włączeniu urządzenia temperaturę w komorze podwyższyć do normalnej wartości i utrzymać ją przez 2h. Następnie urządzenie wyłączyć i wyjąć z komory, jeżeli badanie w podwyższonej temperaturze wykonuje się w innej komorze.

2.5.5 Oddziaływanie podwyższonej temperatury

2.5.5.1 Urządzenie umieścić w komorze wysokich temperatur i włączyć je. Temperaturę w komorze podwyższyć do wartości o 10 °C niższej niż podwyższona temperatura pracy, podana w NO-06-A103 dla danej grupy urządzeń.

W tej temperaturze włączone urządzenie przetrzymać w komorze przez czas równy np. 25 % (jeżeli urządzenie poddawane jest oddziaływaniu zwiększonej wilgotności) lub 50 % (jeżeli urządzenie nie jest poddawane oddziaływaniu zwiększonej wilgotności) czasu podstawowego cyklu badań. Następnie urządzenie wyłączyć i wyjąć z komory.

2.5.6 Cykliczne oddziaływanie temperatur

2.5.6.1 Urządzenie poddać 5 cyklom oddziaływania temperatur. Każdy cykl jest realizowany w następujący sposób:

- urządzenie umieścić w komorze niskich temperatur, w której temperatura została wcześniej doprowadzona do wartości o 10 °C wyższej niż obniżona temperatura pracy podana w NO-06-A206 i przetrzymać je niepracujące od 1h do 2 h oraz pracujące przez 1 h.
- urządzenie umieścić w termobarokomorze, w której temperatura została wcześniej doprowadzona do wartości o 10 °C niższej niż podwyższona temperatura pracy podana w NO-06-A206. Ciśnienie w komorze obniża się do wartości ciśnienia roboczego podanej w

NO-06-A103.

- w tych warunkach włączone urządzenie znajduje się w komorze przez czas równy np. 5% (jeżeli urządzenie poddawane jest oddziaływaniu podwyższonej wilgotności) lub 10% (jeżeli urządzenie nie jest poddawane oddziaływaniu wilgoci) czasu poprawnej pracy urządzenia w podstawowym cyklu.
- dopuszcza się badania oddziaływania cyklicznych zmian temperatury w jednej komorze.

UWAGA W czasie gdy urządzenie znajduje się w warunkach podwyższonej temperatury i obniżonego ciśnienia atmosferycznego, dopuszcza się obniżenie temperatury powietrza w komorze, które jest następstwem naturalnego spadku temperatury, spowodowanego obniżeniem ciśnienia.

2.5.7 Czas pracy w normalnych warunkach klimatycznych

2.5.7.1 Urządzenie włączyć w normalnych warunkach pomieszczenia laboratoryjnego.

W protokole badań rejestrować wartości temperatury i względnej wilgotności powietrza w pomieszczeniu. Badania wykonywać przez czas będący uzupełnieniem czasu pracy urządzenia w jednym cyklu.

2.5.8 Badania urządzeń kategorii C wg NO-06-A103

2.5.8.1 Badania urządzeń kategorii C wg NO-06-A103, niezależnie od metody szacowania wskaźników nieuszkodzalności, wykonuje się dwuetapowo:

- pierwszy etap - urządzenie znajduje się w stanie gotowości bojowej na nosicielu przez czas t_c przed wykonaniem zadania bojowego;
- drugi etap - urządzenie wykonuje zadanie bojowe w czasie t_c .

UWAGA Urządzenia kategorii C wg NO-06-A103 ocenia się oddzielnie po każdym etapie.

2.5.8.2 Czas pracy (ilość pracy) urządzenia, w czasie badań w każdym etapie, nie powinien przekraczać odpowiedniego, ustalonego zasobu pracy urządzenia.

2.5.8.3 Badania w pierwszym etapie wykonywać zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.5.1 do 2.5.7, w warunkach podanych w tablicy 2 dla odpowiednich grup urządzeń.

Czas pracy każdego urządzenia, w ustalonych warunkach, w czasie jednego cyklu określać wg wybranego planu kontroli ze wzoru:

$$\frac{N \times t_c}{v \times n} \quad (15)$$

w którym:

N - liczba cykli pracy urządzenia o długości t_c każdy;

v - liczba cykli badań;

n - liczba obiektów poddawanych badaniom.

Jeżeli w celu oszacowania prawdopodobieństwa poprawnej pracy badaniom poddaje się $n = N$ obiektów, to badanie nieuszkodzalności należy prowadzić metodą jednostopniową.

2.5.8.4 Badania w drugim etapie wykonać na urządzeniach pracujących, znajdujących się pod wpływem oddziaływania narażeń wibracyjnych, podwyższonej temperatury i obniżonego ciśnienia atmosferycznego.

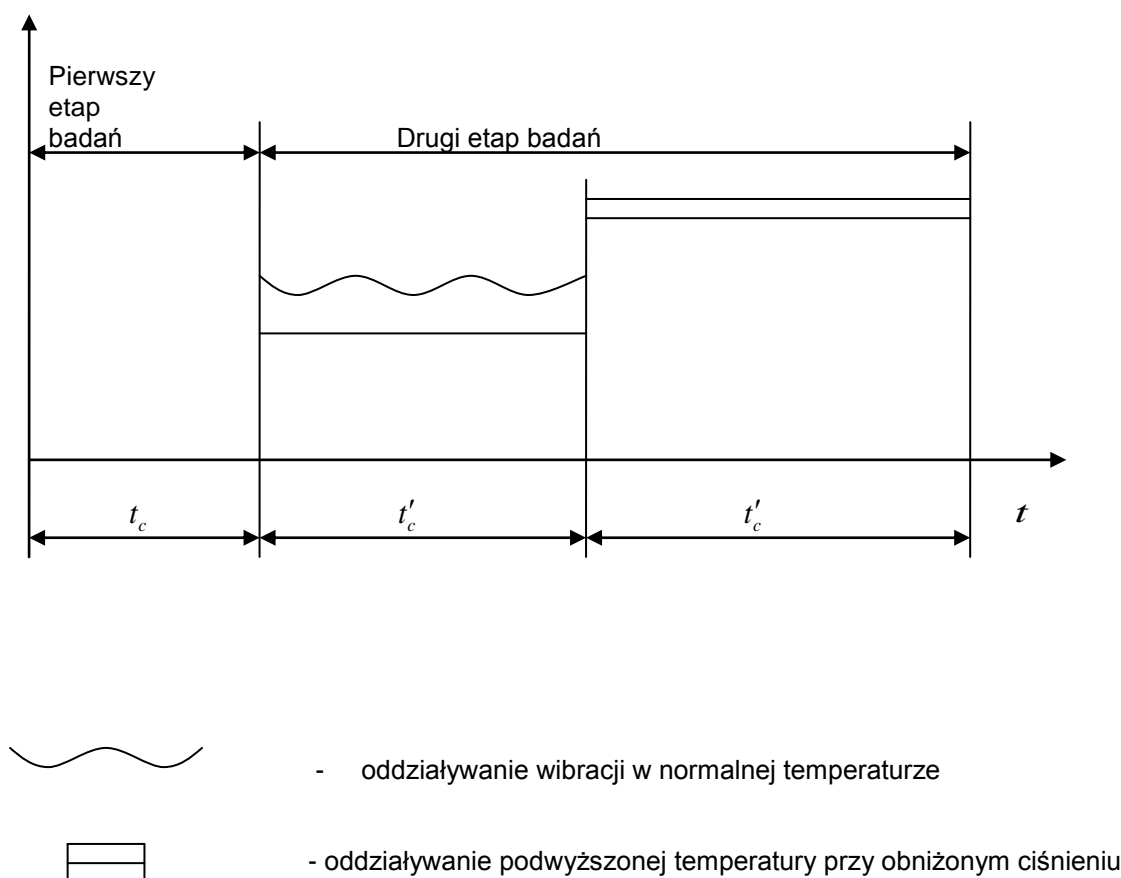
UWAGA Oddziaływaniu obniżonego ciśnienia atmosferycznego podlegają jedynie urządzenia grupy od R.1 do R.6 wg NO-06-A103.

2.5.8.5 Wartości czynników środowiskowych i ich poszczególne charakterystyki ustalić w zakresie narażeń mechanicznych, zgodnie z wymaganiami zawartymi w NO-06-A103, a w zakresie oddziaływania czynników klimatycznych - zgodnie z wymaganiami zawartymi w NO-06-A103, zaś kombinacje tych wpływów omówić w ZTT (ZT) i WT, w zależności od taktyczno-technicznego przeznaczenia urządzeń. Warunki pracy urządzenia w czasie badań podaje się w ZTT (ZT) i WT.

UWAGA - Dopuszcza się, po uzgodnieniu z zamawiającym, uściślenie w WT urządzenia, zależności przyspieszenia od częstotliwości, na podstawie wyników pomiarów wibracji, w miejscach zainstalowania urządzenia w obiekcie.

2.5.8.6 Graficzne przedstawienie warunków badań, przy kolejnym oddziaływaniu czynników klimatycznych i narażeń mechanicznych, podano na rysunku 3.

UWAGA W przypadku badań z jednoczesnym oddziaływaniem czynników klimatycznych i narażeń mechanicznych, narażenia wibracyjne łączy się z oddziaływaniem podwyższonych temperatur i obniżonego ciśnienia.



Rysunek 3

2.5.8.7 Wskaźniki nieuszkodzalności urządzeń kategorii C wg NO-06-A103 kontrolować metodą badań sekwencyjnych (od 2.3.5.10 do 2.3.5.15) lub jednostopniowych (2.3.7).

W okresie planowanego czasu badań, każde kolejne oddziaływanie czynników klimatycznych i mechanicznych, każde trwające t_c , powtarzać tyle razy, ile jest to niezbędne do kontroli lub określenia wskaźników nieuszkodzalności przy wybranym planie badań.

Jeśli czas badań nieuszkodzalności urządzeń wynosi t_c , to wykonać badania urządzenia, w zestawie obiektu lub w warunkach laboratoryjnych, przy jednoczesnym oddziaływaniu narażeń wibracyjnych, podwyższonej temperatury i obniżonego ciśnienia.

2.5.8.8 Czas kolejnego oddziaływania narażeń wibracyjnych, w badaniach wykonywanych na trójosiowym stanowisku (wstrząsarce) powinien być równy $2 t'_c$ (po t'_c w każdym położeniu). W badaniach wykonywanych na jednoosiowym stanowisku - $3 t'_c$ (po t'_c w każdym położeniu).

Czas pracy urządzenia w trakcie badań, przy oddziaływaniu narażeń wibracyjnych, zaleca się rozkładać równomiernie (przez okresowe włączanie i wyłączanie urządzenia) w całym zakresie częstotliwości, przy oddziaływaniu wibracji we wszystkich trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach.

2.5.8.9 Oddziaływanie podwyższonej temperatury, przy obniżonym ciśnieniu atmosferycznym, realizować w następujący sposób:

- urządzenie umieścić w termobarokomorze;
- temperaturę i ciśnienie w komorze ustalić równą wartości podwyższonej temperatury pracy i obniżonego ciśnienia pracy, podanego w NO-06-A103;
- ustalić określone warunki termiczne, a później obniżyć ciśnienie;
- w tych warunkach przetrzymać pracujące urządzenie przez czas t'_c ;
- po czasie urządzenie wyłączyć, a temperaturę i ciśnienie doprowadzić do normalnych wartości.

2.6 Badania naprawialności (podatności na naprawę)

2.6.1 Badania naprawialności (podatności na naprawę) wykonywać w celu kontroli zgodności urządzeń z wymaganiami dotyczącymi oczekiwanego czasu naprawy T_n oraz w celu określenia wartości tego wskaźnika.

2.6.2 Badaniom naprawialności podlegają prototypy i urządzenia modernizowane

2.6.3 Dopuszcza się badanie naprawialności tej samej próbki urządzeń, która poddawana jest badaniom nieuszkodzalności. Można przy tym wykorzystywać dane o uszkodzeniach uzyskanych w czasie badań nieuszkodzalności, trwałości i podatności na przechowywanie i/lub transport.

Jeżeli otrzymana liczba uszkodzeń jest niewystarczająca, to dopuszcza się symulowanie uszkodzeń i niesprawności urządzeń. Można przy tym otrzymać wiele kolejnych uszkodzeń tego samego urządzenia. Wykaz uszkodzeń i niesprawności uwzględnionych przy szacowaniu oczekiwanego czasu naprawy urządzenia podać w metodyce badań uzgodnionej pomiędzy opracowującym i zamawiającym.

2.6.4 Podczas symulowania ogólną liczbę uszkodzeń rozłożyć pomiędzy grupami części składowych wyrobu, w zależności od procentu uszkodzeń urządzenia, spowodowanych uszkodzeniami elementów tych grup.

Procentową liczbę uszkodzeń różnych grup elementów określać na podstawie danych eksploatacyjnych lub na podstawie badań urządzeń, wykonywanych przy oddziaływaniu różnych czynników.

Postacie uszkodzeń wybierać, biorąc za podstawę najbardziej charakterystyczne uszkodzenia analogicznych urządzeń i wyniki wszystkich wykonanych badań.

2.6.5 Przy badaniu naprawialności przestrzegać następujących zasad:

- załoga lub brygada obsługująca urządzenie lokalizuje i usuwa powstałe i symulowane uszkodzenia; skład załogi lub brygady powinien przy tym odpowiadać wymaganiom podanym w dokumentacji eksploatacyjnej;
- podczas naprawy korzystać z wyposażenia i oprzyrządowania przewidzianego w instrukcji eksploatacji;
- do chwili rozpoczęcia naprawy informacje o miejscu i postaci uszkodzenia nie powinny być znane personelowi;
- poszukiwanie przyczyn uszkodzenia, naprawa i sprawdzenie zdolności urządzenia po naprawie, wykonywać zgodnie z dokumentacją eksploatacyjną i przy wykorzystaniu ZCZ i środków kontroli;
- w badaniach naprawialności uwzględnia się czas stracony na lokalizację i usunięcie uszkodzenia.

Czasu postoju, spowodowanego przyczynami organizacyjnymi (znalezienie i dostawa części zamiennych, materiałów, narzędzi itp.) nie uwzględnia się przy ocenie wskaźników naprawialności.

2.6.6 Badania naprawialności urządzeń, o rozkładzie czasu naprawy różnym od wykładniczego, wykonuje się według metodyk opracowanych zgodnie z ustaleniami podanymi w 2.2.26.2 i zatwierdzonych według ustalonego trybu postępowania.

2.6.7 Badania naprawialności urządzeń o wykładniczym rozkładzie czasu naprawy, mające na celu oszacowanie wartości T_n , wykonywać metodą jednostopniową.

2.6.8 Plany kontrolnych badań oczekiwanego czasu naprawy wybierać spośród planów badań, podanych w

tablicy A6 Załącznik A. Stosunek $\frac{T_0}{T_1}$ przy tym należy zamienić na $\frac{T_{n1}}{T_{n0}}$.

2.6.9 Przy wyborze planu badań wykorzystywać następujące dane wyjściowe:

- dyskwalifikującą wartość oczekiwanego czasu naprawy T_{n1} ,
- kwalifikującą wartość oczekiwanego czasu naprawy T_{n0} , przy której prawdopodobieństwo przyjęcia urządzenia, odpowiadającego wymaganiom naprawialności powinno być równe $1 - \alpha$,
- ryzyko dostawcy α ,
- ryzyko odbiorcy β .

2.6.10 Symbol planu kontroli, odpowiadającą mu liczbę uszkodzeń r_{gr} oraz kwalifikującą stałą z , niezbędne przy ocenie zgodności urządzeń z wymaganiami dotyczącymi oczekiwanego czasu naprawy, określać z

tablicy A6 Załącznik A, opierając się na wartościach α , i β , wyliczoną wartość stosunku $\frac{T_{n1}}{T_{n0}}$, ustalonego po uzgodnieniu z zamawiającym.

2.6.11 Badania naprawialności wykonywać na próbce urządzeń o liczności równej liczności próbki poddawanej badaniom nieuszkodzalności, metodą jednostopniową do ustalonej liczby uszkodzeń, zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.3.3.

2.6.12 Ocena wyników badań naprawialności

2.6.12.1 Na podstawie danych o czasie lokalizacji i usunięcia uszkodzeń należy wyznaczyć sumaryczny czas naprawy urządzenia ze wzoru:

$$t_{n\Sigma} = \sum_{i=1}^r t_{ni} \quad (16)$$

2.6.12.2. Oszacowanie oczekiwanego czasu naprawy urządzenia, przypadającego na jedno uszkodzenie, wyznaczyć ze wzoru:

$$\tilde{T}_n = \frac{t_{n\Sigma}}{r} \quad (17)$$

2.6.12.3 Obliczać względną wartość $\frac{\tilde{T}_n}{T_{n1}}$ oszacowania oczekiwanego czasu naprawy.

2.6.12.4 Uznać, że urządzenie spełnia ustalone w ZTT (ZT) i WT wymagania, dotyczące oczekiwanego czasu naprawy, jeżeli względna wartość $\frac{\tilde{T}_n}{T_{n1}}$ jest mniejsza od stałej kwalifikującej z, tzn.

$$\frac{\tilde{T}_n}{T_{n1}} < z$$

2.6.12.5 Uznać, że urządzenie nie spełnia ustalonych w ZTT (ZT) i WT wymagań, dotyczących oczekiwanego czasu naprawy, jeżeli

$$\frac{\tilde{T}_n}{T_{n1}} \geq z$$

2.6.12.6 Granice przedziału ufności oczekiwanego czasu naprawy określać (w razie konieczności) zgodnie z wymaganiami podanymi w Załączniku B (rozdział 3).

2.7 Badania podatności na przechowywanie i/lub transport

2.7.1 Badania podatności na przechowywanie i/lub transport wykonuje się w celu oceny zgodności urządzeń ze wskaźnikami ustalonymi w ZTT (ZT) i WT.

2.7.2 W razie konieczności, po uzgodnieniu z zamawiającym, badania podatności na przechowywanie i/lub transport wykonywać w celu otrzymania wskaźników niezbędnych przy określaniu kompleksowych wskaźników niezawodności.

2.7.3 Warunki badań podatności na przechowywanie i/lub transport urządzeń (naturalne lub zastrzone) oraz wykaz badanych jednostek konstrukcyjnych (jeżeli urządzenie nie jest badane w całości) należy ustalić w PB po uzgodnieniu z zamawiającym.

2.7.4 Urządzenia poddawane badaniom podatności na przechowywanie i/lub transport powinny mieć taką samą postać, w jakiej są przechowywane lub transportowane podczas eksploatacji.

