

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA-MIEDZESZYN

BIBLIOTEKA
Instytutu Łączności

PROBLEMY

ŁĄCZNOŚCI

94

1973

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI



PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

ROK 13

WARSZAWA 1973

NR 94

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Problemów Łączności

Redaktor Naczelny - mgr inż. Jerzy Rutkowski

Redaktorzy działów:

mgr inż. Władysław Cetner, mgr inż. Adam Moniuszko,

mgr inż. Józef Możejko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU

Redaktor: J. Borkowska

Montaż tekstu: B. Drabik

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 825. Wpłynęło do
Działu Wydawniczego 29.12.1972 r.
Druk ukończono w kwietniu 1973 r.

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

Opracowania tłumaczeń

ORGANIZACJA BADAŃ KONTROLNYCH JAKOŚCI I NIEZAWODNOŚCI ELEMENTÓW I URZĄDZEŃ TELEKOMUNIKACYJNYCH

Opracował J. Wolniewicz

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Langevad R., Birrell A.N. Rola organizacji sterowania jakością i zapewnienia jakości w australijskim przemyśle telekomunikacyjnym	1
2. Nunn R.G.: Zapewnienie jakości	18
3. Dombrowski E., Wilde H.: Rejestracja i zestawianie danych o niezawodności elementów	23
4. Olsson B.: Szwedzki bank informacji o wskaźnikach intensywności uszkodzeń elementów stosowanych w telekomunikacji	38
5. Roncin J., Chaigneau J., Blanquart P.: Niezawodność w CNET	42
6. Hokayem F.: Wymiana informacji o niezawodności elementów na podstawie badań laboratoryjnych	55

	Str.
7. Marcovici C.: Badania niezawodności elementów na podstawie zachowania się urządzeń w eksploatacji	64
8. Losickij G.O.: Ujednolicony system normatywno-technicznej i metodologicznej dokumentacji dotyczący zagadnień niezawodności i kontroli jakości	91

ORGANIZACJA BADAŃ KONTROLNYCH
JAKOŚCI I NIEZAWODNOŚCI ELEMENTÓW
I URZĄDZEŃ TELEKOMUNIKACYJNYCH

ROLA ORGANIZACJI STEROWANIA JAKOŚCIĄ
I ZAPEWNIENIA JAKOŚCI W AUSTRALIJSKIM PRZEMYSŁE
TELEKOMUNIKACYJNYM

Opracował J. Wolniewicz na podstawie artykułu
Langevad R., Birrell A.N.: The role of quality
control and quality assurance in the Australian
telecommunications industry. Proc. IREE 1971
t. 32 nr 1, s. 16-22.

1. WSTĘP

Trzy wzmianki poniżej niech będą znamienne dla tych, którzy
myślą poważnie o sterowaniu jakością.

"Kilka dni temu rozważano problemy związane z opracowaniem
możliwej do przyjęcia formy raportu z inspekcji, która od czasu
do czasu podlegałaby modyfikacjom, dla szybkiego uzyskiwania
jak największej liczby dokładnych informacji.

Opracowano odpowiednią formę raportu w celu wykazania, czy
obserwowane procentowe wahania wadliwości określonego typu u-
rządzeń mają istotne znaczenie ... Potrzebna jest teoria, która

będzie podstawą metody określania znaczenia wahań wartości P.
 ... Zacząłem już przygotowywać wykazy zawierające szczegóły..."

Walter A. Shewhart

Maj 1924 rok./J. Am. Soc. for Qual. Control, 1967 t. 24 nr 2, s.72/

"Piszę te słowa w następnym dniu po nieudanej listopadowej próbie mojego kraju przy wysłaniu rakiety na księżyc. Nikt nie wątpi, że nasze najlepsze mózgi, mnóstwo naszych pieniędzy i wszystkie nasze nadzieje były zaangażowane do osiągnięcia powodzenia wyprawy. Nikt nie wątpi, że jej prognozowana niezawodność była tak wysoka, jaką tylko mogła uczynić nasza pomysłowość i aktualna wiedza. A jednak zawiodła".

E.G.D. Patterson

Listopad 1959 rok./The Role of Quality Assurance in product Reliability, Ind. Qual. Control 1960 t. 17 nr 2, s. 24/.

"Cofnijmy się o 20 lat i jeśli by spytać ludzi o uszeregowanie państw z punktu widzenia jakości ich wyrobów, to Japonia byłaby na samym spodzie. Dzisiaj Japończycy stali się poważnymi konkurentami i w pewnych dziedzinach przodują pod względem jakości wyrobów. Mówię wam: za 20 lat oni będą uznanymi przodownikami w świecie".

J.M. Juran

Lipiec 1967 rok./The Australian /newspaper/, 1967 6 lipiec, s.2/

Pierwsza wspomina o narodzinach świadectwa kontroli jakości.

Druga ilustruje ogromne znaczenie potrzeby sterowania jakością w zestawieniu z potrzebami nowoczesnego sprzętu. Jeśli czasami występują wady w warunkach kontrolowanej jakości, to czego można się spodziewać przy braku kontroli?

Trzecia obrazuje aktualnie nacisk wywierany w przemyśle australijskim w tej dziedzinie za przykładem Japonii, która opanowała teorię sterowania jakością i zastosowała ją w szczególności dla towarów eksportowanych.

W odniesieniu do przeszłości, nowoczesne koncepcje sterowania jakością i zapewnienia jakości powstały z przemysłu telekomunikacyjnego. Przemysł ten jest związany z tak ogromną liczbą części, że sprzyjało to wprowadzeniu statystycznej kontroli jakości. Również znaczna część terminologii wywiodła się z tego przemysłu, jednak wobec panującego tu do niedawna chaosu, określa się niżej dwa podstawowe terminy stanowiące bazę dla filozofii problemu:

S t e r o w a n i e j a k o ś c i ą - skuteczny system integrujący wysiłki różnych ugrupowań w zakresie rozwoju jakości, jej utrzymania i poprawy jakości, mający na celu umożliwienie najbardziej ekonomicznej produkcji i eksploatacji, które pozwolą na pełne zaspokojenie potrzeb odbiorców.

Z a p e w n i e n i e j a k o ś c i - dostarczenie świadectwa lub atestu, stwierdzającego że zostały spełnione umowne wymagania. W towarzystwach produkcyjnych działalność ta obejmuje zwykle kompleksowy nadzór nad systemem sterowania jakością.

Za sterowanie jakością w pełni odpowiedzialny jest producent,

natomiast na zapewnienie jakości ma silny wpływ aktywność odbiorców.

2. STEROWANIE JAKOŚCIĄ

2.1. Wprowadzenie

Z definicji sterowania jakością wynika, że:

- jest to system /ale nie jest to tylko udoskonalona metoda kontroli lub plan sterowania procesem/ ,
- system ten musi wiązać ze sobą różne grupy całej organizacji producentów ,
- najważniejszą rolę odgrywają:
 - ekonomia produkcji oraz
 - zaspokojenie żądań odbiorcy,przy czym oczywiście te czynniki przede wszystkim wpływają na rentowność organizacji.

Początkowo, główna koncepcja sterowania jakością opierała się na metodzie statystycznej w sterowaniu procesami, przy użyciu elementarnych technik statystyki. Koncepcję sterowania jakością, jako szeroko zakrojony fabryczny system obejmujący wszystkie sekcje i poziomy organizacji produkcji wprowadzono najwcześniej w USA. Natomiast w Australii zwlekano długo, aż dopiero potrzeba, wynikła z szybkiego rozwoju przemysłu telekomunikacyjnego, zmusiła Poczta Australijską do żądania rezygnacji z systemu wrywkowej kontroli, istniejącego aż do 1956 roku.

Szybki wzrost produkcji wymaga taśmowego systemu produkcji, wskutek czego zanikły tradycyjne miejsca przejściowego składowania, gdzie mogłaby być przeprowadzana wrywkowa kontrola. Początkowo wprowadzono więc sterowanie procesami oparte na statystyce z nadzorem prowadzonym przez inspektorów Poczty Australijskiej, a później, rozwijając stopniowo system sterowania jakością, wciągnięto całą załogę.

W końcowym etapie tego ewolucyjnego procesu powstał Zespół Przedsiębiorstw Zatwierdzających Poczty Australijskiej /A.P.O. Approved Firms Scheme/, który zaczął działalność w 1967 roku.

2.2. Podstawowe elementy sterowania jakością

2.2.1. Taktyka sterowania jakością

System sterowania jakością jest tylko wtedy skuteczny, kiedy realizowany jest przez rzetelne kierownictwo. Członkowie kierownictwa powinni być /i na ogół są/ entuzjastami /prawdziwi menażerowie sterowania jakością stanowią grupę o niezwykłym poświęceniu/ systemu sterowania jakością i doceniają jej wagę w przemyśle. System sterowania jakością będzie się rozwijał w sposób zadowalający tylko tam, gdzie istnieje odpowiednia taktyka mądrego kierownictwa, przy której zarządzenie jest czymś więcej od czczych słów.

2.2.2. Podręcznik jakości

Podręcznik ten powinien zaczynać się od wyłożenia zasad taktyki przedsięwzięcia. Ma on zawierać opis organizacji oraz pre-

czynować odpowiedzialność za jakość produkcji u poszczególnych członków i grup całej organizacji. Oczywiście każdy ponosi odpowiedzialność za odpowiednią jakość wyrobu, ale jeśli nie będzie ona jasno określona, mogą występować przeoczenia lub zapomnienie o tej odpowiedzialności. Podręcznik powinien także zawierać zestawienie aktualnych fabrycznych kart operacyjnych, formularzy metod inspekcji, procedury badań itp.

2.2.3. Organizacja sterowania jakością

Najważniejszym aspektem organizacyjnym jest niezależność menażera sterowania jakością. Menażer powinien mieć w sprawach jakości stanowisko równorzędne ze stanowiskiem zarządzania techniką produkcji i musi być wolny od ewentualnego nacisku personelu produkcyjnego. Powinien być upoważniony do ustalania i oceny problemów w systemie sterowania jakością oraz do występowania z inicjatywą, wydawania zaleceń lub nawet dostarczania rozwiązań.

Powszechną i skuteczną metodą jest omawianie problemów na naradach z udziałem wszystkich zainteresowanych stron /produkcja, technika, zbytni, zwykły personel, jak i ludzie bezpośrednio zatrudnieni sterowaniem jakością - zależnie od problemu/.

Menażer powinien nadzorować metody inspekcji stosowane przez kierownictwo produkcji oraz kontrolować niezależność sprawozdania jakości.

2.2.4. Właściwe określenie jakości

Jednym z wielu sposobów określenia jakości może być opisanie

jej jako stopnia zgodności wyrobu z wymaganiami. Powszechną metodą jest tu sklasyfikowanie każdego możliwego uszkodzenia odpowiednio do jego wagi i wyznaczenie z góry "pożądanego poziomu jakości" /acceptable quality level - a.q.l./ . Najbardziej w tym celu pomocnym dokumentem są wydane przez Ministerstwo Obrony USA "Military Standard, Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes", MIL STD. 105 D. Pożyczany poziom jakości /a.q.l./ wyraża się zazwyczaj jako maksymalny procent odchyleń od wymagań dla danego wyrobu, przy określonej próbkce reprezentującej serię produkcyjną.

2.2.5. Kontrola otrzymywanych materiałów

Efekty sterowania jakością mogą być znacznie osłabione wskutek złej jakości materiałów i elementów nabywanych od poddostawców; z tego względu konieczne jest dobre ustawienie kontroli materiałów.

2.2.6. Statystyczne ujęcie procedury inspekcji

Sterowanie jakością często jest określane jako system zapobiegania wadom. Jest to charakterystyczna cecha tego systemu, która go odróżnia od powszechnie znanej kontroli, polegającej na sortowaniu wyrobów dobrych od złych po uszkodzeniach, które już wystąpiły. Podstawowym elementem, jak w każdym systemie sterowania, jest tu sprzężenie zwrotne.

W nowoczesnym pojęciu kontrola /inspekcja/ jest zbieraniem danych, które mogą być później poddane analizie i zwrotnie prze-

kazane do źródła, co zapobiega lub raczej zmniejsza możliwość powstawania wad. Sterowanie jakością jest w skutkach systemem sterowania kontrolowanych błędów.

W swojej nowej roli inspekcja /kontrola/ znacząco mniej niż "policjant", a więcej niż "detektyw" /wykrywacz faktów/. Dla osiągnięcia prawidłowego wyniku dane, które się zbiera, muszą być dokładne, rzetelne i wszystkie użyteczne. W tym celu musi istnieć solidna baza statystyczna, co nie znaczy, że musi być ona skomplikowana. W praktyce są to proste, dobrze znane, wypróbowane i powszechnie używane narzędzia, a mianowicie:

- plany badania dla dużej i małej wielkości próbki,
- karty kontrolne,
- rozkłady częstości /histogramy itp. /,
- pospolite rozkłady prawdopodobieństwa /dwumianowy, Poissona, normalny i in. /.

2.2.7. Akcja zapobiegania

Zbieranie danych ma tylko wtedy sens, jeśli w następstwie powstania za sobą akcję zapobiegania, co jest właśnie sednem sprawy sterowania jakością. Z analizy rzetelnie zebranych informacji może wynikać szereg przyczyn złej jakości, które z kolei mogą być usunięte przez podjęcie następujących akcji:

- ponownego przeszkolenia obsługi,
- przekonstruowania elementów lub zespołów,
- zmiany procesu, regulacji maszyn, narzędzi lub wzorców,
- krytycznej rewizji norm lub warunków technicznych,

- wyjaśniania instrukcji i przepisów procedury,
- poprawy jakości otrzymywanych surowców lub elementów.

2.2.8. Kontrola urządzeń pomiarowych i badawczych

Tak jak skuteczne sterowanie jakością opiera się na otrzymywaniu rzetelnych informacji, tak wartość tych informacji zależy od dokładności i niezawodności pomiarów. Chociaż podkreślanie znaczenia należytej kontroli urządzeń pomiarowych i badawczych jest uważane za niezbędny czynnik sterowania jakością, to powszechne przypadki nieodpowiedniej kontroli lub nawet jej braku dostatecznie usprawiedliwiają uwypuklenie znaczenia tej sprawy. Należy stwierdzić, że sterowanie jakością jest niemożliwe przy braku kontroli dokładności i regulacji przyrządów i urządzeń probierczych.

2.3. Skutki właściwego sterowania jakością

Podstawą systemu sterowania jakością powinna być jego prostota. Jeśliby tego nie było, to wątpliwe się wydaje, czy sterowanie jakością mogłoby się rozpowszechnić. Niestety się złożyło, że przez wiele lat sterowanie jakością identyfikowano ze statystyką, co niewątpliwie hamowało wcześniejsze upowszechnienie tego systemu w przemyśle na większą skalę. Przy rozsądnym wyborze metod, przy użyciu prostej techniki osiąga się bardzo zachęcające wyniki, co ilustrują następujące przykłady wzięte z przemysłu australijskiego.

Przykład 1

Linia produkcyjna wytwarzała 7000 urządzeń elektromechanicznych na tydzień. Jedenastu inspektorów przeprowadzało kontrolę w stu procentach różnych procesów łącznie z badaniami końcowymi. W sześć miesięcy po wprowadzeniu wrywkowych metod w połączeniu z analizą danych otrzymywanych z kontroli próbek, liczbę inspektorów zredukowano do czterech. Obecnie ta sama liczba inspektorów jest wystarczająca nawet przy wzroście produkcji o 20%.

Przykład 2

W warsztacie mechanicznym produkującym dużą ilość drobnych części było zatrudnionych 42 inspektorów. Średnia wadliwość produkcji tego warsztatu wynosiła 15%. Stosowanie w ciągu dwóch lat kart kontrolnych \bar{X} i R /wartość średnia i rozrzut/, kart kontrolnych wadliwej frakcji, kontroli statystycznej i analizy danych, zarówno co do zdolności produkcyjnych jak i procedury kontroli wytwarzania, spowodowało, że wadliwość produkcji zmalała do 2,7%, liczbę inspektorów zmniejszono do 30, a produkcja w tym czasie wzrosła o 100 procent.

3. ZAPEWNIENIE JAKOŚCI

Jak już było wspomniane, podstawowym celem zapewnienia jakości jest sprawdzenie i potwierdzenie podstawowych wymagań. Jest to więc kierunek działania dla dobra odbiorcy, podczas gdy za sterowanie jakością pełna odpowiedzialność spada na producenta.

Normalnie w branży telekomunikacyjnej w Australii działalność inspektorów Poczty Australijskiej zabezpiecza interesy użytkownika. Działalność ta polega głównie na wyrywkowych kontrolach. W pewnych jednak warunkach producent może przez własną działalność zapewnić taki stopień jakości w ramach swego programu jakości, że kontrola produktów ze strony Poczty Australijskiej może być minimalna. Istnieje wtedy ze strony Poczty tylko stały nadzór nad programem jakości i jego realizacją u producenta. To jest właśnie podstawą Systemu Zatwierdzania Produkcji /Approved Firms Scheme/ Poczty Australijskiej.

System zatwierdzania produkcji oparty jest o następujące podstawowe założenia:

- sortowanie produktu finalnego bez rejestracji wyników kontroli nie daje zapewnienia, gdyż nie "steruje" jakością;
- udokumentowana procedura kontroli łącznie z rejestracją jej wyników oraz sprzężeniem zwrotnym od odbiorców umożliwiając producentowi sterowanie jakością wyrobu;
- odpowiednią jakość wyrobów może zapewnić producent; w przypadku braku takiego zapewnienia odbiorca musi przeprowadzać wyrywkową kontrolę materiału przedstawionego do odbioru;
- niezależna kontrola w poszczególnych fazach produkcji stanowi o stopniu zapewnienia jakości;
- jeśli producent może udowodnić, że jest zdolny sterować jakością i dostarczać wyrobów o znanym standardzie jakości, odbiorca może zdać się na ograniczoną weryfikację materiałów oraz nadzór procedury sterowania.

W powyższym postępowaniu przyjmuje się, że rażąco nieekonomiczne ze strony odbiorcy byłoby kontrolowanie materiałów już raz kontrolowanych, oczywiście pod warunkiem zaufania do skuteczności pierwszej kontroli. Kluczem do takiego zaufania jest okresowa kontrola. Można wtedy uwolnić większość wyrobów od działalności inspekcyjnej i użyć już mniej licznego, ale bardziej wykwalifikowanego personelu do sprawdzania, że system sterowania jakością w rzeczywistości działa u producenta skutecznie i daje aktualnie dobre wyniki.

4. ROZWÓJ PRZYSZŁOŚCIOWY

4.1. Wprowadzenie

Rozwój zagadnień sterowania i zapewnienia jakości wywołany jest dwoma zasadniczymi przyczynami.

Pierwsza z nich, to konieczność zapewnienia wysokiej niezawodności nowoczesnym systemom telekomunikacyjnym, charakteryzującym się dużą pojemnością torów dla przekazywania ogromnych ilości informacji.

Druga, to konieczność wytwarzania urządzeń o wysokiej jakości przy możliwie niskich kosztach w celu skutecznego konkutowania na rynkach światowych.

Ten pozorny paradoks, osiągnięcia wyższej jakości przy niższych kosztach, może być rozwiązany przez zajęcie się kompleksem czynników, a przede wszystkim lepszym wykorzystaniem możliwości ludzkich, wprowadzeniem automatyzacji, lepszym poznaniem mechanizmów uszkodzeń oraz wzrostem świadomości wydatków na cele poprawy jakości.

4.2. Możliwości ludzkie

Czynniki mające wpływ na efektywność człowieka są bardzo złożone, w szczególności wykształcenie, wrodzone zdolności, postawa moralna i skłonności do męcznienia się mają główny wpływ na wydajność człowieka. Lepsze poznanie tych czynników przyczynia się do lepszego wykorzystania możliwości ludzkich, a także do eliminowania niezdolnych jednostek /co się również zdarza/, które jeszcze zbyt często przyczyniają się do produkcji urządzeń o złej jakości.

Najpoważniejszym krokiem producentów w kierunku zwiększenia sprawności pracowników, a przez to poprawienia jakości było zarządzenie właściwego szkolenia i odpowiedniego nadzoru podczas pierwszych kilku tygodni po przeszkoleniu. Odnosi to szczególne wyniki przy stosowaniu zasady Pareto "vital few", która w zastosowaniu do jakości głosi, że przeważająca część strat spowodowana jest tylko przez kilka rodzajów wad oraz że większość tych wad spowodowana jest tylko przez nieliczną garstkę pracowników. Jakość może więc być podniesiona przez skoncentrowanie się na tych kilku rodzajach wad i kilku powodujących je pracownikach, przy czym działanie musi polegać na przeszkoleniu tych pracowników, pomaganiu im w rozwiązywaniu osobistych problemów, przeniesieniu do bardziej dla nich odpowiedniej pracy i wreszcie w ostateczności na zwalnianiu ich z pracy.

