

Marek Ł. GRABANIA

ZABEZPIECZANIE URZĄDZEŃ ELEKTRONICZNYCH TECHNIKI WOJSKOWEJ

Streszczenie: W artykule omówiono dodatkowe zabezpieczenia układów i urządzeń elektronicznych przed działaniem czynników środowiskowych.

Przedstawiono nowoczesne komponenty, które, posiadając wysokie parametry użytkowe, są łatwe i bezpieczne w stosowaniu.

1. WPROWADZENIE

Rozwój sprzętu wojskowego, nasyconego w coraz większym stopniu urządzeniami elektronicznymi, stawia przed konstruktorami wysokie wymagania. Poza realizowaniem w sprzęcie określonych funkcji, urządzenia te posiadać muszą parametry zdefiniowane przez stosowne normy (WPN, DEF-STAN, MIL-STD). Jednymi z ważniejszych parametrów są parametry określone normą wojskową [1].

Czynniki zewnętrzne, mające charakter destrukcyjny, tzn. powodujące niszczenie lub pogarszające własności użytkowe i parametry urządzenia, określane są jako tzw. narażenia środowiskowe.

Ze względu na miejsce występowania wyróżnia się [2] następujące narażenia:

- technologiczne – powstające w procesie produkcji,
- transportowe – pojawiające się podczas transportu z zakładu do miejsca eksploatacji,
- składowania – występujące podczas magazynowania sprzętu,
- eksploatacyjne – powstające w czasie normalnego użytkowania.

Ze względu na postać wyróżnia się narażenia:

- klimatyczne,
- mechaniczne,
- elektryczne,
- biologiczne,
- radiacyjne.

Dla konstruktora ważnym zagadnieniem jest wpływ tych narażeń na działanie urządzenia.

2. OCHRONA OBWODÓW DRUKOWANYCH, PODZESPOŁÓW I URZĄDZEŃ ELEKTRONICZNYCH

Podczas konstruowania urządzeń i przyrządów elektronicznych jest konieczne rozwiązanie wielu specyficznych problemów dotyczących upakowania, montażu czy okablowania.

Warunki eksploatacji wymagają też często, wprowadzenia dodatkowych środków ochrony, poprawiających parametry techniczno-użytkowe urządzeń elektronicznych techniki wojskowej. Produkty współczesnej chemii łączą w sobie szereg własności, np. jednoczesna, wysoka oporność elektryczna, odporność na wilgoć, odporność na pleśń, mgłą solną itd.

Dla podwyższenia parametrów urządzeń elektronicznych, elementów maszyn elektrycznych (uzwojenia silników, transformatorów), zmontowanych płytek obwodów drukowanych, stosowane są dodatkowe pokrycia specjalnymi lakierami izolacyjnymi. W wielu przypadkach stosowane jest zalewanie fragmentów urządzeń lub ich podzespołów, czy obsadzonych płytek obwodów elastyczną masą zalewową.

Komponenty wytworzone na bazie np. kauczuków silikonowych czy poliuretanu są obecnie powszechnie stosowane w elektrotechnice, elektronice i aparaturze kontrolno-pomiarowej.

Przykładowe zastosowanie tej technologii w OBRUM-ie pokazane jest na rys. 1.



Rys. 1. Sygnalizator poziomu cieczy SPO-11S – zespół elektroniczny zalany hermetycznie kauczukiem silikonowym

Masy zalewane oraz żele, poza własnościami izolacyjnymi, poprawiają także własności mechaniczne konstrukcji, a zwłaszcza jej odporność na narażenia mechaniczne i drgania.

Dokonanie podziału dostępnych materiałów technologiczno-konstrukcyjnych jest trudne. Można by je pogrupować z uwagi na parametry temperaturowe, własności mechaniczne, technologie stosowania itp.

W niniejszym artykule, w poniższych tabelach, są one zestawione w dwóch grupach:

- materiały płynne - lakiery izolacyjne,
- materiały półpłynne - masy uszczelniające, żele.