2.7.5 Badania podatności na przechowywanie i/lub transport w naturalnych warunkach klimatycznych należy wykonywać według programów zatwierdzonych zgodnie z ustalonym trybem postępowania.

Badania podczas transportu wykonywać zgodnie z wymaganiami podanymi w Załączniku D. W wyniku uzgodnień między zamawiającym i dostawcą dopuszcza się ocenę podatności na przechowywanie i/lub transport urządzeń na podstawie wyników uzyskanych z eksploatacji.

2.7.6 Badania przyspieszone podatności na przechowywanie i/lub transport wykonywać zgodnie z metodykami, zatwierdzonymi wg ustalonego trybu postępowania lub zgodnie z metodyką podaną w Załączniku E. Po uzgodnieniu z zamawiającym dopuszcza się zmiany rodzajów czynników środowiskowych oraz warunków i czasu ich oddziaływania w rocznym cyklu badań.

Urządzenia zakonserwowane metodami statycznego lub dynamicznego osuszania powietrza za pomocą uniwersalnego, lotnego inhibitora korozji metali lub pochłaniacza wilgoci nie są poddawane wpływom wilgoci podczas badań podatności na przechowywanie i/lub transport.

2.7.7 Zakres i okresowość kontroli parametrów badanych urządzeń powinny zapewnić uzyskanie informacji potrzebnych do oceny ilościowych wskaźników podatności na przechowywanie i/lub transport.

2.7.8 Liczba urządzeń, poddawanych badaniom, powinna być nie mniejsza niż liczba urządzeń niezbędnych do oceny nieuszkodzalności tych urządzeń.

2.7.9 Badania kontrolne mające na celu ocenę zgodności urządzeń z wymaganiami dotyczącymi $P(t^*)$ i $P(l_{tr})$, tzn. prawdopodobieństwa niewystąpienia uszkodzenia w czasie przechowywania t^* i prawdopodobieństwa niewystąpienia uszkodzenia przy transporcie na odległość l_{tr} , ustalonymi w ZTT (ZT) lub WT, wykonywać metodą sekwencyjną (od 2.3.5.10 do 2.3.5.15) lub metodą jednostopniową przez ustalony czas (2.3.7). Przy tym graniczny czas badań przyjmować równy czasowi przechowywania t lub odpowiedniej odległości transportowania l_{tr} . Liczbę doświadczeń przeprowadzanych na jednym urządzeniu wyznaczać ze wzoru:

$$N \leq \frac{T_{p,śr}}{t^*} \quad (18)$$

w którym:

$T_{p,śr}$ — oczekiwany czas przechowywania i/lub transportu.

2.7.10 Określające badania urządzeń, mające na celu oszacowanie wskaźników $P(t^*)$ i $P(l_{tr})$, wykonywać zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.4.5 do 2.4.9.

2.7.11 Uznaje się, że urządzenia przeszły pomyślnie badania wymienione w 2.7.9 i 2.7.10, jeżeli:

- spełniają ustalone wymagania;
- powstałe podczas badań urządzeń naprawialnych uszkodzenia są usuwane w ramach napraw bieżących;
- nie występuje korozja powierzchni metalicznych (dopuszcza się pojedyncze ślady korozji na elementach łączących i konstrukcji nośnej, nie mające wpływu na stan zdolności urządzeń);
- urządzenia nie są porażone grzybami pleśniowymi;
- stan powłok lakierniczych i elementów gumowych urządzeń jest zadowalający.

2.8 Badania trwałości

2.8.1 Badania trwałości, w celu oceny gamma-procentowego, oczekiwanego i ustalonego zasobu pracy urządzenia wykonywać zgodnie z metodyką zatwierdzoną według ustalonego trybu postępowania. Dopuszcza się po uzgodnieniu z zamawiającym wyznaczenie wskaźników trwałości jednokrotnie na podstawie opracowania danych statystycznych, uzyskanych z eksploatacji.

2.8.2 Badania trwałości wykonywać do osiągnięcia przez urządzenie stanu granicznego.

2.8.3 W PB i WT, dotyczących konkretnego urządzenia, należy określić jedno lub kilka kryteriów stanu granicznego urządzenia. Kryteriami tymi mogą być:

- konieczność przeprowadzenia planowej (fabrycznej) naprawy;
- niecelowość dalszej eksploatacji ze względów ekonomicznych;
- zmiana wartości parametrów większa niż dopuszczalna w ZTT (ZT) lub WT;
- zmiana właściwości urządzeń, przy której dalsza eksploatacja staje się niemożliwa;
- wzrost pracochłonności (czasu trwania) naprawy powyżej dopuszczalnej granicznej wartości określonej w normie ZTT (ZT), lub WT dotyczących konkretnego urządzenia;
- uszkodzenia lub niesprawności (dla nienaprawialnych urządzeń);

- inne postacie stanu granicznego.

2.8.4 Przed badaniami trwałości urządzenia naprawialnego zaleca się określenie składowych części tego urządzenia, których uszkodzenie jest równoznaczne z osiągnięciem przez urządzenie stanu granicznego. W tym przypadku badaniom trwałości poddawane są na ogół te części składowe urządzenia.

Jeśli w określeniu kryteriów stanu granicznego nie występują części składowe urządzenia określające ten stan, to można nie badać trwałości tego urządzenia.

2.8.5 Badania trwałości należy wykonywać w warunkach ustalonych w PB i WT, po uzgodnieniu z zamawiającym.

Dopuszcza się wykonywanie badań trwałości po zakończeniu badań nieuszkodzalności lub jednocześnie z nimi.

2.8.6 Badania trwałości wykonywać na prototypach i urządzeniach zmodernizowanych lub, jeśli jest to ustalone w WT, na urządzeniach produkowanych seryjnie. Podczas badań trwałości dokonywać przeglądów profilaktycznych, okresowych obsług i napraw bieżących, które przewidywane są w instrukcji eksploatacyjnej lub w WT, dotyczących konkretnego urządzenia.

2.8.7 Badania trwałości urządzeń pracujących podczas eksploatacji okresowo wykonywać w cyklach. Liczba i długość cykli jest określana na podstawie przyjętego systemu eksploatacji (rodzaju i okresowości obsług technicznych, okresowości uzupełniania ZCZ, intensywności stosowania zgodnie z przeznaczeniem itp.).

2.8.8 Trwałość urządzeń nienaprawialnych w warunkach eksploatacyjnych badać do chwili wystąpienia pierwszego uszkodzenia lub istotnych niesprawności, w następstwie których przerwać eksploatację i przekazać urządzenie do planowej naprawy.

2.8.9 Podczas badań należy okresowo kontrolować stan zdatności badanych urządzeń. Po wykryciu uszkodzenia, urządzenie podlega naprawie. Wyniki kontroli stanu zdatności urządzenia analizować w celu stwierdzenia, czy urządzenie nie osiągnęło stanu granicznego. Egzemplarze urządzeń, które osiągnęły stan graniczny, nie podlegają dalszym badaniom.

2.8.10 Trwałość wszystkich kategorii urządzeń badać zgodnie z metodyką zatwierdzoną według ustalonego sposobu postępowania.

2.9 Doświadczalna metoda oceny operacyjno-taktycznych kompleksowych wskaźników niezawodności urządzeń

2.9.1 Doświadczalną metodę oceny operacyjno-taktycznych kompleksowych wskaźników niezawodności stosować do określania i kontroli wskaźników, ustalonych w NO-06-A102, określonych jako prawdopodobieństwo, np. K_g , K_{og} , K_{ef} , jeśli można je przedstawić w postaci częstości jakiegoś zdarzenia. Metoda oparta jest na ocenie wskaźników niezawodności na podstawie efektu wyjściowego, tzn. wykonania rzeczywistego lub symulowanego zadania bojowego przez urządzenie, badane w pełnym zestawie, w warunkach maksymalnie zbliżonych do warunków bojowych. Czas (ilość) pracy wszystkich części (składowych) urządzenia podczas symulowania zadania bojowego odpowiada czasowi ich pracy podczas wykonywania zadania bojowego (rzeczywistego).

2.9.2 Do badań należy wykorzystać doświadczenia z przebiegu wykonania zadań bojowych (loty próbne, strzelanie, starty itp.). Przed rozpoczęciem badań wykonać obsługi techniczne i przygotować urządzenie do wykonania zadania bojowego zgodnie z instrukcją eksploatacyjną.

Jeżeli zaplanowane doświadczenie zostało odwołane na skutek wystąpienia uszkodzenia, to należy odnotować to jako negatywny wynik doświadczenia.

Jeśli podjęcie decyzji o odwołaniu doświadczenia nastąpiło przed jego rozpoczęciem, to doświadczenie nie jest uwzględniane pod warunkiem, że odwołanie doświadczenia nie jest związane z wystąpieniem uszkodzenia urządzenia.

2.9.3 Podczas badań należy rejestrować liczbę doświadczeń N , podczas których obserwowane zdarzenie (zdadność urządzenia w dowolnej chwili, niewystąpienie uszkodzenia podczas wykonywania zadania itp.) mogło zaistnieć oraz liczbę doświadczeń m , podczas których obserwowane zdarzenie faktycznie miało

miejsce. Zaleca się jednocześnie zbieranie danych statystycznych o czasie poprawnej pracy, stanach niezdatności i czasie naprawy urządzeń, w celu wykrycia "słabych ogniw" oraz dopracowania projektu i konstrukcji urządzenia.

2.9.4 Badania określające

2.9.4.1 Oszacowanie Punktowo ustalony wskaźnik niezawodności wyznaczać ze wzoru:

$$\hat{R} = \frac{m}{N} \quad (19)$$

2.9.4.2 Jeśli doświadczenia są niezależne, to przedział ufności $< R_d, R_g >$ oszacowanego wskaźnika wyznaczać zgodnie z wymaganiami podanymi w 2.4..5.

2.9.5 Badania kontrolne

2.9.5.1 Dopuszcza się wykonanie badań kontrolnych metodą sekwencyjną lub jednostopniową. W przypadku niezależności doświadczeń zasady planowania badań metodą sekwencyjną lub jednostopniową, kryteria przyjęcia i odrzucenia są identyczne jak w przypadku kontroli wskaźnika $P(t)$ i podane w 2.3.5.10 do 2.3.5.15 i 2.3.7 oraz w tablicy 4 i tablicy 5 Załącznika A.

2.9.6 Stosując sekwencyjne i jednostopniowe metody w celu doświadczalnej oceny kompleksowych wskaźników niezawodności przyjąć:

- $P_0(t)$, $P_1(t)$ -jako kwalifikujące i dyskwalifikujące wartości R_0 i R_1 ;
- q_0 , q_1 - jako wartości $1 - R_0$ i $1 - R_1$;
- r - jako liczbę "nieudanych" doświadczeń $N - m$.

2.9.7 Gdy doświadczenia są zależne, to znaczy że wynik kolejnego doświadczenia może zależeć od wyników poprzednich doświadczeń, do określenia granic przedziału ufności należy stosować metodykę uzgodnioną według ustalonego trybu postępowania.

2.10 Ocena efektywności wyposażenia metrologicznego oraz środków obsługi technicznej urządzenia

2.10.1 Ocena efektywności urządzenia, którą należy wykonywać podczas ekspertyzy metrologicznej w etapach projektowania, produkcji, badań i eksploatacji.

2.10.1.1 Podczas ekspertyzy metrologicznej, mającej na celu ocenę efektywności i wiarygodności pomiaru kontrolnych parametrów, wykonać:

- kontrolę zgodności z wymaganiami metrologicznymi, określonymi w ZTT (ZT) i w dokumentacji technicznej, dotyczącej wyposażenia metrologicznego;
- kontrolę celowości stosowania nietypowych i opracowania nowych przyrządów służących do pomiaru kontrolowanych parametrów urządzenia;
- kontrolę zgodności wybranych, ogólnowojskowych przyrządów pomiarowych z przyrządami dopuszczonymi do stosowania na podstawie obowiązującego wykazu.

2.10.1.2 Ocenę efektywności i wiarygodności pomiaru kontrolowanych parametrów należy wykonywać zgodnie z metodyką ustaloną wg określonego trybu postępowania.

2.10.1.3 Przy ocenie wiarygodności i efektywności pomiaru kontrolowanych parametrów należy odpowiedzieć na następujące pytania:

- czy wszystkie mierzalne parametry urządzenia są znormalizowane i mierzone w jednostkach systemu SI;
- czy możliwe jest porównanie wartości każdego mierzalnego parametru urządzenia z odpowiednimi, państwowymi wzorcami jednostek wielkości fizycznych;
- czy zakres kontroli parametrów mierzalnych jest uzasadniony;
- czy spełnione są wymagania, dotyczące warunków stosowania aparatury pomiarowej.

Nieprawidłowości ujawnione podczas oceny wiarygodności i efektywności pomiaru kontrolowanych parametrów urządzenia należy przedstawić w materiałach dotyczących ekspertyzy metrologicznej. Materiały

te powinny zawierać również zalecenia dotyczące sposobów usunięcia tych niedociągnięć.

2.10.2 Metody oceny zgodności z wymaganiami środków obsługi technicznej SOT urządzenia.

2.10.2.1 Na etapie opracowywania dokumentacji konstrukcyjnej należy sprawdzić zgodność z wymaganiami dotyczącymi SOT, ustalonymi w NO-06-A102.

2.10.2.2 W poszczególnych etapach opracowywania urządzenia należy dokonać przeglądu konkretnych punktów programu zapewnienia niezawodności w zakresie SOT oraz stwierdzić, w jakim stopniu są one spełnione.

2.10.3 3 Jeśli w ZTT (ZT) lub WT podano konkretne wymagania ilościowe dotyczące SOT (np. zgodności z NO-06-A102), to ocenę zgodności SOT z tymi wymaganiami należy wykonywać według metodyki, uzgodnionej z zamawiającym i zatwierdzonej wg ustalonego trybu postępowania.

2.10.3 ZCZ wyznaczyć według metodyki uzgodnionej z zamawiającym i zatwierdzonej zgodnie z ustalonym trybem postępowania.

ZAŁĄCZNIK A
 (normatywny)

PLANOWANIE KONTROLNYCH BADAŃ NIEZAWODNOŚCI
A1. Plan kontrolnych badań niezawodności

 Tablica A1 - Plany badań sekwencyjnych dla $\alpha = 0,1$ i $\beta = 0,1$

Symbol planu	$\frac{T_0}{T_1}$	Równania granic obszaru przyjęć (liczba uszkodzeń r_1)	Równania granic obszaru odrzuceń (liczba uszkodzeń r_2)	b	r_{uc}	b_{uc}
A-1	1,5	$1,233 \frac{nt}{T_0} - 5,418$	$1,233 \frac{nt}{T_0} + 5,418$	18,6	41	33,0
A-2	1,6	$1,277 \frac{nt}{T_0} - 4,674$	$1,277 \frac{nt}{T_0} + 4,674$	13,5	30	23,0
A-3	1,7	$1,319 \frac{nt}{T_0} - 4,141$	$1,319 \frac{nt}{T_0} + 4,141$	10,4	24	18,0
A-4	1,8	$1,361 \frac{nt}{T_0} - 3,738$	$1,361 \frac{nt}{T_0} + 3,738$	8,3	19	14,0
A-5	1,9	$1,402 \frac{nt}{T_0} - 3,423$	$1,402 \frac{nt}{T_0} + 3,423$	6,8	16	11,0
A-6	2,0	$1,443 \frac{nt}{T_0} - 3,170$	$1,443 \frac{nt}{T_0} + 3,170$	5,7	14	9,5
A-7	2,5	$1,637 \frac{nt}{T_0} - 2,398$	$1,637 \frac{nt}{T_0} + 2,398$	3,0	8	4,7
A-8	3,0	$1,820 \frac{nt}{T_0} - 2,000$	$1,820 \frac{nt}{T_0} + 2,000$	2,0	6	3,0

Tablica A2 - Plany badań sekwencyjnych dla $\alpha = 0,2$ i $\beta = 0,2$

Symbol planu	$\frac{T_0}{T_1}$	Równania granic obszaru przyjęć (liczba uszkodzeń r_1)	Równania granic obszaru odrzuceń (liczba uszkodzeń r_2)	b	r_{uc}	b_{uc}
B-1	1,5	$1,233 \frac{nt}{T_0} - 3,418$	$1,233 \frac{nt}{T_0} + 3,418$	8,8	27	13,0
B-2	1,6	$1,277 \frac{nt}{T_0} - 2,949$	$1,277 \frac{nt}{T_0} + 2,949$	6,4	13	9,9
B-3	1,7	$1,319 \frac{nt}{T_0} - 2,612$	$1,319 \frac{nt}{T_0} + 2,612$	4,9	10	7,3
B-4	1,8	$1,361 \frac{nt}{T_0} - 2,358$	$1,361 \frac{nt}{T_0} + 2,358$	3,9	9	6,4
B-5	1,9	$1,402 \frac{nt}{T_0} - 2,159$	$1,402 \frac{nt}{T_0} + 2,159$	3,2	7	4,7
B-6	2,0	$1,443 \frac{nt}{T_0} - 2,000$	$1,443 \frac{nt}{T_0} + 2,000$	2,7	6	3,9
B-7	2,5	$1,637 \frac{nt}{T_0} - 1,513$	$1,637 \frac{nt}{T_0} + 1,513$	1,4	4	2,3
B-8	3,0	$1,820 \frac{nt}{T_0} - 1,262$	$1,820 \frac{nt}{T_0} + 1,262$	0,9	3	1,5

Tablica A3 - Plany badań sekwencyjnych wykonywanych w celu kontroli P (t)
dla $\alpha = 0,1$ i $\beta = 0,1$

q_0	$\frac{q_1}{q_0}$	Równania granic obszaru przyjęć (liczba uszkodzeń r_1)	Równania granic obszaru odrzuceń (liczba uszkodzeń r_2)	N	N_{uc}	r_{uc}
0,10	2,0	$0,145N - 2,71$	$0,145N + 2,71$	49,0	95,0	13
0,09		$0,130N - 2,76$	$0,130N + 2,76$	55	105	
0,08		$0,116N - 2,80$	$0,130N + 2,76$	63	118	
0,07		$0,100N - 2,85$	$0,100N + 2,85$	73	135	
0,06		$0,087N - 2,89$	$0,087N + 2,89$	88	158	
0,05		$0,072N - 2,90$	$0,072N + 2,90$	103	189	
0,04		$0,057N - 2,98$	$0,057N + 2,98$	135	237	
0,03		$0,043N - 3,03$	$0,043N + 3,03$	186	316	
0,02		$0,029N - 3,07$	$0,029N + 3,07$	293	474	
0,01		$0,014N - 3,12$	$0,014N + 3,12$	586	947	