Bardzo istotne są odpowiednie metody bodźców jakościowych, których dwa schematy były szeroko omawiane w literaturze zagranicznej, a mianowicie: metoda Zero Defektów /Zero Defects/ i Kółka Jakości /Quality Circles/.

Pierwsza z nich ma na celu pobudzenie personelu na wszystkich szczeblach do takiego działania, aby powierzoną pracę wypełniać należycie i od razu dobrze. Metoda ta pomaga pracownikom w zdawaniu sobie sprawy z ważności ich udziału dla dobra ogólnego. Program ten w szerokim zakresie adaptowano w Japonii i połączono w jedną całość z metodą Kółek Jakości.

Ta druga metoda polega na organizacji, w której członkostwo jest całkowicie dobrowolne. Członkowie spotykają się na naradach, aby badać i rozwiązywać problemy jakości powstające w ich płaszczyznach działania.

Należy podkreślić, że nie wszystkie rodzaje wad są powodowane przez wykonawców. Są również takie, które powstają w wyniku błędów w zarządzaniu i często nawet przewyższają one wady wykonawstwa. Zarówno metoda Zero Defektów jak i Kółka Jakości wymagają poprawnego zarządzania.

4.3. Automatyzacja

Wobec omylności nawet najsprawniej pracujących wykonawców, kontrolerów produkcji i kontrolerów sterowania jakością, znaczną liczbę pomiarów kontrolnych można i należy prowadzić automatycznie. Urządzenia automatycznej kontroli pracują bardzo wydajnie i bezsporne jest ich stosowanie wszędzie tam, gdzie jest to uzasadnione względami technicznymi i ekonomicznymi.

Jedną z ubocznych korzyści tej metody jest łatwość zapisu wyników kontroli w dowolnej formie i w związku z tym łatwość analizy dla celów sterowania jakością. Można na przykład dzięki temu sterować produkcją przez wymaganie nieprzekraczania okreś-

lonej wartości średniej pewnej charakterystyki oraz nieprzekraczania zadanego odchylenia standardowego. Oczywiście są tu korzyści w możliwości określania rozkładu, któremu muszą podlegać parametry danego produktu, aby mógł on być przyjęty do produkcji.

4.4. Mechanizmy uszkodzeń

Wzrastające wymagania na urządzenia, od których żąda się trwałości minimum 40 lat, powodują konieczność szybkiego szacowania niezawodności i trwałości tych urządzeń. Przyspieszone próby życia nie zawsze jednak dają oczywistą korelację z wynikami eksploatacyjnymi. Generalnie koszty badania niezawodności są wysokie i dlatego należy rozważyć układanie programy badań. W tej sytuacji dobra znajomość mechanizmów uszkodzeń materiałów, a szczególnie wpływ różnych rodzajów i wielkości obciążeń są szczególnie ważne.

Odpowiedni program badań niezawodności zapewnia sprawdzenie wszystkich teoretycznych rozważań przy projektowaniu i produkcji i wykrywa to, czego nie jest w stanie wykryć kontrola bieżąca, a mianowicie tendencje w kierunku stopniowych lub nagłych zmian. Zapewnia on nieocenione informacje dla konstruktora i pomaga producentowi w eliminowaniu przyczyn uszkodzeń, które pochodzą z niewłaściwej konstrukcji, materiałów, procesów produkcyjnych i regulacji. Nie do pomyślenia jest, aby australijscy producenci elementów i urządzeń telekomunikacyjnych mogli nie angażować się w badania niezawodności swych wyrobów.

4.5. Analiza kosztów jakości

Do niedawna działalność dotycząca zapewnienia jakości uważana była często za działalność przysparzającą jedynie kosztów wytwarzania, bez pozytywnych skutków. Wzrastające wymagania odbiorców zmusiły jednak producentów do zwracania coraz większej uwagi na jakość, a więc i na analizę związanych z nią kosztów.

Koszty te można z grubsza podzielić na:

- koszty profilaktyki,
- koszty oceny,
- koszty braków.

Koszty profilaktyki

Koszty te ponosi się mając na celu ustrzeżenie się od wad przed ich powstaniem. Składają się one z kosztów:

- techniki i administracji sterowania jakością,
- przygotowania metod i procedur badań, kontroli i sterowania jakością,
- konstrukcji i rozwoju urządzeń pomiarowych,
- programów szkolenia.

Koszty oceny

Obejmują one utrzymanie organizacji oceny jakości i składają się z kosztów:

- badań i kontroli dostarczanego materiału,
- laboratoryjnych badań odbiorczych,

- cechowania i naprawy przyrządów i narzędzi kontrolnych,
- kontroli procesów,
- inspekcji,
- wykonywania prób,
- regulacji przed badaniami i kontrolą,
- badań niszczących,
- sprawdzenie jakości.

Koszty braków

Powstają one ze złych materiałów i wyrobów i składają się z kosztów:

- strat ponoszonych przez brakowanie,
- kosztów napraw,
- procedury wybrakowania materiałów zakupionych,
- załatwiania zażaleń,
- napraw gwarancyjnych.

Naturalnym dążeniem jest zredukowanie kosztów oceny i braków przez wzrost /lecz stosunkowo mniejszy/ kosztów profilaktyki.

Poczta Australijska ustanawia wskaźniki jakości dla wielu nabywanych urządzeń i w tych czynnościach zwraca uwagę również na instalację i utrzymanie. Wskaźniki te muszą uwzględniać więc nie tylko początkowy koszt wytwarzania, ale i koszty naprawy oraz inne koszty utrzymania, które będą występować podczas normalnej eksploatacji.

WNIOSEK

W artykule opisano ewolucyjne aspekty programu sterowania jakością, począwszy od statystycznej oceny do współczesnego ujęcia jako systemu zarządzania.

Wiele krajów, w tych i Australia, zbyt powoli akceptowało nowe filozofie, pozwalając przez to innym zbierać niezaprzeczone korzyści z wprowadzania systemu sterowania jakością. Jednak współzawodnictwo zmusza coraz większą liczbę producentów do zastanowienia, że ich osiągnięcia jakościowe mają znaczenie przyszłościowe.

ZAPEWNIENIE JAKOŚCI

Opracował J. Wolniewicz na podstawie artykułu Nunn R.G.: A policy for quality. Post Office Telecomm. J. 1970-71 t, 22 nr 4, s. 23-25.

Od pięciu lat Poczta Brytyjska stopniowo wprowadza w życie postępowanie mające na celu otrzymywanie wyrobów wyższej jakości. Wiąże się z tym zmiana nazwy Wydziału Kontroli Technicznej w Departamencie Zakupów i Zaopatrzenia /Purchasing and Supply Department's Test and Inspection Branch/ na Wydział Zapewnienia Jakości /Quality Assurance Branch/. Wydział ten opracował nowe wymagania odbiorcze /Standards of Acceptability/, które stanowią część umowy na dostawę.

Zadaniem Departamentu Zakupów i Zaopatrzenia jest zapewnienie dla zaspokojenia bieżącej działalności i rozwoju Poczty Brytyjskiej dostaw sprzętu, materiałów i usług o wymaganej jakości i w potrzebnych ilościach, we właściwych terminach i po ekonomicznie uzasadnionych cenach. W związku z tym Poczta Brytyjska podaje wymagane poziomy jakościowe /Acceptable Quality Levels - AQLs/, rozumiane na ogół jako dopuszczalne procentowe ilości wadliwych sztuk w dostarczanej partii. Poziomy te są ustalane przez Wydział Zapewnienia Jakości /Wydział QA/ w drodze konsultacji z wydziałami odpowiedzialnymi za projekty i eksploatację; są one praktycznym kompromisem między kosztami produkcji a kosztami instalacji i eksploatacji sprzętu.

W celu sprawdzenia, czy producenci spełniają wymagania AQLs, Wydział Jakości od dłuższego czasu sam przeprowadzał badania kontrolne podczas lub po wyprodukowaniu wyrobów i zależnie od wyników przyjmował lub odrzucał odbierane partie. Prowadzona już od dawna przez Poczta Brytyjską, jako jednego z pionierów w tej dziedzinie, statystyczna kontrola jakości umożliwiła poprawę jakości odbieranego sprzętu i znaczne zmniejszenie kosztów odbioru w okresie ubiegłych 20 lat.

System ten ma jednak poważną wadę spowodowaną tym, że obowiązek określania jakości i przedsięwzięcie w razie potrzeby środków zaradczych spoczywa tu w zasadzie na nabywcy, a nie na dostawcy. Wprawdzie ci ostatni zobowiązani są umową do spełnienia odpowiednich wymagań jakościowych, jednak w takim ustawieniu mają oni tendencje do wyczekiwania na sygnał ze strony użytkownika o pogorszeniu się jakości i wtedy dopiero interweniują, co zazwyczaj oznacza tylko przejściową poprawę. Taka sytuacja powo-

duże albo znaczne wahania jakości, albo zmusza użytkownika do utrzymywania ściślejszej kontroli jakości przez częste sprawdzanie próbek o dużej liczności.

Dla zapobieżenia powyższemu wprowadzono do umów na dostawę warunek, że producenci mają stosować skuteczny system zapewnienia żądanej jakości wyrobów. Mają oni ponadto podawać swoje metody gwarancji jakości, udostępniać istotne protokoły i wykazać Wydziałom Zapewnienia Jakości wiarogodność badań i właściwość wszystkich materiałów.

Gdy Wydział Zapewnienia Jakości nabierze przekonania co do skuteczności systemu, daje dostawcy zezwolenie na dostawę wyrobów według tzw. procedury Autoryzowanego Zwolnienia /Authorised Release/. Dostawca otrzymuje wtedy specjalną pieczęć i upoważnienie do sprzedawania wyrobów bezpośrednio z fabryki, bez badań komisji odbiorczej Poczty Brytyjskiej. System dostawcy jest stale kontrolowany przez Wydział QA, a jego skuteczność regularnie sprawdzana. Akcja ta nosi nazwę "uwierzytelniania" /Validation/. Jeśli się okaże, że system stał się nieskuteczny, przywilej Autoryzowanego Zwolnienia zostaje cofnięty, a Wydział QA podejmuje wszelkie niezbędne kroki dla zabezpieczenia interesów Poczty.

Jakkolwiek główni dostawcy Poczty Brytyjskiej uznali potrzebę zapewnienia jakości w przemyśle telekomunikacyjnym, to jednak tempo wprowadzania tego systemu jest powolne. W pewnych przypadkach kierownictwo musiało negocjować z pracownikami nowe płace i przełamywać uporczywą niechęć do zmian.

Ostatnio zdecydowano rozszerzyć akcję zapewnienia jakości na prace instalacyjne wyposażenia central na podstawie umów. Będzie

to wymagać przestawienia mentalności i przeszkolenia personelu Poczty, kierownictwa robót oraz personelu monterskiego.

Aby działalność Wydziału QA była skuteczna, musi on mieć laboratoria wyposażone w aparaturę do różnego rodzaju badań elektrycznych, mechanicznych, fizycznych i chemicznych oraz wykwalifikowany personel o specjalistycznej wiedzy z dziedziny techniki badawczej, materiałoznawstwa oraz kontroli jakości i technologii produkcji, oczywiście z punktu widzenia jakości.

W Wydziale Zapewnienia Jakości zatrudnionych jest ogółem 900 osób, w tym 600 związanych bezpośrednio z pracami badawczymi. Wydział składa się z niewielkiej jednostki kierowniczej w Londynie i czterech Sekcji w Londynie i Birmingham, z czego dwie Sekcje Badawcze są obsadzone personelem inżynierskim, a dwie Sekcje Materiałowe personelem naukowo-badawczym.

Jednostka kierownicza jest odpowiedzialna za stronę formalną, administrowanie i kierowanie wydziałem, koordynację pracy sekcji i współpracę z innymi instytucjami w resorcie poczty i poza nim.

Sekcje w Londynie są odpowiedzialne za artykuły wytwarzane w Londynie i Południowej Anglii. Małe grupy personelu działają również w terenie na południu i w południowo-zachodniej części kraju. Laboratoria dostarczają w teren niezbędny sprzęt dla umożliwienia wykonywania poważniejszych badań niż to jest możliwe u dostawców. W innych laboratoriach przeprowadza się naprawy i cechowanie oscyloskopów, monitorów telewizyjnych, specjalistycznych urządzeń do badań telewizyjnych i mikrofalowych linii radiowych itp.

Sekcja badawcza w Birmingham obejmuje działalnością fabryki w środkowej i Północnej Anglii, Walii, Szkocji i północnej Irlandii. Duża ilość personelu działa w terenie w głównych centralach produkcyjnych. Laboratoria w Birmingham utrzymują także służbę terenową i zapewniają serwis naprawczy i regulacje aparatury badawczej stacji wzmacniakowych, filtrów liniowych i urządzeń radiowych.

Sekcje materiałowe są odpowiedzialne za zapewnienie jakości materiałów i za innego rodzaju postęp w tej dziedzinie, analityczne i doradcze działanie, jak ocena badań nowych materiałów, znajdowanie nowych zastosowań istniejących materiałów i ustalanie przyczyn wad materiałów w eksploatacji. Sekcja w Londynie zajmuje się materiałami organicznymi, a Sekcja w Birmingham nieorganicznymi.

Wyposażenie laboratoriów Wydziału QA podlega stałej modernizacji. Projektuje się nowe laboratorium wysokich napięć /do 200 kV/, nowe laboratorium elektroakustyki z komorą bezechową oraz laboratorium "czystego powietrza" dla napraw filtrów. Dalsze plany przewidują specjalny budynek laboratoryjny dla Sekcji Materiałowej i częściowo także Sekcji Badaniowej w Birmingham.

REJESTRACJA I ZESTAWIANIE DANYCH O NIEZAWODNOŚCI ELEMENTÓW

Opracował J. Wolniewicz na podstawie artykułu Dom-
browski E., Wilde H.: Erfassung und Darstellung
der Zuverlässigkeitsdaten von Bauelementen. NTZ,
1968 t. 21 nr 3, s. 136-140.

1. WSTĘP

Nowoczesne systemy i urządzenia elektroniczne są tak złożone, że dla ich poprawnej pracy muszą być one skonstruowane z elementów o dużej niezawodności. Konstruktor urządzeń, w celu wybrania odpowiednich elementów, musi dysponować w miarę możliwości jak najbardziej wyczerpującymi informacjami o tych elementach, a więc nie tylko o wartościach ich parametrów, lecz także o zachowaniu się tych parametrów z upływem czasu, o wpływie warunków otoczenia i obciążenia, a wreszcie o spodziewanej intensywności uszkodzeń i trwałości tych elementów.

Do tej pory odczuwa się niedostatek takich informacji lub nie są one w dostatecznej mierze powszechnie dostępne. Artykuł niniejszy ma na celu zapoznanie czytelnika ze stanem obecnym zagadnienia oraz propozycje, jak można powyższemu niedostatkowi zaradzić.

2. KORZYŚCI Z GROMADZONYCH DANYCH O NIEZAWODNOŚCI

Istnienie powszechnie dostępnych i dostatecznych informacji o eksploatacyjnych własnościach elementów i urządzeń z nich zbud-

wanych umożliwi osiągnięcie następujących celów:

- uzasadnione polepszenie niezawodności elementów,
- wybór takich elementów, które najlepiej nadają się do konkretnego zastosowania,
- uwzględnienie zachowania się elementów w przewidywanych warunkach pracy w układzie,
- oszacowanie niezawodności urządzeń lub systemów, zbudowanych z tych elementów,
- zaprojektowanie odpowiedniej redundancji w eksploatacji urządzeń i systemów,
- ekonomicznie optymalne planowanie przemysłowego rozwiązania systemów włącznie z konserwacją, przygotowaniem części zapasowych itd.

3. RODZAJE POTRZEBNYCH DANYCH

Wobec bardzo różnorodnego zachowywania się elementów nawet tych samych typów w celu umożliwienia prawidłowej oceny ich uszkodzalności, przede wszystkim potrzebne są w możliwie szczegółowej formie, następujące informacje:

- rodzaj i własności elementu,
- producent,
- warunki pracy i obciążenia elementu w eksploatacji lub w próbie trwałości,
- czas eksploatacji,
- rodzaj uszkodzeń,
- obserwowana liczba sztuk,

- zmiany zachowania się w czasie.

Informacje te powinny być zbierane podczas eksploatacji oraz w czasie przeprowadzanych badań laboratoryjnych. Wyniki badań laboratoryjnych są na ogół łatwe do powtórzenia i sprawdzenia, natomiast zbieranie danych w eksploatacji napotyka duże trudności. Przyczynami tego mogą być znaczne różnice w obciążeniach mechanicznych, elektrycznych i termicznych takich samych elementów w tym samym urządzeniu, trudności w dokładnej rejestracji tych warunków pracy oraz brak czasu lub personelu o odpowiednim przygotowaniu fachowym. Przyczyny te sprawiają, że informacje pochodzące na ogół z eksploatacji nie są wystarczające do wyciągnięcia jednoznacznych i ostatecznych wniosków, a mimo tego zdumiewające jest, jak niejednokrotnie zgodne są nawet do rzędu wielkości informacje o liczbie uszkodzeń elementów tych samych rodzajów, pracujących w podobnych urządzeniach, podczas gdy wyniki badań elementów w laboratorium różnią się często o dwa rzędy wielkości, a niekiedy i więcej.

Wynika stąd wniosek o ważności zbierania danych w warunkach eksploatacyjnych, co jest mało pracochłonne, oraz o konieczności szukania korelacji między tymi wynikami a wynikami badań laboratoryjnych.

4. MOŻLIWOŚCI PORÓWNYWANIA DANYCH

W celu umożliwienia porównywania informacji pochodzących z różnych źródeł konieczne jest wprowadzenie jednolitych arkuszy rejestracyjnych i wzorów ocen, co pozwala potem także na za-

oszczędzenie czasu i kosztów. Korzystne jest ponadto, gdy dane sprowadzone są do znamionowych warunków obciążeń /propozycje tego rodzaju przedstawiono do dyskusji w projekcie normy DIN 40040/. W Komisji NTG^{x/} "Niezawodność" rozważane są od pewnego czasu sposoby przedstawiania informacji oraz wzór formularzy.

5. ZBIERANIE I WYMIANA DANYCH O NIEZAWODNOŚCI MIĘDZY ORGANIZACJAMI W RÓŻNYCH KRAJACH

5.1. USA

Po okresie początkowym, charakteryzującym się dużą różnorodnością formularzy, przeforsowano w ostatnich latach jednolite arkusze rejestracji uszkodzeń wg IDEP /Inter-Service Data Exchange Program/. IDEP powstał w 1959 roku w celu zagwarantowania warunków pełnej wymiany doświadczeń i wyników badań elementów między zainteresowanymi firmami. Zbieranie informacji, ich ocena i przedstawianie wyników do dyspozycji uczestniczących w przedsięwzięciu firm zlecono trzem centralnym instytucjom: Naval Ordnance Lab., Redstone Arsenal i Aerospace Corporation. Jedynym zagranicznym uczestnikiem tej organizacji jest Kanada /przyjęta w 1964 roku/; inne kraje na razie nie są włączane do uczestnictwa, gdyż nie spodziewano się od nich czynnego udziału.

Równolegle amerykański organ kosmonautyki NASA rozwinął procedurę kontroli niezawodności elementów i urządzeń na odpowiednich formularzach. Informacje są tutaj zbierane i oceniane

^{x/} Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE.

przez Marschall Space Flight Center w Huntsville, a uczestniczące firmy mają możliwość dostępu do informacji za pośrednictwem teleksu.

5.2. Szwecja

W Szwecji rejestracją danych o niezawodności elementów oraz obróbką arkuszy rejestracyjnych zajmuje się Wojskowe Laboratorium Elektroniczne /FTL/. Arkusze te tylko nieznacznie różnią się od arkuszy wg IDEP. Starania Szwecji, aby wymianę informacji o niezawodności uczynić sprawą międzynarodową nie zostały uwieńczone pełnym sukcesem. Znane są tylko pewne porozumienia z władzami wojskowymi krajów skandynawskich. Powiązania z Signal Research and Development Establishment w Anglii oraz z Comité de la Télécommunication we Francji zdają się być przeważnie formalne.

5.3. Francja

Comité de la Télécommunication wydał katalog, w którym są ujęte wszystkie elementy /z podaniem producenta/ przebadane zgodnie z warunkami CCTU^{x/}. Ponadto opracował on scentralizowany system kontroli jakości, któremu poddawane są elementy o wysokiej niezawodności. Elementy te są ujęte w wyżej wymienionym katalogu pod specjalnym oznaczeniem, a ich produkcja ma być kontrolowana przez władze państwowe.

^{x/} Comité de Coordination des Télécommunications de l'Union Française.

Państwowe Centrum Niezawodności otrzymuje wszystkie wyniki badań przeprowadzonych w kraju, opracowuje je i wydaje co-rocennie w formie informacji o jakości na specjalnych kartach, działając jako centralny organ informacji. Zestawienia wyników badań rozsyła się do zainteresowanych około 20 członków /instytutów, urzędów i firm/ stowarzyszenia niezależnie od tego, czy wyniki są dobre, czy złe. Członkiem stowarzyszenia może zostać każda instytucja, która zobowiąże się do dostarczania co najmniej 20 informacji rocznie.