Tablica.1. Lakiery izolacyjne

Lp.	Nazwa, oznaczenie	Podstawowe właściwości/zastosowanie	Producent	Uwagi
1.	Lakier lutowniczy – zabezpieczający [3]. Lakier EZP-10	Ochronna, niehigroskopijna i niekorozyjna powłoka o dobrych właściwościach elektroizolacyjnych. Do pokrywania od strony druku płytek obwodów drukowanych w zmontowanych układach elektronicznych.	Farmaceutyczno – Chemiczna Spółdzielnia Pracy „LABOR” Wrocław	Powłoki nanoszone pędzlem lub natryskowo.
2.	Lakier poliwinylacetalowy [4]. Lakier MND 25%	Lakier przeznaczony do ochrony od strony druku zmontowanych płytek obwodów drukowanych a także całych podzespołów. Przewidziany do pracy w klimacie tropikalnym. Odporny na słoną mgłę, pleśń i krótkotrwałe działanie UV. Temperatura pracy: $-60^{\circ}\text{C} \div +65^{\circ}\text{C}$	Farmaceutyczno – Chemiczna Spółdzielnia Pracy „LABOR” Wrocław	Powłoki nanoszone metodą zanurzeniową, pędzlem lub natryskowo.
3.	Lakier i emalia olejno-żywiczne elektroizolacyjne SPS-3 do pokrywania uzwojeń [5]	Lakier i emalia przeznaczone są do pokrywania uzwojeń i innych części wewnętrznych urządzeń elektrycznych przewidzianych do pracy w warunkach klimatów: umiarkowanego, morskiego i tropikalnego. Temperatura pracy: ciągła $t_{\max} = 130^{\circ}\text{C}$		Powłoki nanoszone pędzlem lub natryskowo. Impregnacja wewnętrzna - technika próżniowa.

Lp.	Nazwa, oznaczenie	Podstawowe właściwości/zastosowanie	Producent	Uwagi
4.	Uniwersalna powłoka do płytek drukowanych [6] PLASTIK 70	Tworzy zabezpieczającą i izolującą warstwę chroniącą przed: wilgocią, utlenianiem, pyłem, zanieczyszczeniami chemicznymi. Powłoka odporna na rozcieńczone kwasy i alkalia. Warstwa ochronna zabezpiecza układy elektroniczne, kable i przewody, transformatory wysokiego napięcia, zwoje silników elektrycznych Temperatura pracy: -70°C ÷ +100°C	KONTAKT – CHEMIE Belgia	Preparat dostępny w opakowaniach aerozolowych.
5.	Powłoka zabezpieczająca do zastosowań w elektronice i elektroenergetyce [6] URETHAN 71	Tworzy powłokę ochronną i izolacyjną. Zapewnia długotrwałe uszczelnienie zabezpieczające przed wilgocią i wpływami atmosferycznymi. Odporna na grzyby i pleśń. Może być nakładana na powierzchnie metalowe. Stosowana do ochrony osprzętu elektroenergetycznego, systemów pomiarowych, przewodów instalacji elektrycznej, części i podzespołów elektronicznych. Temperatura pracy: -40°C ÷ +120°C	KONTAKT – CHEMIE Belgia	Preparat dostępny w opakowaniach aerozolowych.
6.	Lakier ochronny [7] SCC3	Specjalny lakier o najwyższych parametrach przeznaczony głównie do zastosowań wojskowych. Lakier odporny na większość rozpuszczalników, smarów, płynów	ELECTROLUBE Wielka Brytania	Powłoki ochronne nanoszone metodą natryskową, zanurzeniową lub pędzlem. Wymagane jest

Lp.	Nazwa, oznaczenie	Podstawowe właściwości/zastosowanie	Producent	Uwagi
		chłodzących. Odporny jest także na UV, klimat tropikalny, mgłę solną. Stosowany w telekomunikacji, stacjach radarowych, przemyśle lotniczym. Dobre własności dielektryczne Temperatura pracy: $-70^{\circ}\text{C} \div +200^{\circ}\text{C}$		wygrzewanie w piecu w $t = 90^{\circ}\text{C}$. Dla grubych powłok nanoszony w postaci żelu. Dostępne opakowania aerozolowe.
7.	Konforemne powłoki zabezpieczające Humi Seal 1H20 [8]	Powłoka ochronna o bardzo dużej odporności na wilgoć i wysokiej odporności chemicznej. Elastyczna warstwa ochronna. Stosowana do zabezpieczania obwodów drukowanych sztywnych jak i elastycznych. Temperatura pracy: $-70^{\circ}\text{C} \div +200^{\circ}\text{C}$ Odmiany powłok: 1H20 AR1 –najwyższa elastyczność, 1H20 AR2 – łatwość napraw połączona z najwyższą odpornością, 1H20 UR3 – najwyższa odporność chemiczna.	CONCOAT LIMITED Wielka Brytania	Powłoki nanoszone natryskowo lub zanurzeniowo. Powłoki / lakiery na bazie roztworów wodnych.