Tablica A3 (ciąg dalszy)

q_0	$\frac{q_1}{q_0}$	Równania granic obszaru przyjęć (liczba uszkodzeń r_1)	Równania granic obszaru odrzuceń (liczba uszkodzeń r_2)	N	N_{uc}	r_{uc}
0,10	2,5	0,166N-2,00	0,166N+2,00	24	47	7
0,09		0,149N-2,04	0,149N+2,04	27	52	
0,08		0,132N-2,08	0,132N+2,08	32	58	
0,07		0,116N-2,12	0,116N+2,12	37	67	
0,06		0,104N-2,16	0,104N+2,16	45	78	
0,05		0,082N-2,20	0,082N+2,20	55	93	
0,04		0,066N-2,24	0,066N+2,24	70	116	
0,03		0,050N-2,28	0,050N+2,28	93	155	
0,02		0,033N-2,30	0,033N+2,30	147	233	
0,01		0,016N-2,36	0,016N+2,36	293	466	
0,10	3,0	0,186N-1,63	0,186N+1,63	15	32	5
0,09		0,167N-1,66	0,167N+1,66	18	35	
0,08		0,148N-1,70	0,148N+1,70	20	39	
0,07		0,130N-1,74	0,130N+1,74	23	45	
0,06		0,110N-1,78	0,110N+1,78	28	53	
0,05		0,090N-1,80	0,090N+1,80	34	63	
0,04		0,070N-1,85	0,070N+1,85	45	79	
0,03		0,055N-1,90	0,055N+1,90	61	105	
0,02		0,037N-1,93	0,037N+1,73	93	158	
0,01		0,018N-1,96	0,018N+1,96	195	315	
0,009		0,016N-1,97	0,016N+1,97	220	360	
0,008		0,014N-1,97	0,014N+1,97	251	394	

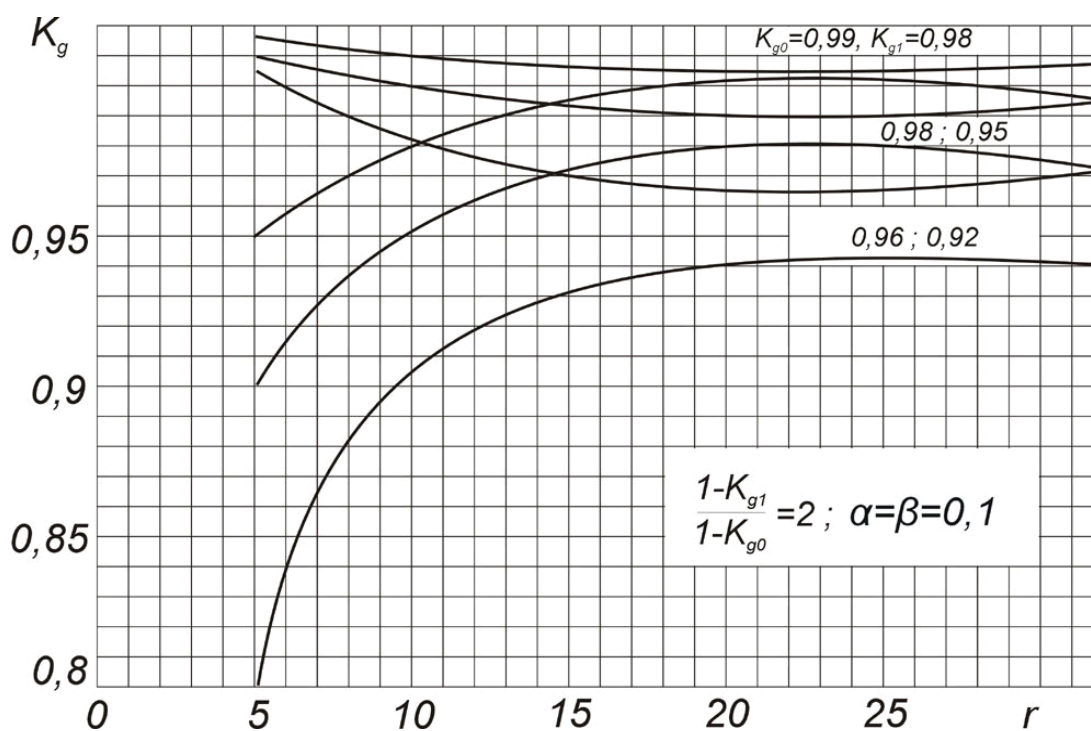
Tablica A4 - Plany badań sekwencyjnych wykonywanych w celu kontroli P (t)
dla $\alpha = 0,2$ i $\beta = 0,2$

q_0	$\frac{q_1}{q_0}$	Równania granic obszaru przyjęć (liczba uszkodzeń r_1)	Równania granic obszaru odrzuceń (liczba uszkodzeń r_2)	N	N_{uc}	r_{uc}
0,10	2,0	0,145N-1,71	0,145N+1,71	22	39	5
0,09		0,130N-1,74	0,130N+1,74	26	43	
0,08		0,116N-1,77	0,116N+1,77	30	49	
0,07		0,100N-1,80	0,100N+1,80	35	56	
0,06		0,087N-1,80	0,087N+1,80	42	65	
0,05		0,072N-1,80	0,072N+1,80	49	78	
0,04		0,057N-1,88	0,057N+1,88	64	98	
0,03		0,043N-1,90	0,043N+1,90	83	130	
0,02		0,029N-1,94	0,029N+1,94	139	195	
0,01		0,014N-1,97	0,014N+1,97	277	391	
0,10	2,5	0,166N-1,26	0,166N+1,26	11	23	3
0,09		0,149N-1,29	0,149N+1,29	13	26	
0,08		0,132N-1,30	0,132N+1,30	15	29	
0,07		0,116N-1,34	0,116N+1,34	18	33	
0,06		0,104N-1,36	0,104N+1,36	21	38	
0,05		0,082N-1,38	0,082N+1,38	26	46	
0,04		0,066N-1,40	0,066N+1,40	33	57	
0,03		0,050N-1,44	0,050N+1,44	44	77	
0,02		0,033N-1,46	0,033N+1,46	69	115	
0,01		0,016N-1,49	0,016N+1,49	139	230	

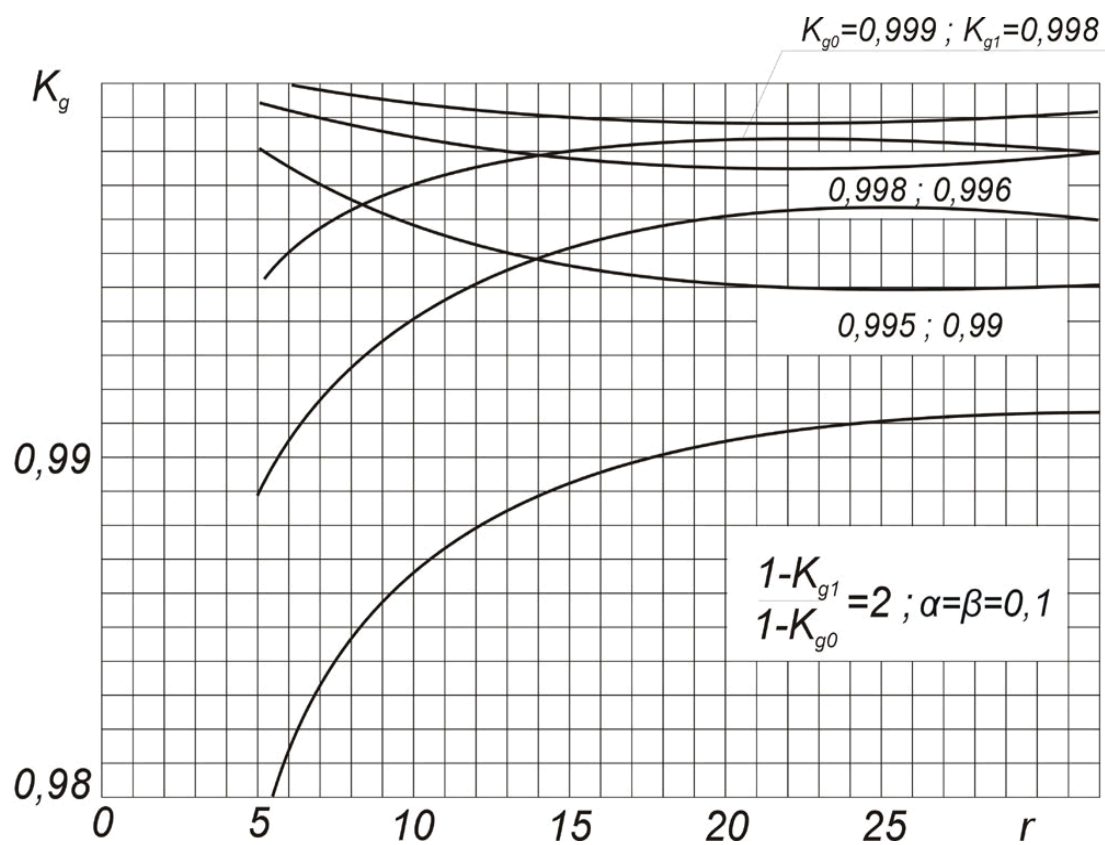
Tablica A4 (ciąg dalszy)

0,10		0,186N-1,03	0,186N+1,03	7	15	
0,09		0,167N-1,05	0,167N+1,05	8	17	
0,08		0,148N-1,07	0,148N+1,07	9	19	
0,07		0,130N-1,10	0,130N+1,10	11	22	
0,06		0,110N-1,12	0,110N+1,12	13	26	
0,05		0,090N-1,14	0,090N+1,14	16	31	
0,04	3,0	0,070N-1,17	0,070N+1,17	21	38	2
0,03		0,055N-1,19	0,055N+1,19	29	51	
0,02		0,037N-1,20	0,037N+1,20	44	77	
0,01		0,018N-1,24	0,018N+1,24	92	154	
0,009		0,016N-1,24	0,016N+1,24	104	171	
0,008		0,014N-1,24	0,014N+1,24	119	192	
0,007		0,012N-1,24	0,012N+1,24	119	219	

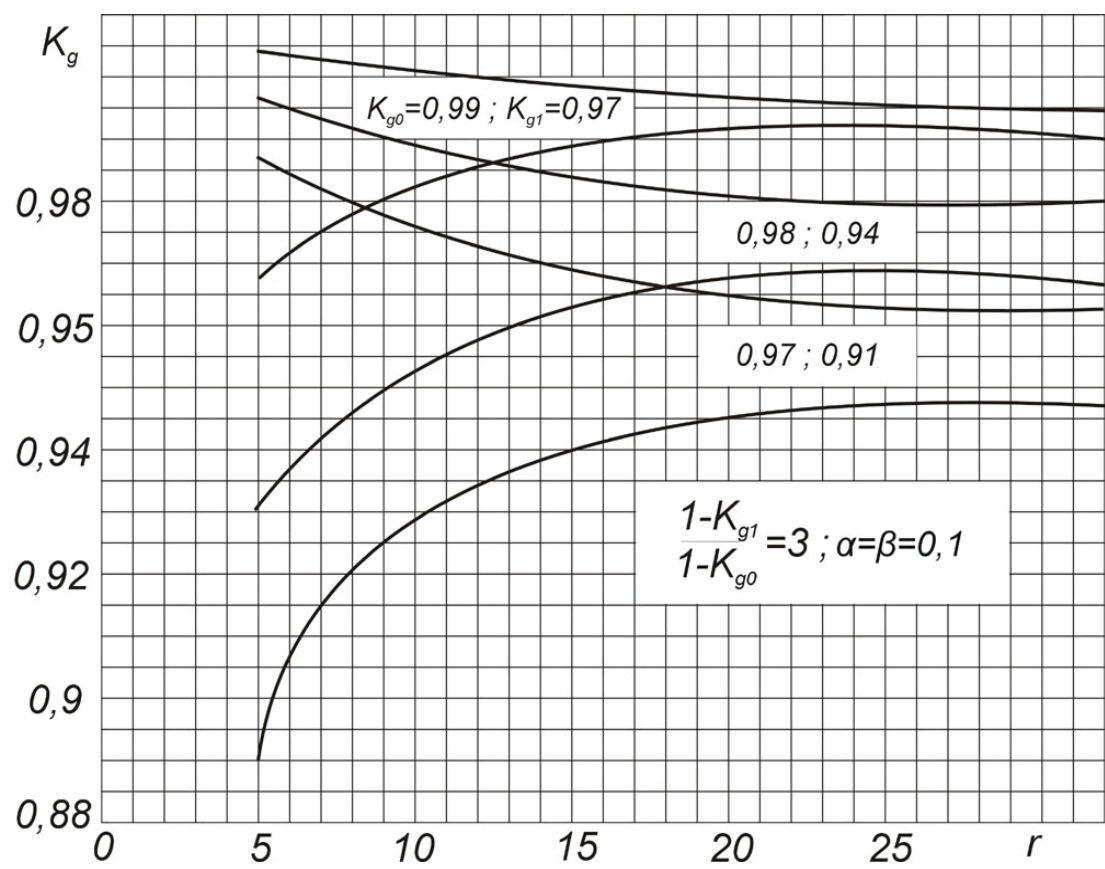
Obszary przyjęć i odrzuceń urządzeń badanych metodą sekwencyjną w celu ustalenia zgodności z wymaganiami podanymi w ZTT (ZT) i WT dotyczące wskaźnika gotowości przedstawiono na rysunkach A1 do A4.



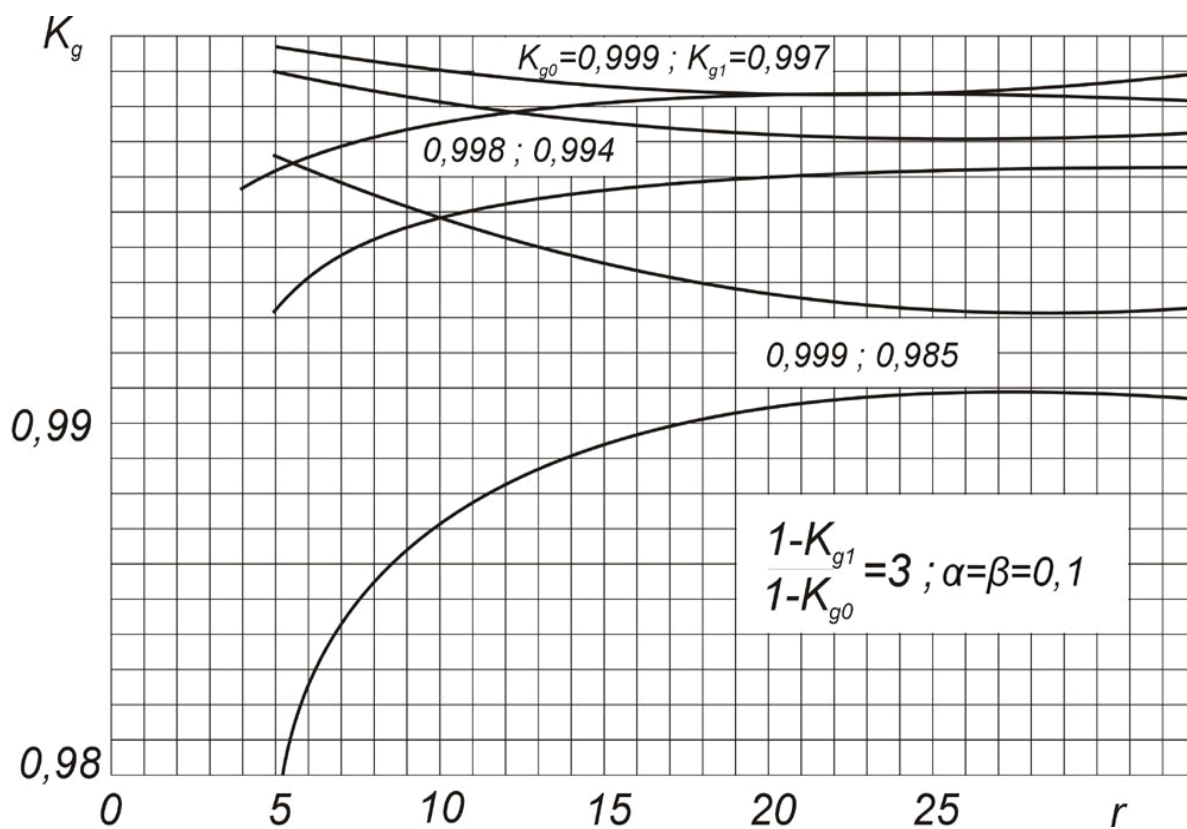
Rysunek A1



Rysunek A2



Rysunek A3



Rysunek A4

Tablica A5 - Plany badań wykonywanych metodą jednostopniową, do ustalonej liczby uszkodzeń

$\frac{T_0}{T_1}$	Symbol planu	r_{gr}	z	Symbol planu	r_{gr}	z
		dla $\alpha = \beta = 0,1$			dla $\alpha = \beta = 0,2$	
1,5	G-1	41	0,805	E-1	17	0,794
1,6	G-2	30	0,773	E-2	13	0,762
1,7	G-3	24	0,744	E-3	10	0,729
1,8	G-4	19	0,716	E-4	9	0,714
1,9	G-5	16	0,693	E-5	7	0,677
2,0	G-6	14	0,676	E-6	6	0,660
2,5	G-7	8	0,581	E-7	4	0,575
3,0	G-8	6	0,525	E-8	3	0,500

Tablica A6 - Plany badań wykonywanych metodą jednostopniową przez ustalony czas dla dwu poziomów nieuszkodzalności

q_0	$\frac{q_1}{q_0}$	C	N	C	N
		dla $\alpha = \beta = 0,1$		dla $\alpha = \beta = 0,2$	
0,1	2,0	13	95	5	39
0,09			105		43
0,08			118		49
0,07			135		56
0,06			158		65
0,05			189		78
0,04			237		98
0,03			316		130
0,02			474		195
0,01			946		391
0,1	2,5	7	47	3	23
0,09			52		26
0,08			58		29
0,07			67		33
0,06			78		38
0,05			93		46
0,04			116		57
0,03			155		77
0,02			233		115
0,01			466		230
0,1	3,0	5	32	2	15
0,09			35		17
0,08			39		19
0,07			45		22
0,06			53		26
0,05			63		31
0,04			79		38
0,03			105		51
0,02			158		77
0,01			315		154
0,009			350		171
0,008			394		197
0,007			450		219
0,006			525		256
0,005			630		307

Tablica A7 - Plany badań wykonywanych metodą jednostopniową, w celu kontroli wskaźnika gotowości przy ustalonym ryzyku $\alpha = \beta = 0,1$

Kwalifikująca wartość wskaźnika gotowości	Liczba uszkodzeń r i liczba kwalifikująca C dla $\frac{1 - K_{g1}}{1 - K_{g0}}$ równego									
	2,0		2,5		3,0		4,0		5,0	
	r	C	r	C	r	C	r	C	r	C
0,9	20	0,857	16	0,840	8	0,818	-	-	-	-
0,95	25	0,928	14	0,920	9	0,913	6	0,906	4	0,886
0,96	25	0,943	14	0,936	10	0,929	6	0,918	5	0,903
0,97	25	0,958	15	0,952	10	0,948	6	0,940	5	0,929
0,98	25	0,972	15	0,968	11	0,965	7	0,959	5	0,954
0,99	27	0,986	16	0,984	11	0,983	7	0,980	5	0,978
0,995	27	0,993	16	0,992	11	0,9913	7	0,990	5	0,989
0,998	28	0,9972	16	0,9968	11	0,9965	7	0,9963	5	0,9957
0,999	28	0,9986	16	0,9984	11	0,9983	7	0,9980	5	0,9978
0,9995	28	0,99929	16	0,99921	11	0,99914	7	0,9990	5	0,9989
0,9999	28	0,99986	16	0,99984	11	0,99983	7	0,99980	5	0,99978

A2. Wzory do wyznaczania wartości kwalifikujących i dyskwalifikujących oraz średniego czasu badań kontrolnych przy planowaniu badań wykonywanych metodą sekwencyjną

A2.1 Równania granic uzyskane dla najbardziej rozpowszechnionych wskaźników nieuszkodzalności (oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami, oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia, prawdopodobieństwa poprawnej pracy i wskaźnika gotowości), przy założeniu wykładniczych rozkładów czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami t i czasu naprawy t_n podano w punktach od A2.2 do A2.6.