5.4. Anglia

W ostatnich latach staraniem Ministerstwa Lotnictwa utworzono komitet pod przewodnictwem admirała Burgharda. Komitet ten zabiega o opracowanie jednolitych norm na badania kwalifikacyjne i warunki odbiorów oraz o wydawanie urzędowo uznanych informacji o wynikach badań, a także o nadawanie znaku jakości. Komitet opracowuje wnioski znane pod nazwą "Burghard Report" dla producentów i użytkowników elementów biernych i czynnych. Działalność ta znalazła swoje odbicie w brytyjskich normach BS 9000 i obejmuje wymagania zarówno dla producentów wojskowych, jak i cywilnych. Z działalności tej spodziewane są następujące osiągnięcia:

- ustalenie jakości i znamionowej oraz wymaganej niezawodności elementów elektronicznych przez opracowanie odpowiednich wymagań,
- zagwarantowanie, że elementy te spełnią stawiane im wymagania przez wprowadzenie niezależnych sposobów kontroli,

- powszechną informację przez podawanie do wiadomości zalegalizowanych wyników badań,
- daleko idące przystosowanie i ujednolicenie metod i postępowanie w wojskowym, profesjonalnym i powszechnym zakresie użytkowania elementów.

W miarę możliwości dąży się do stosowania metod badań zgodnych z zaleceniami IEC, a także do uzgodnienia norm BS 9000 z odpowiednimi francuskimi przepisami CCTU i do rozpowszechnienia ich w całej Europie z gwarancją wzajemnego uznawania. W tym celu odbywają się spotkania między jednostkami państwowymi angielskimi, francuskimi i niemieckimi z udziałem ekspertów.

5.5. OECD /Organisation for European Cooperation and Development

Ponieważ poprzednio wymieniane instytucje działają w ograniczonym zasięgu i głównie dla użytku wojskowego, OECD zaproponowała program prowadzenia badań i wymiany informacji EXACT /International Exchange of Authenticated Electronic Component Performance Test Data/ na płaszczyźnie międzynarodowej. Dla osiągnięcia tego celu potrzebne jest zorganizowanie specjalistycznych laboratoriów badawczych, ustalenie jednolitych metod i sposobów badań oraz zbieranie wyników badań i rozprowadzanie informacji.

Producenci elementów zgłosili zasadnicze zastrzeżenie, że jednoznaczna interpretacja i porównanie danych tylko wtedy są możliwe, kiedy osiągnie się uprzednio pełną standaryzację elementów i ich obciążeń. W przeciwnym wypadku nie da się wykluczyć

możliwości fałszywej oceny. Mimo to akceptowano projekt wprowadzenia do stosowania w możliwie krótkim czasie międzynarodowej normy na określanie i oznaczanie jakości, jak również na sposób zbierania danych o niezawodności.

5.6. IEC

W 1962 roku staraniem strony niemieckiej rozpoczęto w IEC rozmowy, dotyczące niezawodności, a w 1965 roku doprowadzono do powołania Komitetu Technicznego 56, który zajmuje się od tamtej pory problemami niezawodności.

Celem działalności IEC nie jest rozwiązywanie spraw organizacyjnych, ani zakładanie banku informacji, ale ma natomiast opracowywać ogólne metody i ustalać dla wszystkich zasady postępowania oraz terminologię. Do tego zakresu działania należy więc przede wszystkim określenie sposobu przedstawiania danych o niezawodności i ich rejestracji według jednolitego schematu oraz rozważanie możliwości ustanowienia odpowiednich norm lub zaleceń.

Aktualnie dyskutowany jest angielski projekt rejestracji danych o niezawodności. Przedstawiony arkusz obejmujący wszystkie niezbędne dane, ma w szczególności służyć do oceny uszkodzeń w urządzeniach eksploatowanych. Ostatnio także strona szwedzka przedstawiła projekt formularza do rejestracji danych o niezawodności elementów.

5.7. Niemiecka Republika Federalna

W NRF działa komisja normalizacyjna p.n. "Niezwadność Eksploatacyjna" /Betriebszuverlössigkeit/, która jest partnerem do

rozmów z IEC w powstałych w tej dziedzinie zagadnieniach normalizacyjnych. Współpracuje z nią komisja p.n. "Niezawodność" /Zuverlässigkeit/ przy Stowarzyszeniu Teletechników NTG /Nachrichtentechnischen Gesellschaft/ w VDE, która zajmuje się tym problemem oraz upowszechnianiem naukowych metod do określania i ustalania niezawodności elementów, urządzeń i systemów. Oprócz tego, przed około trzema laty utworzono Zespół Roboczy /Arbeitskreis/, który opracował m.in. projekt formularza do rejestracji danych, przedstawiony dalej w niniejszym artykule. W dyskusjach z wieloma fachowcami ustalono, że podstawowymi warunkami sukcesu wdrożenia takich projektów są:

- możliwie daleko idące uproszczenie sprawozdań,
- rezygnacja z informacji o mechanizmie uszkodzeń,
- zachowanie anonimowości producentów przez oznaczenie wytwórcy np. kodem.

6. PROJEKT ARKUSZA REJESTRACYJNEGO NRF

6.1. Wprowadzenie

Poniżej podano objaśnienia poszczególnych kolumn i wierszy załączonego projektu arkusza rejestracyjnego, w kolejności ich występowania /przy czym w nawiasach podano numerację tytułów zgodnie z numeracją arkusza/. Są one możliwie ogólnie sformułowane i mają obejmować tylko możliwe przypadki. W realizacji wypełniania arkusza nie można oczekiwać, że wszystkie kolumny będą wypełnione. Jest to w wielu przypadkach nawet niemożliwe.

Komitet NTG "Niezawodność" Projekt "Dane o elementach"
 Marzec 1966

1. Oznaczenie elementu

1.1. Rodzaj elementu	1.2. Rok produkcji	1.3. Wykonanie
1.4. Informacje o parametrach		

2. Kryteria uszkodzeń dla konkretnego przypadku

--	--	--

3. Warunki badań

3.1. Rodzaj badania	Eksploatacja: w urządzeniu	próba z: a/ ustalonym czasem trwania	b/ stałą liczbą uszkodzeń	<input type="checkbox"/>	c/ metodę sekwencyjną	inne próby
3.1.1. Informacje o urządzeniu						
3.2. Warunki pracy:	w spoczynku	<input type="checkbox"/>	praca ciągła	<input type="checkbox"/>	praca przerywana	<input checked="" type="checkbox"/>
3.3. Warunki otoczenia						
3.4. Warunki pomiaru						

4. Zakres badań

4.1. Liczność próbek	4.2. Czas obserwacji:	4.3. Liczba elementopodzia /lub liczba cykli/:

5. Wyniki

5.1. Całkowita liczba uszkodzeń:	5.1.1. Liczba uszkodzeń rurek	5.1.2. Wyjaśnienie 5.1 wg cech z punktu 2
5.2. Przebieg zmian /tabela lub diagramy/ /odpowiedni materiał ewentualnie w po- staci załącznika/	5.3. Tabela uszkodzeń /eventualnie dołączony dodatkowy arkusz/ Czas obserwacji	Suma uszkodzeń
	Czas wymiany	Suma uszkodzeń
		Suma uszkodzeń
		Suma uszkodzeń
		Suma uszkodzeń
5.4. Parametry niezawodności ewentualnie z przedziałami ułokości /szczególnie wartości intensywności uszkodzeń/		

Jednak nawet niekompletne informacje mogą być wykorzystane i stanowić mogą wkład do pogłębienia wiedzy o niezawodności elementów, a przy tym i urządzeń.

6.2. Objaśnienia do rys. na str. 32

Oznaczenie elementu /1/

Element powinien być tak opisany lub oznaczony, żeby było możliwe przyporządkowanie go do porównywalnych elementów innych producentów. W opisie powinny być uwzględnione także dane /m.in. konstrukcyjne/, które by wskazywały na możliwości zastosowania i sposób eksploatacji, a także powołanie na odpowiednią normę DIN lub inne cechy identyfikacyjne.

Rodzaj elementu /1.1/

Nazwa powinna być tak dobrana, żeby zawierała w sobie typowe własności, np.: opornik warstwowy węglowy, tranzystor epitaksjalny planarny krzemowy, suchy kondensator tantalowy o zgrzewanej anodzie itp.

Rok produkcji /1.2/

Ponieważ technologie ulegają ciągłemu rozwojowi, nawet w przypadku elementów konwencjonalnych, data produkcji znamionuje m.in. stan techniki. Dla oceny niezawodności wystarczająco dokładna jest informacja o roku produkcji.

Wykonanie /1.3/

W punkcie tym podaje się informacje o budowie, rodzaju obudo-

wy oraz możliwościach dołączania i mocowania w takim stopniu, aby było możliwe rozgraniczenie podobnych elementów.

Informacje o parametrach /1.4/

Podaje się tu normalne parametry elektryczne i mechaniczne, odpowiadające informacjom katalogowym lub z prospektu, ale tylko w interesującym dla danego przypadku zakresie. Informacje te odnoszą się do stanu w chwili dostarczenia elementu, natomiast dla przypadku pracy pod obciążeniem określa się specjalne kryteria uszkodzeń.

Przyczyny uszkodzeń w konkretnym przypadku /2/

W tym punkcie podaje się wartości tych cech elementu, których nieosiągnięcie lub przekroczenie kwalifikuje się jako uszkodzenie. Rozróżnia się przy tym uszkodzenia parametryczne /Anderungs-
ausfalls/ i zupełne /Vollausfalls/. Według DIN 40041 uszkodzenie parametryczne jest to takie uszkodzenie, przy którym dopuszcza się jeszcze warunkowe /stosownie do spełnianej funkcji/ użytkowanie elementu, natomiast uszkodzenie zupełne wyklucza jakiegokolwiek zastosowanie elementu.

Warunki badań /3/

Rodzaj badania /3.1/

Dane o niezawodności elementów mogą pochodzić z eksploatacji lub z prób laboratoryjnych. Próby takie mogą przebiegać albo według statystycznego planu badań /np. metoda sekwencyjna/ lub w inny sposób, np. w symulowanych warunkach eksploatacyjnych.

Tutaj oczekuje się tylko odpowiedzi "tak" lub "nie" przez wstawienie krzyżyka w odpowiednim polu.

Warunki pracy /3.2/

Oprócz informacji ogólnych, jak "praca ciągła", "praca przerywana" lub stan spoczynku /np. "zimna" rezerwa/, przy których w odpowiedniej kratce stawia się krzyżyk, należy w miarę możliwości nanieść dane liczbowe. W szczególności dotyczy to stopnia obciążenia elektrycznego /np. przy przyspieszonych próbach trwałości/ lub stanu niedociążenia.

Warunki otoczenia /3.3/

Rozumie się przez to stan fizyczny bezpośredniego otoczenia elementu, przez który element jest narażony na dodatkowe obciążenia /ogólnie biorąc klimat elementu różni się od klimatu urządzenia/. Przy ocenie stopnia narażenia zaleca się dla uproszczenia stosować klasyfikację wg DIN 40040. Przy badaniach laboratoryjnych wymagane są dokładne warunki próby. Także w tym przypadku zalecane są znormalizowane warunki wg IEC publ. 68 lub DIN 40046.

Warunki pomiaru /3.4/

Podaje się tu informacje o warunkach otoczenia i pracy, w których należy przeprowadzić pomiary. Może być wymagane na przykład przy kondensatorach poddawanych próbie w podwyższonej temperaturze i napięciu, żeby pomiary parametrów elektrycznych były wykonywane także w warunkach prowadzenia próby.

Zakres badań /4/

Podawane często w literaturze skumulowane liczby elementogodzin nie są na ogół wystarczające do oceny trwałości. Dlatego też w tym punkcie podaje się licznosc próbki /4.1/, czas obserwacji /4.2/, który w przypadku np. przekaźników wyraża się liczbą zdarzeń /w innych przypadkach może to być liczba cykli obciążeń np. temperaturowych/ i wreszcie liczbę elementogodzin lub cykli /4.3/; przy małym procencie uszkodzeń jest ona w przybliżeniu równa iloczynowi liczby próbek przez czas trwania obserwacji.

Wyniki /5/Całkowita liczba uszkodzeń /5.1/

Całkowita liczba uszkodzeń składa się z liczby uszkodzeń zupełnych oraz liczby uszkodzeń częściowych wg kryteriów uszkodzeń podanych w punkcie 2 projektu arkusza. Rozróżnienie to jest istotne, ponieważ np. przekroczenie granic tolerancji wg wyżej podanych kryteriów oznacza uszkodzenie, natomiast w eksploatacji nie musi to być uszkodzeniem.

Przebieg zmian /5.2/

Dla właściwej oceny układu potrzebna jest znajomość oczekiwanych zmian wartości cech elementu w miarę upływu czasu. Taki przebieg zmian może być przedstawiony w postaci tabel lub diagramów. W większości przypadków, dla każdego czasowego punktu obserwacji wystarczy podać medianę i odchylenie standardowe.

Tabela uszkodzeń /5.3/

Tabela ta jest uzupełnieniem punktu 5.1 projektu arkusza. W kolumnie "Czas obserwacji" rejestruje się czas od chwili rozpoczęcia badania do chwili danego uszkodzenia elementu. Przy ustalonych przedziałach czasu obserwacji liczy się czas od rozpoczęcia badania do odpowiedniej chwili obserwacji w danym przedziale czasu. Kolumna "Czas wymiany" jest przewidziana dla przypadków wymiany elementów. Czas ten jest wtedy rzeczywistą trwałością danego elementu. W kolumnie "Kategoria uszkodzeń" podaje się cechę odpowiadającą informacji z punktu 2 arkusza przypisaną do danego ujawnionego uszkodzenia.

Parametry niezawodności /5.4/

Parametry niezawodności, takie jak: trwałość przeciętna, mediana lub intensywność uszkodzeń, mogą być obliczone z danych liczbowych punktu 5.3 arkusza wraz z granicami przedziału ufności. W niektórych przypadkach są one także dostępne bezpośrednio u producenta elementów lub z literatury, lecz bez tabeli uszkodzeń.

6.3. Możliwości rozbudowy arkusza

Autorzy są zdania, że przedstawiony projekt zawiera co najmniej te informacje, które są niezbędne dla rozsądnej i jednolitej rejestracji i oceny danych o niezawodności. Szczególnie ważne są dane w rubrykach 5.2 i 5.3 arkusza. Ostatnio coraz większą rolę odgrywa znajomość zmian parametrów elementów w czasie, w po-

równaniu ze znajomością uszkodzeń zupełnych, ponieważ intensywność uszkodzeń obecnie produkowanych, dobrych elementów wynosi 10^{-8} do $10^{-9}/h$.

Dalsze ulepszenie arkusza powinno już raczej uwzględniać przystosowanie jego do automatycznej rejestracji i oceny danych i w związku z tym powinno się opracować określone skróty kodowe.

SZWEDZKI BANK INFORMACJI O WSKAŹNIKACH INTENSYWNOŚCI USZKODZEŃ ELEMENTÓW STOSOWANYCH W TELEKOMUNIKACJI

Opracował J. Wolniewicz na podstawie artykułów
Olsson B.: Swedish failure rate data bank. *Electron. Components*, 1968 t. 9 nr 5, s. 555-556.
Olsson B.: Daten über die Fehlerhäufigkeit von Bauelementen für nachrichtentechnische Anwendungen. *NTZ*, 1969 t. 22 nr 9, s. K103.

1. WSTĘP

W wyniku działalności założonego w Szwecji Banku Informacji Wojskowe Laboratorium Elektroniczne / Försvarsrets Teletekniska Laboratorium - FTL/ stwierdziło, że obecnie jest już możliwe prognozowanie niezawodności złożonych urządzeń w ich wczesnym stadium konstrukcji i opracowania. Użyte tu metody, jakkolwiek stosowane głównie do elementów telekomunikacyjnych, mogą mieć zastosowanie również do innych elementów elektromechanicznych, pneumatycznych, hydraulicznych.

Prognozowanie trwałości i innych wskaźników niezawodnościowych dla złożonych urządzeń wymaga znajomości prawdopodobieństw uszkodzeń części składowych. Dostępne w literaturze fachowej informacje, często przestarzałe, podają w przeważającej mierze oszacowanie punktowe /dla określonych jednych, konkretnych warunków pracy i otoczenia/ i reprezentują zazwyczaj średnie wartości dla dużej grupy elementów, co pozwala jedynie na dokonywanie bardzo zgrubnych obliczeń. Różnice między poszczególnymi typami elementów tego samego rodzaju, a nawet między różnymi wykonaniami są tak znaczne, że wymaga się dokładniejszego zróżnicowania informacji.

2. CEL ISTNIENIA BANKU I ŹRÓDŁA INFORMACJI

Zorganizowany przy Wojskowym Laboratorium Elektronicznym w Sztokholmie Bank Informacji, zbierający dane o uszkodzeniach elementów elektronicznych i telekomunikacyjnych, ma na celu stworzenie podstaw dla prognozowania niezawodności urządzeń /głównie sprzętu wojskowego/, skonstruowanych ze znanych elementów, oraz ma umożliwić właściwy wybór elementów.

Zrodłami informacji są wyniki badań laboratoryjnych i eksploatacyjnych elementów elektronicznych, dostarczane przez producentów i użytkowników. Bank zapewnia dokładność informacji dzięki bezpośrednim kontaktom z informatorami, ścisłemu nadzorowi nad metodami ich badań i praktycznym stosowaniem statystyki.

3. KARTY FRD

Laboratorium opracowuje otrzymane informacje statystyczne, nanosi je na specjalne karty, zwane FRD - cards /Failure Rate Data cards/, i przesyła je do producenta do skontrolowania. Dopiero po ich zatwierdzeniu są one rozprawdane do subskrybentów.

Karty FRD są sporządzane w języku angielskim na formacie A4. Karta zawiera następujące zasadnicze dane:

- informacje o klasyfikacji środowiskowej elementu,
- rodzaj dokumentu zatwierdzającego,
- informacje o klasie dokładności elementu,
- intensywność uszkodzeń /oszacowanie średnie i górna granica 60% przedziału ufności/,
- rozkład trwałości,
- znormalizowana niezawodność,
- współczynniki korekcyjne w zależności od zastosowania,
- kod IDEP,
- kod M,
- charakterystyka intensywności uszkodzeń w funkcji temperatury i obciążenia.

Na rysunku po str. 40 pokazano przykładowo wypełnioną kartę FRD.

Dla ułatwienia szybkiego otrzymania informacji o konkretnym elemencie karty przechowywane są w odpowiednich kartotekach, gdzie są ułożone według rodzaju elementu. W tym celu na kartach podawany jest kod IDEP /Inter-Service Data Exchange Program/.

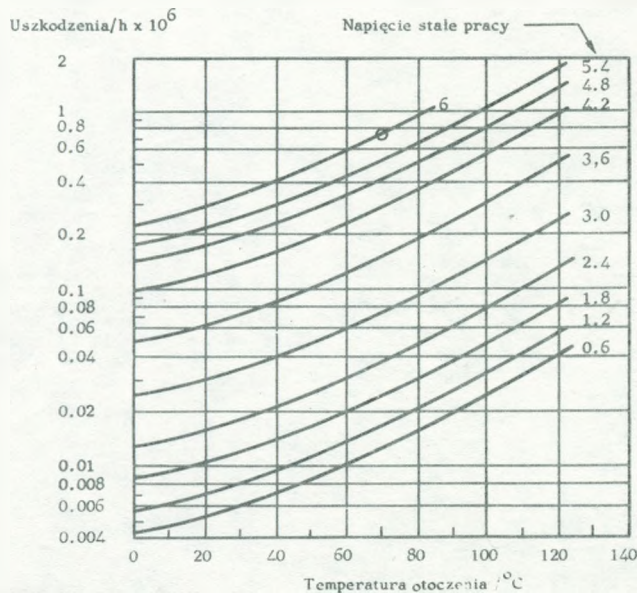
Klasyfikacja użytkownika

Rodzaj elementu, typ
Kondensator tantalowy
stały, suchy elektrolit, typ TAA

	Karta FRD Nr 332	Data 18.IX.67	Cecha informacji wejściowej 152.75.40.40-6				
Cechy elementu i ograniczenia konstrukcyjne	Producent	X			Wykres ograniczeń konstrukcyjnych 		
	Wykonanie Nr	Tolerancja ±20%	Stabilność	Klasyfik. środow.			
	Data prod. 1962	Wartości znamionowe 6 V - at 85°C, 0.1 - 680 μF					
	Rodzaj dokumentu zatwierdzającego, Nr protokołu badań						
Dane niezawodnościowe na podstawie raportu badań	Obciążenie w próbie 6 V - przy 70°C		Rodzaj pracy Praca ciągła		Miejsce Laboratoryjna próba trwałości	Współcz. obciąż. 1.0	
	Otoczenie +70°C w komorze klimatycznej						
	Definicja uszkodzenia						
	Rodzaj I	Zwarcie lub przerwa		Rodzaj II	$\Delta C > 10\%$ $I_1 > 0.02 U.C \mu A$ $\tan \delta > 7\%$		
	Rodzaje uszkodzeń Rodzaj I - uszkodzenia katastroficzne			Rodzaj II - uszkodzenia parametryczne			
		Sredn. wartość uszk. z uszkodz. / h $\cdot 10^6$	Czas badania do uszkodzenia h	Srednia trwałość m_w	Rozkład estymatora	Czas akumulowany, 10 ⁶ h	Liczba uszkodzeń r
I rodzaj uszkodz.	0.50 ①	0.66	12 000	-	wykładniczy	1.20	0
II rodzaj uszkodz.	0.71 ②	1.42	12 000	-	wykładniczy	1.20	1
łącznie	0.71	1.42	12 000	-	wykładniczy	1.20	1
Dane niezawodnościowe do 20°C i przy współobciążenia elektrycznego = 1	I rodzaj uszk.	0.20	0.26			Współczynniki korekcyjne	
	II rodzaj uszk.	0.28	0.57			Patrz wykres poniżej	
	łącznie	0.28	0.57				
Klasyfikacja użytkownika	Rodzaj elementu, typ Kondensator tantalowy TAA		Kod Towarzystwa XXXXX XXXX	Kod IDEP 152.75.40.40	Kod M M2427		

① górna granica 50% przedziału ufności

② $\bar{x} - \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$



Typowa karta danych o uszkodzeniach

Jest to kod w systemie dziesiętnym. Rubryka "klasyfikacja użytkownika" przewidziana jest do wstawienia ewentualnych własnych cech subskrybenta.