Tablica.2. Masy uszczelniające, żele

Lp.	Nazwa, oznaczenie	Podstawowe właściwości/zastosowanie	Producent	Uwagi
1. 1.1. 1.2.	Dwuskładnikowe kauczuki silikonowe [9], [10], [11] POLASTOSIL M-2000 KATALIZATOR OL-1 POLASTOSIL M-60 KATALIZATOR OL-1	Po utwardzeniu elastyczna masa odporna na wilgoć i działanie czynników atmosferycznych. Stosowana do zabezpieczania układów elektrycznych i elektronicznych (silników, układów elektronicznych, podzespołów elektromechanicznych). Temperatura pracy: M60; -40° ÷ +180°C M2000; -40° ÷ +180°C	Zakład Chemiczny „Silikony Polskie” Sp. z o.o. Nowa Sarzyna, Polska	Pokrycia nanoszone metodą zalewania w odpowiedniej formie. Zalecane jest wykonanie dodatkowych powłok izolacyjnych na uszczelnianych podzespołach.
2.	Silikonowa powłoka ochronna [6] SILISOL 73	Elastyczna powłoka izolująca przed wpływem wilgoci, kurzu oraz szkodliwych warunków atmosferycznych. Posiada dobrą odporność na wysokie temperatury oraz promieniowania UV. Stosowana do zabezpieczenia sztywnych, jak też elastycznych obwodów drukowanych: - urządzeń elektronicznych, lotniczych i kosmicznych, - w sprzęcie wojskowym, - w specjalistycznej aparaturze pomiarowej Temperatura pracy: -45°C ÷ +200°C	KONTAKT – CHEMIE Belgia	Nanoszona metodą natryskową lub zanurzeniową.

Lp.	Nazwa, oznaczenie	Podstawowe właściwości/zastosowanie	Producent	Uwagi
3.	Elastomerowy żel silikonowy [7] DCE – SCC3	Posiada wszystkie cechy lakieru SCC3. (Tablica 1 – poz. 6). Używany do mocowania elementów elektronicznych poddawanych wibracjom i narażeniom mechanicznym. Stosowany także do zalewania elementów wysokonapięciowych o dużej impedancji	ELECTROLUBE Wielka Brytania	Nanoszony ręcznie lub zalewany w odpowiedniej formie.

3. PRAKTYCZNE WYKORZYSTANIE MATERIAŁÓW IZOLACYJNYCH

Dodatkowe zabezpieczenia elektronicznych urządzeń i podzespołów są stosowane także w konstrukcjach opracowanych w OBRUM-ie.

Wymienić tutaj można:

1. Lakiery izolacyjne:

- obsadzone płytki obwodów drukowanych;
 - w pulpicie przednim (wyrób KALINA) – lakier SPS-3,
 - w symulatorze ładowania i strzału armaty (wyrób TŁA 72/94 – lakier SPS-3),
 - w centralnym zabezpieczeniu upływowym (wyrób CZU) – powłoka PLASTIK 70,
 - w sygnalizatorze poziomu (wyrób SPO-11S) - powłoka PLASTIK-70,
 - w układzie poziomowania (wyrób UAP-100) – powłoka PLASTIK-70,
 - w falowniku (wyrób FTR-10) – powłoka PLASTIK-70,
 - w wskaźniku kąta (wyrób JAT-122) – powłoka PLASTIK-70,
 - i szereg innych przykładów.