A2.2 Równania granic, gdy wskaźnikiem nieuszkodzalności jest oczekiwany czas poprawnej pracy między uszkodzeniami, lub oczekiwany czas poprawnej pracy do uszkodzenia, mają następującą postać:

- dla granicy obszaru przyjęć

$$\frac{n \times t}{T_0} = \frac{\frac{T_1}{T_0}}{\frac{T_1}{T_0} - 1} \left[r_1 \times \ln \frac{T_1}{T_0} - \ln \frac{1 - \alpha}{\beta} \right] \quad (A1)$$

- dla granicy obszaru odrzuceń

$$\frac{n \times t}{T_0} = \frac{\frac{T_1}{T_0}}{\frac{T_1}{T_0} - 1} \left[r_2 \times \ln \frac{T_1}{T_0} - \ln \frac{\alpha}{1 - \beta} \right] \quad (A2)$$

w których:

T_0 - ustalona wartość kwalifikująca oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami;

T_1 , - ustalona wartość dyskwalifikująca oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami;

α, β , - ustalone ryzyko dostawcy i odbiorcy;

n - liczba badanych urządzeń.

A2.3 Oczekiwany czas badania określa się ze wzorów:

$$E(t)_{T=T_0} = \frac{h_0 \times T_0}{n} \quad (A3)$$

$$E(t)_{T=T_1} = \frac{h_1 \times T_1}{n} \quad (A4)$$

w których:

T - rzeczywista wartość oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami

$$h_0 = \frac{\alpha \times \ln \frac{1-\beta}{\alpha} + (1-\alpha) \times \ln \frac{\beta}{1-\alpha}}{\ln \frac{T_0}{T_1} - \frac{T_0}{T_1} + 1}$$

$$h_1 = \frac{(1-\beta) \times \ln \frac{1-\beta}{\alpha} + \beta \times \ln \frac{\beta}{1-\alpha}}{\ln \frac{T_0}{T_1} + \frac{T_0}{T_1} - 1}$$

A2.4 Równania granic w przypadku gdy wskaźnikiem nieuszkodzalności jest prawdopodobieństwo poprawnej pracy mają następującą postać:

- dla granicy obszaru przyjęć

$$r_1 = \frac{\ln \frac{\beta}{1-\alpha} - N \times \ln \frac{1-q_1}{1-q_0}}{\ln \frac{q_1}{q_0} - \ln \frac{1-q_1}{1-q_0}} \quad (A5)$$

- dla granicy obszaru odrzuceń

$$r_2 = \frac{\ln \frac{1-\beta}{\alpha} - N \times \ln \frac{1-q_1}{1-q_0}}{\ln \frac{q_1}{q_0} - \ln \frac{1-q_1}{1-q_0}} \quad (A6)$$

w których:

q_0 i q_1 - prawdopodobieństwa wystąpienia uszkodzeń, określone dla ustalonej wartości P_0 ($q_0 = 1 - P_0$) i

stosunku $\frac{q_1}{q_0} = \frac{q_1}{1-P_0}$,

$N = n \times m$ - liczba cykli pracy badanych urządzeń o długości $\frac{t_c}{n}$ każdy,

M - liczba cykli pracy każdego urządzenia,

t_c - czas pracy ciągłej ustalony w ZTT (ZT) lub WT.

A2.5 Wartość oczekiwana liczby cykli pracy, które mogą być potrzebne do kontroli niezawodności urządzeń, określa się ze wzorów:

$$E(N) \Big|_{q=q_0} = \frac{\alpha \times \ln \frac{1-\beta}{\alpha} + (1-\alpha) \times \ln \frac{\beta}{1-\alpha}}{q_0 \times \ln \frac{q_1}{q_0} + (1-q_0) \times \ln \frac{1-q_1}{1-q_0}} \quad (A7)$$

$$E(N) \Big|_{q=q_1} = \frac{\beta \times \ln \frac{\beta}{1-\alpha} + (1-\beta) \times \ln \frac{1-\beta}{\alpha}}{q_1 \times \ln \frac{q_1}{q_0} + (1-q_0) \times \ln \frac{1-q_1}{1-q_0}} \quad (A8)$$

w których:

q - rzeczywista wartość prawdopodobieństwa wystąpienia uszkodzenia.

A2.6 Równania granic, gdy wskaźnikiem niezawodności jest wskaźnik gotowości, mają następującą postać:

$$K_g^P = \frac{\frac{K_{g0} \times (1 - K_{g1})}{1 - K_{g0}} - x_1 \times K_{g1}}{\frac{K_{g0} \times (1 - K_{g1})}{1 - K_{g0}} - 2 \times x_1 \times K_{g1} + K_{g1} - 1} \quad (A9)$$

$$K_g^O = \frac{\frac{K_{g0} \times \frac{1 - K_{g1}}{1 - K_{g0}} - x_2 \times K_{g1}}{K_{g0} \times \frac{1 - K_{g1}}{1 - K_{g0}} - 2 \times x_2 \times K_{g1} + x_2 - K_{g1} - 1}} \quad (A10)$$

w których:

K_{g0} -ustalone wartości kwalifikujące wskaźnika gotowości,

K_{g1} -ustalone wartości dyskwalifikujące wskaźnika gotowości.

Wartość x_1 i x_2 wyznacza się ze wzorów:

$$x_1 = \exp \left(\frac{1}{2 \times r} \times \ln \frac{\beta}{1-\alpha} + \frac{1}{2} \times \ln \frac{K_{g0} \times (1 - K_{g1})}{K_{g1} \times (1 - K_{g0})} \right) \quad (A11)$$

$$x_2 = \exp \left(\frac{1}{2 \times r} \times \ln \frac{1-\beta}{\alpha} + \frac{1}{2} \times \ln \frac{K_{g0} \times (1 - K_{g1})}{K_{g1} \times (1 - K_{g0})} \right) \quad (A12)$$

Minimalną liczbę uszkodzeń r_{\min} , przy której należy rozpocząć kontrolę wskaźnika K_g metodą sekwencyjną, określa się jako $\min(r_1, r_2)$, w którym:

$$r_1 = \frac{\ln \frac{1-\beta}{\alpha}}{\ln \frac{K_{g0} \times (1-K_{g1})}{K_{g1} \times (1-K_{g0})}} \quad (A13)$$

$$r_2 = \frac{\ln \frac{\beta}{1-\alpha}}{\ln \frac{K_{g0} \times (1-K_{g1})}{K_{g1} \times (1-K_{g0})}} \quad (A14)$$

A3 Wzory do określenia parametrów planu badania prowadzonego metodą jednostopniową

A3.1 Gdy wskaźnikiem nieuszkodzalności jest oczekiwany czas poprawnej pracy między uszkodzeniami, równania do określania parametrów planu badań, wykonywanych do ustalonej liczby uszkodzeń, mają postać:

$$\frac{T_0}{T_1} = \left(\frac{\chi^2_{\beta} \times (2 \times r)}{\chi^2_{1-\alpha} \times (2 \times r)} \right) \quad (A15)$$

w których:

$\chi^2_{\beta} \times (2 \times r)$, $\chi^2_{1-\alpha} \times (2 \times r)$ - kwantyle rozkładu χ^2 z $2r$ stopniami swobody.

Liczbę kwalifikującą C wyznaczać ze wzoru:

$$C = \frac{T_0 \times \chi^2_{1-\alpha} \times (2 \times r)}{2 \times r} \quad (A16)$$

W planie badań wykonywanych do ustalonej liczby uszkodzeń bez naprawy uszkodzonych urządzeń, sumaryczny czas poprawnej pracy w trakcie badań t_{Σ} wyznaczać ze wzoru:

$$t_{\Sigma} = (n - r_{gr}) \times t_B + \sum_{j=1}^{r_{gr}} t_j \quad (A17)$$

w którym:

t_B - czas badań do chwili wystąpienia ostatniego uszkodzenia,

t_j - czas poprawnej pracy j -tego uszkodzonego urządzenia.

W planie badań wykonywanych do ustalonej liczby uszkodzeń, z naprawą uszkodzonych urządzeń, wartość t_{Σ} obliczyć ze wzoru:

$$t_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n t_i \quad (A18)$$

lub

$$t_{\Sigma} = n \times t_B \quad (A19)$$

jeżeli wymiana uszkodzonego elementu na nowy została przeprowadzona w chwili powstania uszkodzenia.

A3.2 Parametry planu badań, wykonywanych metodą jednostopniową, przez ustalony czas t_{gr} , w celu określenia oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami lub oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia wyznaczyć ze wzorów:

$$\frac{T_0}{T_1} = \frac{\chi^2_{\beta} \times (2 \times r)}{\chi^2_{1-\alpha} \times (2 \times r)} \quad (A20)$$

$$\frac{t_{\Sigma}}{T_0} = \frac{\chi^2_{1-\alpha} \times (2 \times r)}{2}$$

Liczbę badanych urządzeń wyznaczyć ze wzoru:

$$n = \frac{\frac{t_{\Sigma}}{T_0}}{\frac{t_{gr}}{T_0}} \quad (A21)$$

W planie badań przez ustalony czas t_{gr} , z naprawą uszkodzonych urządzeń wartość t_{Σ} obliczyć ze wzoru:

$$t_{\Sigma} = n \times t_{gr} \quad (A22)$$

w którym:

n - liczba badanych urządzeń (uszkodzony element wymienia się na nowy w chwili jego uszkodzenia).

A3.3 Gdy wskaźnikiem niezawodności jest prawdopodobieństwo poprawnej pracy, równania do określenia parametrów planu badań mają postać:

$$\frac{q_1}{q_0} = \frac{\chi^2_{\beta}(f)}{\chi^2_{1-\alpha}(f)} \quad (A23)$$

$$N = \frac{\chi^2_{1-\alpha}(f)}{2 \times q_0} = \frac{\chi^2_{\beta}(f)}{2 \times q_1} \quad (A24)$$

w którym:

N - liczba cykli badawczych o długości $\frac{t_c}{n}$ każdy.

$\chi^2_{\beta}(f), \chi^2_{1-\alpha}(f)$ - kwantyl rozkładu χ^2 z f stopniami swobody.

Kwalifikującą liczbę uszkodzeń C wyznaczyć ze wzoru:

$$C = \frac{f}{2} - 1 \quad (A25)$$

A3.4 Gdy wskaźnikiem niezawodności jest wskaźnik gotowości, niezbędną liczbę uszkodzeń wyznaczyć ze wzoru:

$$\frac{\psi_{1-\phi}(2r, 2r)}{\psi_{\alpha}(2r, 2r)} = \frac{K_{g0} \times (1 - K_{g1})}{K_{g1} \times (1 - K_{g0})} \quad (A26)$$

w którym:

$\psi_{1-\phi}(2\tau, 2\tau), \psi_{\alpha}(2\tau, 2\tau)$ - kwantyle rozkładu F-Snedecora wyznaczone z tablic.

Liczbę kwalifikującą C wyznaczyć ze wzoru:

$$C = \frac{K_{g0} \times \psi_{\alpha}(2r, 2r)}{1 - K_{g0} + K_{g0} \times \psi_{\alpha}(2r, 2r)} \quad (A27)$$

lub

$$C = \frac{K_{g1} \times \psi_{1-\phi}(2r, 2r)}{1 - K_{g1} + K_{g1} \times \psi_{1-\phi}(2r, 2r)} \quad (A28)$$

Badaniom poddawane jest jedno lub n urządzeń do chwili wystąpienia uszkodzeń (i ich usunięcia).

Na podstawie wyników badań określić oszacowanie punktowe wskaźnika \tilde{K}_g ze wzoru:

$$\tilde{K}_g = \frac{\tilde{T}}{\tilde{T} + \tilde{T} \times n} \quad (\text{A29})$$

w którym:

$$\tilde{T} = \frac{1}{r} \times \sum_{i=1}^r t_i, \quad \tilde{T}_n = \frac{1}{r} \times \sum_{i=1}^r t_{ni}$$

Uznaje się, że urządzenie spełnia wymagania odnośnie do wskaźnika \tilde{K}_g , jeżeli spełniona jest nierówność $\tilde{K}_g \geq C$.

ZAŁĄCZNIK B

(normatywny)

PLANOWANIE OKREŚLAJĄCYCH BADAŃ NIEZAWODNOŚCI

B1 Plan badań określających

Tablica B1 - Plany badań przy dwustronnym ograniczeniu badanego wskaźnika nieuszkodzalności

$\frac{R_g}{R_d}$	Liczba uszkodzeń τ lub liczba urządzeń n przy określonym γ		
	$\gamma = 0,9$	$\gamma = 0,8$	$\gamma = 0,7$
1,5	65	41	27
1,6	50	30	20
1,7	44	24	16
1,8	34	19	13
1,9	27	16	11
2,0	23	14	10
2,5	13	8	6
3,0	9	6	4

Tablica B2 - Plany badań przy jednostronnym górnym ograniczeniu badanego wskaźnika nieuszkodzalności

δ_B	Liczba uszkodzeń r lub liczba urządzeń n przy określonym γ		
	$\gamma = 0,9$	$\gamma = 0,8$	$\gamma = 0,7$
0,5	14	7	4
0,4	19	9	5
0,3	30	14	7
0,2	58	26	13

Tablica B3 - Plany badań przy jednostronnym dolnym ograniczeniu badanego wskaźnika

δ_B	Liczba uszkodzeń r lub liczba urządzeń n przy określonym γ		
	$\gamma = 0,9$	$\gamma = 0,8$	$\gamma = 0,7$
0,45	26	12	7
0,4	38	18	9
0,3	59	28	14
0,2	108	50	24

B2 Kolejność wyznaczania parametrów planu badań określających, wykonywanych metodą jednostopniową

B2.1 Planując badania określające, wykonywane metodą jednostopniową, przy wykładniczym rozkładzie czasu pracy, wyznaczyć minimalną liczbę uszkodzeń r

($r \geq 1$), niezbędne do zapewnienia wymaganej dokładności $\frac{T_g}{T_d}$ wg wzoru:

$$\frac{T_g}{T_d} = \frac{\chi^2_{1-\gamma}(2r)}{\chi^2_{1+\gamma}(2r)} \quad (B1)$$

w którym:

γ - ustalony poziom ufności,

Wartość kwantyla χ^2 wybrać z tablicy B4.

Minimalny czas badań wyznaczyć ze wzoru:

$$t = T^* \times r \quad (B2)$$

w którym:

T^* - obliczona wartość oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami lub wartość ustaloną w ZTT (ZT).

B2.2 Jeśli badania określające, wykonywane w celu oszacowania wskaźnika nieuszkodzalności są ograniczone w czasie, to ze wzoru (B2) należy wyznaczyć oczekiwaną liczbę uszkodzeń w ustalonym przedziale czasu, a następnie ze wzoru (B1), dla przyjętej wartości γ wyznaczyć oczekiwaną dokładność oceny.

B2.3 Planując badania określające, przy jednostronnie ograniczonym oczekiwanym czasie poprawnej pracy między uszkodzeniami lub oczekiwanym czasie poprawnej pracy do uszkodzenia, minimalną liczbę uszkodzeń, do której należy prowadzić badania, wyznaczać ze wzorów:

$$\frac{\chi^2_{1-\gamma}(2r)}{2 \times r} = \frac{1}{1 - \delta_d} \quad (B3)$$

przy dolnym ograniczeniu oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami lub

$$\frac{\chi^2_{\gamma}(2r)}{2 \times r} = \frac{1}{1 + \delta_g} \quad (B4)$$

przy górnym ograniczeniu oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami dla ustalonych dolnych lub górnych wartościach względnego błędu oszacowania przy danym poziomie ufności:

$$\delta_d = \frac{\tilde{T} - T_d}{\tilde{T}} \quad \text{lub} \quad \delta_g = \frac{T_g - \tilde{T}}{\tilde{T}}$$

B3. Wyznaczenie wskaźników nieuszkodzalności na podstawie wyników badań określających

B3.1 Dla urządzeń nienaprawialnych, badanych wg planów z ograniczoną liczbą uszkodzeń oszacowanie oczekiwanego czasu poprawnej pracy do uszkodzenia wyznaczać ze wzoru:

$$\tilde{T} = \frac{S(t_r)}{r - 1} \quad (B5)$$

a jego granice przedziału ufności ze wzorów:

$$T_g = \frac{2 \times S(t_r)}{\chi^2_{1-\gamma}(2r)} \quad (B6)$$

$$T_d = \frac{2 \times S(t_r)}{\chi^2_{1+\gamma}(2r)} \quad (B7)$$

w którym:

$S(t_r)$ - sumaryczny czas badań,

$\chi^2_{\frac{1+\gamma}{2}}(2r), \chi^2_{\frac{1-\gamma}{2}}(2r)$ - funkcje z tablicy B4

Sumaryczny czas badań wyznaczyć ze wzoru:

$$S(tr) = \sum_{i=1}^r t_i + (n-r) \times t_r \quad (\text{B8})$$

w którym:

t_r - czas pracy jednego z r uszkodzonych urządzeń pracującego najdłużej (licząc od chwili rozpoczęcia badań),

t_i - czas pracy i -tego uszkodzonego urządzenia.