4. KORZYŚCI I ZALECENIA

W uzupełnieniu do działalności Banku Informacji każda instytucja, mająca do czynienia z konstruowaniem lub użytkowaniem urządzeń, zawierających elementy elektroniczne, powinna prowadzić własną rejestrację i kontrolę danych niezawodnościowych tych urządzeń, przy czym powinno to się odbywać zgodnie z zasadami Banku Informacji.

Szwedzkie laboratorium wojskowe żąda od dostawców gwarancji na określone parametry niezawodnościowe elementów. Przy opracowywaniu nowych urządzeń dla celów wojskowych projektanci chętnie korzystają z pomocy Banku Informacji, gdyż wolą stosować elementy o znanych parametrach niezawodnościowych.

Karty FRD spotkały się z wielkim zainteresowaniem nie tylko w Szwecji, ale i za granicą. Aktualnie Bank zrzesza około 100 subskrybentów i do 1 sierpnia 1969 r. zostało opracowane około 770 kart. Zamierza się opracowywać co najmniej 20 kart miesięcznie. Karty te dostarczają unikalnych informacji, ogromnie trudnych do zdobycia przed utworzeniem Banku.

NIEZAWODNOŚĆ W CNET

Opracował J. Wolniewicz na podstawie artykułu
Roncina J., Chaigneau'a J. i Blanquarta P.:
La fiabilité au CNET. L'onde Electrique 1970 r.
t. 50 nr 514, s. 1-7.

1. WSTĘP

Z okazji zakończenia 5-letniego planu przedstawiono działalność Państwowego Ośrodka Badań Telekomunikacji /Centre National d'Etudes des Télécommunications - CNET/ w dziedzinie niezawodności sprzętu PTT /Postes, Télégraphes et Téléphones/ oraz działalność Ośrodka Niezawodności /Centre de Fiabilité/ CNET.

CNET odegrał rolę prekursora niezawodności i zajmując się najróżniejszymi urządzeniami /m.in. wzmacniakami podmorskimi/ nabył w tej dziedzinie dużego doświadczenia.

Podczas gdy nie istniało jeszcze pojęcie elektroniki, służby telekomunikacyjne zaczęły stosować urządzenia wzmacniające lampowe o działaniu ciągłym, wymieniając w nich profilaktycznie dla poprawy niezawodności niektóre zespoły, a szczególnie lampy elektroniczne, wobec stopniowego pogarszania się ich charakterystyk. Akcja PTT przyczyniła się do znacznej poprawy niezawodności lamp elektronowych, których trwałość użyteczna wzrosła do kilkudziesięciu tysięcy godzin, a współczynnik intensywności uszkodzeń do 10^{-6} - 10^{-7} /godz. Przytacza się jako przykład lampę elektronową o bezpośrednim żarzeniu wprowadzoną do eksplo-

atacji w 1930 roku, której czas życia przekroczył już 250000 godzin. Nawiązując jeszcze do przeszłości, należy wspomnieć, że na przykład w systemie nośnym Marzin poprawiano niezawodność przez częste doglądanie sprzętu wyposażonego w zespoły o małej niezawodności, natomiast już w systemie nośnym 4 MHz na kablu współosiowym, oddanym do użytku w 1950 r. zastosowano redundancję wzmacniaczy, które wtedy po raz pierwszy zainstalowano w pomieszczeniach niedozorowanych. Uszkodzenie jednego wzmacniacza nie powodowało przerwy połączenia, lecz tylko sygnał w ośrodku konserwacji.

Obecnie przykładą się w CNET coraz większą wagę do niezawodności urządzeń telekomunikacyjnych. Wynika to z coraz większego znaczenia łączności oraz ze wzrastającej złożoności systemów. Pasma przenoszenia wzrosło do 12 MHz. Niezawodność takiego systemu musi być bardzo duża, gdyż w grę wchodzi 2700 jednoczesnych połączeń. Ponadto wzmacniacze tranzystorowe są obecnie zakopywane w ziemi, co jest oczywiście oszczędne, ale dowiada, że usuwanie uszkodzeń jest bardziej kłopotliwe.

Wysoką niezawodność sprzętu PTT uzyskuje się przez odpowiedni dobór elementów, które przeszły badania kwalifikacyjne lub badania zatwierdzające CCT /Comité de Coordination des Télécommunications/. Stosuje się także w miarę możliwości małe obciążenia, a ponadto generalnie stosuje się zasadę, że nawet używanie niezawodnych elementów nic nie daje, jeśli podczas montażu poddaje się je niszczącym narażeniom /np. przez zbyt staranne, a więc za długo trwające lutowanie/.

Szczególnym przykładem wysokiej niezawodności są wzmacnia-

ki podmerskie, gdyż poziom ich niezawodności znacznie przewyższa wymagany poziom niezawodności dla satelitów. Trwałość użyteczną tych wzmacniaków szacuje się na 20 lat, podczas gdy satelitów na 5 lat. Pomiary takiego poziomu niezawodności ogranicza się do badań procesów technologicznych i starannej analizy mechanizmów uszkodzeń znanych i możliwych. Stosuje się tu wszystkie znane metody selekcji. Obowiązkowa jest kontrola jednostkowa i każda część statystycznie nienormalna jest bezwzględnie odrzucona, nawet jeśli wykazuje lepsze cechy podstawowe.

W przypadku satelitów telekomunikacyjnych, których wyposażeniem zajmuje się CNES /Centre National d'Etudes des Spatiales/, projektowanie wzmacniaków oraz dobór podzespołów o dużej niezawodności dokonywany jest przy współpracy CNET.

2. DZIAŁALNOŚĆ OŚRODKA NIEZAWODNOŚCI CNET

2.1. Sprawy organizacyjne

W 1962 roku podpisano porozumienie między DGRST i CNET, na mocy którego CNET został zobowiązany do wprowadzenia jednolitych badań nad niezawodnością elementów elektronicznych. Finansowanie programu zapewniono po połowie przez DGRST^{1/} i CNET.

Kredyty DGRST umożliwiły zwiększenie środków dla Ośrodka Niezawodności CNET, który został podzielony na dwie części:

^{1/} Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique.

- biuro w Paryżu zobowiązane do zbierania wszystkich informacji o niezawodności, do ich rozpowszechniania, zapewnienia łączności między służbami niezawodnościowymi oraz reprezentacji w zjazdach krajowych i międzynarodowych;
- laboratoria w Lannion zobowiązane do badań podstawowych, opracowywania prób przyspieszonych i metod selekcji oraz na żądanie do przeprowadzania prób niezawodnościowych; z doświadczeń tych laboratoriów mogą korzystać wszystkie instytucje, które chciałyby założyć własne służby niezawodności.

2.2. Biuro paryskie Ośrodka Niezawodności

2.2.1. Biblioteka i obsługa dokumentacji

W Ośrodku Niezawodności analizuje się wszystkie artykuły i dokumenty traktujące o niezawodności i streszcza je pod postacią kart hasłowych. Karty te segregowane są tematycznie przez autorów wg kodu słownego; sklasyfikowano w ten sposób 8000 kart w systemie "Selecto" opisanym w nr 8 Fiabilité. Lista rozporządzalnych artykułów jest okresowo publikowana.

2.2.2. Kartoteka danych o uszkodzeniach

Jeśli jakikolwiek dokument /artykuł, wyniki badań laboratoryjnych lub eksploatacyjnych niezawodności/zawiera wartości intensywności uszkodzeń, to cecha ta jest przeniesiona od razu na kartę odpowiednią do typu elementu. W ten sposób w Ośrodku Niezawodności zarejestrowanych jest aktualnie 4000 danych. W zbiera-

niu tych danych biorą obecnie również udział CEA /Commisariat à l'Energie Atomique/, PTT, LMT.

2.2.3. Wymiana informacji

Liczne laboratoria badawcze administracji i przedsiębiorstw przeprowadzają dla własnych potrzeb badania kwalifikacyjne podzespołów. W celu uniknięcia dublowania tej samej pracy utworzono "Klub Niezawodności" /Cercle de la Fiabilité/, grupujący kilkanaście administracji i przedsiębiorstw dla wspólnego gospodarowania wynikami badań. Ponieważ badania są kosztowne, wprowadzono opłaty członkowskie, które uiszcza się w "naturze". Każdy członek zobowiązany jest dostarczać co najmniej dwadzieścia raportów rocznie w formie sprawozdań z przeprowadzonych prób.

System ten jest bardzo ceniony przez członków klubu. Informacje zawarte w streszczeniach rozsyłane są okresowo. Opracowano trzy wzory kart: klasyczne wg wymagań CCT, syntetyczne ze scentralizowanej kontroli jakości oraz karty badań długotrwałych. Szczegóły podane są w nr 8 Fiabilité.

2.2.4. Koordynacja

Biuro na ul. Bagueu zawiera umowy na wykonanie badań niezawodności, odwołuje się do specjalistów z różnych administracji oraz organizuje narady w sprawie niektórych badań. Biuro to uczestniczy w kongresach, dotyczących niezawodności, w pracach takich organizacji jak CEI /Komitet Nr 56 - Niezawodność/, AFCIQ^{1/} i

^{1/} Association Francaise pour le Contrôle Industriel de Qualité.

in., opłaca składkę na organizowanie praktyk z dziedziny niezawodności, samo organizuje niektóre praktyki i wreszcie rozpowszechnia użyteczne informacje w przeglądzie Fiabilité, który stał się biuletynem niezawodności.

2.3. Laboratoria Ośrodka Niezawodności CNET w Lannion

2.3.1. Cele

W początkach istnienia Ośrodek Badawczy był nastawiony głównie na ocenę metod prób przyspieszonych. Obecnie jego działalność wytyczają trzy podstawowe kierunki:

- ocena niezawodności /przez ekstrapolację wyników z prób przyspieszonych/ ,
- badanie mechanizmów uszkodzeń /analizy fizyczne/ ,
- opracowywanie i stosowanie metod jednostkowej selekcji /dotyczy to zarówno produktów finalnych, jak i półfabrykatów/.

Oczywiście kierunki te są wzajemnie powiązane, a więc znajomość mechanizmów uszkodzeń ułatwia opracowanie metod selekcji oraz zwiększa zaufanie do prób przyspieszonych.

2.3.2. Środki

Pierwsze laboratoria założono w 1962 r. w Lannion. Jakkolwiek początkowe metody badawcze i wyposażenie były dość elementarne, to już wtedy zdecydowano o klimatyzacji laboratoriów, a w szczególności ich bezprzerwowym zasilaniu w energię. Następnie charakter badań określił wybór urządzeń: do symulowania prze-

strzeni kosmicznej, urządzeń do automatycznych pomiarów /koniecznych przy dużej liczbie pomiarów/, korzystania z Ośrodka Obliczeniowego CNET oraz do utworzenia laboratorium analitycznego uszkodzeń.

Aktualnie Ośrodek zajmuje powierzchnię 290 m^2 , z czego 180 m^2 pomieszczeń klimatyzowanych /temperatura i wilgotność/. W skład wyposażenia Ośrodka wchodzi sprzęt narażeniowy /narażenia klimatyczne, mechaniczne i elektryczne/ sprzęt pomiarowy i analityczny.

Sprzęt narażeniowy

W skład tego sprzętu wchodzi trzydzieści suszarek suchego ciepła, symulator przestrzeni kosmicznej, pozwalający na otrzymywanie próżni 10^{-6} mm słupka rtęci oraz cykli zmian temperatur między -50°C i $+80^{\circ}\text{C}$, trzy obszary chłodzenia oraz obszar ciepła wilgotnego. Wstrząsarka udarowa, wirówka, wstrząsarka vibracyjna oraz urządzenie do badania szczelności stanowią urządzenia do prób mechanicznych. Możliwość korzystania z akceleratora cząstek Van de Graaffa CNET-u uzupełnia symulację przestrzeni kosmicznej.

Sprzęt pomiarowy

Aparatura pomiarowa /o wysokim stopniu zautomatyzowania/ składa się z dwóch zespołów pomiarowych dla elementów biernych urządzenia do automatycznego pomiaru tranzystorów, urządzenia do pomiaru układów scalonych - wszystkie z wyjściem na taśmę lub kartę dziurkowaną - które uzupełniane są liczną aparaturą pomia-

rową podręczną dla ewentualnej kontroli lub w przypadku pomiarów trudnych do zautomatyzowania.

Sprzęt analityczny

Laboratorium analizy uszkodzeń, na razie niekompletnie wyposażone, dysponuje m.in. tokarką do polerowania, aparatem rentgenograficznym, mikroskopem wyposażonym w aparat fotograficzny. Skromny laboratoryjny sprzęt chemiczny wykorzystuje się w szczególności do rozpuszczania otulin żywiczych. W razie potrzeby Ośrodek powierza skomplikowane analizy laboratorium chemicznemu CNET również w Lannion, które m.in. dysponuje spektrografem. W przypadku konieczności używania innej specjalistycznej aparatury korzysta się z innych działów CNET.

Laboratorium zatrudnia 15 osób personelu, w tym 3 inżynierów i 12 techników.

2.3.3. Wyniki

2.3.3.1. Badania przyspieszone. Od początku swego istnienia Ośrodek Badawczy zajmował się przede wszystkim badaniami przyspieszonymi i ich miarodajnością. Uzyskane doświadczenia wykazały, które badania przyspieszone nie mają wartości dla ekstrapolacji, gdyż przy ich stosowaniu powstają uszkodzenia nie powstające w normalnych warunkach użytkowania.

W miarę poznawania ograniczeń prób przyspieszonych ocena niezawodności elementów staje się już w zasadzie sprawą czasu. Ujawnione uszkodzenia w badaniach przyspieszonych wykorzystuje się następnie do ulepszania procesów technologicznych /np. przez

stosowanie odpowiednich obróbek termicznych w toku wytwarzania kondensatorów z polistyrenu czy szczególnych metod montażu obwodów scalonych, wpływających bardzo korzystnie na ich niezawodność/.

Badania podjęte w tym zakresie dotyczyły licznych rodzajów elementów /oporników warstwowych węglowych, potencjometrów, kondensatorów o różnych technologiach wytwarzania, tranzystorów, obwodów scalonych/, a synteza wyników tych wszystkich prób stała się przedmiotem artykułu opublikowanego w przeglądzie Fiabilité.

2.3.3.2. Mechanizmy uszkodzeń. Badania mechanizmów uszkodzeń w czasie prób przeprowadzanych na obwodach scalonych wykazały, że znaczna część uszkodzeń dotyczyła połączeń, a mianowicie były to błędy metalizacji, rysy lub zadrapania zwiększające gęstości prądu, źle utrzymane łączniki /złe wykonanie lub np. reakcje powłoki ochronnej w przypadku pewnych żywic/.

Analiza mechanizmów uszkodzeń pozwala lepiej określać ograniczenia dla prób przyspieszonych.

2.3.3.3. Selekcja elementów. Selekcja jednostkowa elementów polega na stosowaniu metod, umożliwiających wykrycie tych elementów /a przynajmniej ich większości/, które są podatne na uszkodzenia.

Rozróżnia się tu trzy grupy:

- selekcja w procesie wytwarzania, podczas którego produkt jest poddany ciągłej kontroli, szczególnie w najmniej opanowanych fa-

zach produkcji; polega ona na odrzucaniu elementów wykazujących nawet najmniejsze zaobserwowane usterki technologiczne lub przekroczenia tolerancji pewnych cech;

- pomiary specjalnych parametrów, poznanych jako wskaźniki ujawniające wady elementów / pomiary odporności termicznej tranzystorów, badania charakterystyk półprzewodników, pomiary nielinearności pewnych typów oporników itd. /; w tym przypadku jako podejrzane uważa się także te elementy, które odbiegają od normalnego rozkładu;
- próby w pewnym stopniu przyspieszone, pozwalające na wcześniejsze wykrycie najsłabszych elementów bez uszkodzenia pozostałych; ta metoda, w porównaniu z dwoma poprzednimi, o tyle jest korzystna, że pozwala na orientację co do przyszłego zachowania się elementów.

Ostatnią wymienioną wyżej metodę zastosowano do selekcji elementów użytych w satelicie FR1. Badanie polegało na poddaniu każdego elementu wstępnej próbie przez 2000 godzin w warunkach symulujących przestrzeń kosmiczną / próżnia i cykliczne zmiany temperatury / oraz przy obciążeniach elektrycznych maksymalnych w użytkowaniu na statku. Badanie rozkładu odchyień w porównaniu z pomiarami początkowymi pozwoliło na ustalenie elementów najmniej zawodnych lub tych, których wartości parametrów przekroczyły wymagane granice. W ten sposób spośród około 15000 elementów odrzucono około 700 złych lub wątpliwych.

3. AKTUALNE UKIERUNKOWANIE DZIAŁALNOŚCI OŚRODKA NIEZAWODNOŚCI

3.1. Działalność Ośrodka Badawczego

Najpoważniejszą część prób aktualnie przeprowadzanych w Lan-nion dotyczy obwodów scalonych. Obecnie poddawanych jest bada-niom prawie 6000 zespołów o różnych technologiach /RGTL, DTL, TTL/ i w czterech wykonaniach. Wkrótce badane będzie następne 3000 obwodów. Koszt badań niezawodności obwodów scalonych jest szczególnie wysoki. Decydującą więc rolę odgrywają nabyte w la-boratorium doświadczenia w dziedzinie analizy uszkodzeń i tej dziedzinie przede wszystkim laboratorium poświęca swą uwagę.

3.2. Bank danych o niezawodności

CNET zajmuje się obecnie organizacją banku danych o nieza-wodności. Wszystkie informacje o niezawodności podzespołów gro-madzone są w Ośrodku Niezawodności, a ponieważ zebrano już po-nad 4000 danych, liczba ta uzasadniła rejestrację danych w elek-tronicznej maszynie cyfrowej. Dzięki temu możliwe jest szybkie odszukanie potrzebnych aktualnie danych.

Starania twórców Ośrodka idą w kierunku utworzenia zbioru danych o niezawodności, analogicznych do dokumentów amerykań-skich RADC /Rome Air Development Center Reliability note book/ lub MIL HDBK 217. W takim zbiorze można znaleźć wartość in-tensywności uszkodzeń dla każdego rodzaju zespołu w odniesieniu do technologii wykonania, narażeń, którym są poddawane /tempe-

ratury, napięcia, prądu/, jak również według sposobu użytkowania /urządzenia przenośne lub stałe itp./.

Informacje takie pozwalają na dokonanie obliczeń prognozowanej niezawodności urządzeń, wykonanych ze znanych elementów, co jest użyteczne na przykład w toku projektowania w celu sprawdzenia czy projekt jest zgodny z wymaganiami. Obliczenia takie uwidaczniają miejsca, gdzie trzeba zastosować redundancję lub obniżyć stopień obciążenia albo użyć podzespołów o większej niezawodności. Wreszcie mogą one stanowić część umowy między klientem a konstruktorem.

Dzięki dużej ilości zebranych informacji i staraniom Ośrodka Niezawodności taki kompleksowy zbiór danych przewidywano sporządzić w 1970 roku.

4. KONKLUZJA I PERSPEKTYWY PRZYSZŁOŚCIOWE

Niezawodność jest miarą odstepu między produktem rzeczywistym a doskonałym. Jest ona instrumentem zarządzania w sensie określenia optymalnego kosztu urządzenia i wymaga także określenia kosztów własnej działalności. Przewiduje się w najbliższym czasie sprecyzowanie kosztów badań niezawodnościowych, jak również określanie wzrostu kosztu podzespołów o wyższym poziomie niezawodności. Z drugiej strony, koszty powstałych uszkodzeń będą również coraz lepiej znane dzięki opracowywaniu kart uszkodzeń przez maszynę elektroniczną.

