

Konstrukcja urządzeń i izolacji

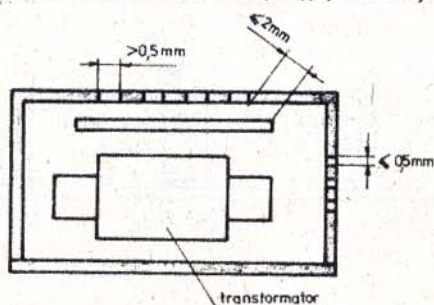
Nie można opisać wszystkich odmian konstrukcyjnych izolacji spotykanych w urządzeniach profesjonalnych, ponieważ jest ich zbyt wiele. Ograniczymy się do opisania tylko konstrukcji typowych, zalecając unikanie innych rozwiązań zgodnie z uniwersalną zasadą, że to o czym niczego nie wiemy, nie powinno być stosowane.

Konstrukcja urządzenia powinna być taka, aby pomiędzy dowolną częścią dostępną dla dotyku a częściami niebezpiecznymi przy dotyku, była w zasadzie izolacja wzmocniona lub podwójna. „W zasadzie” – dlatego, że normy dopuszczają pewne wyjątki. Np. PN – 81/T – 06250 zezwala na to, aby pomiędzy rdzeniem niebezpiecznym przy dotyku a częściami dostępnymi, np. obudową przewodzącą lub obwodem wtórnym, była izolacja dodatkowa, jeżeli rdzeń odizolowany jest od obwodu pierwotnego izolacją podstawową (rys. 3a).

Konstrukcja urządzeń powinna spełniać następujące wymagania:

1. Wszystkie części niebezpieczne powinny być niedostępne dla dotyku.
2. Urządzenia powinny być obudowane.
3. W obudowie nie powinno być otworów prostych o szerokości lub średnicy większej od 0,5 mm i otworów z labiryntem o prześwicie większym od 2 mm (rys. 5).
4. Obudowa nie powinna dać się rozebrać lub otworzyć bez narzędzi, a w przypadku transformatorów do zasilania zabawek – nawet za pomocą ogólnie dostępnych narzędzi, takich jak np. wkrętak, obcegi, „kombinenki”, scyzoryk, młotek itp.

Rys. 5. Przykład otworów wentylacyjnych z labiryntem

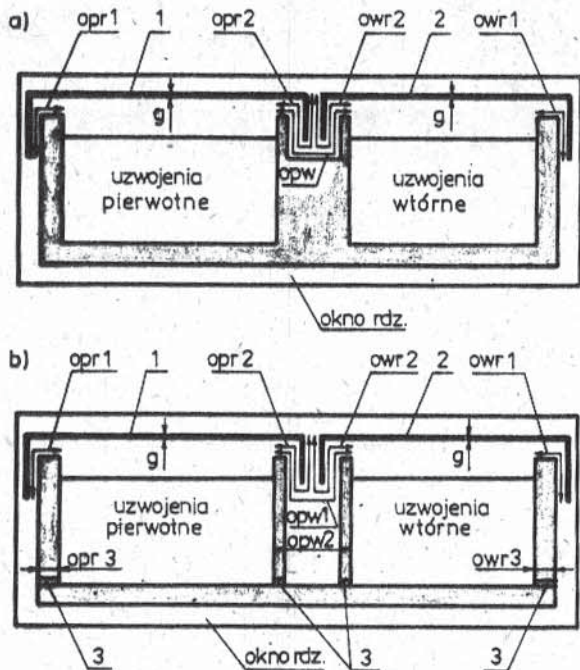


5. Izolacja podstawowa, dodatkowa i wzmocniona powinna być zabezpieczona przed przesuwaniem się wskutek drgań i wstrząsów (np. podczas upadku urządzenia). Grubość izolacji nie powinna się zmniejszać pod naciskiem i wskutek nagrzewania.
6. Metalowe pokręta, np. osie potencjometrów i przełączników, powinny być odizolowane od metalowych galek i dźwigni przymocowanych do tych pokręteł (np. osi), za pomocą izolacji dodatkowej.
7. Powinno być uniemożliwione zmniejszenie się odstępów izolacyjnych i odległości po izolacji pomiędzy obwodem pierwotnym a wtórnym przez druty, śruby, podkładki itp., w przypadku ich poluzowania się, lub przemieszczenia.
8. Powinno być uniemożliwione zetknięcie się dostępnych części metalowych urządzenia z metalowymi osłonami (np. ekranami) przewodów lub kabli zasilających obwód pierwotny urządzenia.
9. Wymagania ogólne na uzwojenia transformatorów:

– uzwojenia pierwotne i wtórne łącznie z ich połączeniami wewnętrznymi

Obudowa zasilacza z otworami wentylacyjnymi





Rys. 6. Poprawna konstrukcja cewki nawiniętej na korpusie z przegrodą:

- a) korpus wtryskiwany,
b) korpus składany,

opr – odległość po izolacji uzwojenia pierwotne – rdzeń,
owr – odległość po izolacji uzwojenia wtórne – rdzeń,
opw – odległość po izolacji uzwojenie pierwotne – uzwojenie wtórne

Ocenie podlegają: opr = MIN (opr1, opr2, ...)
owr = MIN (owr1, owr2, ...)
opw = MIN (opw1, opw2, ...)

opr, owr, opw – powinny spełniać wymagania wg tabl. II i tabl. III a, b lub c,

1, 2 – izolacje. Jeżeli są z wyprasek to $g \geq 0,4$ mm, jeżeli z teresspanu to dwustronnie foliowanego o grubości dowolnej. Szerokości izolacji – wg. rys. 8b, 3 – zamocowanie przegrody na szpuli, traktowane jak powietrze

i wyprowadzeniami (luźnymi i końcówkami) powinny być oddzielone od siebie izolacją podwójną lub wzmocnioną i tak skonstruowane i wykonane, aby niemożliwe było ich przemieszczanie się, a także przemieszczenie się pojedynczych zwojów i aby nie mogły się one zetknąć ze sobą nawet w przypadku przerwania drutu lub uszkodzenia izolacji.

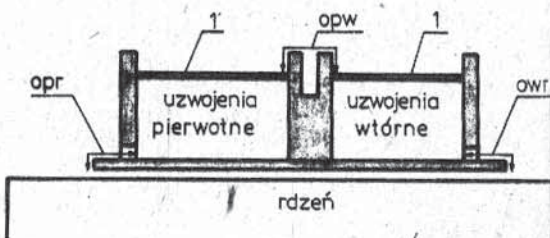
Warunki te są spełnione, jeżeli konstrukcja uzwojeń spełnia następujące wymagania:

- Izolacja (podwójna lub wzmocniona) wykonana jest z materiałów dopuszczonych do zastosowania i spełnia wymagania wg tabl. II oraz tabl. III a, b lub c.

- Uzwojenie pierwotne jest nawinięte na innym korpusie niż uzwojenia wtórne lub
- Uzwojenia są nawinięte na korpusie z przegrodą (rys. 6, 7, 8) albo
- Uzwojenia są nawinięte na sobie i zabezpieczone przed wzajemnym przesuwaniem się i rozsuwaniem się pojedynczych zwojów i warstw za pomocą kleju, żywicy lub odstępników z litego materiału, a pomiędzy uzwojeniami pierwotnymi i wtórnymi znajduje się izolacja podwójna lub wzmocniona spełniająca wymagania wg tabl. II oraz tabl. III a, b lub c. Ta izolacja może być wyjątkowo wykonana z 3 oddzielnych warstw, np. folii estrofol ET o grubości zalecanej co najmniej 0,036 mm (rys. 9 i 10).
- Poszczególne zwoje powinny być ułożone obok siebie równolegle. Zwoje kolejno nawijane nie powinny się wzajemnie krzyżować.
- Krótkie, sztywne połączenia wewnętrzne od uzwojenia pierwotnego do końcówek, nie stykające się z uzwojeniami wtórnymi i metalowymi częściami dostępnymi dla dotyku, mogą mieć izolację podstawową w postaci rurki z PCW. Wszystkie luźne połączenia wewnętrzne uzwojeń pierwotnych i ich wyprowadzenia powinny mieć izolację podwójną z rurek PCW (rys. 3b).

10. Nie wolno bocznikować izolacji wzmocnionej i dodatkowej kondensatorami, półprzewodnikami i izolacją gorszej jakości np. izolacją roboczą. W szczególności nie wolno włączać kondensatorów i półprzewodników pomiędzy:

Rys. 7. Izolacja uzwojeń od strony wyprowadzeń: 1 – zabezpieczenie uzwojeń przed rozsypaniem się. (Dowolny klej lub lakier chemoutwardzalny spełniający wymagania wg tabl. II)



- obwód pierwotny a wtórny,
- obwód pierwotny a rdzeń transformatora,
- obwód pierwotny a części dostępne dla dotyku,
- części niebezpieczne przy dotyku a części dostępne przy dotyku.

11. Jeżeli ze względów funkcjonalnych masa musi być połączona bezpośrednio lub przez kondensator czy półprzewodnik z obwodem niebezpiecznym, to taka masa musi być odizolowana od części dostępnych izolacją wzmocnioną lub podwójną.