B3.2 Dla urządzeń naprawialnych, badanych wg planu o ustalonej liczbie uszkodzeń, oszacowanie oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami wyznaczyć ze wzoru:

$$\tilde{T} = \frac{n \times t_r}{r-1} \quad (\text{B9})$$

a granice dwustronnego przedziału ufności ze wzorów:

$$T_g = \frac{2 \times n \times t_r}{\chi^2_{\frac{1+\gamma}{2}}(2r)} \quad (\text{B10})$$

$$T_d = \frac{2 \times n \times t_r}{\chi^2_{\frac{1-\gamma}{2}}(2r)} \quad (\text{B11})$$

w którym:

t_r - czas wystąpienia r -go uszkodzenia.

B3.3 Na podstawie wyników badań określających, wykonywanych według planu z ograniczonym czasem badania urządzenia, oszacowanie oczekiwanego czasu poprawnej pracy między uszkodzeniami wyznaczać na podstawie wzoru:

$$\tilde{T} = \frac{n \times t}{r} \quad (\text{B12})$$

oraz granice przedziału ufności ze wzorów:

$$T_g = \frac{2 \times n \times t}{\chi^2_{\frac{1+\gamma}{2}}(2r)} \quad (\text{B13})$$

$$T_d = \frac{2 \times n \times t}{\chi^2_{\frac{1-\gamma}{2}}(2r)} \quad (\text{B14})$$

w których:

t - czas badań.

B3.4 Oszacowanie prawdopodobieństwa poprawnej pracy urządzenia wyznaczać ze wzoru:

$$\tilde{P}(t_c) = \exp\left(-\frac{t_c}{\tilde{T}}\right) \quad (\text{B15})$$

a granice przedziału ufności przy ustalonym poziomie ufności ze wzoru:

$$P_g(t_c) = \exp\left(-\frac{t_c}{T_g}\right) \quad (\text{B16})$$

$$P_d(t_c) = \exp\left(-\frac{t_c}{T_g}\right) \quad (\text{B17})$$

B3.5 Przy nieznanym rozkładzie prawdopodobieństwa, granice przedziału ufności dla prawdopodobieństwa uszkodzenia $\tilde{q} = 1 - \tilde{P}$ gdzie \tilde{P} jest określone według wzoru B15 i podane są w tabelicy B5.

Na podstawie liczby badanych urządzeń n (lub liczby N cykli pracy o długości t_c) i otrzymanej liczby uszkodzeń r wyznacza się wielkość $N - r$. Z tabelicy B5 dla poziomu ufności $\gamma = 0,9$ i otrzymanych wartości r oraz $N - r$ wyznacza się dolną i górną granicę przedziału ufności oszacowania \tilde{P} .

Tablica B4

2r	Wartość kwantyli $\chi_p^2(2r)$ przy p równym:						
	0,99	0,98	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50
2	0,020	0,040	0,103	0,211	0,446	0,713	1,386
4	0,297	0,429	0,711	1,064	1,649	2,20	3,36
6	0,872	1,134	1,635	2,20	3,07	3,83	5,35
8	1,646	2,03	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34
10	2,56	3,06	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34
12	3,57	4,18	5,23	6,30	7,81	9,03	11,34
14	4,66	5,37	6,57	7,79	9,47	10,82	13,24
16	5,81	6,61	7,96	9,31	11,15	12,62	15,34
18	7,02	7,91	9,39	10,86	12,86	14,44	17,34
20	8,26	9,24	10,85	12,44	14,58	16,27	19,27
22	9,54	10,60	12,34	14,04	16,31	18,10	21,30
24	10,86	11,99	13,85	15,66	18,06	19,94	23,30
26	12,20	13,41	15,38	17,29	19,82	21,80	25,30
28	13,56	14,85	16,93	18,94	21,60	23,60	27,30
30	14,95	16,31	18,49	20,60	23,40	25,50	29,30
32	16,36	17,78	20,07	22,27	25,15	27,37	31,34
34	17,79	19,28	21,66	23,95	26,94	29,24	33,34
36	17,23	20,78	23,27	25,64	28,74	31,12	35,34
38	20,69	22,30	24,88	27,34	30,54	32,99	37,34
40	22,16	23,84	26,51	29,05	32,34	34,87	39,34
42	23,65	25,38	28,14	30,77	34,16	36,75	41,34
44	25,15	26,94	29,79	32,49	35,97	38,64	43,34
46	26,66	28,50	31,44	34,22	37,80	40,53	45,34
48	28,18	30,08	33,10	35,95	39,62	42,42	47,34
50	29,71	31,66	34,76	37,69	41,45	44,31	49,33
52	31,25	33,26	36,44	39,43	43,28	46,21	51,33
54	32,79	34,86	38,12	41,18	45,12	48,11	53,33
56	34,35	36,46	39,80	42,94	46,96	50,01	55,33
58	35,91	38,08	41,49	44,70	48,80	51,91	57,33
60	37,48	39,70	43,19	46,46	50,64	53,81	59,33
62	39,06	41,33	44,89	48,23	52,49	55,71	61,33
64	40,65	42,96	46,60	50,00	54,34	57,62	63,33
66	42,24	44,60	48,31	51,77	56,19	59,53	65,33
68	43,84	46,24	50,02	53,55	58,04	61,44	67,33
70	45,44	47,89	51,74	55,33	59,90	63,35	69,33

Tablica B4 (ciąg dalszy)

2r	Wartość kwantyli $\chi_p^2(2r)$ przy p równym:						
	0,30	0,20	0,10	0, 05	0,02	0,01	0,001
2	2,41	3,22	4,60	5,99	7,82	9,21	13,82
4	4,88	5,99	7,78	9,49	11,67	13,28	18,46
6	7,23	8,56	10,64	12,59	15,03	16,81	22,50
8	9,52	11,03	13,38	15,51	18,17	20,10	26,10
10	11,78	13,44	15,99	18,31	21,20	23,20	29,60
12	14,01	15,81	18,55	21,00	24,10	26,20	32,90
14	16,22	18,15	21,10	23,70	26,90	29,10	36,10
16	18,42	20,50	23,50	26,30	29,60	32,00	39,30
18	20,60	22,80	26,00	28,90	32,30	34,80	42,30
20	22,80	25,00	28,40	31,40	35,00	37,60	45,30
22	24,90	27,30	30,80	33,90	37,70	40,30	48,30
24	27,10	29,60	33,20	36,40	40,30	43,00	51,20
26	29,20	31,80	35,60	38,90	42,90	45,60	54,10
28	31,40	34,00	37,90	41,30	45,40	48,30	56,90
30	33,50	36,20	40,30	43,80	47,96	50,90	59,70
32	35,66	38,47	42,59	46,19	50,49	53,49	62,49
34	37,79	40,67	44,90	48,60	52,99	56,06	65,25
36	39,92	42,87	47,21	51,00	55,49	58,62	67,98
38	42,04	45,07	49,51	53,38	57,97	61,16	70,70
40	44,16	47,27	51,80	55,76	60,44	63,69	73,40
42	46,28	49,46	54,09	58,12	62,89	66,21	76,08
44	48,40	51,64	56,37	60,48	65,34	68,71	78,75
46	50,51	53,82	58,64	62,83	67,77	71,20	81,40
48	52,62	55,99	60,91	65,17	70,20	73,68	84,04
50	54,72	58,16	63,17	67,50	72,61	76,15	86,66
52	56,82	60,33	65,42	69,83	75,02	78,62	89,27
54	58,92	62,50	67,67	72,15	77,42	81,07	91,87
56	61,02	64,66	69,92	74,47	79,82	83,51	94,46
58	63,12	66,82	72,16	76,78	82,20	85,95	97,04
60	65,23	68,97	74,40	79,08	81,58	88,38	99,61
62	67,32	71,12	76,63	81,38	86,95	90,80	102,17
64	69,42	73,28	78,86	83,68	89,32	93,22	104,72
66	71,51	75,42	81,09	85,97	91,68	95,63	107,26
68	73,60	77,57	83,31	88,35	94,04	98,03	109,79
70	75,69	79,72	85,53	90,53	96,39	100,43	112,32

Tablica B4 (ciąg dalszy)

2r	Wartość kwantyli $\chi_p^2(2r)$ przy p równym:						
	0,99	0,98	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50
72	47,05	49,55	53,46	57,11	61,76	65,26	71,33
74	48,67	51,21	55,19	58,90	63,62	67,17	73,33
76	50,29	52,87	56,92	60,69	65,48	69,08	75,33
78	51,91	54,54	58,56	62,48	67,34	71,00	77,33
80	53,54	56,21	60,39	64,28	69,21	72,92	79,33
82	55,17	57,89	62,13	66,08	71,07	74,83	81,33
84	56,81	59,57	63,88	67,88	72,94	76,75	83,33
86	58,46	61,25	65,62	69,68	74,81	78,67	85,33
88	60,10	62,94	67,37	71,48	76,69	80,59	87,33
90	61,75	64,63	69,13	73,29	78,56	82,51	89,33
92	63,41	66,33	70,88	75,10	80,43	84,43	91,33
94	65,07	68,03	72,64	76,91	82,31	86,36	93,33
96	66,73	69,73	74,40	78,72	84,19	88,24	95,33
98	68,40	71,43	76,16	80,54	86,07	90,20	97,33
100	70,07	73,14	77,93	82,36	87,95	92,13	99,33
110	78,46	81,72	86,79	91,47	97,36	101,77	109,33
120	86,92	90,37	95,70	100,62	106,81	111,42	119,33
130	95,45	99,07	104,66	109,81	116,27	121,09	129,33
140	104,03	107,81	113,66	119,03	125,76	130,77	139,33
150	112,67	116,61	122,69	128,28	135,26	140,46	149,33
160	121,35	125,44	131,76	137,55	144,78	150,16	159,33
170	130,06	134,31	140,85	146,84	154,32	159,87	169,33
180	138,82	143,21	149,97	156,15	163,67	169,59	179,33
190	147,61	152,14	159,11	165,49	173,43	179,31	189,33
200	156,43	161,10	168,28	174,84	183,00	189,05	199,33
210	165,29	170,09	177,47	184,20	192,59	198,79	209,33
220	174,16	179,09	186,67	193,58	202,18	209,53	219,33
230	183,06	188,12	195,89	202,98	211,78	218,29	229,33
240	191,99	197,18	205,14	212,39	221,39	228,04	239,33
250	196,16	206,25	214,39	221,81	231,01	237,81	249,33

Tablica B4 (ciąg dalszy)

2r	Wartość kwantyli $\chi_p^2(2r)$ przy p równym:						
	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,013	0,001
72	77,78	81,86	87,74	92,81	98,73	102,82	114,81
74	79,87	84,00	89,95	95,08	101,07	105,20	117,35
76	81,95	86,13	92,17	97,35	103,41	107,58	119,85
78	84,04	88,27	94,37	99,52	105,74	109,96	122,35
80	86,12	90,41	96,58	101,88	108,07	112,33	124,84
82	88,20	92,54	98,78	104,14	110,39	114,70	127,32
84	90,28	94,67	100,98	106,40	112,71	117,06	129,80
86	92,37	96,80	103,18	108,65	115,03	119,41	132,28
88	94,44	98,93	105,37	110,90	117,34	121,77	134,75
90	96,52	101,05	107,57	113,15	119,65	124,12	137,21
92	98,60	103,18	109,76	115,39	121,95	126,46	139,67
94	100,68	105,30	111,94	117,63	124,25	128,80	142,12
96	102,76	107,42	114,13	119,87	126,55	131,14	144,57
98	104,83	109,55	116,31	122,11	128,85	133,48	147,01
100	106,91	111,67	118,50	124,34	131,14	135,81	149,45
110	117,27	122,25	129,38	135,48	142,56	147,41	161,58
120	127,62	132,81	140,23	146,57	153,92	158,95	173,62
130	137,95	143,34	151,05	157,61	165,27	170,42	185,57
140	148,27	153,85	161,83	168,61	176,47	181,84	197,45
150	158,58	164,35	172,58	179,58	187,68	193,21	209,26
160	168,88	174,93	183,31	190,52	198,85	204,53	221,02
170	179,17	185,29	194,02	201,42	209,98	215,81	232,72
180	189,45	195,74	204,70	212,30	221,08	227,06	244,37
190	199,72	206,18	215,37	223,16	232,15	238,27	256,06
200	209,99	216,61	226,02	233,99	243,19	249,45	267,50
210	220,25	227,02	236,65	244,81	254,20	260,59	279,07
220	230,50	237,43	247,27	255,60	265,19	271,72	290,56
230	240,75	247,83	257,88	266,38	276,16	282,81	302,01
240	250,99	258,22	268,47	277,14	287,11	293,89	313,44
250	261,23	268,60	279,05	287,88	298,04	304,94	324,83

UWAGA 1 Wartości kwantyli dla innych wartości p mogą być uzyskane poprzez interpolację liniową.

2 $p = \frac{1-\gamma}{2}$, $p = \frac{1+\gamma}{2}$ $p = 1-\gamma$, $p = \gamma$ w zależności od stosowanych planów badań (punkt 2.1 i 2.3).

Tablica B5 - Przedziały ufności prawdopodobieństwa poprawnej pracy

r	Przedziały ufności przy $\gamma = 0,9$ i określonej wartości $N - r$										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0,95 0	0,78 0	0,63 0	0,53 0	0,45 0	0,39 0	0,35 0	0,31 0	0,28 0	0,26 0	0,24 0
1	0,97 0,025	0,86 0,017	0,75 0,013	0,66 0,010	0,58 0,0085	0,52 0,0073	0,47 0,0064	0,43 0,0057	0,39 0,0057	0,36 0,0047	0,34 0,0043
2	0,98 0,16	0,90 0,098	0,81 0,077	0,73 0,063	0,60 0,058	0,60 0,046	0,56 0,042	0,51 0,037	0,47 0,033	0,44 0,030	0,41 0,028
3	0,99 0,25	0,92 0,19	0,85 0,15	0,78 0,13	0,71 0,11	0,65 0,098	0,61 0,087	0,56 0,079	0,52 0,072	0,50 0,056	0,47 0,067
4	0,99 0,34	0,94 0,27	0,87 0,23	0,81 0,19	0,75 0,17	0,70 0,15	0,65 0,14	0,61 0,12	0,56 0,11	0,54 0,10	0,51 0,097
5	0,99 0,42	0,95 0,34	0,89 0,29	0,83 0,25	0,77 0,22	0,73 0,20	0,65 0,18	0,65 0,17	0,61 0,15	0,58 0,14	0,55 0,13
6	0,99 0,45	0,95 0,40	0,90 0,37	0,89 0,30	0,80 0,27	0,75 0,25	0,71 0,22	0,68 0,20	0,64 0,19	0,61 0,18	0,58 0,17
7	0,99 0,53	0,96 0,45	0,92 0,39	0,87 0,36	0,82 0,35	0,78 0,31	0,74 0,26	0,70 0,24	0,67 0,23	0,64 0,21	0,61 0,20
8	0,99 0,57	0,96 0,50	0,92 0,44	0,88 0,39	0,83 0,36	0,79 0,33	0,76 0,30	0,72 0,28	0,69 0,26	0,66 0,24	0,63 0,23
9	0,99 0,61	0,97 0,53	0,93 0,47	0,89 0,43	0,85 0,39	0,81 0,36	0,77 0,33	0,74 0,31	0,71 0,29	0,68 0,27	0,66 0,26
10	0,99 0,64	0,97 0,57	0,94 0,56	0,90 0,44	0,86 0,42	0,82 0,39	0,79 0,37	0,76 0,34	0,73 0,32	0,70 0,30	0,67 0,29

Tablica B5 (ciąg dalszy)

r	Przedziały ufności przy $\gamma = 0,9$ i określonej wartości $N - r$										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0	0,22 0	0,21 0	0,19 0	0,18 0	0,17 0	0,16 0	0,15 0	0,15 0	0,14 0	0,13 0	0,13 0
1	0,32 0,0039	0,30 0,0037	0,28 0,0034	0,26 0,0032	0,25 0,0030	0,24 0,0028	0,23 0,0027	0,21 0,0026	0,20 0,0024	0,20 0,0023	0,19 0,0022
2	0,39 0,026	0,36 0,024	0,34 0,023	0,32 0,021	0,31 0,020	0,30 0,019	0,28 0,018	0,27 0,17	0,26 0,016	0,25 0,016	0,24 0,015
3	0,44 0,057	0,42 0,053	0,39 0,050	0,37 0,047	0,36 0,044	0,34 0,042	0,33 0,040	0,31 0,038	0,30 0,036	0,29 0,035	0,28 0,033
4	0,48 0,091	0,46 0,085	0,44 0,080	0,42 0,075	0,40 0,071	0,39 0,068	0,37 0,064	0,35 0,062	0,34 0,061	0,33 0,056	0,32 0,054
5	0,52 0,12	0,50 0,12	0,48 0,11	0,46 0,10	0,44 0,099	0,42 0,095	0,40 0,090	0,39 0,086	0,38 0,082	0,36 0,079	0,35 0,075
6	0,56 0,16	0,53 0,15	0,54 0,14	0,49 0,13	0,48 0,13	0,45 0,12	0,43 0,11	0,42 0,11	0,41 0,10	0,39 0,10	0,38 0,098
7	0,58 0,19	0,56 0,18	0,54 0,17	0,52 0,16	0,50 0,16	0,48 0,15	0,47 0,14	0,45 0,13	0,44 0,13	0,42 0,12	0,41 0,12
8	0,61 0,22	0,58 0,21	0,56 0,20	0,54 0,19	0,52 0,18	0,51 0,17	0,49 0,16	0,47 0,16	0,46 0,15	0,45 0,15	0,43 0,14
9	0,63 0,24	0,60 0,23	0,58 0,22	0,56 0,21	0,55 0,20	0,53 0,19	0,51 0,19	0,49 0,18	0,48 0,17	0,47 0,17	0,45 0,16
10	0,65 0,27	0,63 0,26	0,60 0,25	0,58 0,24	0,57 0,23	0,55 0,22	0,53 0,21	0,51 0,20	0,50 0,19	0,48 0,19	0,47 0,18