Dążyć się również będzie do wykorzystania danych o wynikach badań przeprowadzanych przez poszczególne firmy dla własnych potrzeb i do ujednoczenia informacji. Należy określić jednolity

wspólny system dopuszczalnych granic dla odchyień. Nie jest przecież możliwe na przykład porównanie odchylenia 5-procentowego charakterystyki w stosunku do 1000 godzin z odchyleniem 10-procentowym w stosunku do 10000 godzin.

Wreszcie należy podkreślić wzrastające znaczenie analizy uszkodzeń. Wobec wzrastającej złożoności podzespołu nie wystarcza już zwykle stwierdzenie błędu, a więc nie jest już możliwe uważanie podzespołów za "czarne skrzynki", jeśli szuka się wysokiego poziomu niezawodności za każdą cenę.

Wszystkie te projekty wskazują na to, że akcja "niezawodność" właściwie nabiera dopiero rozmachu i wiele jeszcze pozostaje w tej dziedzinie do zrobienia.

WYMIANA INFORMACJI O NIEZAWODNOŚCI ELEMENTÓW NA PODSTAWIE BADAŃ LABORATORYJNYCH

Opracował J. Wolniewicz na podstawie artykułu Hokayem F.: Les échanges d'informations sur la fiabilité des composants d'après les essais en laboratoire. Fiabilité 1968 r. nr 8, s. 15-26.

1. WSTĘP

Informacje o niezawodności elementów pochodzą głównie z dwóch źródeł:

- z badań eksploatacyjnych urządzeń podczas ich normalnej pracy, przy czym wyniki tych badań z większą lub mniejszą dokładnością pozwalają na ocenę niezawodności elementów wchodzących w skład tych urządzeń;
- z badań laboratoryjnych przeprowadzonych w ściśle określonych warunkach.

Obydwie metody raczej się uzupełniają, przy czym druga ma następujące zasadnicze wady:

- wymaga specjalnych urządzeń,
- wyniki otrzymuje się często po długim czasie trwania badań, co w pewnym stopniu je dezaktualizuje,
- otrzymane wyniki dotyczą zazwyczaj tylko jednego lub najwyżej dwóch znormalizowanych warunków badań.

Korzyści natomiast drugiej metody wynikają z otrzymywania wyników dotyczących rzeczywiście samych elementów, nie zakłóconych czynnikami zewnętrznymi, spowodowanymi niewłaściwym montażem, złym użytkowaniem itp.

Ponieważ wielu konstruktorów urzędzeń prowadzi dla własnych potrzeb badania elementów, Ośrodek Niezawodności /w CNET/ starał się od samego początku jego powołania zgromadzić w jednym miejscu te rozrzucone informacje, aby móc je potem rozpowszechnić z korzyścią dla producentów i użytkowników.

2. SYSTEM FRANCUSKI

System francuski jest przejętym systemem amerykańskim IDEP /Interservice Data Exchange Program/ po wprowadzeniu doń pewnych ulepszeń. Grupuje on obecnie około 20 członków obejmujących częściowo administracje, a częściowo niektórych konstruktorów urzędzeń. Od każdego z członków wymaga się dostarczenia co najmniej 20 kart informacyjnych rocznie.

Karty białe

Ośrodek Niezawodności przejmuje protokoły badań wykonywanych przez członków uczestniczących i gromadzi je pod jednolitą postacią. Wzór takiej karty, w kolorze białym, wraz z objaśnieniami znajduje się w załączniku I. Badania, które są tu przedstawiane, są to najczęściej badania wg CCTU /Comité de Coordination des Télécommunications de l'Union Française/, klasyczne dla prób klimatycznych i mechanicznych.

Karty przed rozpowszechnieniem są przesyłane w celu skomentowania i zatwierdzenia w laboratorium uprawnionym do przeprowadzenia badań.

Karty wykazujące wady elementów /w badaniach/ są przesyłane do producenta elementów do wyjaśnienia. Uwagi producenta są odnotowywane na karcie, ale rozpowszechnianie karty nie może być wstrzymane, jeśli nie udowodniono błędu w badaniach. W przypadku braku odpowiedzi ze strony producenta, po upływie jednego miesiąca karta jest rozpowszechniana w swej pierwotnej postaci. O rozpowszechnianiu kart dotyczących elementów, zawsze informuje się producenta. Ma on możliwość konsultowania treści kart w Ośrodku Niezawodności.

Karty zielone

Wobec znacznej ilości protokołów scentralizowanej kontroli jakości LCIE /Laboratoire Centrale des Industries Electriques/ doprowadzono do opracowania nowej, zbiorczej karty /załącznik II/. Karta ta, barwy zielonej, sporządzana na przykład co roku, gromadzi informacje zbierane w tym okresie o danym wyrobie i pozwala śledzić stabilność produkcji.

Karty różowe

Niektóre pracownie przeprowadzały próby trwałości powyżej 1000 h. Ponieważ liczone się również z zakończeniem akcji Działu Niezawodności DGRST, której celem była ocena poziomu niezawodności elementów /a więc badania trwające co najmniej 10000 h/, okazało się konieczne wprowadzenie nowej karty, w której próby

trwałości streszczono do jednej strony, zachowując więcej miejsca dla części graficznej /załącznik III/. Karty te są barwy różowej.

Aktualnie rozpowszechniono 1160 kart białych, 80 kart zielonych i 50 kart różowych obejmujących następujące elementy:

- | | | |
|---------------------------|---|----------------|
| - kondensatory | } | większość kart |
| - oporniki | | |
| - diody | | |
| - tranzystory | | |
| - potencjometry | | |
| - przekaźniki | | |
| - obwody magnetyczne | | |
| - rdzenie ferrytowe | | |
| - złącza | | |
| - przełączniki | | |
| - warystory | | |
| - mikroukłady | | |
| - silniki asynchroniczne. | | |

Ośrodek Niezawodności oraz niektórzy konstruktorzy podjęli przyspieszone badania elementów. Korzyści są niezaprzeczalne, jednak należy bardzo ostrożnie interpretować wyniki; w zasadzie powinni to robić technolodzy specjaliści. Do tej pory rozpowszechniono tylko kilka kart, uwzględniających badania przy stopniowym obciążeniu.

3. SYSTEMY W INNYCH KRAJACH

W kilku państwach istnieją podobne organizacje, zajmujące się zapewnieniem wymiany informacji dotyczących podzespołów:

w USA - IDEP powołane przez administrację wojskową w 1960 r. zrzesza prawie 200 konstruktorów i rozporządza ponad 20000 raportów z badań, opracowanych w formie karty z mikrofilmem protokołu badań jako załącznikiem.

ECRC /Electronic Components Reliability Center/. Centrum to wymienia informacje między konstruktorami, niezależnie od informacji rządowych.

Kanada stała się od 1965 r. członkiem IDEP.

W Szwecji działa podobny system zorganizowany przez laboratoria wojskowe od 1958 roku, dysponując stałą kartą informacyjną, określającą intensywność uszkodzeń elementów. System ten rozwinięto również w Norwegii, Danii oraz w Towarzystwie Szwajcarskim Brown-Boweri.

Próba ze strony Szwecji dotycząca międzynarodowej wymiany informacji /system EXACT/ w ramach państw OCDE /Organisation de Cooperation et de Développement Economiques/ zakończyła się na razie niepowodzeniem. Sprawą tą jednak żywo zainteresowane są nadal kraje wysoko uprzemysłowione.

4. DODATEK

OBJAŚNIENIA DO KARTY BIAŁEJ

Strona 11. a. Pierwsza tabelka

Nie pominąć wpisania daty produkcji lub jeśli jest ona nieznaną, daty pobrania próbek /w tym przypadku wykreślić produkcja, a wpisać pobranie/. Nie wpisywać numeru karty.

1. b. Druga tabelka

1. b. 1. Cechy podstawowe

Rubryki 1 do 4 odnoszą się do elementów tej samej rodziny /ten sam model/, lecz różnych cech podstawowych.

Numer wiersza /odpowiadający numerowi rubryki/ na str. [1] podany w kolumnie "warunki sztucznego starzenia" i na str. [2] pozwala rozróżnić badane elementy na przykład w kolumnie wyników: /1/ dotyczy rezystorów 10 k Ω , a /2/ - rezystorów 1 M Ω .

1. b. 2. Nie pominąć wpisania producenta i gdy istnieje, powołania się na odpowiedni model CCT.

1. b. 3. Rubryki te wypełniać ze szczególną dokładnością.

1. c. Trzecia tabelka. Próby sztucznego starzenia

1. c. 1. Przewidziano trzy rodzaje warunków sztucznego starzenia.

Należy pamiętać o sprecyzowaniu cech przez wstawienie odpowiednich numerów /1 do 4 wg 1. b. 1./.

1.c.2. Wykresy przedstawiają przebieg głównych cech elementu podczas próby sztucznego starzenia.

Rozrzut jest przedstawiany przez:

- odstęp między 5. i 95. procentylem^{x/}, jeśli próbka jednorodna liczy co najmniej 100 sztuk;
- odstęp między 1. i 9. decylem^{x/}, jeżeli liczność próbki zawiera się w granicach 10 ± 100 sztuk. Stosuje się ten sposób, gdy liczność próbki jest krotnością dziesięciu: w przeciwnym przypadku dąży się do przedziału międzydecylogowego, podając na rysunkach numery porządkowe pomiarów naniesionych na wykresach.
Przykład: jeśli mamy 25 sztuk, nanosi się pomiary o randze 3 i 23 lub 4 i 22 /po uporządkowaniu wyników według wartości nie malejących/.
- odstęp między wartościami skrajnymi i medianą w każdym punkcie pomiaru, jeśli liczność próbki jest mniejsza od dziesięciu.

1.c.3. W górnej części rysunku podać, czy mamy do czynienia z decylami, czy wartościami ekstremalnymi.

1.c.4. Wystąpienie uszkodzenia zaznacza się strzałką /z oznaczeniem H.T. /hors tolérance/ dla przekroczonej tolerancji, C.C. /court circuit/ dla zwarcia itd. / i jeśli ta wada jest trwała, precyzuje się ją.

Gdy liczność próbki jest mniejsza od 10 sztuk /przedstawienie rozrzutu przez wartości skrajne/, to jeśli element staje się wad-

^{x/} procentyl - kwantyl rzędu $p = 0,01; 0,02; 0,03 \dots 1,0$.
decyl - kwantyl rzędu $p = 0,1; 0,2; 0,3 \dots 1,0$.

liwv podczas próby, wyłącza się go ze statystyki od samego począt-
k . Pojawienie się takiego uszkodzenia oznacza się przez +1 HT.

Strona 2

2.1. Oznaczenie prób

Próby są wymieniane w kolejności ich przeprowadzania.

2.2. Każda rubryka kolumny "Oznaczenie prób" powinna stanowić część lub całość szeregu prób wykonanych na tej samej próbce.

2.3. W odpowiednim kwadracie A wstawia się oznaczenie cechy podstawowej /porównaj punkt 1.b.1./.

2.4. W kwadracie B wstawia się oznaczenie właściwe dla grupy elementów pobranych z próbki i przeznaczonych do określonych badań /do różnych grup badań pobierane są z próbki inne grupy elementów/.

2.5. Liczba usterek

Określenie usterki podane jest w kolumnie "Dopuszczalne odchyłki".

- Jeśli któryś z elementów wykazuje jakąś usterkę przy pomiarach wstępnych i usterka ta istnieje nadal po badaniach, w rubryce "Uwagi" należy dać wyjaśnienie dla wykazania, że usterki tej nie można przypisać wpływowi prób.
- Podobnie, jeśli w grupie elementów poddanych szeregowi prób któryś element wykazuje wadę po kilku próbach, wada będzie liczona tylko raz, a w wyjaśnieniu określi się próbę, która wykazała wady.

Załącznik I

Karta biała

Ośrodek Niezawodności		Poufne		Karta Nr 04-03	
Oporniki stałe warstwowe węglowe o dużej stabilności			Producent		
Element niewyodrębniony			Data produkcji:		
Nazwa elementu		Nr protokołu		Data protokołu	
L.C.I.E. Pochodzenie protokołu				Powód badania	

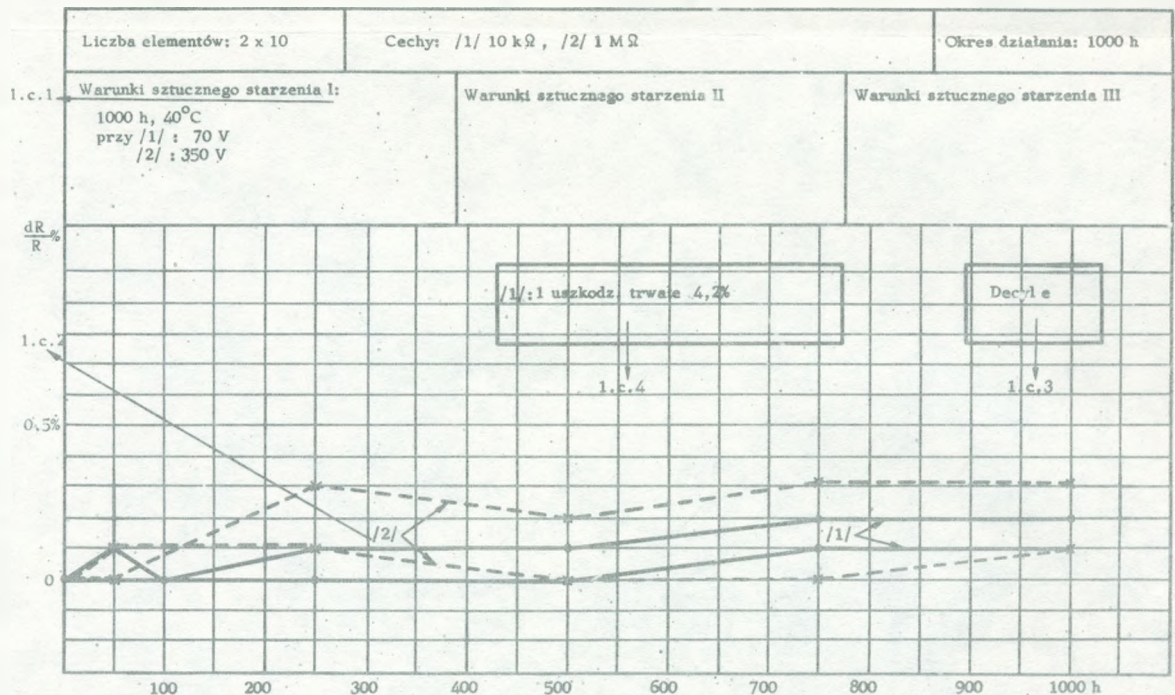
1.b.1

1.b.2

Cechy podstawowe		Modele	Cechy prod.	Liczba elem.
1	10 k Ω \pm 1%, 1/2 W, charakterystyka X	RS		41
2	1 M Ω \pm 1% 1/2 W, charakterystyka X	RS		42
3				
4				

1.b.3

Wykorzystane specyfikacje			
A	CCTU 04-03A Mod. 1 i 2	C	
B		D	



04-03

Oznaczenie prób	Według		Liczba bad. elem.	Liczba uszk.	Warunki prób	Dopuszczalne odchyłki	Wyniki
	A	B					
Wymiary 3.1.1. Wygląd 3.1.2. Znakowanie 3.1.3.	A	B	2x4				zadawalający
	1.2 a						
Rezystancja 3.2.1.	A		83	0	Maksymalne napięcie pomiarowe /1/: 30 V /2/: 100 V	Tolerancja: 1%	/1/: $-0,5\% \leq \Delta R/R \leq +0,6\%$ /2/: $-0,7\% \leq \Delta R/R \leq +0,8\%$
Współcz. temp. 3.2.4. α	A		2x10	0	Pomiary przy $+20^{\circ}\text{C}$ -10°C , -55°C , $+20^{\circ}\text{C}$ $+70^{\circ}\text{C}$, $+125^{\circ}\text{C}$	$k\alpha \leq 500 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	/1/: $117 \cdot 10^{-6} \leq k\alpha \leq 316 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ /2/: $176 \cdot 10^{-6} \leq k\alpha \leq 416 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
2.2.	1.2 a						
Wstrząsy powtarzane 3.3.6.	A		2x10	0	50 padów, 3 kierunki	d R/R $\leq 0,5\%$	d R/R = 0
2.3	1.2 a	2.4					
Wysoka temp. 3.2.7	A		2x10	0	100 h, 125°C	d R/R $\leq 2\%$	$0 \leq d R/R \leq +0,4\%$
	1.2 a						
Nagle zmiany temperatury 3.3.2	A		2x10	0	-55°C i $+85^{\circ}\text{C}$	d R/R $\leq 1\%$	$0 \leq d R/R \leq +0,1\%$
Zimno 3.3.1				0	-65°C	d R/R $\leq 1\%$	$0 \leq d R/R \leq +0,1\%$
	1.2 b						
Przeciążenia 3.2.5.	A		2x10	0	5 a przy /1/: 177 V /2/: 700 V	d R/R $\leq 0,75\%$	d R/R = 0
Odporność końcówek 3.3.8				0	10 elem. : rozciąganie 10 elem. : zginanie	d R/R $\leq 0,5\%$	d R/R = 0
	1.2 b						
Lutowność 3.3.9	A		2x10	0	350°C	d R/R $\leq 0,5\%$	$+0,1\% \leq d R/R \leq +0,2\%$
Wibracje 3.3.7				0	Obostrz. 6	d R/R $\leq 1\%$	$0 \leq d R/R \leq +0,1\%$
	1.2 c						
Komb. klimat. 3.3.5	A		2x10	0	Obostrz. 5 Badanie obostrz. 4	d R/R $\leq 4\%$	Obostrz. 5 /1/: $0 \leq d R/R \leq +0,2\%$ /2/: $0 \leq d R/R \leq +1,9\%$ Obostrz. 4 /1/: $+0,1\% \leq d R/R \leq +0,3\%$ /2/: $+0,2\% \leq d R/R \leq +0,9\%$
	1.2 c						
Wytrzymałość 3.2.6	A		2x10	1	1000 h, 40°C przy /1/: 70 V /2/: 350 V	d R/R $\leq 1\%$	/1/: $+0,1\% \leq d R/R \leq 0,4\%$ 10 elem. poza tolerancje /G/ /2/: $0 \leq d R/R \leq +0,3\%$
	1.2 d						2.6

Rodzaj wad - uwagi

Ośrodek Niezawodności		Poufne		Karta syntetyczna Nr 02-02	
Kondensatory ceramiczne o określonym współczynniku temperaturowym - Typ I			Producent		Wydanie Nr
Nazwa elementu					
L.C.I.E. CCQ		Okres produkcji 4/66 do 12/66		CCTU 02-02	
Pochodzenie protokołów		Protokoły		Wykorzystane specyfikacje	