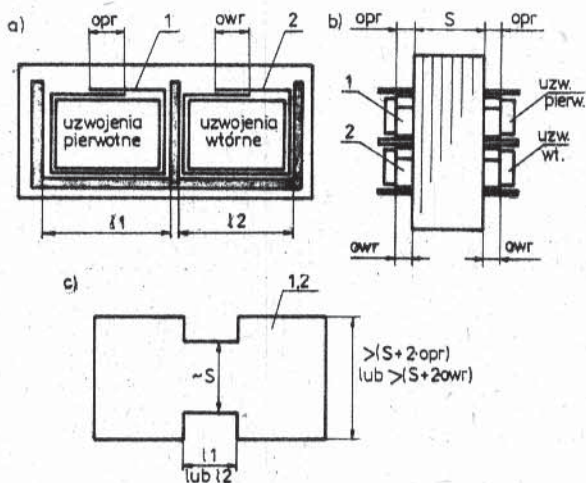
12. Transformatory powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarcia w obwodach wtórnych za pomocą bezpieczników, wyłączników lub przekaźników nadprądowych lub powinny być odporne na zwarcie w obwodach wtórnych. Transformatorów do zabawek nie wolno zabezpieczać bezpiecznikami, lecz muszą one być albo odporne na zwarcie, albo zabezpieczone automatycznie działającymi wyłącznikami nadprądowymi. Transformator odporny na zwarcie to taki transformator, w którym przy długotrwałym zwarcu obwodów wtórnych temperatura nie przekroczy wartości dopuszczalnych wg. tabl. II - rubryka „stan uszkodzenia”.

Technologia

Nie wolno impregnować transformatora żadnym lakierem, klejem czy żywicą termoutwardzalną, ponieważ nie da się wykonać porządnie tej operacji w warunkach domowych. Jeżeli ze względu na poziom dźwięku konieczne jest sklejenie rdzenia, to należy do tego celu użyć wyłącznie kleju czy żywicy chemoutwardzalnej np. kleju epoksydowego.

Niesłusznie przecenia się rolę impregnacji uzwojeń. Istotnie, odgrywała ona pozytywną rolę dawno temu, kiedy stosowano z konieczności na izolację materiały higroskopijne np. papier i preszpan. Obecnie izolację stanowią tworzywa sztuczne (estrofol, rurki PCW, wypraski poliamidowe), które nie tylko nie wymagają żadnej impregnacji, lecz co więcej - impregnacja często pogarsza ich własności izolacyjne.

Części, których odpadnięcie lub przesunięcie się może spowodować połączenie elektryczne części dostępnych dla dotyku

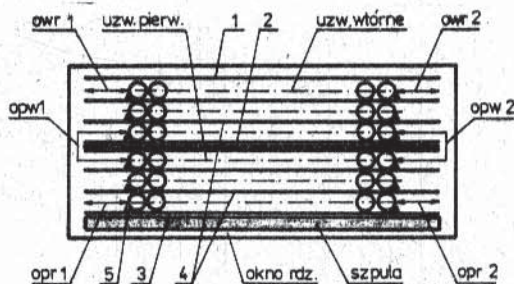


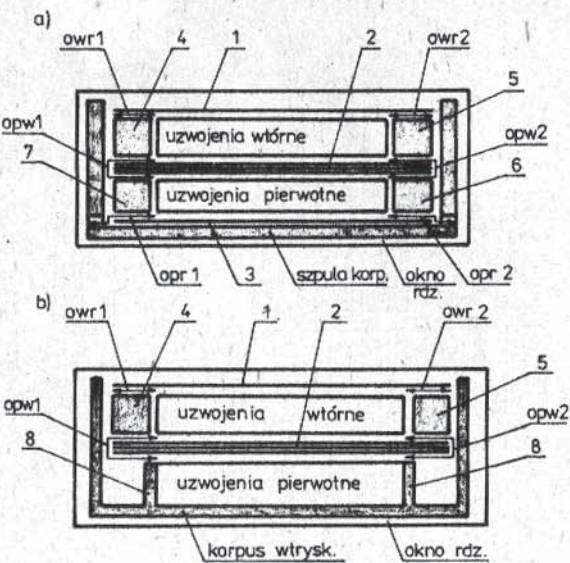
Rys. 8. Wykonanie izolacji bocznej 1, 2, kiedy konstrukcja korpusu uniemożliwia założenie izolacji jak na rys. 6. Izolacje 1, 2 można wykonać z tereszpianu dwustronnie foliowanego o dowolnej grubości lub z 2-3 warstw folii estrofol

z częściami niebezpiecznymi nie wolno mocować tylko na klej. Dotyczy to zwłaszcza mocowania izolacji podwójnej lub wzmocnionej, stosowanej poza transformatorem oraz mocowania transformatora. Z praktyki bowiem wiadomo, że każdy klej kiedyś musi „puścić”.