Tablica B5 (ciąg dalszy)

<i>r</i>	Przedziały ufności przy $\gamma = 0,9$ i określonej wartości $N - r$										
	23	24	25	26	27	28	29	30	32	35	37
0	0,12 0	0,12 0	0,11 0	0,11 0	0,11 0	0,10 0	0,10 0	0,10 0	0,09 0	0,08 0	0,08 0
1	0,18 0,0021	0,18 0,0020	0,17 0,0020	0,16 0,0019	0,16 0,0018	0,15 0,0018	0,15 0,0017	0,14 0,0017	0,13 0,0016	0,013 0,0014	0,12 0,0014
2	0,23 0,014	0,22 0,014	0,22 0,013	0,21 0,013	0,20 0,012	0,19 0,012	0,19 0,012	0,18 0,011	0,17 0,0106	0,16 0,0098	0,15 0,0091
3	0,27 0,033	0,26 0,031	0,25 0,030	0,25 0,029	0,24 0,028	0,23 0,027	0,22 0,026	0,22 0,025	0,21 0,022	0,19 0,022	0,18 0,020
4	0,31 0,052	0,30 0,050	0,29 0,049	0,29 0,047	0,27 0,045	0,26 0,043	0,26 0,042	0,25 0,041	0,24 0,038	0,22 0,034	0,21 0,033
5	0,34 0,073	0,33 0,070	0,32 0,068	0,31 0,066	0,30 0,064	0,29 0,062	0,28 0,060	0,28 0,059	0,25 0,055	0,25 0,052	0,24 0,047
6	0,37 0,094	0,36 0,091	0,35 0,090	0,34 0,085	0,33 0,082	0,32 0,080	0,31 0,077	0,30 0,075	0,29 0,071	0,27 0,066	0,26 0,062
7	0,39 0,11	0,38 0,11	0,37 0,11	0,36 0,10	0,35 0,10	0,34 0,098	0,33 0,096	0,32 0,094	0,31 0,088	0,29 0,081	0,28 0,078
8	0,42 0,14	0,41 0,13	0,40 0,13	0,39 0,12	0,38 0,12	0,37 0,12	0,36 0,11	0,35 0,11	0,33 0,10	0,31 0,096	0,30 0,092
9	0,44 0,16	0,42 0,15	0,42 0,15	0,41 0,14	0,40 0,14	0,39 0,13	0,38 0,13	0,37 0,13	0,35 0,12	0,33 0,11	0,32 0,11
10	0,46 0,17	0,45 0,17	0,44 0,16	0,43 0,16	0,42 0,15	0,41 0,15	0,40 0,15	0,39 0,14	0,37 0,13	0,35 0,13	0,34 0,12

Tablica B5 (ciąg dalszy)

<i>r</i>	Przedziały ufności przy $\gamma = 0,9$ i określonej wartości $N - r$										
	40	42	45	47	50	52	55	57	60	65	70
0	0,073 0	0,07 0	0,07 0	0,06 0	0,06 0	0,05 0	0,05 0	0,05 0	0,05 0	0,04 0	0,04 0
1	0,11 0,0013	0,11 0,0012	0,099 0,0011	0,096 0,0011	0,091 0,0010	0,087 0,0010	0,083 0,00092	0,079 0,00088	0,075 0,00084	0,069 0,00078	0,064 0,00072
2	0,14 0,0086	0,14 0,0081	0,13 0,0075	0,12 0,0073	0,12 0,0072	0,11 0,0067	0,11 0,0063	0,10 0,0061	0,098 0,0058	0,091 0,0053	0,085 0,0050
3	0,17 0,019	0,16 0,018	0,15 0,017	0,15 0,017	0,14 0,016	0,14 0,015	0,13 0,014	0,12 0,014	0,12 0,013	0,11 0,012	0,10 0,011
4	0,20 0,032	0,19 0,030	0,18 0,028	0,17 0,027	0,16 0,026	0,16 0,025	0,15 0,024	0,14 0,023	0,14 0,022	0,13 0,020	0,12 0,019
5	0,22 0,044	0,21 0,043	0,20 0,040	0,19 0,039	0,18 0,037	0,18 0,035	0,17 0,033	0,16 0,033	0,16 0,032	0,14 0,029	0,13 0,027
6	0,24 0,058	0,23 0,056	0,22 0,052	0,21 0,050	0,20 0,048	0,20 0,046	0,19 0,044	0,18 0,042	0,17 0,041	0,16 0,038	0,15 0,035
7	0,26 0,072	0,25 0,069	0,24 0,065	0,23 0,062	0,22 0,060	0,21 0,058	0,20 0,054	0,19 0,053	0,19 0,050	0,17 0,047	0,16 0,044
8	0,28 0,085	0,27 0,082	0,26 0,078	0,25 0,075	0,24 0,071	0,23 0,068	0,22 0,065	0,21 0,056	0,20 0,060	0,19 0,055	0,18 0,052
9	0,30 0,099	0,29 0,095	0,27 0,090	0,26 0,086	0,25 0,082	0,25 0,080	0,23 0,075	0,23 0,073	0,22 0,070	0,20 0,065	0,19 0,061
10	0,32 0,11	0,31 0,11	0,29 0,10	0,28 0,098	0,27 0,093	0,26 0,091	0,25 0,086	0,24 0,084	0,23 0,081	0,22 0,075	0,20 0,070

Tablica B5 (ciąg dalszy)

<i>r</i>	Przedziały ufności przy $\gamma = 0,9$ i określonej wartości $N - r$						
	75	80	85	90	95	100	120
0	0,04 0	0,04 0	0,03 0	0,03 0	0,03 0	0,03 0	0,020 0
1	0,060 0,00067	0,057 0,00063	0,052 0,00060	0,051 0,00056	0,049 0,00054	0,046 0,00051	0,038 0,00042
2	0,079 0,0046	0,076 0,0044	0,071 0,0041	0,067 0,0039	0,064 0,0036	0,061 0,0032	0,057 0,0029
3	0,096 0,0106	0,091 0,0099	0,087 0,0094	0,083 0,0088	0,080 0,0084	0,070 0,0080	0,060 0,0067
4	0,11 0,018	0,11 0,017	0,10 0,016	0,096 0,014	0,091 0,014	0,087 0,013	0,073 0,011
5	0,13 0,025	0,12 0,024	0,11 0,022	0,11 0,021	0,10 0,020	0,098 0,019	0,083 0,016
6	0,14 0,033	0,13 0,031	0,13 0,029	0,12 0,028	0,11 0,026	0,11 0,026	0,093 0,021
7	0,15 0,041	0,15 0,039	0,14 0,038	0,13 0,035	0,12 0,033	0,12 0,032	0,11 0,026
8	0,17 0,048	0,16 0,046	0,15 0,044	0,14 0,041	0,14 0,039	0,13 0,037	0,11 0,031
9	0,18 0,057	0,17 0,054	0,16 0,051	0,016 0,048	0,15 0,046	0,14 0,044	0,12 0,037
10	0,19 0,066	0,18 0,062	0,17 0,059	0,16 0,057	0,16 0,053	0,15 0,050	0,15 0,043

(normatywny)

METODYKA WYBORU WARUNKÓW FORSUJĄCYCH I OKREŚLENIA WSPÓŁCZYNNIKA PRZYSPIESZENIA

C1 W celu wykonania forsujących badań urządzeń produkowanych seryjnie zaleca się dokonanie wyboru warunków forsujących i określenie współczynnika przyspieszenia badań.

C2 Jako podstawowe czynniki forsujące, pozwalające skrócić czas badań nieuszkodzalności urządzeń dopuszcza się wykorzystanie dowolnych oddziaływających czynników mających wpływ na niezawodność urządzeń.

C3 W niniejszej normie określono parametry forsujących warunków badań dla takich czynników forsujących jak: podwyższona częstotliwość włączania i wyłączania źródeł zasilania, podwyższoną temperaturę otoczenia.

Podano również określenie współczynnika przyspieszenia badań w wybranych warunkach forsujących.

C4 Wybór warunków forsujących badania

C4.1 Warunki forsujące zrealizować przez jednoczesne oddziaływanie dwóch zalecanych czynników (np. temperatury i częstotliwości włączania) lub jednego czynnika (np. temperatury lub częstotliwości włączania).

4C.2 Dla konkretnego typu urządzeń należy określić eksperymentalnie:

- maksymalną temperaturę otoczenia, dopuszczalną w ramach forsujących warunków badań
- częstotliwość włączania urządzenia w danych warunkach, podaną na 1 h czasu pracy, wyznaczoną ze wzoru:

$$f = \frac{60}{\tau_{wl} - \tau_{wyl}} \quad (C1)$$

w którym:

τ_{wl} - czas, przez jaki urządzenie pozostaje włączone w każdym cyklu pracy, w minutach;

τ_{wyl} - czas, przez jaki urządzenie pozostaje wyłączone, w minutach.

C4.3 Maksymalne, dopuszczalne parametry warunków forsujących należy wybierać na podstawie analizy warunków cieplnych i elektrycznych części składowych urządzenia i długości przebiegów podstawowych procesów w urządzeniach,

C4.4 Maksymalnie dopuszczalną temperaturę otoczenia w badaniach forsujących określać na podstawie znajomości zestawu części składowych urządzenia i materiałów, stosowanych do jego wytworzenia.

Dla urządzeń zbudowanych z wykorzystaniem podzespołów półprzewodnikowych, mikromodułów i układów scalonych, maksymalne możliwości forsowania warunków, ze względu na temperaturę, ograniczone są przez podwyższoną temperaturę graniczną złączy tranzystorów $p - n$ i $n - p$, diod i rezystorów półprzewodnikowych.

C4.5 Jako maksymalną, dopuszczalną temperaturę otoczenia przyjmować w badaniach forsujących taką temperaturę, która nie przekracza podwyższonych granicznych temperatur poszczególnych typów części składowych urządzenia.

C4.6 Jeżeli dla większości typów części składowych urządzenia nieznane są podwyższone temperatury graniczne, to jako maksymalnie dopuszczalną temperaturę otoczenia w badaniach forsujących zespołów i urządzenia, jako całości, wybrać temperaturę, która nie podwyższa górnych granic przedziałów temperatur ustalonych dla każdego z typów części składowych urządzenia i podanych w WT urządzenia.

C4.7 Częstotliwość włączania i czas, przez jaki urządzenie pozostaje wyłączone, wybierać na podstawie analizy stanów nieustalonych procesów elektrycznych i cieplnych dla danego typu urządzeń.

Parametry stanów nieustalonych mierzyć zgodnie z metodyką zatwierdzoną według ustalonego trybu postępowania.

C4.8 Podczas włączania urządzenia należy rejestrować stany ustalonych przebiegów elektrycznych. Opierając się na rejestrowanych oscylogramach i pomiarach parametrów kontrolnych urządzenia, określać czas (tych przebiegów) gotowości t_g , tzn. czas dojścia urządzenia do warunków pracy.

Na podstawie czasu gotowości urządzenia określać maksymalną częstotliwość włączania urządzenia według wzoru:

$$f = \frac{60}{t_g} \quad (C2)$$

w którym:

t_g - czas gotowości, w minutach.

C4.9 Urządzenie należy umieścić w komorze wysokich temperatur i włączyć je. Temperaturę w komorze podnieść do wybranej maksymalnie, dopuszczalnej temperatury otoczenia w badaniach forsujących. Za pomocą mierników temperatury rejestrować proces wzrostu temperatury wewnątrz bloków (przyszyk, podbloków itp.) przy ciągłej pracy aż do ustalonej wartości T_{ust} , proces spadku po wyłączeniu komory, aż do temperatury T_k utrzymywanej w komorze.

Maksymalne przegrzanie w blokach urządzenia wyznaczać ze wzoru:

$$\Delta T_{\max i} = T_{ust} - T_k \quad (C3)$$

UWAGA Jeśli przy wybranej maksymalnie, dopuszczalnej temperaturze otoczenia w badaniach forsujących narusza się warunki pracy poszczególnych układów, to temperaturę w komorze obniża się o kilka stopni, aż do uzyskania pozytywnego wyniku.

C4.10 Urządzenie znajduje się kolejno w stanie włączonym i wyłączonym. Należy rejestrować stany przejściowe procesów cieplnych w blokach (podblokach, przyszykach) dla różnych wartości czasu τ_{wyl} ,

- τ_{wl} , odpowiednio przy włączonym i wyłączonym urządzeniu;

τ_{wl} , τ_{wyl} zmieniają się w następujących granicach;

- dla urządzeń pokładowych

$$\tau_{wl} = t_g \div 20 \text{ min}$$

$$\tau_{wyl} = 3 \div 15 \text{ min};$$

- dla urządzeń naziemnych

$$\tau_{wl} = t_g \div 60 \text{ min}$$

$$\tau_{wyl} = 15 \div 30 \text{ min}.$$

C4.11 Na podstawie analizy stanów przejściowych procesów cieplnych wybierać takie wartości τ_{wl} i τ_{wyl} , przy których spadki temperatur w blokach (podblokach, przyszykach) mają wartość najbliższą $\Delta T_{\max i}$ w każdym cyklu „włączone-wyłączone”.

Poza tym wybrane wartości τ_{wl} i τ_{wyl} powinny spełniać warunek zapewnienia dostatecznie dużej wartości (od 0,65 do 0,9) współczynnika wykorzystania dla ustalonych czasu (kalendarzowego) podczas badań forsujących

$$\eta = \frac{\tau_{wl}}{\tau_{wl} + \tau_{wyl}} \quad (C4)$$

C4.12 Jeżeli niemożliwe jest określenie parametrów T , τ_{wyl} i f drogą doświadczalną, to po ustaleniu z zamawiającym dopuszcza się przyjęcie:

- dla urządzeń pokładowych

T - od 70 °C do 80 °C

f - od 5 cykli/h do 6 cykli/h

τ_{wyl} - od 4 min do 5 min

- dla urządzeń naziemnych

T - od 60 °C do 70 °C

f - od 2 cykli/h do 4 cykli/h

τ_{wyl} - od 6 min do 13 min.

C4.13 Forsujące badania niezawodności urządzeń wykonywać przy oddziaływaniu wybranych czynników forsujących i przy wartościach pozostałych, oddziaływających czynników podanych w 2.5 niniejszej normy.

C5 Określenie współczynnika przyspieszenia badań i sprawdzenie poprawności wyboru warunków forsujących.

C5.1 W celu określenia współczynnika przyspieszenia i sprawdzania poprawności wyboru warunków forsujących wykonać badania, określające na dwóch próbkach z jednej partii urządzeń. Liczność każdej próbki może być dowolna. Zaleca się badać od 1 urządzenia do 3 urządzeń w każdej próbce.

C5.2 Planowanie badań

C5.2.1 Dla urządzeń naprawialnych określać oczekiwaną liczbę uszkodzeń r_0 , w warunkach ε_0 podanych w WT i liczbę uszkodzeń r^* w warunkach forsujących ε^* .

Wartości r_0 i r^* określać z tablicy C1 i tablicy C2 na podstawie ustalonej wartości stosunku

$$\Theta = \frac{k_g}{k_d} \quad (C5)$$

gdzie:

k_g - górna granica przedziału ufności współczynnika przyspieszenia badań dla poziomu ufności γ ;

k_d - dolna granica przedziału ufności współczynnika przyspieszenia badań dla poziomu ufności γ .

Zaleca się wybieranie wartości parametru Θ z przedziału od 1,1 do 2 przy poziomie ufności $\gamma = 0,8; 0,9$.

C5.2.2 Oczekiwany czas badania urządzeń t_r^0 i t_r^* odpowiednio w warunkach ε_0 i ε^* wyznaczać ze wzorów

$$t_r^0 = \frac{T \times r_0}{n} \quad (C6)$$

$$t_r^* = \frac{\times T r^*}{m \times \tilde{k}_{ocz}} \quad (C7)$$

w których:

T - czas poprawnej pracy między uszkodzeniami, w warunkach ε_0 uzyskany na podstawie wyników badań wstępnych lub podany w WT,

n, m - liczba badanych urządzeń odpowiednio w pierwszej i drugiej próbce,

\tilde{k}_{ocz} - oczekiwana wartość współczynnika przyspieszenia badań, która może być ustalona na podstawie danych podanych w tablicy C3.

Oczekiwany całkowity czas badania wynosi:

$$t_r = t_r^0 + t_r^* \quad (C8)$$

C5.3 Badania określające (rysunek C1)

C5.3.1 Badania określające należy wykonywać dwustopniowo (rysunek C1). Pierwszy stopień obejmuje badanie pierwszej próbki w warunkach ε_0 do uzyskania $r_1^0 = \frac{r_0}{2}$ uszkodzeń w czasie $t_{r_1}^0$. Drugą próbkę bada

się w wybranych warunkach forsujących do uzyskania $r_2^* = \frac{r^*}{2}$ uszkodzeń w czasie $t_{r_2}^*$.

C5.3.2 Drugi stopień obejmuje przeniesienie pierwszej próbki w warunki forsujące, a drugiej w warunki ε_0 . Badania wykonywać do uzyskania $r_1^* = r_2^*$ i $r_1^0 = r_2^0$ uszkodzeń od momentu odpowiednio $t_{r_1}^*$ i $t_{r_2}^0$.

C5.3.3 W procesie badań rejestrować uszkodzenia i czas ich wystąpienia oddzielnie dla każdego stopnia badań.

C5.4 Na podstawie wyników badań sprawdzać prawidłowość wyboru warunków forsujących, ze względu na kryterium stałości współczynnika przyspieszenia k :

- oczekiwany czas poprawnej pracy między uszkodzeniami wyznacza się ze wzorów:

$$\tilde{T}_{01} = \frac{n \times t_{r1}^0}{r_1^0 - 1}, \quad \tilde{T}_2^* = \frac{m \times r_{r2}^*}{r_2^* - 1} \quad (C9)$$

$$\tilde{T}_1^* = \frac{n \times t_{r1}^*}{r_1^* - 1}, \quad \tilde{T}_{02} = \frac{m \times t_{r2}^0}{r_2^0 - 1} \quad (C10)$$

$$(r_1^0 r_2^0, r_1^*, r_2^* \geq 2)$$

- oszacowanie punktowe współczynnika przyspieszenia k_1 i k_2 odpowiednio dla pierwszego i drugiego stopnia badań wyznaczać ze wzorów:

$$\tilde{k}_1 = \eta \times \frac{\tilde{T}_{01}}{\tilde{T}_2^*}, \quad \tilde{k} = \eta \times \frac{\tilde{T}_{02}}{\tilde{T}_1^*} \quad (C11)$$

w których:

η - współczynnik wykorzystania (kalendarzowego) czasu badań wyznaczony ze wzoru (C4).