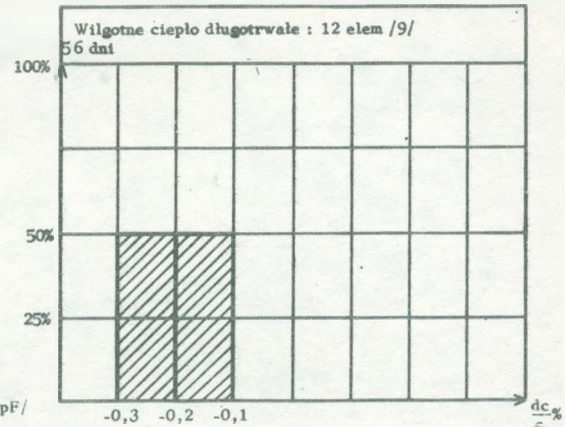
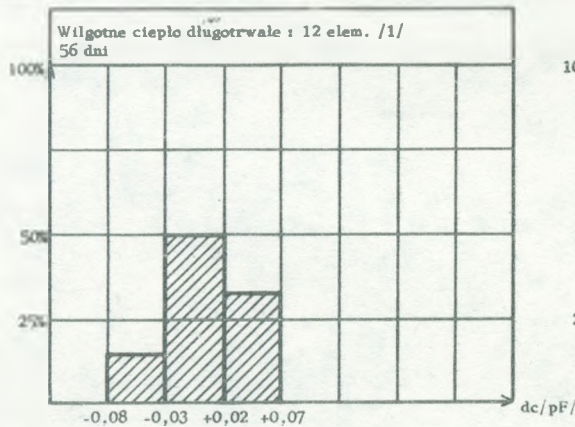
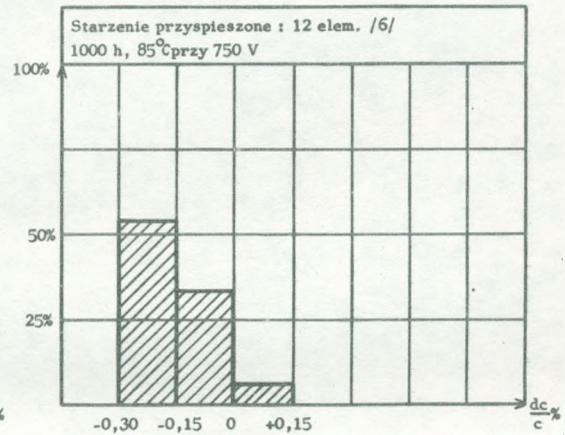
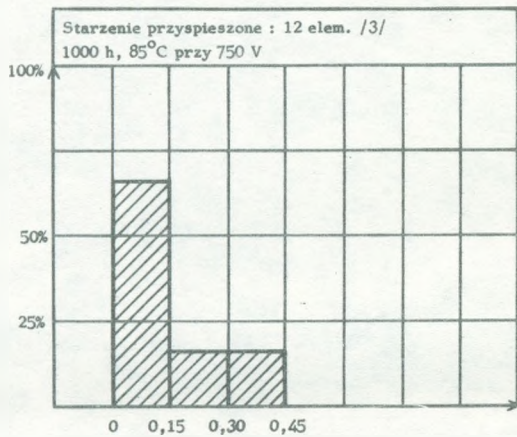
	Podstawowe cechy nominalne				Liczba elem.	Wartości początkowe										tgδ.10 ⁻⁴ <	H. T.
						ΔC/C _n %					Tg δ. 10 ⁻⁴						
						-20%	-10	0	+10	+20	0	5	10	15	20		
	C/pF/Tol. Kθ																
	<u>CE</u>																
1	12	5%	0	12		-1,7	+3,3				2	3			20	0	
2	15	20%	-33	12		-7,3	+3,3				3	6			20	0	
3	22	2%	0	12		-1,6	+1,4				3	4			20	0	
4	56	5%	-750	12		-2,1	+3,5				2				10	0	
	<u>CE</u>																
5	36	5%	-75	12		-3,3	0				3				10	0	
6	56	2%	0	12		-1,4	+0,4				2				10	0	
	<u>CE</u>																
7	68	2%	0	12		-1,5	+0,4				3				10	0	
8	100	10%	0	12			+1,3				1				10	0	
9	360	5%	-750	12		-1,7	+0,3				3				10	0	
	<u>CE</u>																
10	390	5%	-750	12		+1,0	+2,6				2	4			10	0	
	Ogółem			120													

Obserwacje

S.02-02

Próby	Liczba elem.	H. T.	Obserwacje
Wygląd, wymiary, znakowanie	120	0	
Wytrzymałość dielektr. na przebicie, opór izolacji	120	0	
Pojemność tg δ	120	0	
Współczynnik temp.	38	0	
Lutowność	48	0	
Próba spojenia	48	0	
Wibracje	48	0	
Nagle zmiany temperatury / -55°C, +85°C /	48	0	
Wilgotne ciepło długotrwałe / 56 dni /	24	0	
Odporność końcówek	24	0	
Niskie ciśnienie atm.	24	0	
Starzenie przyspieszone	24	0	
Ogółem		0	

Histogramy częstości względnych zmian po próbach



Ośrodek Niezawodności		Poufne		Karta Nr 04-04	
Opornik warstwowy węglowy powszechnego użytku			Producent		
Nazwa elementu			Data produkcji		
Pochodzenie protokołu		Nr protokołu	Data protokołu	Powód badania	

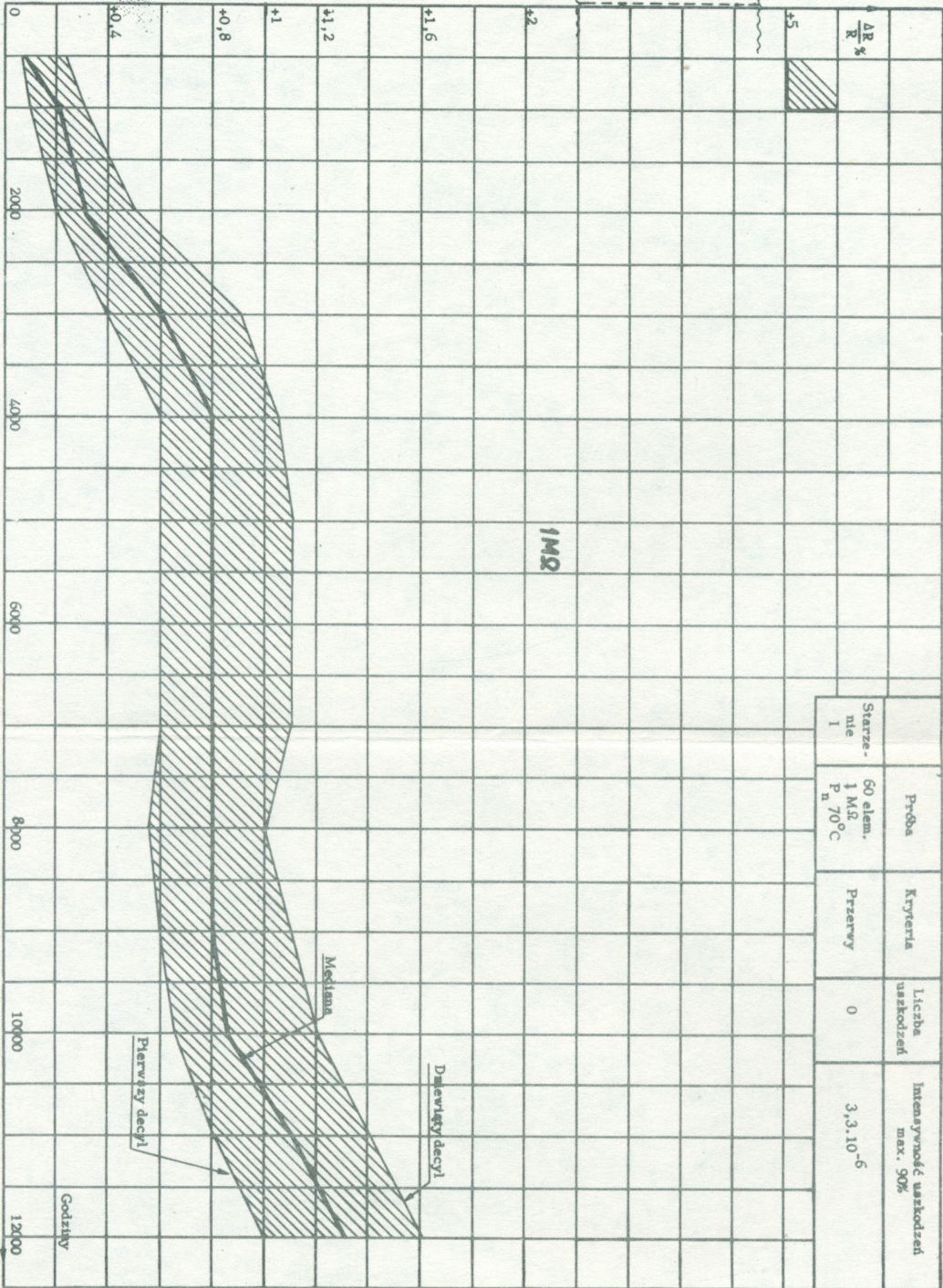
Cechy podstawowe		Modele	Cechy prod.	Liczba elem.
1	1 MΩ ±5% 0,5 W			60
2				
3				
4				

Wykorzystane specyfikacje			
A		C	
B		D	

Oznaczenie prób	Wg SPE		Liczba elem.	Liczba uszk.	Warunki prób	Tolerancja	Wyniki		
	A	B					1 ^o decyl	mediana	9 ^o decyl
Pomiary początkowe			60	0		$\frac{\Delta R}{R_n} \leq 5\%$	-2,8%	-2,4%	-2%
Starzenie			60	0	12000 h - 70°C przy P _n - c.c. nie cykliczne	$\frac{\Delta R}{R_{pocz. na 1000 h}} \leq 5\%$	+1%	+1,3%	+1,6%

Rodzaj wad - uwagi

04-04



Starzenie I	Próba 60 elem. 1 M2 P _H 70°C	Kryteria Przewidy	Liczba uszkodzeń 0	Intensywność uszkodzeń max. 90%
-------------	---	-------------------	--------------------	---------------------------------

2.6. W kolumnie "Wyniki" podaje się wartości minimalne i maksymalne, jakie wykazywały cechy elementów w badaniach, jeśli mieściły się one w granicach dopuszczalnych odchylek; elementy, których cechy wykraczają poza granice tolerancji /HT/, wykazywane są osobno.

Przykład: $9 < I_{BEX} < 25 \mu A + 4$ elementy HT /50 do 100 μA /.

BADANIA NIEZAWODNOŚCI ELEMENTÓW NA PODSTAWIE ZACHOWANIA SIĘ URZĄDZEŃ W EKSPLOATACJI

Opracował J. Wolniewicz na podstawie artykułu Marcovici C.: Etude de la fiabilité des composants d'après le comportement en exploitation des équipements. Fiabilité 1968 r. nr 8, s. 27-40.

1. WSTĘP

1.1. Sposoby oceny niezawodności urządzeń

Określenie niezawodności urządzeń przed wprowadzeniem ich do eksploatacji jest sprawą trudną. W celu doświadczalnego oszacowania niezawodności urządzenia z dostatecznym poziomem ufności należałoby przeprowadzić badania na wielu identycznych modelach, albo bardzo wydłużać czas badania, co ze względów praktycznych i ekonomicznych jest niewykonalne. W tej sytuacji pozostają dwa rozwiązania:

- Stosować tabele RADC /Rome Air Development Center Reliability Notebook/ zamieszczone na żółtych kartach przeglądu Fiabilité, z tym jednak zastrzeżeniem, że odnoszą się one do elementów produkowanych za Atlantykiem i że dają tylko wartości przeciętne, bez ograniczenia pochodzenia używanych elementów.
- Prowadzić długotrwałe obserwacje urządzeń podczas ich eksploatacji. Jest to prawie bezpłatne źródło informacji, które pozwala na ustalenie pewnych wartości intensywności uszkodzeń ele-

mentów w danych warunkach eksploatacji. Tak otrzymane intensywności uszkodzeń mogą być użyteczne dla zgrubnej oceny niezawodności pokrewnych urządzeń, pracujących w podobnych warunkach.

1.2. Korzyści i niedogodności wynikające z badań eksploatacyjnych

Badania eksploatacyjne nie pozwalają na osiągnięcie dokładności tabel RADC, wobec niemożności zebrania takiej ilości wyników, która by pozwoliła ustalić intensywności uszkodzeń w zależności od stosowanych obciążeń. Dokładność tabel RADC jest może fikcyjna, ale ich istnienie zmusza projektanta do skontrolowania projektu w celu ewentualnego jego ulepszenia.

Uszkodzenia urządzeń można podzielić na katastroficzne i parametryczne. Dla zabezpieczenia się przed tym drugim rodzajem uszkodzeń użytkownik powinien dostać instrukcję od konstruktora. To jednak praktycznie, poza nielicznymi przypadkami, takimi jak okresowa kontrola lamp czy podzespołów maszyn liczących, jest trudne do przeprowadzenia. Byłoby jednak korzystne móc wyróżnić elementy, których czas życia jest względnie krótki, i poznać czas trwania tego okresu. Badanie niezawodności elementów podczas ich eksploatacji w czynnych urządzeniach musiałoby pozwolić jednak na określenie wszystkich charakterystyk użytkowania i w konsekwencji na określenie warunków powstawania uszkodzeń oraz właściwej polityki utrzymania.

1.3. Raporty z eksploatacji

Zródłem informacji, które pozwolą na orientację w prognozowaniu i polityce utrzymania, są raporty z eksploatacji. Właściwie prowadzone pozwalają na osiągnięcie poniższych korzyści. Z punktu widzenia urządzeń:

- Określenie wskaźnika intensywności uszkodzeń podczas eksploatacji i jego zmiany w czasie, a więc określenie niezawodności operacyjnej.
- Poprawę tego wskaźnika przez zwrócenie uwagi konstruktora na słabe strony /zarówno koncepcji, jak i elementów/. Ta poprawa nastąpi przez zmiany wprowadzone w już eksploatowanych urządzeniach lub przy wytwarzaniu nowych urządzeń.
- Lepsze przystosowanie organizacji utrzymania do określonych wymagań stanu gotowości urządzenia.
- Określenie przydziału zapasowych elementów i urządzeń oraz utrzymanie takiej konserwacji i naprawy, aby zapewnić optymalną obsługę w sposób najbardziej ekonomiczny.

Z punktu widzenia podzespołów:

Wykaz napotkanych problemów i rozwiązań dla uniknięcia ponownego rozstrzygnięcia tych samych trudności. Jest to przede wszystkim interesujące z punktu widzenia biura badawczego, opracowującego koncepcje nowych urządzeń.

Z punktu widzenia elementów:

- Ustalenie wskaźników intensywności uszkodzeń dla porównania

elementów tego samego typu, lecz o różnej technologii wykonania oraz dla obliczenia lub sprawdzenia tzw. niezawodności wewnętrznej. Niezawodność wewnętrzną określa się jako tę, którą by się uzyskało, jeśliby konserwacja i eksploatacja były doskonałe. Niezawodność rzeczywista w eksploatacji /niezawodność operacyjna/ jest na ogół gorsza, a różnica tym mniejsza, im ściślej są przestrzegane instrukcje użytkowania i utrzymania.

- Określenie zmian wskaźników intensywności uszkodzeń.

Prowadzenie analiz uszkodzeń i odpowiednie interwencje zamiast suchych sprawozdań powinny być udziałem użytkownika, a poniesione w związku z tym koszty są bardzo opłacalne. Doskonała znajomość własnych urządzeń pozwala wyciągać użytkownikowi odpowiednie wnioski i stawiać wymagania zarówno co do zmian w sposobie utrzymania, jak i odpowiednich żądań od konstruktorów.

1.4. Cel działalności Ośrodka Niezawodności

Ośrodek Niezawodności opracował procedurę badania niezawodności elementów w eksploatowanych urządzeniach. Celem tego artykułu jest przedstawienie tej procedury oraz pierwszych otrzymanych wyników. Badania takie wymagają współpracy licznych użytkowników urządzeń i jednolitego oraz scentralizowanego opracowania wyników, które wziął na siebie Ośrodek Niezawodności.

2. SPOSÓB PRZEDSTAWIENIA OTRZYMANYCH WYNIKÓW INTENSYWNOŚCI USZKODZEŃ

Rozważa się rozpowszechnianie wyników na kartach wg wzoru przedstawionego na rys. 1^{x/}. Poszczególne kolumny zawierają kolejno:

- liczby elementów, godziny,
- rok produkcji,
- wartość wskaźnika intensywności uszkodzeń w eksploatacji,
- rodzaj urządzenia,
- najogólniejsze warunki otoczenia i eksploatacji.

W każdej linii zaznaczono punktem wyniki uzyskane przez użytkownika. Tak więc na przykład kondensatory urządzeń radiowych, eksploatowanych na ziemi, mają wskaźnik intensywności uszkodzeń między $10^{-6}/h$ i $10^{-7}/h$. Wskaźnik ten jest kilka razy gorszy dla urządzeń radiowych na samolotach lub nadajnikach statków, a równażący dla odbiorników na statkach.

W pierwszym etapie tego rodzaju wykresy mogłyby dotyczyć głównych grup elementów, jak kondensatory /papierowe, mikowe, ceramiczne itd./, kondensatory elektrolityczne, kondensatory zmienne, rezystory /warstwowe, na podłożu szklanym itd./, transformatory /zasilające, mocy, małej częstotliwości, wielkiej częstotliwości itd./, tranzystory /germanowe, krzemowe itd./.

W miarę kompletowania wyników, grupy te można będzie precyzować dokładniej, np. wg specyfikacji CCTU, robić podziały

^{x/} Rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

według grup wartości znamionowych i wreszcie wyróżnić nawet wykonanie.

Powyższe ujęcie wyników badań eksploatacyjnych różni się znacznie od tabel RADC, głównie w tym, że nie analizuje się tu ściśle stosowanych obciążeń i że wyróżnia się sprzęt, w którym badane zespoły są montowane oraz określa się warunki eksploatacji, co może być poddane krytyce, ale użyteczność tych informacji da się uzasadnić następującymi argumentami:

- wymagania na różne urządzenia nie zawsze są takie same, a porównywać trzeba jednakowe;
- elementy nie są eksploatowane w jednakowy sposób zależnie od właściwości sprzętu; na przykład zmiany pewnych napięć na tranzystorze w różny sposób mogą się odbijać na obwodach elektrycznych maszyny analogowej i cyfrowej;
- ten sam element lub to samo urządzenie eksploatowane w różnych warunkach otoczenia wykazuje różne wskaźniki intensywności uszkodzeń.

Uzyskane w ten sposób intensywności uszkodzeń pozwolą na dokonanie zgrubnych oszacowań niezawodności nowych urządzeń, które potem będą precyzowane dokładniej. Dalsze badania mogą doprowadzić do ustalenia krzywych typu RADC i prób ustalenia współczynników korekcyjnych, które uwzględniają rodzaj sprzętu i sposób jego użytkowania /lotnictwo, marynarka, urządzenia naziemne/.

3. DOKUMENTY PODSTAWOWE

Najważniejszym zadaniem jest ściśle opisanie urządzenia, które będzie poddane badaniom. Doświadczenia z okresu wstępnego pozwalają stwierdzić, że można uniknąć wielu kłopotów, jeśli rozpocznie się od zebrania wstępnej dokumentacji, jak:

- schemat blokowy pozwalający na wyróżnienie wszystkich elementów rozważanych podczas badania /urządzenia peryferyjne i kontroli, złącza, połączenia kablowe, anteny i inne/;
- dokumenty zawierające charakterystyki techniczne, liczbę i konstrukcję poszczególnych bloków z uwzględnieniem wprowadzonych zmian /co wymaga numeru identyfikacyjnego każdego podzespołu i zespołu, schematów elektrycznych, wartości znamionowych, dopuszczalnych tolerancji i wreszcie wskazania kolejnych zmian wprowadzonych do tych schematów wraz z oznaczeniem umożliwiającym rozpoznanie w urządzeniu obecnego stanu w stosunku do wersji początkowej/;
- rejestracja okresowa zawierająca liczbę eksploatowanych urządzeń, ich indywidualne warunki użytkowania, liczbę godzin działania każdego z nich od chwili oddania do użytku, liczbę zmodyfikowanych urządzeń z datami zmian /jest to konieczne dla oceny poprawy niezawodności/.

Na rysunku 2 przykładowo przedstawiono kartę rejestracyjną dla grupy jednakowych urządzeń, nie oddanych jednocześnie do eksploatacji.

Następnie z kolei pozostaje do ustalenia zbiór informacji o za-

chowaniu się urządzenia w eksploatacji, co jest zadaniem raportów interwencyjnych.

4. RAPORTY INTERWENCYJNE

Raporty te powinny być wypełniane w następstwie interwencji polegającej na: regulacji, modyfikacji, działaniu profilaktycznym, wymianie lub naprawie spowodowanych przeprowadzonymi badaniami, winą użytkownika, niewłaściwym magazynowaniem, transportem, uszkodzeniem naturalnym lub przypadkowym.

Raporty powinny zawierać następujące informacje:

a/ cechy urządzenia, miejsce użytkowania, ilość godzin użytkowania;

b/ opis interwencji

- okres: pierwsze uruchomienie, próby, po magazynowaniu, transporcie, podczas eksploatacji, w czasie uruchomienia;
- przyczyna: błędy /np. przez kalkulator/, uszkodzenia parametryczne, funkcjonowanie przerywane, przerwa, działalność profilaktyczna;
- źródło: pogorszenie parametrów urządzenia, przyczyna zewnętrzna;
- rodzaj: wymiana elementów, zespołów funkcjonalnych, regulacja;
- czas trwania niesprawności.

c/ oznaczenia wymienionych elementów, ich uszkodzenia, powody ich wymiany /wymiana profilaktyczna w czasie naprawy, błędy wtórne/.

Większość użytkowników urzędzeń dysponuje już dostatecznie opracowanymi raportami interwencyjnymi dla umożliwienia obliczenia na ich podstawie intensywności uszkodzeń. Opierając się na istniejących wzorach oraz na konieczności maksymalnego uproszczenia pracy administracyjnej technika usuwającego uszkodzenie, w trosce o zdobycie jak największej liczby informacji, opracowano wzór karty dziurkowanej na marginesach. Na rys. 3 i 4 przedstawiono obecnie używaną wersję takiej karty z objaśnieniami, jak należy ją wypełniać i dziurkować.

Taki system kart dziurkowanych na marginesach sprawdził się dobrze w praktyce dla szybkiej obsługi ręcznej, lecz raczej w przypadkach, gdzie liczba raportów w ciągu roku nie przekracza tysiąca. System ten umożliwia szybkie odpowiedzi na wybrane kwestie. Ponadto wypełnienie kart bezpośrednio przez pracowników usuwających uszkodzenia jest bardzo korzystne i ogranicza błędy /występujące np. dodatkowo przy przepisywaniu kodowanym na karcie mechanograficznej/.