2. Masy uszczelniające (kauczuki silikonowe).

- do hermetyzacji połączeń wtykowych, np. uchwyty SzR i 2RMD w pojazdach gaśnicowych;
 - komputer pokładowy układu sterującego układacza min (wyrób KALINA) – POLASTOSIL M-60,
- do hermetyzacji układów elektronicznych i podwyższenia odporności na drgania;
 - płytka SŁA oraz SSA (wyrób TŁA 72/81 – POLASTOSIL M-60,
 - zespół elektroniczny (wyrób SPO-11S) – POLASTOSIL M-60.

4. PODSUMOWANIE

Poruszone powyżej zagadnienia mają na celu przybliżyć czytelnikowi pewien obszar z dziedziny konstrukcji i technologii wojskowych urządzeń elektroniki. Zestawienia tabelaryczne, obejmujące wybrane materiały i komponenty, pokazują szeroki zakres ich stosowania.

Na rynku dostępne są także produkty innych firm, np. DOW CORNING:

- Dow Corning 3140RTV; jednoskładnikowy elastomer silikonowy,
- Dow Corning 1 – 2577RTV; żywica silikonowa,
- Silastic 145 RTV; preparat hermetyzujący dwuskładnikowy elastomer silikonowy,
- 314 RTV MIL-A-46146A; klej / preparat hermetyzujący o wysokiej odporności na temperaturę.

Dostępność tych nowoczesnych materiałów (lakiery izolacyjne, żele, masy uszczelniające) wymienionych między innymi w tablicach nr 1 i 2, pozwala na rozszerzenie ich zastosowań w konstrukcjach urządzeń elektroniki wojskowej w OBRUM.

Z uwagi na małoseryjną, a często jednostkową produkcję, przy porównywalnych parametrach technicznych, wybierając należałoby także brać pod uwagę takie cechy, jak:

- technologia nanoszenia – nie wymagająca specjalnego oprzyrządowania oraz wydzielonych pomieszczeń, np. materiały izolacyjne w opakowaniach aerozolowych,
- materiały przyjazne dla środowiska, np. roztwory wodne,
- cena zakupu,
- opakowania handlowe o małej gramaturze,
- krótkie terminy dostaw.

5. LITERATURA

- [1] Norma WPN-84/N-01003. „Aparatura, przyrządy, urządzenia i wyposażenia o przeznaczeniu wojskowym. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Wymagania dotyczące działania czynników środowiskowych”.
- [2] Praca zbiorowa. Konstrukcja przyrządów i urządzeń precyzyjnych. Wydawnictwa Naukowo–Techniczne. Warszawa 1996 r.
- [3] Środki chemiczne pomocnicze do lutowania. Lakier EZP-10. Norma Zakładowa ZN-81/CZSP/D-14/506. K.Z.S.Chem. „Chemitex” – Kraków.
- [4] Lakiery poliwinylowe. Lakier poliwinylacetalowy MND25%. Norma zakładowa ZN-88/CZSP/1024-002. Farmaceutyczno–Chemiczna Spółdzielnia Pracy „LABOR” – Wrocław.
- [5] Lakier i emalia olejno – żywiczne elektroizolacyjne SPS-3 do pokrywania uzwojeń. Norma branżowa BN-79/3078-03.
- [6] „Twój praktyczny przewodnik po produktach KONTAKT–CHEMIE, CRC Industries Europe n.v. Belgium.
- [7] SCC3 CONFORMAL COATING. Materiały techniczne firmy: ELECTROLUBE, England.
- [8] Water Based Conformal Coatings developed by Concoat. Materiały techniczne firmy: CONCOAT LIMITED, England.
- [9] WT-9/ZCh-SiP/2001. Kauczuk silikonowy POLASTOSIL M-60.
- [10] TWT-95/MPChIL/IChP-ZDS/12. Katalizator OL-1.
- [11] WT-4/ZCh-SiP/2001. Kauczuk silikonowy POLASTOSIL M-2000.
- [12] Materiały techniczno–handlowe firmy: Dow Corning Europe, La Hulpa, Belgium.

ARMED FORCES ELECTRONIC DEVICES PROTECTION

Abstract: The paper describes auxiliary protection of electronic systems and devices against environmental influences.

Modern high performance components are presented, that simultaneously are simple and safe in application.

Recenzent: mgr inż. Marek STERCZEWSKI