Wartość parametru ψ wyznaczać ze wzoru:

$$\psi = \frac{k_1}{k_2} \quad (C12)$$

Opierając się na podanym poziomie ufności γ , dla liczby uszkodzeń $r_1^0 = r_2^0$ i $r_1^* = r_2^*$ w tablicy C4 znaleźć górną i dolną wartość krytyczną parametru ψ i sprawdzić, czy spełniona jest nierówność

$$\psi_d < \psi < \psi_g \quad (C13)$$

Jeśli nierówność (C13) jest spełniona, to wyniki badań nie przeczą hipotezie o stałości współczynnika przyspieszenia i przyjmuje się, że warunki forsujące zostały wybrane prawidłowo.

C5.5 Oszacowanie punktowe i granice przedziału ufności współczynnika przyspieszenia badań przy ustalonym poziomie ufności.

C5.5.1 Oszacowanie punktowe współczynnika przyspieszenia wyznaczać ze wzoru:

$$\tilde{k} = \eta \times \frac{\tilde{T}_0}{\tilde{T}^*} \quad (C14)$$

w którym:

$\tilde{T}_0 = \frac{n \times t_{r1} + m \times t_{r2}^0}{(r_1^0 + r_2^0) - 1}$ - oczekiwany czas poprawnej pracy między uszkodzeniami urządzenia w warunkach

ε_0 ;

$\tilde{T}^* = \frac{n \times t_{r_1}^* + m \times t_{r_2}^*}{(r_1^* + r_2^*) - 1}$ - oczekiwany czas poprawnej pracy między uszkodzeniami urządzenia
w warunkach ε^* .

C5.5.2 W tablicy C1 i tablicy C2 określone są górna z_g i dolna z_d granice przedziału ufności parametru z_0 , przy ustalonym poziomie ufności γ i liczbie uszkodzeń $r_0 = r_1^0 + r_2^0$, $r^* = r_1^* + r_2^*$.

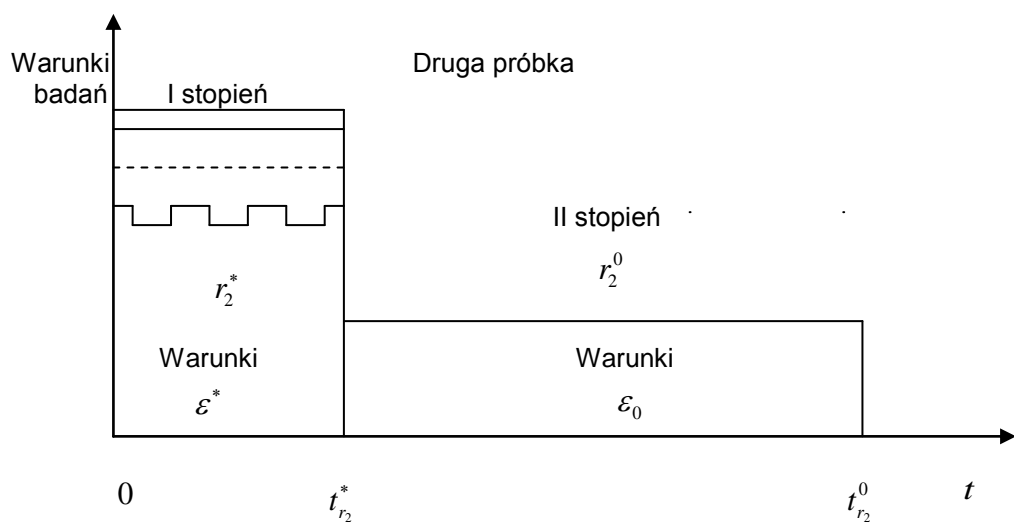
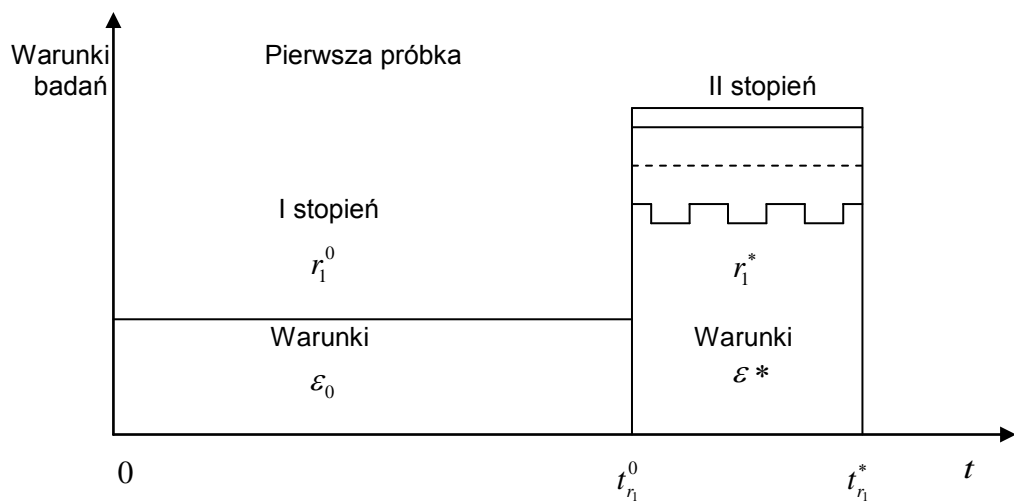
C5.5.3 Granice przedziału ufności współczynnika przyspieszenia badań wyznaczać ze wzorów:

$$k_d = \frac{\tilde{k}}{z_g},$$

(C15)

$$k_g = \frac{\tilde{k}}{z_d}$$

C5.6 Badania forsujące nieuszkodzalności urządzeń wykonuje się metodą sekwencyjną lub jednostopniową. Przy planowaniu badań, realizowanym zgodnie z wymaganiami w 2.3.5 do 2.3.7 niniejszej normy, wykorzystać wartość dolnej granicy przedziału ufności współczynnika przyspieszenia k_d . Oznacza to, że czas badania skraca się k_d razy.



- - podwyższona temperatura
- - podwyższone napięcie zasilające
- ▬▬▬ - warunki cykliczne

Rysunek C1

Tablica C1 - Granice dwustronnego przedziału ufności dla współczynnika z przyspieszenia badań

r_0	Przy $\gamma = 0,8$ i określonej wartości r^* :								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,250 4,000	0,236 2,474	0,231 2,132	0,231 1,988	0,299 1,893	0,299 1,848	0,277 1,809	0,226 1,778	0,226 1,760
2	0,406 4,212	0,402 2,773	0,404 2,096	0,405 1,925	0,406 1,843	0,407 1,766	0,408 1,726	0,409 1,698	0,410 1,670
3	0,469 4,313	0,479 2,473	0,484 2,061	0,490 1,883	0,493 1,782	0,496 1,719	0,497 1,676	0,500 1,640	0,501 1,617
4	0,504 4,334	0,520 2,247	0,530 2,038	0,539 1,855	0,544 1,756	0,548 1,684	0,550 1,637	0,553 1,604	0,556 1,582
5	0,525 4,395	0,547 2,466	0,563 2,033	0,572 1,838	0,578 1,733	0,584 1,663	0,587 1,614	0,591 1,582	0,592 1,554
6	0,542 4,395	0,565 2,442	0,582 2,015	0,594 1,882	0,602 1,717	0,607 1,649	0,613 1,594	0,615 1,563	0,618 1,535
7	0,554 4,395	0,580 2,459	0,598 2,015	0,609 1,814	0,619 1,706	0,626 1,636	0,631 1,584	0,636 1,544	0,640 1,517
8	0,556 4,395	0,590 2,442	0,609 2,003	0,623 1,809	0,632 1,698	0,642 1,626	0,646 1,573	0,650 1,535	0,655 1,507
9	0,566 4,435	0,597 2,442	0,620 1,994	0,634 1,804	0,645 1,687	0,651 1,618	0,659 1,567	0,663 1,527	0,668 1,496
10	0,572 4,436	0,603 2,442	0,626 1,996	0,641 1,795	0,652 1,679	0,661 1,612	0,669 1,655	0,675 1,521	0,679 1,491
11	0,577 4,438	0,611 2,442	0,633 1,989	0,648 1,787	0,661 1,679	0,669 1,600	0,676 1,549	0,682 1,510	0,687 1,480
12	0,581 4,439	0,615 2,442	0,638 1,984	0,654 1,791	0,667 1,673	0,676 1,599	0,684 1,545	0,690 1,506	0,694 1,477
14	0,585 4,442	0,621 2,442	0,645 1,988	0,665 1,779	0,678 1,668	0,686 1,590	0,701 1,538	0,708 1,500	0,711 1,467
16	0,590 4,443	0,629 2,442	0,653 1,989	0,661 1,178	0,686 1,660	0,694 1,585	0,704 1,529	0,711 1,492	0,716 1,460
18	0,594 4,449	0,632 2,442	0,659 1,974	0,677 1,777	0,690 1,653	0,703 1,577	0,711 1,525	0,719 1,486	0,725 1,454
20	0,597 4,450	0,634 2,442	0,663 1,978	0,681 1,770	0,695 1,656	0,708 1,575	0,716 1,552	0,723 1,481	0,729 1,449
22	0,599 4,459	0,639 2,441	0,665 1,973	0,685 1,765	0,700 1,651	0,712 1,573	0,721 1,520	0,729 1,476	0,735 1,445
24	0,599 4,462	0,641 2,441	0,668 1,969	0,688 1,765	0,703 1,647	0,715 1,572	0,725 1,513	0,733 1,475	0,740 1,442

Tablica C1 (ciąg dalszy)

r_0	Przy $\gamma = 0,8$ i określonej wartości r^* :								
	10	11	12	14	16	18	20	22	24
1	0,226 1,746	0,266 1,731	0,266 1,717	0,266 1,710	0, 225 1,694	0,224 1,683	0,224 1,679	0,224 1,669	0,224 1,663
2	0,410 1,655	0,410 1,643	0, 410 1, 625	0,410 1,609	0, 410 1,595	0,410 1,580	0,410 1,574	0,410 1,564	0,410 1,563
3	0,501 1,593	0, 501 1,577	0,504 1,568	0,504 1,545	0,505 1,531	0,506 1,517	0,507 1,507	0,507 1,504	0,508. 1,496
4	0,557 1,557	0,559 1,540	0,560 1,525	0,560 1,506	0,563 1,476	0,565 1, 476	0,565 1,469	0, 567 1,458	0,567 1,454
5	0,594 1,532	0,597 1,513	0,598 1,499	0,600 1,477	0,603 1,462	0,605 1,446	0,606 1,438	0,606 1,427	0,607 1,419
6	0,622 1,512	0,623 1,491	0,612 1,478	0,629 1,453	0,630 1,473	0,632 1,425	0,635 1,415	0, 636 1,406	0,637 1,396
7	0,642 1,495	0,645 1,476	0,646 1,463	0,650 1,440	0, 654 1,419	0,655 1,405	0,657 1,398	0,660 1,388	0,660 1,380
8	0,659 1,484	0,650 1,465	0,664 1,449	0,667 1,424	0,670 1,406	0,672 1,393	0,676 1,381	0,678 1,372	0,678 1,365
9	0,670 1,476	0, 676 1,456	0,677 1,441	0,681 1,414	0,684 1,395	0,688 1,383	0,690 1,371	0,692 1,359	0,693 1,351
10	0,682 1,446	0,685 1,445	0,689 1,429	0,693 1,406	0,697 1,387	0,700 1,372	0,703 1,360	0,705 1,349	0,705 1,341
11	0,692 1,457	0,695 1,439	0,699 1,424	0,703 1,378	0,707 1,362	0,710 1,351	0,714 1,351	0,715 1,341	0,717 1,334
12	0,700 1,450	0,702 1,435	0, 707 1,416	0,711 1,390	0,716 1,360	0,719 1,355	0,723 1,343	0,723 1,334	0,727 1,326
14	0,715 1,442	0,720 1,421	0,725 1,407	0,730 1,378	0,730 1,359	0,733 1,345	0,740 1,331	0, 740 1,320	0,742 1,313
16	0,721 1,436	0,725 1,414	0,729 1,397	0,735 1,369	0,740 1,351	0,745 1,336	0,747 1,332	0,751 1,313	0,753 1,303
18	0,729 1,429	0,733 ,409	0,737 1,389	0,744 1,363	0,750 1,344	0,754 1,329	0,757 1,315	0,760 1,302	0,763 1,293
20	0,736 1,423	0,740 1,402	0,744 1,385	0,725 1,357	0,756 1,337	0,761 1,319	0,765 1,308	0,768 1,298	0,771 1,288
22	0,740 1,419	0,746 1,397	0,750 , 1,382	0,757 1,353	0,763 1,332	0,767 1,316	0,770 1,301	0,774 1,290	0,778 1,283
24	0,745 1,415	0,750 1,396	0,754 1,378	0,761 1,349	0,768 1,328	0,772 1,311	0,776 1,298	0,781 1,288	0,783 1,277

Tablica C2 - Granice dwustronnego przedziału ufności dla współczynnika z przyspieszenia badań

r ₀	Przy $\gamma = 0,9$ i określonej wartości r*:								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,111 9,000	0,108 4,324	0,107 3,403	0,107 3,313	0,107 2,924	0,106 2,807	0,106 2,726	0,106 2,668	0,106 2,624
2	0,231 9,243	0,2435 4,107	0,2494 3,181	0,2529 2,806	0,2551 2,605	0,2567 2,480	0,2579 2,395	0,2588 2,333	0,2595 2,286
3	0,289 9,325	0,3144 4,010	0,3274 3,055	0,3352 2,668	0,3405 2,460	0,3443 2,331	0,3471 2,243	0,3493 2,178	0,3511 2,130
4	0,321 9,367	0,3563 3,955	0,3748 2,983	0,3862 2,589	0,3940 2,377	0,3997 2,245	0,4040 2,154	0,4074 2,088	0,4102 2,038
5	0,342 9,392	0,3838 3,920	0,4064 2,937	0,4207 2,535	0,4303 2,323	0,4378 2,188	0,4434 2,095	0,4478 2,028	0,4514 1,977
6	0,3563 9,409	0,4032 3,896	0,4290 2,905	0,4455 2,502	0,4571 2,284	0,4657 2,147	0,4723 2,054	0,4776 1,985	0,4819 1,933
7	0,3668 9,420	0,4176 3,878	0,4459 2,881	0,4643 2,875	0,4772 2,255	0,4869 2,117	0,4945 2,022	0,5005 1,953	0,5054 1,900
8	0,3748 9,428	0,4287 3,864	0,4591 2,863	0,4789 2,454	0,4931 2,233	0,5037 2,094	0,5120 1,998	0,5187 1,928	0,5342 1,875
9	0,3811 9,437	0,4375 3,855	0,4696 2,848	0,4907 2,438	0,5058 2,215	0,5171 2,075	0,5262 1,978	0,5334 1,908	0,5394 1,854
10	0,3862 9, 441	0,4446 3,844	0,4782 2,936	0,5004 2,425	0,5163 2,201	0,5284 2,060	0,5377 1,962	0,5457 1,891	0,5521 1,837
11	0,3904 9, 445	0,4506 3,837	0,4853 2,626	0,5084 2,414	0,5251 2,189	0,5379 2,047	0,5478 1,949	0,5560 1,877	0,5628 1,823
12	0,3939 9,450	0,4556 3,831	0,4914 2,818	0,5153 2,404	0,5326 2,178	0,5459 2,036	0,5563 1,938	0,5649 1,866	0,5720 1,810
14	0,3996 9,456	0,4636 3,821	0,5010 2,805	0,5263 2,389	0,5447 2,162	0,5588 2,019	0,5700 1,919	0,5792 1, 847	0,5859 1,791
16	0,4038 9,459	0,4696 3,814	0,5084 2,795	0,5347 2,378	0,5540 2,150	0,5688 2,005	0,5807 1,905	0,5904 1,832	0,5985 1,776
18	0,4071 9,464	0,1744 3,808	0,5143 2,787	0,5414 2,369	0,5673 2,140	0,5768 1,995	0,5891 1,894	0,5993 1,820	0,6078 1,764
20	0,4098 9, 466	0,4783 3,804	0,5190 2,781	0,5468 2,361	0,5673 2,132	0,5832 1,986	0,5960 1, 885	0,6066 1,811	0,6154 1,754
25	0,4146 9,471	0,4853 3,795	0,5276 2,770	0,5567 2,348	0,5783 2,117	0,5952 1,970	0,6088 1, 869	0,6200 1,793	0,6296 1,736
30	0,4178 9, 474	0,4900 3,790	0,5337 2,762	0,5634 2,339	0,5858 2,107	0,6034 1,960	0,6175 1,857	0,6293 1,782	0,6393 1,723