Tam jednak, gdzie napływa więcej niż 1000 raportów rocznie, konieczny jest już system kodowanych kart mechanograficznych. System ten stosowany jest w CNET, gdzie przeprowadza się obróbkę mechanograficzną i analizę około 10000 raportów interwencyjnych rocznie, otrzymywanych ze służb eksploatacyjnych centrum wzmacniakowego linii dalekosiężnych. Na rys. 5 przedstawiono druk, który jest wypełniany całkowicie przez odpowiedzialny personel centrum wzmacniakowego, jeśli dokonał on naprawy, a częściowo, jeśli musiano się odwołać do pomocy specjalistów.

5. WYKORZYSTANIE RAPORTÓW INTERWENCYJNYCH

Raporty interwencyjne wykazują uszkodzenia, spowodowane bardzo różnymi przyczynami i jeśli pominąć elementy wymienione wskutek działania zapobiegawczego, to powstałe uszkodzenia można podzielić na 4 zasadnicze grupy:

- 1/ Uszkodzenia wtórne, spowodowane niewłaściwym działaniem innych elementów. Jako przykład można podać złą izolację kondensatora sprzęgającego anoda-siatka lampy, co w konsekwencji prowadzi do nadmiernego grzania opornika w obwodzie anody i po pewnym czasie do jego uszkodzenia. W takim przypadku uszkodzenie należy przypisać kondensatorowi. Widać z powyższego konieczność drobiazgowej analizy uszkodzenia przez specjalistę.
- 2/ Uszkodzenia z przyczyny zewnętrznej powodowane interwencją człowieka /nieprzestrzeganie odpowiednich instrukcji transportu, instalacji, manipulacji, eksploatacji i utrzymania urządzeń/ lub z powodu nieprzewidzianych zmian /np. zasilania, zakłóceń/. Przyczyny tych uszkodzeń można znaleźć po drobiazgowym przeanalizowaniu poprzedzających je okoliczności, a eliminować je należy przez odpowiednie użytkowanie urządzeń lub przez zastosowanie lepszego zabezpieczenia.
- 3/ Uszkodzenia systematyczne spowodowane błędami koncepcyjnymi, jak np.: użycie kondensatora ceramicznego tam, gdzie trzeba by zastosować kondensator mikowy; zastosowanie mało trwałego elementu lub o zbyt dużej tolerancji tam, gdzie konieczna

jest wąska tolerancja; użytkowanie elementu w maksymalnej temperaturze itd. Środki zapobiegawcze leżą więc w kompetencji konstruktora.

- 4/ Uszkodzenia właściwe samym elementom powstałe przypadkowo lub wskutek zużycia. Uszkodzenia te nieraz przypisywane są grupie uszkodzeń systematycznych. Właściwy dobór elementów jest zależny oczywiście od konstruktora urządzenia.

Rzetelna analiza schematów i przyczyn uszkodzeń powinna doprowadzić do wykluczenia uszkodzeń wtórnych i uszkodzeń z przyczyn zewnętrznych.

Analiza statystyczna pozwala odróżnić uszkodzenia systematyczne od uszkodzeń właściwych samym elementom oraz pozwala na porównanie aktualnego stanu z założeniami. Jeśli na przykład rozważymy 4 kondensatory tego samego typu zastosowane w różnych obwodach szeregu takich samych urządzeń i otrzymane wyniki będą odpowiednio dla tych kondensatorów wynosić 2, 1, 1, 5 uszkodzeń, to prosty test statystyczny wykaże, że jeśli rzeczywiste intensywności uszkodzeń tych kondensatorów były takie same, to istnieje tylko 5 szans na 100 otrzymania tak różnych ilości uszkodzeń. Dla kondensatora, który wykazał 5 uszkodzeń trzeba wtedy poszukać przyczyny błędu systematycznego. W ten sposób użytkownik ma możliwość wskazywania konstruktorowi słabych miejsc, kwalifikujących się do wprowadzenia w nich ulepszeń.

Powyzszy podział na 4 rodzaje uszkodzeń pozwala na właściwą interwencję u konstruktora oraz zmianę warunków użytkowania, co umożliwi poprawę niezawodności sprzętu. Dla ustalenia intensywności uszkodzeń właściwych samym elementom, sporządza się wy-

kaz, który uwzględnia tylko wady rzeczywiste związane z wadami elementów. Do tego celu przewidziane są druki zwane "kartami niezawodności", przedstawione na rys. 6 /intensywności uszkodzeń uzyskane z badań eksploatacyjnych zamieszczane są na kartach żółtych przeglądu "Fiabilite"/.

Opracowanie kart niezawodności pozwala rzucić światło na intensywności uszkodzeń anormalnie wysokie i ukierunkować akcję korektywną. Ponadto porównanie kart niezawodności, dotyczących tego samego typu urządzenia, lecz w różnych /kolejnych/ okresach czasu, może uwidoczniać starzenie się pewnych podzespołów lub ich poprawę wskutek wprowadzenia uprzednio zmian. Porównać można także niezawodność urządzeń projektowanych przez różnych konstruktorów lub urządzeń użytkowanych w różnych warunkach. Wreszcie, w oparciu o karty niezawodności, staje się możliwe informowanie producentów o niezawodności ich produktów. Formę takiej informacji przedstawiono na rys. 8.

6. PODSUMOWANIE

Opisana procedura pozwala na sporządzanie wykazów intensywności uszkodzeń, pozwalających dzięki prostym obliczeniom na poważniejsze podejście do prognozowania niezawodności projektowanych urządzeń.

Ogólnie dla urządzeń można napisać:
 niezawodność operacyjna = niezawodność użytkowania x niezawodność wewnętrzna oraz niezawodność wewnętrzna = niezawodność właściwa podzespołom x niezawodność wykonania.

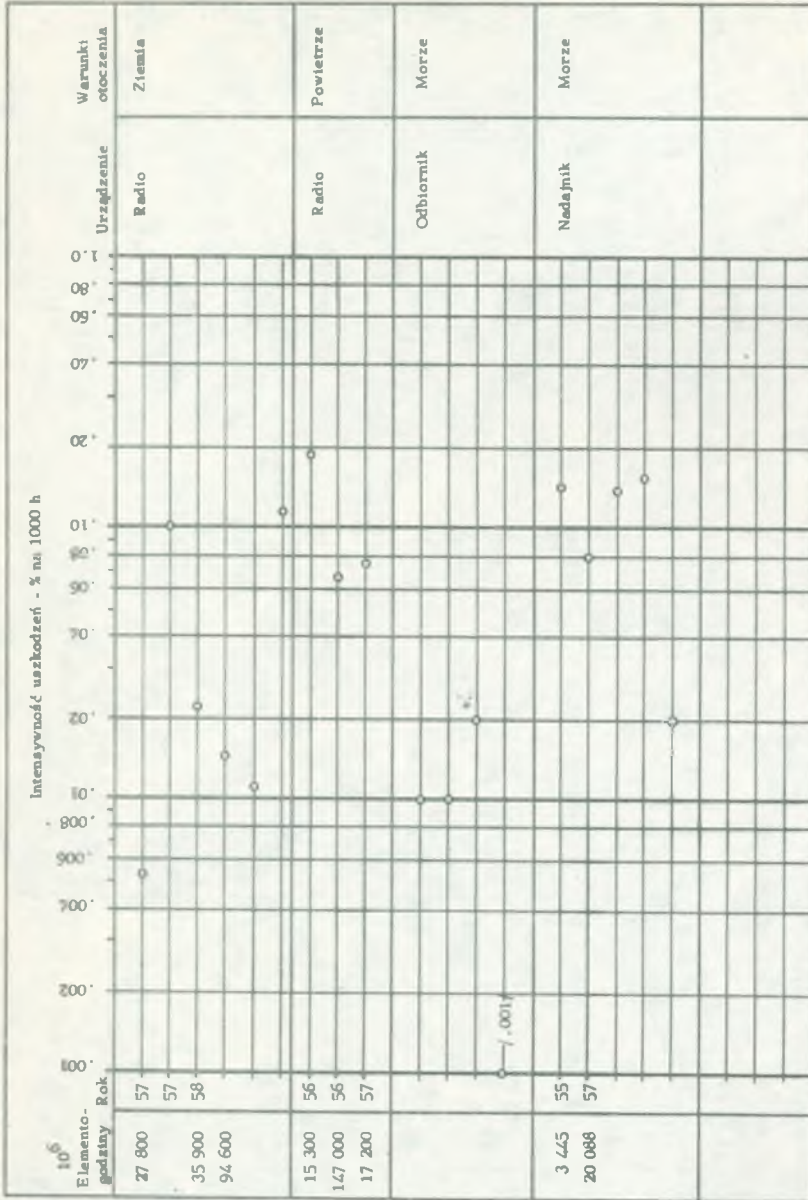
Niezawodność operacyjna zależy więc od dwóch czynników, któ-

re nie dają się obliczyć: niezawodności użytkowania i niezawodności wykonania.

Im więcej uwagi poświęci się podczas projektowania tym czynnikom, tym bliższe one będą jedności, a więc tym większa niezawodność operacyjna. Na podstawie wykazów intensywności uszkodzeń, konstruktor jest w stanie szybko obliczyć niezawodność właściwą elementom, a mając doświadczenia z projektowania uprzednich konstrukcji i licząc się z rodzajem wyposażenia i warunkami użytkowania, będzie mógł określić odpowiednie współczynniki bezpieczeństwa.

Ośrodek Niezawodności sam nie jest w stanie zebrać dostatecznej ilości informacji dla zestawienia wyczerpującego wykazu intensywności uszkodzeń, skąd wynika konieczność ścisłej współpracy ośrodka z użytkownikami urządzeń.

Wykres intensywności uszkodzeń Nr 6



Rys. 1. Wykres intensywności uszkodzeń kondensatorów

Czas pracy wyrażony w setkach godzin	Miejscace	Liczba interwencji w miesiacu																							
		IV 1963	V 1963	VI 1963	VII 1963	VIII 1963	IX 1963	X 1963	XI 1963	I 1964	II 1964	III 1964	IV 1964												
III.1963	3	6	170	450	632	1214	1598	2090	2484	2998	3522	4092	4670	5252	5835	6420	7004	7588	8172	8782	9432	10172	10812	11502	12192
IV.1963	79	82	12	18	24	30	38	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144
V.1963	62	144	1158	316	474	632	790	948	1106	1264	1422	1580	1738	1896	2054	2212	2370	2528	2686	2844	3002	3160	3318	3476	3634
VI.1963	43	187	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
VII.1963	4	191	86	172	258	344	430	516	602	688	774	860	946	1032	1118	1204	1290	1376	1462	1548	1634	1720	1806	1892	1978
VIII.1963	4	192	86	172	258	344	430	516	602	688	774	860	946	1032	1118	1204	1290	1376	1462	1548	1634	1720	1806	1892	1978
IX.1963	24	216	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
X.1963	11	227	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
XI.1963	30	257	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
I.1964	5	262	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
II.1964	23	285	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
III.1964	4	289	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
IV.1964	1	292	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
V.1964	0	292	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
VI.1964	0	292	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
VII.1964	0	292	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
VIII.1964	0	292	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
IX.1964	13	305	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
X.1964	20	305	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
XI.1964	20	305	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
XII.1964	0	345	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
I.1965	0	345	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
II.1965	0	345	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852
III.1965	10	355	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240	1364	1488	1612	1736	1860	1984	2108	2232	2356	2480	2604	2728	2852

Skumulowany czas poprawnej pracy urzadzenn aż do rozważanego miesiąca, w zależności od ich daty oddania do użytku.

Rys. 2. Stany miesięczne dla grupy jednakowych urzadzenn

7. DODATEK

Objaśnienia do rys. 3.

- ① Zwrócić uwagę na wykaz zespołów i podzespołów.
- ② Do wypełnienia w przypadku wymiany zespołu funkcjonalnego lub podzespołu nienaprawialnego.
- ③ Dokładne dane, szczegółowe okoliczności, elementy nieklasyfikowane.
- ④ Rubryki do wykorzystania również w przypadku podejrzenia elementu o przyczynę uszkodzenia.
- ⑤ Rubryki do wykorzystania dla elementów, których uszkodzenie zostało wywołane:
 - przez inny element,
 - przypadkowo podczas naprawy,
 - z przyczyny zewnętrznej,
 - wskutek interwencji zarówno przy wymianie profilaktycznej, jak z okazji naprawy.
- ⑥ Zakrzyżkować odpowiednie pole na czerwono.
- ⑦ Do wypełnienia dla każdej interwencji, przy czym:
 - krzyżyk w rubryce a, jeśli znaki są umieszczone w wykazie 11;

Do rys. 3.

- krzyżyk w rubryce b w przypadku wymiany zespołu lub podzespołu /ściśle określić wymienioną część/;
- krzyżyk w rubryce c tylko w przypadku przeprowadzenia regulacji.

- ⑧ Wypełnić nawet z dużym przybliżeniem, jeśli nie było licznika czasu.
- ⑨ Czas /w godzinach/ poświęcony na naprawę.
- ⑩ Określić ściśle wadę.

Do rys. 4.

- ① Por. uwagi 1, 3 i 4. Wycięto tu liczbę 2860. Jest to numer kodu przyznany p. Dubois.
- ② Zobacz uwagi 1, 2 i 4. Wycięto tu literę P, co wg kodu odpowiada wzmacniaczowi wstępnemu m.cz.
- ③ Zobacz uwagi 1 i 5. Cyfra 7 odpowiada B17.
- ④ Naciąć rubryki zaznaczone krzyżykami.
- ⑤ Zobacz uwagi 1 i 6. Wycięto tu cyfrę 3, co wg kodu odpowiada modelowi: Telemaster.
- ⑥ Zobacz uwagi 1 i 7. Wycięto liczbę 120. W danym przykładzie, wg kodu odpowiada to liczbie dziesiątek godzin pracy.
- ⑦ Nacinać naprzeciwko wypełnionych rubryk.
- ⑧ Zobacz uwagi 8. Wycięto tu datę 11-65.
- ⑨ Nacinać naprzeciwko wypełnionych kolumn - przy jedynce w przypadku trzech pierwszych rubryk /oznaczenie 1/ oraz przy dwójce w przypadku trzech pozostałych rubryk /oznaczenie 2/.

Uwaga 1: kod jest specjalnie ustalony do nacinania odpowiedników miejsca użytkowania, zespołu, wadliwych podzespołów i wymiany, wskazań licznika czasu.

Uwaga 2: można naciąć odpowiedniki jednej lub kilku liter, albo liczby 3-cyfrowej. Dla liter naciąć po prostu naprzeciwko: dla cyfr naciąć naprzeciwko strzałki i dalej odpowiednio do uwagi 4.

Do rys. 4.

Uwaga 3: Jak w uwadze 2, lecz z możliwością nacięcia odpowiednika liczby 4-cyfrowej.



Uwaga 4: Sposób nacinania do wyznaczenia poszczególnych cyfr: dla 0 naciąć naprzeciwko 0, dla 1 naciąć naprzeciwko 1 i x
 dla 2 naciąć naprzeciwko 2 i x, dla 3 naciąć naprzeciwko 2 i 1
 dla 4 naciąć naprzeciwko 4 i x, dla 5 naciąć naprzeciwko 4 i 1
 dla 6 naciąć naprzeciwko 4 i 2, dla 7 naciąć naprzeciwko 7 i x
 dla 8 naciąć naprzeciwko 7 i 1, dla 9 naciąć naprzeciwko 7 i 2.

Uwaga 5: Naciąć naprzeciwko cyfry i naprzeciwko strzałki dla liczby zawartej między 6 i 10.

Uwaga 6: Naciąć naprzeciwko cyfry.

Uwaga 7: Naciąć naprzeciwko każdej cyfry żądanej liczby zgodnie z uwagą 4, lecz nie licząc się ani z x ani z 0, które tu nie istnieją.

Uwaga 8: Naciąć naprzeciwko odpowiedniego miesiąca /i strzałki w przypadku drugiego półrocza/. Analogicznie w przypadku roku.

Odpowiedzialny: Miejsce użytkownika:		Raport nr								
		Nic tu nie pisać								
		<table border="1"> <tr><td>C</td></tr> <tr><td>A</td></tr> <tr><td>O</td></tr> <tr><td>G</td></tr> </table>		C	A	O	G			
C										
A										
O										
G										
Początek gwarancji	M-c	Rok	Liczba miesięcy pracy od czasu oddania do użytku							
Czas interwencji	Wstępne użytkowanie	1	Powód interwencji							
	Po magazynowaniu - transporta	2								
	Eksploatacja	3								
		Spadek wydajności	1							
		Funkcjonowanie przeryw.	2							
		Zupełna przerwa	3							
		Systematyczna wymiana lub modyfikacja	4							
Nie wypełniać w przypadku przesłania do warsztatu naprawczego		Informacje o wymienionych elementach								
Schemat okablowania		Producent elementu	Rodzaj elementu /element bierny/ lub nazwa /półprzewodnik/	Przyczyna wymiany				Wada elementu		
Nr konstruktora	Znak elementu			Opowiedzialny za uszkodzenie				Wada elementu		
		Jeśli na pewno znane		1	2	3	4	1	2	3
Rodzaj interwencji	1									
	2									
Wymiana elementu; wypełnić tabelki	1									
Regulacja	2									
Typowa wymiana urządzenia nienaprawialna	3									
Brak informacji	4									
		Należące do urządzenia /zespół, podzespół, płytka, element/								
Obserwacje /uszkodzenia, pomiary, wnioski, wady elementów/ Zamówienia i numery w przypadku raportu zbiorowego										
Dalszy ciąg na stronie drugiej										
Data:		Przypadek naprawy lub wymiany przez warsztat naprawczy								
Potwierdzenie urzędnika	Potwierdzenie kierownika ośrodka	Opiniujący przesyłane urządzenie								
		Czy był przedmiotem uprzedniej wymiany? tak <input type="checkbox"/> nie <input type="checkbox"/>								

Rys. 5. Raport interwencyjny rodzaj P i T

Kartę niezawodności opracowano dla określonego rodzaju urządzeń poddanych obserwacjom w określonym czasie.

Część I /niezawodność urządzenia/ dotyczy wszystkich uszkodzeń podczas eksploatacji, a także ujawnionych podczas składowania i po przebytych transporcie.

Część II ogranicza się do wad właściwych elementom, wyklucza więc uszkodzenia wtórne, zewnętrzne i systematyczne. Do określenia producenta stosuje się prosty kod 3-literowy, a rodzaj podzespołu określony jest przez 4 cyfry, co jest ogólnie stosowane w specyfikacjach CCTU.

Niezawodność urządzenia określa się intensywnością uszkodzeń λ_e /dane z eksploatacji/, λ_{\min} i λ_{\max} /granice przedziału ufności na poziomie 0,9/. Intensywności te wyrażane są w jednostkach: 10^{-5} /h lub % na 1000 h.

Niezawodność elementów oznaczono przez λ_e /dane z eksploatacji/ i λ_s /granica maksymalna jednostronna przedziału ufności na poziomie 0,9/ i wyraża się w jednostkach 10^{-7} /h.