Nie wolno mocować transformatora do płytki drukowanej tylko za pomocą jego końcówek lutowniczych, ponieważ wskutek wstrząsów, np. po upadku urządzenia na

Rys. 9. Poprawna konstrukcja cewki z uzwojeniami nawiniętymi na siebie bez litych odstępników. opr, owr, opw - wg rys. 6: 1, 2, 3, 4 - izolacje spełniające wymagania wg tabl. II i tabl. III a, b lub c (np. estrofol 0,05 mm), 1 - co najmniej 3 warstwy folii, 5 - klej epoksydowy





Rys. 10. Poprawna konstrukcja cewki z uzwojeniami nawiniętymi na sobie z odstępnikami:
 a) korpus składany,
 b) korpus wtryskiwany z barierami 8 na szpuli, opr, owr, opw - wg rys. 6,
 1, 2, 3 - izolacje spełniające wymagania wg tabl. II i tabl. III a, b lub c (np. estrofol 0,05 mm)
 2 - co najmniej 3 warstwy tgli,
 4, 5, 6, 7 - Odstępniki z litego materiału elektroizolacyjnego spełniającego wymagania wg tabl. II
 Metalowa obudowa zasilacza sieciowego z labiryntowym systemem otworów wentylacyjnych

ziemię końcówki te wrywają się zwykle z korpusu, a oswobodzony przez to transformator może stworzyć niebezpieczeństwo porażenia elektrycznego.

Wg norm wszystkie części metalowe korodujące powinny być zabezpieczone przed korozją za pomocą powłok galwanicznych lub malarskich. Należy w taki sposób malować te części, np. rdzeń i radiatory, aby farba nie dostała się na izolację zapewniającą bezpieczeństwo, ponieważ często farby antykorozyjne są stosunkowo dobrymi przewodnikami elektrycznymi.

Połączenia luźne obwodu pierwotnego transformatora w izolacji podwójnej złożonej z rurek PCW powinny być zabezpieczone przed przemieszczaniem się. Jednak rurki te nie powinny być narażone przy tym na zgniot: nie wolno np. ścisnąć ich szpagatem, czy spłaszczać w uchwytach. W miejscach zamocowania należy je otoczyć sztywną, szeroką opaską, np. z prespanu lub tektury.

Nie wolno łączyć żadnych przewodów (obojętnie - w obwodzie bezpiecznym czy niebezpiecznym) „na styk” czy to przy lutowaniu czy w zacisku śrubowym. Przewody łączone ze sobą przez lutowanie powinny

być przed zlutowaniem skręcone ze sobą, a łączone ze sobą w zacisku śrubowym powinny mieć końcówki z oczkami. Koniec przewodu lutowanego do końcówki powinien być skręcony naokoło niej przed przylutowaniem.

Pasty lutownicze są czasem przewodzące. Nie należy stosować past lutowniczych ślusarskich i w ogóle niewiadomego pochodzenia i rodzaju. Jednakże stosując nawet czystą kalafonię nie wolno nią smarować izolacji zapewniającej bezpieczeństwo, ponieważ do jej stale lepkiej powierzchni przyczepia się kurz.

Należy ostrożnie stosować taśmy klejące, chociaż panuje przekonanie, że jest to dobry materiał technologiczny i dobra izolacja. Tymczasem taśma krajowa typu np. Wiskolex, nie jest w ogóle żadną izolacją, a jej lepka strona „trzyma” tylko pod naciskiem. Zagraniczne taśmy klejące można traktować jako izolację, lecz tylko skrośnie i na stronie nie lepącej. Strona lepąca żadnej taśmy nie jest izolacją. Taśma lepąca nie może też być uznana za wystarczające zabezpieczenie luźnych przewodów lub zwojów w uzwojeniu przed przemieszczaniem się.

Normy wprowadzicie nie stawiają wymagań odnośnie substancji lotnych, które mogą się wydzielac z urządzenia wskutek podgrzania lub niedostatecznego odparowania rozpuszczalnika, lecz należy na to również zwrócić uwagę. Nie powinno się np. stosować materiałów zawierających fenol (płyty, papier - fenol, bawełna - fenol, szkło - fenol, ebonit itp. surowe lub laminowane miedzią) na części stykające się z gorącymi elementami, takimi jak np. podstawki lampowe, rezystory dużej mocy, radiatory półprzewodników, zaciski lutownicze lub śrubowe, podstawy bezpieczników, końcówki lutownicze przekąźników, korpusy uzwojeń nagrzewających się do ponad 80°C. Z materiałów tych wydzielają się bowiem pod podgrzaniem bardzo szkodliwe dla zdrowia substancje lotne i to przez wiele lat użytkowania urządzenia.

Należy ubolewać nad tym, że są produkowane i sprzedawane w kraju urządzenia przebadane i zaatutowane przez placówki naukowo-badawcze, oznaczone znakiem bezpieczeństwa „B”, które tego warunku jednak nie spełniają (np. regulatory napięcia).

Andrzej Przytuła