Tablica C2 (ciąg dalszy)

r_0	Przy $\gamma = 0,9$ i określonej wartości r^* :								
	10	11	12	14	16	18	20	25	30
1	0,106 2,589	0,106 2,561	0,106 2,538	0,106 2,530	0,106 2,477	0,106 2,456	0,106 2,440	0,106 2,412	0,106 2,393
2	0,2601 2,249	0,2606 2,219	0,2610 2,195	0,2617 2,157	0,2622 2,129	0,2626 2,108	0,2629 2,091	0,2635 2,061	0,2639 2,041
3	0,3526 2,091	0,3538 2,060	0,3548 2,035	0,3565 1,996	0,3578 1,967	0,3588 1,945	0,3596 1,925	0,3610 1,875	0,3621 1,855
4	0,4124 1,999	0,4143 1,967	0,4159 0,941	0,4186 1,900	0,4206 1,870	0,4222 1,847	0,4235 1,829	0,4259 1,796	0,4275 1,775
5	0,4544 1,937	0,4569 1,904	0,4591 1,877	0,4625 1,836	0,4652 1,805	0,4674 1,781	0,4691 1,763	0,4723 1,729	0,4746 1,707
6	0,4855 1,892	0,4885 1,859	0,4919 1,832	0,4954 1,790	0,4987 1,758	0,5013 1,734	0,5035 1,715	0,5075 1,680	0,5103 1,657
7	0,5096 1,859	0,5131 1,825	0,5161 1,797	0,5210 1,754	0,5249 1,722	0,5279 1,697	0,5305 1,678	0,5352 1,643	0,5334 1,619
8	0,5287 1,833	0,5327 1,798	0,5360 1,770	0,6415 1,726	0,5494 1,694	0,5494 1,669	0,5522 1,649	0,5576 1,613	0,5613 1,589
9	0,5444 1,811	0,5487 1,777	0,5524 1,748	0,5584 1,704	0,5632 1,671	0,5670 1,645	0,5702 1,625	0,5762 1,588	0,5803 1,564
10	0,5574 1,794	0,5621 1,759	0,5660 1,730	0,5725 1,685	0,5777 1,652	0,5818 1,626	0,5855 1,605	0,5918 1,568	0,5964 1,544
11	0,5685 1,779	0,5735 1,744	0,5777 1,715	0,5847 1,669	0,5902 1,636	0,5946 1,609	0,5983 1,688	0,6053 1,551	0,6103 1,526
12	0,5779 1,767	0,5830 1,731	0,5876 1,702	0,5949 1,656	0,6008 1,622	0,6056 1,595	0,6094 1,574	0,6169 1,536	0,6221 1,511
14	0,5934 1,747	0,5991 1,710	0,6039 1,681	0,6118 1,634	0,6183 1,600	0,6234 1,572	0,6278 1,550	0,6350 1,518	0,6419 1,486
16	0,6055 1,731	0,6114 1,694	0,6166 1,664	0,6251 1,617	0,6323 1,582	0,6378 1,555	0,6427 1,532	0,6503 1,499	0,6579 1,466
18	0,6150 1,719	0,6214 1,682	0,6269 1,651	0,6361 1,604	0,6431 1,568	0,6494 1,540	0,6543 1,518	0,6607 1,484	0,6710 1,540
20	0,6231 1,708	0,6296 1,671	0,6354 1,641	0,6450 1,593	0,6520 1,556	0,6599 1,525	0,6641 1,506	0,6728 1,462	0,6815 1,437
25	0,6378 1,690	0,6448 1,652	0,6510 1,621	0,6590 1,576	0,6674 1,538	0,6741 1,509	0,6799 1,487	0,6920 1,441	0,6892 1,416
30	0,6478 1,677	0,6554 1,639	0,6620 1,607	0,6730 1,558	0,6822 1,520	0,6894 1,490	0,6957 1,467	0,7063 1,431	0,7169 1,395

Tablica C3 - Oczekiwane średnie wartości współczynnika przyspieszenia badań k_{ocz}

Rodzaje urządzeń	Częstość włączeń [h^{-1}]	k_{ocz}	Parametry warunków forsujących		k_{ocz}
			Temperatura graniczna [$^{\circ}C$]	Częstość włączeń [h^{-1}]	
Naziemne urządzenia radiolokacyjne i urządzenia łączności	2	3,0	+70	2	6
	4	4,0	+70	2	7
Pokładowe lotnicze urządzenia radiolokacyjne	6	5,0	+80	6	8
Urządzenia telemetryczne	6	5,0	+80	6	8

Tablica C4 - Wartości krytyczne: dolna ψ_d i górna ψ_g współczynnika przyspieszenia badań

$z_1^0 = z_2^0$	Wartości krytyczne ψ_d i ψ_g przy $\gamma = 90\%$ i określonej liczbie uszkodzeń $z_1^* = z_2^*$:								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,0304 32,94	0,0104 14,20	0,0831 12,05	0,0899 11,12	0,0938 10,66	0,0968 10,33	0,0987 10,12	0,1006 10,00	0,1017 9,83
2	0,0704 14,20	0,102 9,780	0,128 7,818	0,145 6,900	0,156 6,417	0,165 6,064	0,172 5,831	0,178 5,619	0,182 5,497
3	0,0831 12,05	0,128 7,818	0,161 6,214	0,185 5,409	0,201 4,983	0,215 4,659	0,225 4,447	0,234 4,274	0,240 4,168
4	0,0899 11,12	0,145 6,900	0,185 5,409	0,212 4,719	0,233 4,298	0,250 4,000	0,263 3,803	0,274 3,654	0,281 3,560
5	0,0938 10,66	0,156 6,417	0,201 4,983	0,233 4,298	0,257 3,895	0,276 3,627	0,290 3,449	0,304 3,292	0,312 3,207
6	0,0968 10,33	0,165 6,064	0,215 4,659	0,250 4,000	0,276 3,627	0,296 3,381	0,313 3,198	0,327 3,058	0,338 2,962
7	0,0987 10,12	0,172 5,821	0,225 4,447	0,263 3,803	0,290 3,449	0,312 3,212	0,329 3,044	0,345 2,900	0,355 2,817
8	0,1006 10,00	0,178 5,619	0,234 4,274	0,274 3,654	0,304 3,292	0,327 3,058	0,345 2,900	0,360 2,780	0,371 2,698
9	0,1017 9,83	0,182 5,497	0,240 4,168	0,281 3,560	0,312 3,207	0,338 2,962	0,355 2,817	0,371 2,698	0,384 2,605
10	0,1026 9,75	0,186 5,377	0,246 4,069	0,289 3,462	0,321 3,114	0,346 2,892	0,366 2,734	0,380 2,629	0,395 2,734
11	0,1036 9,66	0,190 5,269	0,252 3,974	0,296 3,318	0,328 3,051	0,354 2,826	0,374 2,675	0,390 2,564	0,404 2,478
12	0,1046 9,56	0,193 5,181	0,257 3,895	0,302 3,314	0,336 2,978	0,362 2,765	0,382 2,620	0,399 2,508	0,414 2,419
14	0,1056 9,47	0,197 5,080	0,264 3,790	0,311 3,216	0,344 2,908	0,372 2,690	0,394 2,539	0,413 2,422	0,426 2,352
16	0,1065 9,37	0,200 5,000	0,269 3,716	0,317 3,157	0,353 2,833	0,381 2,629	0,401 2,496	0,420 2,383	0,435 2,300
18	0,1070 9,33	0,204 4,911	0,274 3,656	0,324 3,088	0,361 2,769	0,390 2,564	0,412 2,427	0,430 2,326	0,445 2,250
20	0,1075 9,30	0,206 4,863	0,278 3,598	0,321 3,043	0,365 2,741	0,394 2,539	0,417 2,401	0,436 2,296	0,452 2,212
21	0,1079 9,26	0,208 4,813	0,282 3,550	0,334 2,997	0,373 2,686	0,403 2,481	0,427 2,343	0,446 2,243	0,462 2,164
22	0,1081 9,23	0,210 4,766	0,285 3,511	0,338 2,961	0,377 2,654	0,407 2,456	0,431 2,322	0,451 2,220	0,468 2,136

Tablica C4 (ciąg dalszy)

$z_1^0 = z_2^0$	Wartości krytyczne ψ_d i ψ_g przy $\gamma = 90\%$ i określonej liczbie uszkodzeń $z_1^* = z_2^*$:								
	10	11	12	14	16	18	20	21	22
1	0,1026 9,75	0,1036 9,66	0,1046 9,56	0,1056 9,47	0,1065 9,37	0,1070 9,33	0,1075 9,30	0,1079 9,26	0,1081 9,23
2	0,186 5,277	0,190 5,269	0,193 5,181	0,197 5,030	0,200 5,000	0,204 4,911	0,206 4,863	0,208 4,813	0,210 4,766
3	0,246 4,069	0,252 3,974	0,257 3,895	0,264 3,790	0,269 3,716	0,274 3,656	0,278 3,598	0,282 3,550	0,285 3,511
4	0,289 3,462	0,296 3,380	0,302 3,314	0,311 3,316	0,317 3,157	0,324 3,088	0,329 3,043	0,334 2,997	0,338 2,961
5	0,321 3,114	0,328 3,051	0,336 2,978	0,344 2,908	0,353 2,833	0,361 2,769	0,365 2,741	0,373 2,686	0,377 2,654
6	0,346 2,892	0,354 2,826	0,362 2,765	0,372 2,690	0,381 2,620	0,390 2,554	0,394 2,539	0,403 2,481	0,407 2,456
7	0,366 2,734	0,374 2,675	0,382 2,620	0,394 2,639	0,401 2,496	0,412 2,427	0,417 2,401	0,427 2,343	0,431 2,322
8	0,380 2,629	0,390 2,564	0,399 2,509	0,413 2,422	0,420 2,383	0,430 2,326	0,436 2,296	0,446 2,243	0,451 2,322
9	0,395 2,534	0,404 2,478	0,414 2,419	0,426 2,350	0,435 2,300	0,445 2,250	0,452 2,212	0,462 2,164	0,468 2,136
10	0,406 2,512	0,416 2,404	0,424 2,378	0,439 2,291	0,450 2,230	0,459 2,135	0,466 2,149	0,476 2,101	0,482 2,075
11	0,415 2,414	0,426 2,448	0,434 2,306	0,450 2,222	0,461 2,170	0,471 2,123	0,473 2,092	0,488 2,048	0,494 2,027
12	0,424 2,378	0,434 2,304	0,446 2,226	0,461 2,171	0,472 2,119	0,483 2,075	0,490 2,039	0,498 2,010	0,504 1,986
14	0,441 2,309	0,449 2,226	0,471 2,183	0,477 2,101	0,490 2,042	0,501 1,998	0,510 1,964	0,511 1,944	0,521 1,920
16	0,453 2,252	0,460 2,177	0,474 2,125	0,490 2,045	0,505 1,987	0,516 1,942	0,525 1,907	0,528 1,896	0,534 1,874
18	0,461 2,203	0,469 2,133	0,485 2,081	0,501 2,000	0,516 1,943	0,527 1,898	0,536 1,865	0,539 1,857	0,545 1,845
20	0,466 2,149	0,478 2,094	0,490 2,039	0,510 1,964	0,525 1,907	0,536 1,865	0,547 1,830	0,550 1,820	0,554 1,803
21	0,476 2,101	0,488 2,048	0,498 2,010	0,515 1,944	0,528 1,896	0,538 1,857	0,550 1,820	0,556 1,795	0,559 1,789
22	0,482 2,075	0,494 2,027	0,504 1,986	0,521 1,920	0,534 1,874	0,545 1,836	0,554 1,803	0,559 1,789	0,563 1,774

ZAŁĄCZNIK D

(normatywny)

BADANIA PODATNOŚCI NA TRANSPORT

D1 Wpływ narażeń mechanicznych o różnym uogólnieniu, odpowiadających warunkom drogowym i odległości transportu, ustalonym w ZTT (ZT) badać w rzeczywistych warunkach drogowych i/lub warunkach laboratoryjnych. Rodzaje warunków badań określa się w PB.

D2 Badania w warunkach rzeczywistych

D2.1 Badania wykonywać podczas transportu naturalnymi lub specjalnie przygotowanymi drogami, na odległość i z prędkościami określonymi w ZTT (ZT) dla urządzenia lub dla nosiciela tego urządzenia. Jeśli w ZTT (ZT) brak jest informacji o podziale drogi na odcinki o określonej nawierzchni, to przyjąć podział podany w tablicy D1.

Tablica D1

Rodzaje nawierzchni	Podział całej drogi transportu urządzenia %		
	Podwozia kołowe		Podwozia gąsienicowe
	Ogólnego przeznaczenia i o zwiększonej zdolności pokonywania przeszkód terenowych	O dużej zdolności pokonywania przeszkód terenowych	
Drogi asfaltowe	5	5	-
Drogi brukowane	30	25	30
Drogi gruntowe	55	50	35
Teren pofałdowany	10	20	35

D2.2 Badania należy rozpoczynać podczas transportu w najtrudniejszych warunkach drogowych.

D2.3 W przypadku konieczności wykonywania badań w warunkach oddziaływań najwyższych i najniższych temperatur granicznych, określonych w ZTT (ZT), wybrać miejsca do badań o położeniu geograficznym, charakteryzującym się określonymi warunkami termicznymi.

D2.4 Badania wykonywać z wykorzystaniem dostępnych środków transportu lub środków przeznaczonych do ich zastąpienia podczas eksploatacji.

D2.5 Podczas badań przeprowadzać kontrolę prędkości i odległości transportu na poszczególnych rodzajach dróg oraz dokonywać zewnętrznych oględzin urządzenia. Wykryte w procesie badań oraz po jego zakończeniu uszkodzenia poddawać analizie, podczas której określać ich charakter i przyczyny.

D3 Badania w warunkach laboratoryjnych

D3.1 Badania wykonywać metodami ustalonymi NO-06-A107, z zachowaniem zawartych w niej posta-

nowień. Czas badań powinien odpowiadać czasowi potrzebnemu do przebycia całej drogi transportu, określonej w ZTT (ZT) i WT.

D4 Kontrolę wpływu transportu na zdolność urządzenia przeprowadzać w warunkach pracy poprzez porównanie wskaźników w stanie wyjściowym i po zakończeniu transportu.

D5 Przyjmować, że urządzenie pomyślnie przeszło badania, jeśli nie ma uszkodzeń mechanicznych, a jego parametry mieszczą się w granicach ustalonych w ZTT (ZT) i WT.

ZAŁĄCZNIK E
(normatywny)**METODYKA PRZYSPIESZONYCH BADAŃ PODATNOŚCI NA PRZECHOWYWANIE
I/LUB TRANSPORT**

E1 Oddziaływanie naturalnych warunków przechowywania zaleca się realizować poprzez odtwarzanie w procesie badań cykli klimatycznych odpowiadających określonej okresowi przechowywania. Zależność między czynnikami oddziaływającymi i czasem ich oddziaływania a miejscem przechowywania i wartością parametru energetycznego urządzenia (B), w rocznym cyklu przechowywania przedstawiono w tablicy E1.

E2 Parametr energetyczny określać według metodyk zatwierdzonych zgodnie z ustalonym trybem postępowania.

Jeśli parametr energetyczny nie jest określony, to dopuszcza się, po uzgodnieniu między opracowującym i zamawiającym, przetrzymywanie urządzenia w wysokiej temperaturze przez okres ustalony w cyklu rocznym przy wartości parametru energetycznego równej 7 000 K, gdzie: K - stopnie Kelwina.

E3 Kolejność wykonywania badań ze względu na rodzaje oddziaływań w cyklu rocznym

E3.1 Urządzenie badać w stanie wyłączonym (nie obciążonym) dla wszystkich rodzajów narażeń. Urządzenie włączać tylko w celu sprawdzenia jego parametrów, w okresach ustalonych w dokumentacji technicznej, zgodnie z wymaganiami w punkcie 2.7.7 niniejszej normy.

E3.2 Badać wpływ obniżonej temperatury. Urządzenie umieścić w komorze niskich temperatur. Temperaturę w komorze obniżyć do - 60 °C i utrzymać z tolerancją ± 2 °C przez okres podany w tablicy E1. Następnie temperaturę w komorze podnieść do temperatury normalnej i utrzymać przez 2h do 4 h, po czym otworzyć komorę.

E3.3 Badać wpływ podwyższonej temperatury. Urządzenie umieścić w komorze wysokich temperatur. Temperaturę w komorze podnieść do +70 °C i utrzymać ją z tolerancją ± 2 °C przez okres podany w tablicy 20. Następnie temperaturę w komorze obniżyć do temperatury normalnej i otworzyć komorę. Wilgotności względnej nie określać.

Badań wpływu podwyższonej temperatury można nie wykonywać, jeśli na podstawie danych a priori wiadomo, że podwyższona temperatura nie wpływa na proces starzeń istotnych węzłów urządzenia podczas przechowywania.

E3.4 Badać wpływ rosy lub szronu, ulegającego następnie stopnieniu.

Urządzenie poddawać oddziaływaniu różnych cykli, podanych w tablicy **E1**, z których każdy realizowany jest w następującej kolejności:

- urządzenia należy umieścić w komorze niskich temperatur, którą wcześniej należy doprowadzić do temperatury $-(15 \pm 2)$ °C i przetrzymać 1 h, od chwili osiągnięcia przez nie w całości ustalonej temperatury, nie krócej jednak niż 2 h;
- urządzenia należy przenieść z komory niskich temperatur do komory wilgotności, którą wcześniej doprowadzić do temperatury i wilgotności względnej odpowiednio $(+ 15 \pm 5)$ °C i $(95 \pm 3)\%$ i przetrzymać je 1 h, od chwili osiągnięcia przez nie w całości ustalonej temperatury, nie krócej jednak niż 2 h.

E3.5 Badać wpływ wilgotności. Urządzenie umieścić w komorze wilgotności. Temperaturę w komorze podwyższać do $(+ 40 \pm 2)$ °C (przy symulacji warunków w magazynie ocieplanym do temperatury $(+30 \pm 2)$ °C). Po przetrzymaniu urządzenia przez 2 h w tej temperaturze zwiększyć wilgotność względną w komorze do $(95 \pm 3)\%$. W tej temperaturze i wilgotności względnej urządzenie przetrzymać w komorze przez czas podany w tablicy E1.

E3.5.1 Zamiast badania wpływu wilgotności podanej w tablicy E1 zaleca się badanie jednoczesnego oddziaływania podwyższonej temperatury, zwiększonej wilgotności i specjalnego środowiska SO_2 . Warunki tych badań podano NO-06-A107.

Tablica E1 - Rodzaje czynników środowiskowych, czas ich oddziaływania w rocznym cyklu klimatycznym, podczas badań podatności na przechowywanie i/lub transport

Rodzaj czynnika środowiskowego	Charakterystyka czynnika środowiskowego	Jednostka miary	Wartość czynnika środowiskowego podczas przechowywania w mikrofalach (klimat umiarkowany-zimny w miejscu przechowywania)				Wartość czynnika środowiskowego podczas przechowywania w miejscach odkrytych i mikrostrefach	
			Miejsce odkryte	Wiatra	Magazyn nieogrzewany	Magazyn ogrzewany	Tropikalnej wilgotnej	Tropikalnej suchej
Obniżona temperatura	Temperatura	°C	-60	-60	-60	-	-	-
	Czas oddziaływania	d	3	3	1	-	-	-
Podwyższona temperatura	Temperatura	°C	+70	+70	+70	+70	+70	+70
	Wilgotność względna	%	nie jest normowana					
	Czas oddziaływania dla B=7000 K	d	12	10	10	9	21	25
Oddziaływanie rosy lub szronu, ulegającego następnie stopnieniu	Górna wartość temperatury	°C	+15	+15	+15	-	-	-
	Wilgotność względna	%	98	98	98	-	-	-
	Dolna wartość temperatury	°C	-15	-15	-15	-	-	-
	Liczba cykli		36	20	5	-	-	-
Wilgotność	Wilgotność względna	%	98	98	98	98	98	98
	Temperatura	°C	40	40	40	30	40	40
	Czas przetrzymywania	d	7	7	5	3	10	1
Czas badań (dla B=7000 K)		d	22-35 (28)	17-30 (23)	11-24 (17)	6 – 18 (12)	20-42 (31)	14-36 (26)