Z wykresu na rys. 7, mając dane liczby uszkodzeń C, można odczytać wartość m i stąd obliczyć λ , przy czym dla λ_s , λ_{\min} i λ_{\max} odpowiadają w kolejności m_s , m_{\min} i m_{\max}

$$\text{/przykład: } \lambda_{\max} = \frac{m_{\max}}{\text{liczba elemento-godzin}} \text{ /}$$

Poza obszarem pokrytym przez wykres używane są następujące wzory:

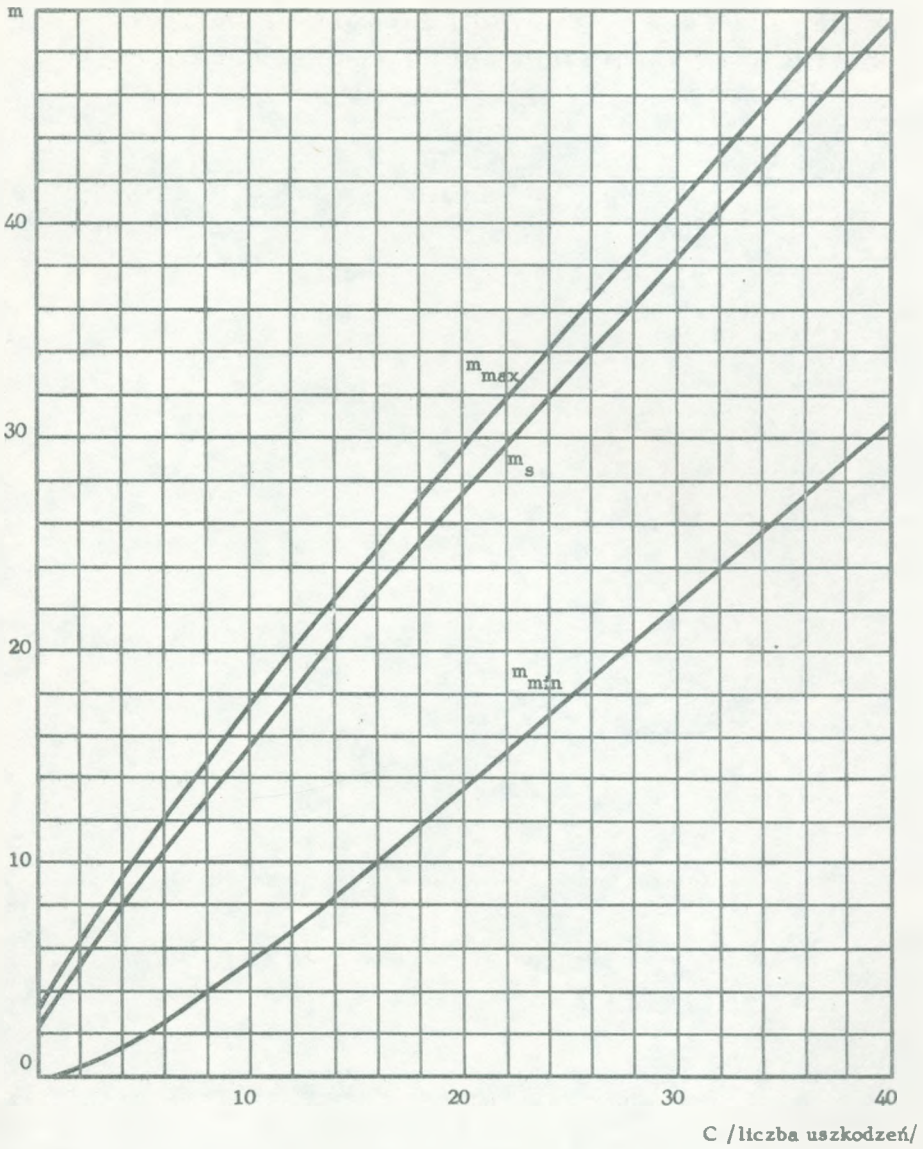
$$\text{dla } \lambda_s: \quad m_s = C + 1,30 + 1,28 \sqrt{C + 0,9},$$

Do rys. 6

$$\text{dla } \lambda_{\min}: m_{\min} = C + 1,85 - 1,645 \sqrt{C + 1,2},$$

$$\text{" } \lambda_{\max}: m_{\max} = C + 1,85 + 1,645 \sqrt{C + 1,2}.$$

W części karty dotyczącej niezawodności elementów należy wymienić wszystkie elementy, niezależnie od przyczyny uszkodzenia, a w kolumnie "Uwagi" w rubrykach odpowiadających każdemu rodzajowi elementu należy zaznaczyć pochodzenie uszkodzeń /systematyczne, wtórne lub zewnętrzne/.



Rys. 7. Wykres pozwalający określić intensywności uszkodzeń i granice przedziałów ufności



REPUBLIQUE FRANÇAISE
POSTES ET TÉLÉCOMMUNICATIONS
CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

ISSY-LES-MOULINEUX
253.31.17
Poste 292

■ 3, avenue de la République, ISSY-LES-MOULINEUX (Seine)

RÉFÉRENCIÉ À RAPPELER

/PDT/OOP

ISSY-LES-MOULINEUX, LF

CENTRE DE FIABILITE

Panie Dyrektorze,

Mam zaszczyt powiadomić Pana poufnie, że badania sprzętu pracującego w następujących warunkach:

Zakresy temperatur	Klimat	Rodzaj eksploatacji
-10 +55 //	suchy //	w powietrzu //
-40 +85 //	wilgotny //	na morzu //
-65 +125 //		na ziemi ruchomy //
		na ziemi stacjonarny //
		w warunkach laboratoryjnych //

Rodzaj pracy:

Okres obserwacji: od do

wykazały dla Waszego wyrobu intensywność uszkodzeń $\lambda = 10^{-7}$ /h

Badania z punktu widzenia elementów obejmujące 10^6 elementów-godzin wykazały na poziomie ufności 0,9, że intensywność uszkodzeń $\lambda = 10^{-7}$ /h

W celu uzyskania szczegółowych informacji musicie się zwrócić do "Centrum Niezawodności" tel. 253.31.17, urząd pocztowy 292

Proszę przyjąć, Panie Dyrektorze, wyrazy mojego uznanowania

Za Dyrektora C. N. E. T.
Naczelnny Inżynier Telekomunikacji
pełnomocnik Zakładu Elementów i Lamp

Rys. 8. Wzór listu informującego producentów elementów o intensywnościach uszkodzeń ich wyrobów

UJEDNOLICONY SYSTEM NORMATYWNO-TECHNICZNEJ I METODOLOGICZNEJ DOKUMENTACJI DOTYCZĄCY ZAGADNIEN NIEZAWODNOŚCI I KONTROLI JAKOŚCI

Opracował J. Wolniewicz na podstawie artykułu Losickij G.O. i in.: Edinyj kompleks mežotraslevoj normativno-techniceskoj i metodičeskoj dokumentacji po voprosam nadežnosti i kontroli kačestva. Nadežnost i Kontrol Kačestva 1971 nr 3, s. 3-16.

1. WSTĘP

Dokumentacja normatywno-techniczna i metodologiczna dotycząca zagadnień niezawodności i kontroli jakości jest jednym z ważniejszych ogniw w ogólnym systemie sterowania jakością produkcji. W skład tej dokumentacji wchodzi zarówno dokumenty obowiązujące /wszelkiego rodzaju normy/, jak i dokumenty o charakterze zaleceń /wskaźniki, wytyczne techniczne itp./. Dokumenty te są opracowywane w instytutach naukowo-badawczych Państwowego Komitetu Normalizacyjnego, a także bezpośrednio w przemyśle, w zakładach zajmujących się normalizacją.

Do chwili obecnej ukazało się w ZSRR wiele dokumentów normatywno-technicznych i metodologicznych, dotyczących kontroli i oceny niezawodności. Jako przykład może posłużyć norma GOST 13216-67 "Państwowy system przemysłowych urządzeń i środków automatyzacji. Niezawodność. Ogólne wymagania techniczne i metody badań". Jednak w warunkach wysoko rozwiniętej współczesnej produkcji, wymagającej szczególnej troski o wysoką jakość i niezawodność,

wodność, konieczne jest stworzenie jednolitego systemu dokumentacji, umożliwiającego sterowanie jakością zarówno w ramach oddzielnych przedsięwzięć, jak i w ramach całych gałęzi przemysłu.

Opracowanie takiego jednolitego systemu wiąże się jednak z olbrzymimi trudnościami, wynikającymi ze złożoności problemów niezawodności, z koniecznością systematyzacji i odpowiedniej analizy nagromadzonych doświadczeń, a przy tym istnieje szereg zagadnień, które nie tylko, że są niesprawdzone w praktyce, ale często i nieopracowane teoretycznie i metodologicznie. Oprócz tego istnieją problemy organizacyjno-techniczne, związane z ustaleniem konkretnej tematyki, uzgodnieniem zakresu i formy prac koniecznych do wykonania oraz z wprowadzeniem opracowanych normatywno-technicznych dokumentów do codziennej praktyki w przemyśle.

Prace związane z opracowaniem takiego jednolitego systemu prowadzi WNIS razem z Międzyresortowym Towarzystwem Naukowo-Technicznym do Spraw Niezawodności i przy udziale niektórych przedsiębiorstw podstawowych działów przemysłu. Zespół ten wykonał już pewne prace wstępne, z których przede wszystkim wynikała potrzeba ustalenia wykazu norm, a także zaleceń, zapewniających możliwość sterowania jakością i niezawodnością wyrobów we wszystkich stadiach produkcji i eksploatacji. W celu ustalenia tego wykazu należało rozpatrzyć poszczególne etapy, przez które przechodzi wyrób, a mianowicie projektowanie, produkcja i eksploatacja i wyróżnić podstawowe czynniki, warunkujące osiągnięcie zaplanowanego poziomu niezawodności w każdym z tych etapów. Metody i środki kierowania takimi czynnikami powinny

być właśnie zawarte w odpowiedniej dokumentacji. Poniżej wymieniono te podstawowe czynniki.

2. PODSTAWOWE CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA POZIOM NIEZAWODNOŚCI WYROBU

1. Na etapie projektowania i opracowania wyrobu podstawowymi czynnikami decydującymi o poziomie niezawodności są:

- prawidłowo sformułowane liczbowe wymagania techniczne,
- optymalny rozkład liczbowych wymagań niezawodnościowych między poszczególnymi elementami wyrobu,
- odpowiedni wybór zespołów i elementów z uwzględnieniem wymagań niezawodnościowych,
- optymalne warunki pracy urządzenia, jego zespołów i elementów,
- wybór odpowiednich tolerancji parametrów elementów i całego wyrobu,
- zabezpieczenie elementów i całego wyrobu przed szkodliwymi wpływami środowiska,
- uwzględnienie na etapie projektowania wyrobu możliwości obsługującego wyrób w czasie eksploatacji,
- zapewnienie podatności do remontu i kontroli,
- optymalne stosowanie rezerwy,
- dokładne badania próbnych modeli wyrobu,
- pełne wykorzystanie informacji o niezawodności i wynikach badań modeli próbnych,

- maksymalne stosowanie znormalizowanych i ujednoliconych elementów w projektowanym wyrobie.

2. Na etapie produkcji decydującymi czynnikami są:

- zastosowanie postępowej technologii,
- ścisłe przestrzeganie przepisów technologicznych,
- materialne i moralne stymulowanie wysokiej jakości pracy wszystkich pracowników,
- stabilność i dokładność procesu technologicznego,
- optymalizacja metod kontroli procesu technologicznego i kontroli gotowego produktu,
- dokładne badania serii informacyjnej i okresowe badania produkcji seryjnej,
- analiza wszystkich usterek i uszkodzeń, a także odchyień od dokumentacji technicznej,
- próbny rozruch i "docieranie" gotowego wyrobu.

3. Na etapie eksploatacji decydującymi czynnikami są:

- dokładne przeszkolenie personelu technicznego obsługi,
- optymalizacja procesu obsługi technicznej,
- racjonalne wykorzystanie części zapasowych,
- analiza przyczyn zakłóceń w pracy i uszkodzeń wyrobów oraz ich elementów składowych,
- prognozowanie możliwości powstawania uszkodzeń.

4. Uwagi uzupełniające

Wyliczone wyżej czynniki oczywiście nie wyczerpują wszystkich czynników, które należałoby uwzględnić rozpatrując tylko konkretny wyrób, jak również specyfikę jego wytwarzania i użytkowania.

Tak więc na przykład przy produkcji maszyn należy przede wszystkim uwzględnić procesy zużycia współpracujących części, zapewnić odpowiednią wytrzymałość, uzgodnić tolerancje przy montażu itd.

W konstrukcjach przyrządów i radioaparatury natomiast najważniejszą rolę odgrywa nieprzeciążanie elementów, optymalizacja rozwiązań schematowych oraz wybór racjonalnych metod rezerwowania.

Jest więc oczywiste, że specyfika konkretnych sytuacji może być uwzględniona wyczerpująco tylko w branżowej dokumentacji, jednak powinny być przy tym brane pod uwagę dokumenty bardziej ogólnego przeznaczenia.

3. PODSTAWOWE ZADANIA NIEZBĘDNE DO WYKONANIA PRZY OPRACOWYWANIU JEDNOLITEGO SYSTEMU NORMATYWNO-TECHNICZNEJ DOKUMENTACJI

Jednym z najważniejszych zadań przy tworzeniu normatywno-technicznej i metodologicznej dokumentacji jest uporządkowanie terminologii. Wynika to z tego, że nauka o niezawodności jest stosunkowo młoda i wiele terminów podlega jeszcze kształtowaniu. Formowanie więc podstawowych zagadnień ma tu szczególne zna-

czeniu i nie tylko utrwała nagromadzone doświadczenie, lecz w dużym stopniu umożliwia dalsze badania.

Ważne jednak jest stworzenie podstawowych zasad wyboru wskaźników niezawodności i ich wartości liczbowych dla konkretnych grup i typów wyrobów. Najczęściej niezawodność nie da się wyrazić jednym wskaźnikiem, lecz wymaga całego zespołu wskaźników, uwzględniającego np. cechy sprawności, trwałości i podatności do naprawy.

Następną grupą zadań jest tworzenie normatywnych dokumentów ustalających metody i środki oceny niezawodności na wszystkich etapach, przez które przechodzi wyrób. Tutaj główną uwagę na etapie projektowania należy poświęcić analitycznym metodom oceny, a także porównaniu wyników obliczeń z wynikami badań na modelach i makietach. Na etapach produkcji i eksploatacji powinny dominować eksperymentalne metody oceny oparte na wynikach specjalnych badań niezawodności lub danych statystycznych, dotyczących uszkodzeń wynikłych podczas eksploatacji. Wiąże się z tym ściśle zadanie, dotyczące ustalania porządku i treści prac nad zbieraniem i opracowywaniem danych statystycznych o niezawodności wyrobów i elementów składowych. Osobne miejsce należy się problemom związanym ze statystyczną kontrolą i sterowaniem jakości produkcji przemysłowej, przy czym należy tu uwzględnić środki i metody automatyzacji kontroli oraz problemy organizacyjne aparatu technicznego w przedsiębiorstwach.

Powyżej wyliczono tylko najbardziej podstawowe kierunki prac przy tworzeniu jednolitego systemu normatywno-technicznej i metodologicznej dokumentacji, dotyczącej zapewnienia odpowiedniego

sterowania jakością, kontroli i oceny niezawodności wyrobów przemysłowych. W procesie tworzenia takiego systemu na pewno powstaną nowe zadania, wymagające rozwiązań. Już obecnie wiadomo, że potrzebne jest opracowanie dokumentów wyjaśniających sposób wprowadzania wymagań niezawodnościowych do dokumentacji technicznej w celu zapewnienia związku tych wymagań z opracowywanymi obecnie systemami: ESKD /Jednolitym systemem dokumentacji konstrukcyjnej/ i ESTP /Jednolitym systemem technologicznego przygotowania produkcji/.

4. STAN OBECNY

Do chwili obecnej opracowano, zatwierdzono przez Komitet Normalizacyjny lub znajduje się w stadium końcowym opracowania około 40 dokumentów, które tematycznie można podzielić na:

- ustalanie wymagań niezawodnościowych,
- zapewnienie odpowiedniej jakości i niezawodności wyrobów na etapach projektowania, produkcji i eksploatacji,
- analityczne i eksperymentalne metody kontroli i oceny jakości i niezawodności wyrobów,
- organizacja prac dotyczących zapewnienia, kontroli i oceny niezawodności wyrobów.

WNIS opracował i rozesłał, w celu uzyskiwania opinii, szczegółowy wykaz normatywno-technicznej i metodologicznej dokumentacji, dotyczącej zagadnień niezawodności i metod kontroli jakości. Po przedyskutowaniu i odpowiedniej korekcie wykaz ten bę-

dzie opublikowany, a na jego podstawie, po zatwierdzeniu przez Komitet Normalizacyjny, powstanie plan koordynacyjny koniecznych prac.

5. WYKAZ TECHNICZNO-NORMATYWNYCH DOKUMENTÓW, DOTYCZĄCYCH ZAGADNIEŃ NIEZAWODNOŚCI I KONTROLI JAKOŚCI ORAZ TERMINY ICH ZATWIERDZENIA PRZEZ KOMITET NORMALIZACYJNY

1. Ustalenia niezawodności wyrobów

GOST 13377-67 "Niezwadność w technice. Nazwy" ... 1967 r.

GOST 16503-70 "Wyroby przemysłowe. Zbiór i charakterystyka podstawowych wskaźników niezawodności" ... 1970 r.

Wytyczne metodologiczne. Metody wyboru zbioru znormalizowanych wskaźników niezawodności urządzeń technicznych /MU 3-69/ 1969 r.

Metody wyboru wskaźników niezawodności systemów, w których uszkodzenia elementów przyczyniają się do pogorszenia charakterystyk funkcjonalnych. 1971 r.

Metody wyboru norm niezawodnościowych urządzeń technicznych 1970 r.

Metody wyboru grup niezawodności wyrobów przemysłowych 1970 r.

Wskaźniki metodyczne dotyczące wyboru optymalnych poziomów niezawodności współdziałających elementów wyrobu 1971 r.

- Wskaźniki metodyczne dotyczące ustalania okresów gwarancyjnych 1970 r.
- Zalecenia RWPG dotyczące normalizacji "Niezawodność w technice. Nazwy" 1971 r.
2. Zapewnienie odpowiedniej jakości i niezawodności wyrobów w etapach projektowania, produkcji i eksploatacji
- GOST 15895-70 "Jakość produkcji. Statystyczne metody sterowania jakością. Nazwy" 1969 r.
- GOST 15894-70 "Jakość produkcji. Statystyczne metody regulowania procesów technologicznych. Metoda wartości średnich arytmetycznych i średnich odchyień" 1970 r.
- GOST 15893-70 "Jakość produkcji. Statystyczne metody regulowania procesów technologicznych. Metoda median i wartości indywidualnych" 1970 r.
- Metodyka "Jakość produkcji. Statystyczne metody sterowania. Sterowanie procesem technologicznym metodą grup jakości" 1970 r.
- Metodyka "Jakość produkcji. Statystyczne metody sterowania. Metoda punktowych ocen jakości wykonania operacji technologicznych" 1970 r.
- GOST 16493-70 "Jakość produkcji. Statystyczna kontrola odbiorcza według cechy alternatywnej. Przypadek niedopuszczalności wadliwego wyrobu w próbce" ..1970 r.

GOST 16490-70 "Statystyczna odbiorcza kontrola jakości. Kontrola jakości z uwzględnieniem wielkości odbieranej partii" 1970 r.

Metodyka wyboru dopuszczalnych odchyłek parametrów wyrobów kompletnych i ich elementów z uwzględnieniem wymagań niezawodności 1970 r.

Wytyczne metodyczne dotyczące optymalizacji obsługi urządzeń technicznych 1971 r.

3. Analityczne i eksperymentalne metody kontroli i oceny jakości i niezawodności wyrobów

GOST 15895-70 "Jakość produkcji. Kontrola i badania. Nazwy i definicje" 1970 r.

Norma "Jakość produkcji. Kontrola i badania. Wymagania ogólne" 1971 r.

Norma "Wyroby przemysłowe. Kontrola jakości. System zbierania danych statystycznych o niezawodności wyrobów przemysłowych w procesie eksploatacji" 1971 r.

Norma "Niezwadność w technice. Metoda kolejnych badań" 1971 r.

Norma "Niezwadność w technice. Badania przy ograniczonej liczbie uszkodzeń" 1971 r.

GOST 16467-70 "Statystyczne wskaźniki dokładności i stabilności operacji technologicznych. Metody obliczania" 1970 r.

- Norma "Jakość produkcji. Statystyczne metody sterowania. Wymagania co do dokładności i stabilności procesów technologicznych. Podstawowe pojęcia i terminy" 1970 r.
- Metody obliczania niezawodności z uwzględnieniem stopniowych i nagłych uszkodzeń 1970 r.
- GOST 16497-70 "Wskaźniki statystyczne. Rodzaje i wymagania techniczne" 1970 r.
- GOST 16498-70 "Jakość produkcji. Środki mechanizacji i automatyzacji statystycznych metod sterowania. Karta statystycznego regulowania procesów technologicznych 1970 r.
- Metodyka statystycznego opracowywania informacji o niezawodności wyrobów technicznych na elektronicznej maszynie cyfrowej 1971 r.
- Metody opracowywania norm na statystyczną odbiorczą kontrolę jakości produkcji według cechy alternatywnej z uwzględnieniem wskaźników ekonomicznych 1970 r.
- Metody zbierania danych statystycznych o niezawodności wyrobów przemysłowych na podstawie wyników badań 1971 r.
- Metody eksperymentalnej oceny seryjnej produkcji aparatury elektronicznej 1971 r.
- Wytyczne metodyczne dotyczące obliczania optymalnej rezerwy przy występowaniu ograniczania kosztu /ciążaru, objętości/ rezerwy 1971 r.

Metody obliczania niezawodności wyrobów z re-
zerwą 1969 r.

4. Organizacja prac dotyczących zapewnienia, kontroli
i oceny niezawodności wyrobów

Ustawa o działach niezawodności w instytutach nau-
kowo-badawczych, biurach projektowo-konstruktor-
skich i przedsiębiorstwach przemysłowych 1969 r.

Materiały programowe dotyczące organizacji staty-
stycznego regulowania procesów technologicznych
przy masowej produkcji 1970 r.

Ogólne wymagania odnośnie zapewnienia niezawodno-
ści wyrobów przemysłowych 1971 r.

Stan analizy niedociągnięć produkcyjnych i uzasad-
nienie dopuszczalnych błędów produkcyjnych przy
przygotowywaniu budowy maszyn do produkcji che-
micznej i naftowej 1970 r.

